



**Asociația "Moldova Apă-Canal"**  
**DIRECȚIA EXECUTIVĂ**

**СБОРНИК**  
**нормативных документов для проектирования**  
**систем водоснабжения и канализации**

LEGE #303 - privind serviciul public de alimentare cu apă și de canalizare

ЗАКОН №303 - о публичной услуге водоснабжения и канализации

**BIBLIOTECA ELECTRONICĂ A CONDUCĂTORULUI**

**ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА РУКОВОДИТЕЛЯ**

*Culegerea dată este destinată  
pentru informare exclusiv pentru  
membrii AMAC.*

***Ea este pusă la dispoziția DVS fără  
plată și nu poate fi utilizată în  
scopuri comerciale.***

*Данный сборник предназначен  
исключительно для членов АМАС  
в ознакомительных целях.*

***Он предоставлен бесплатно и  
не может быть использован в  
коммерческих целях***



**DOCUMENTELE INCLUSE ÎN CARTEA  
DATĂ SUNT DESTINATE EXCLUSIV  
PENTRU INFORMARE.  
LA PREGĂTIREA ȘI LUAREA DECIZIILOR  
URMEAZĂ A SE CONDUCE DE  
DOCUMENTELE OFICIALE ÎN VIGOARE  
CU MODIFICĂRILE ȘI COMPLETĂRILE  
ULTERIOARE.**

**ДОКУМЕНТЫ, РАЗМЕЩЕННЫЕ В  
ДАННОЙ КНИГЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ  
ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО В ОЗНАКОМИТЕЛЬ-  
НЫХ ЦЕЛЯХ. ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРИ-  
НЯТИИ РЕШЕНИЙ СЛЕДУЕТ РУКОВОД-  
СТВОВАТЬСЯ ОФИЦИАЛЬНО ДЕЙСТВУ-  
ЮЩИМИ ДОКУМЕНТАМИ С ПОСЛЕДУЮ-  
ЩИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ И ДОПОЛНЕНИЯ-  
МИ.**

## Содержание

1. [Внутренний водопровод и канализация зданий СНиП 2.04.01-85\\*](#)
2. [Водоснабжение наружные сети и сооружения СНиП 2.04.02-84\\*](#)
3. [Канализация. Наружные сети и сооружения СНиП 2.04.03-85](#)
4. [Внутренние санитарно-технические системы СНиП 3.05.01-85](#)
5. [Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации СНиП 3.05.04-85\\*](#)
6. [Пособие по проектированию сооружений для очистке и подготовки воды \(к СНиП 2.04.02-84\)](#)
7. [Пособие по проектированию сооружений обезвоживания осадков станций очистки природных вод \(к СНиП 2.04.02-84\)](#)
8. [Пособие по определению толщин стенок стальных труб, выбору марок, групп и категорий сталей для наружных сетей водоснабжения и канализации \(к СНиП 2.04.02-84 и СНиП 2.04.03-85\)](#)
9. [Составление технико-экономической части проектов внеплощадочных систем водоснабжения и канализации. Справочное пособие к СНиП 2.04.02-84 и СНиП 2.04.03-85](#)

10. [Практические рекомендации по проектированию и строительству трубопроводных систем водоснабжения, канализации и противопожарной безопасности, в том числе с применением пластмассовых труб \(СНиП 2.04.01-85\\*, СНиП 21-01-97\\*, СП 40-102-2000\)](#)
11. [Проектирование и монтаж водопроводных и канализационных сетей с применением высокопрочных труб из чугуна с шаровидным графитом СП 40-109-2006](#)
12. [Проектирование сооружений для забора поверхностных вод к СНиП 2.04.02-84](#)
13. [Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод \(к СНиП 2.04.02-84\). Искусственное пополнение запасов подземных вод \(ИППВ\)](#)
14. [Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений \(к СНиП 2.07.01-89\)](#)
15. [Проектирование и монтаж трубопровод систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов СП 40-102-2000](#)
16. [Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб СП 40-104-2001](#)

17. [Проектирование и монтаж подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб СП 40-105-2001](#)
18. [Нормы отвода земель для магистральных водоводов и канализационных коллекторов СН 456-73](#)
19. [Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб СП 40-107-2003](#)
20. [Пособие по проектированию автономных инженерных систем одноквартирных и блокированных жилых домов](#)
21. [Системы водоснабжения и водоотведения районов жилой малоэтажной застройки Московской области ТСН ВиВ - 97 МО](#)
22. [Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. Проектирование сооружений для очистки сточных вод](#)
23. [Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов из полипропилена «Рандом Сополимер» СП 40-101-96](#)
24. [Типовые формы контрактов \(договоров\) между заказчиком и проектировщиком \(изыскателем\)](#)

25. [Постановление Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2006 года N 83 Об утверждении Правил определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и Правил подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения](#)
  
26. [Технический регламент операционного контроля качества строительно-монтажных и специальных работ при возведении зданий и сооружений 05. Монтаж санитарно-технических систем](#)
  
27. [Технологический регламент производства строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений. Технологический регламент монтажа инженерных систем](#)
  
28. [Технологическая карта на монтаж внутренних систем канализации из пластмассовых труб в жилых и общественных зданиях 76-04 ТК 2004](#)
  
29. [Рекомендации по определению расчетных расходов холодной, горячей воды и стоков в системах внутреннего водопровода и канализации зданий. САНТЕХПРОЕКТ БЗ-73](#)
  
30. [Пособие по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения \(к СНиП 2.04.02-84\)](#)
  
31. [CATALOGUL documentelor normative în construcții \(2016\)](#)

КАТАЛОГ документов и нормативов по строительству (2016)

**ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД  
И КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ**

**СНиП 2.04.01-85\***

**МОСКВА 1997**

РАЗРАБОТАНЫ ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР (Ю. Н. Саргин), ЦНИИЭП инженерного оборудования Госгражданстроя (канд. техн. наук Л. А. Шопенский), МНИИТЭП ГлавАПУ Мосгорисполкома (канд. техн. наук Н. Н. Чистяков; И. Б. Покровская), Донецким Промстройниипроект Госстроя СССР (Е. М. Зайцева), СКТБ Рострубпласта Росколхозстройобъединения (канд. техн. наук А. Я. Добромыслов), НИИ Мосстрой (канд. техн. наук Я. Б. Алескер), НПО «Стройполимер» (проф. В. С. Ромейко, В. А. Устюгов), МГСУ (проф. В. Н. Исаев), Мосводоканалпроектом (А. С. Вербицкий).

ВНЕСЕНЫ ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР.

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Главтехнормированием Госстроя СССР (Минстроя России) - Б. В. Тамбовцев, В. А. Глухарев.

СОГЛАСОВАНЫ Минздравом СССР, ГУПО МВД СССР.

СНиП 2.04.01-85\* является переизданием СНиП 2.04.01-85 с изменением № 1, утвержденным постановлением Госстроя СССР от 28 ноября 1991 г. № 20, и изменением № 2, утвержденным постановлением Минстроя России от 11 июля 1996 г. № 18-46.

Пункты и таблицы, в которые внесены изменения, отмечены в настоящих строительных нормах и правилах звездочкой.

*При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале «Бюллетень строительной техники» и информационном указателе «Государственные стандарты».*

Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	<b>СНиП 2.04.01-85*</b>
	Внутренний водопровод и канализация зданий	Взамен СНиП II-30-76 и СНиП II-34-76

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Настоящие нормы распространяются на проектирование строящихся и реконструируемых систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков.

**1.2.** При проектировании систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков необходимо выполнять требования других нормативных документов, утвержденных или согласованных Минстроем России.

**1.3.** Настоящие нормы не распространяются на проектирование:

систем противопожарных водопроводов предприятий, производящих или хранящих взрывчатые, легковоспламеняющиеся и горючие вещества, а также других объектов, требования к внутреннему противопожарному водопроводу которых установлены соответствующими нормативными документами:

- систем автоматического пожаротушения;
- тепловых пунктов;

установок обработки горячей воды;  
 систем горячего водоснабжения, подающих воду на технологические нужды промышленных предприятий (в том числе на лечебные процедуры) и систем водоснабжения в пределах технологического оборудования;  
 систем специального производственного водоснабжения (деионизированной воды, глубокого охлаждения и др.).

**1.4.** Внутренний водопровод - система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию, обслуживающая одно здание или группу зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия.

В случае подачи воды из системы на наружное пожаротушение проектирование трубопроводов, прокладываемых вне зданий, надлежит выполнять в соответствии со [СНиП 2.04.02-84\\*](#).

Внутренняя канализация - система трубопроводов и устройств в объеме, ограниченном наружными поверхностями ограждающих конструкций и выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение сточных вод от санитарно-технических приборов и технологического оборудования и при необходимости локальными очистными сооружениями, а также дождевых и талых вод в сеть канализации соответствующего назначения населенного пункта или промышленного предприятия.

<b>Внесены Государственным проектным институтом Сантехпроект Госстроя СССР</b>	<b>Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 4 октября 1985 г. № 169</b>	<b>Срок введения в действие 1 июля 1986 г.</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

Примечания: 1. Приготовление горячей воды следует предусматривать на установках в соответствии с указаниями по проектированию тепловых пунктов и тепловых узлов.

2. Установки локальной очистки сточных вод следует проектировать в соответствии со [СНиП 2.04.03-85](#) и ведомственными строительными нормами.

**1.5.** Во всех типах зданий, возводимых в канализованных районах, следует предусматривать системы внутреннего водоснабжения и канализации.

В неканализованных районах населенных пунктов системы внутреннего водоснабжения и канализации с устройством местных очистных сооружений канализации необходимо предусматривать в жилых зданиях высотой свыше двух этажей, гостиницах, домах для престарелых (в сельской местности), больницах, родильных домах, поликлиниках, амбулаториях, диспансерах, санэпидстанциях, санаториях, домах отдыха, пансионатах, пионерских лагерях, детских яслях-садах, школах-интернатах, учебных заведениях, общеобразовательных школах, кинотеатрах, клубах, предприятиях общественного питания, спортивных сооружениях, банях и прачечных.

Примечания: 1. В производственных и вспомогательных зданиях системы внутреннего водоснабжения и канализации допускается не предусматривать в тех случаях, когда на предприятии отсутствует централизованный водопровод и число работающих составляет не более 25 чел. в смену.

2. В зданиях, оборудованных внутренним хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом, необходимо предусматривать систему внутренней канализации.

**1.6.** В неканализованных районах населенных пунктов допускается оборудовать люфт-клозетами или выгребными (без устройства вводов водопроводов) следующие здания (сооружения):

производственные и вспомогательные здания промышленных предприятий при числе работающих до 25 чел. в смену;

жилые здания высотой 1-2 этажа;

общежития высотой 1-2 этажа не более чем на 50 чел.;



пионерские лагеря не более чем на 240 мест, используемые только в летнее время;  
клубы I типа;  
открытые плоскостные спортивные сооружения;  
предприятия общественного питания не более чем на 25 посадочных мест.

**Примечание.** Люфт-клозеты допускается предусматривать при проектировании зданий для I-III климатических районов.

**1.7.** Необходимость устройства внутренних водостоков устанавливается архитектурно-строительной частью проекта.

**1.8.** Трубы, арматура, оборудование и материалы, применяемые при устройстве внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков, должны соответствовать требованиям настоящих норм, государственных стандартов, нормалей и технических условий, утвержденных в установленном порядке.

При транспортировании и хранении воды питьевого качества следует применять трубы, материалы и антикоррозионные покрытия, разрешенные Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**1.9.** Основные технические решения, принимаемые в проектах, и очередность их осуществления необходимо обосновывать сравнением показателей возможных вариантов. Техничко-экономические расчеты следует выполнять по тем вариантам, достоинства (недостатки) которых нельзя установить без расчета.

Оптимальный вариант расчета определяется наименьшей величиной приведенных затрат с учетом сокращения расхода материальных ресурсов, трудозатрат, электроэнергии и топлива.

**1.10.** При проектировании следует предусматривать применение прогрессивных технических решений и методов работ: механизацию трудоемких работ, автоматизацию технологических процессов и максимальную индустриализацию строительно-монтажных работ за счет применения сборных конструкций, стандартных и типовых изделий и деталей, изготавливаемых на заводах и в заготовительных мастерских.

**1.11.** Основные буквенные обозначения, принятые в настоящих нормах, приведены в обязательном [приложении 1](#).

## **2. КАЧЕСТВО И ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**2.1.** Качество холодной и горячей воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать [ГОСТ 2874-82\\*](#). Качество воды, подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

**2.2.** Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

- а) не ниже 60 °С - для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;
- б) не ниже 50 °С - для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых «закрытым системам теплоснабжения»;
- в) не выше 75 °С - для всех систем, указанных в подпунктах «а» и «б».

**2.3.** В помещениях детских дошкольных учреждений температура горячей воды, подаваемой к водоразборной арматуре душей и умывальников, не должна превышать 37 °С.

**2.4.** На предприятиях общественного питания и для других водопотребителей, которым необходима горячая вода с температурой, выше указанной в [п. 2.2](#), следует для подогрева воды предусматривать местные водонагреватели.

**2.5.** Температура горячей воды, подаваемой водонагревателями в распределительные трубопроводы систем централизованного горячего водоснабжения, должна соответствовать рекомендациям руководства по проектированию тепловых пунктов.

**2.6.** В населенных пунктах и на предприятиях, где источники питьевого водоснабжения не обеспечивают все нужды потребителей, при технико-экономическом обосновании и по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы

допускается подводить воду непитьевого качества к писсуарам и смывным бачкам унитазов.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ И ТЕПЛОТЫ НА НУЖДЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**3.1.** Системы холодного, горячего водоснабжения и канализации должны обеспечивать подачу воды и отведение сточных вод (расход), соответствующие расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов.

**3.2.** Секундный расход воды  $q_0$  ( $q_0^{tot}, q_0^h, q_0^c$ ), л/с, водоразборной арматурой (прибором), отнесенный к одному прибору, следует определять:

отдельным прибором - согласно обязательному [приложению 2](#);  
различными приборами, обслуживающими одинаковых водопотребителей на участка тупиковой сети, - согласно обязательному [приложению 3](#);  
различными приборами, обслуживающими разных водопотребителей, - по формуле

$$q_0 = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{0i}}{\sum_1^i N_i P_i}, \quad (1)$$

где  $P_i$  - вероятность действия санитарно-технических приборов, определенная для каждой группы водопотребителей согласно [п. 3.4](#).

$q_{0i}$  - секундный расход воды (общий, горячей, холодной), л/с, водоразборной арматурой (прибором), принимаемый согласно обязательному [приложению 3](#), для каждой группы водопотребителей.

**Примечания:** 1. При устройстве кольцевой сети расход воды  $q_0$  следует определять для сети в целом и принимать одинаковым для всех участков.

2. В жилых и общественных зданиях и сооружениях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать:

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с}; \quad q_0^h = q_0^c = 0,2 \text{ л/с}.$$

**3.3.** Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети  $q$  ( $q^{tot}, q^h, q^c$ ), л/с, следует определять по формуле

$$q = 5 q_0 \alpha, \quad (2)$$

где  $q_0$  ( $q_0^{tot}, q_0^h, q_0^c$ ) - секундный расход воды, величину которого следует определять согласно [п. 3.2](#);

$\alpha$  - коэффициент, определяемый согласно рекомендуемому [приложению 4](#) в зависимости от общего числа приборов  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ , вычисляемой согласно [п. 3.4](#). При этом [табл. 1](#) рекомендуемого [приложения 4](#) надлежит руководствоваться при  $P > 0,1$  и  $N \leq 200$ ; при других значениях  $P$  и  $N$  коэффициент  $\alpha$  следует принимать по [табл. 2](#) рекомендуемого [приложения 4](#).

При известных расчетных величинах  $P$ ,  $N$  и значениях  $q_0 = 0,1; 0,14; 0,2; 0,3$  л/с для вычисления максимального секундного расхода воды допускается пользоваться номограммами 1-4 рекомендуемого [приложения 4](#).

**Примечания:** 1. Расход воды на конечных участках сети следует принимать по расчету, но не менее максимального секундного расхода воды одним из установленных санитарно-технических приборов.

2. Расход воды на технологические нужды промышленных предприятий следует определять как сумму расхода воды технологическим оборудованием при условии совпадения работы оборудования по времени.

3. Для вспомогательных зданий промышленных предприятий значение  $q$  допускается определять как сумму расхода воды на бытовые нужды по [формуле \(2\)](#) и душевые нужды - по числу установленных душевых сеток по обязательному [приложению 2](#).

**3.4.** Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P$  ( $P^{tot}$ ,  $P^h$ ,  $P^c$ ) на участках сети надлежит определять по формулам:

а) при одинаковых водопотребителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) без учета изменения соотношения  $U/N$

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{q_0 N \cdot 3600}; \quad (3)$$

б) при отличающихся группах водопотребителей в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) различного назначения

$$P_{\Sigma i} = \frac{\sum_i N_i P_i}{\sum_i N_i}. \quad (4)$$

**Примечания:** 1. При отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов в зданиях или сооружениях значение  $P$  допускается определять по [формулам \(3\)](#) и [\(4\)](#), принимая  $N = 0$ .

2. При нескольких группах водопотребителей, для которых периоды наибольшего потребления воды не будут совпадать по времени суток, вероятность действия приборов для системы в целом допускается вычислять по [формулам \(3\)](#) и [\(4\)](#) с учетом понижающих коэффициентов, определяемых при эксплуатации аналогичных систем.

**3.5.** Максимальный секундный расход сточных вод  $q^s$ , л/с, следует определять:

а) при общем максимальном секундном расходе воды  $q^{tot} \leq 8$  л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения, обслуживающих группу приборов, по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s; \quad (5)$$

б) в других случаях  $q^s = q^{tot}$ .

**3.6.** Часовой расход воды санитарно-техническим прибором  $q_{o,hr}$  ( $q_{o,hr}^{tot}$ ,  $q_{o,hr}^h$ ,  $q_{o,hr}^c$ ), л/ч, надлежит определять:

а) при одинаковых водопотребителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) согласно обязательному [приложению 3](#);

б) при отличающихся водопотребителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) - по формуле

$$q_{o,hr} = \frac{\sum_i N_i P_{hr,i} q_{o,hr,i}}{\sum_i N_i P_{hr,i}}. \quad (6)$$

**Примечание.** В жилых и общественных зданиях (сооружениях), по которым отсутствуют сведения о числе и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать:

$$q_{o,hr}^{tot} = 300 \text{ л/ч}; \quad q_{o,hr}^h = q_{o,hr}^c = 200 \text{ л/ч}.$$

**3.7.** Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}$  для системы в целом следует определять по формуле

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_0}{q_{o,hr}}. \quad (7)$$

**3.8.** Максимальный часовой расход воды  $q_{hr}$  ( $q_{hr}^{tot}, q_{hr}^h, q_{hr}^c$ ), м<sup>3</sup>/ч, следует определять по формуле

$$q_{hr} = 0,005 q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (8)$$

где  $\alpha_{hr}$  - коэффициент, определяемый согласно рекомендуемому [приложению 4](#) в зависимости от общего числа приборов  $N$ , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования  $P_{hr}$ , вычисляемой согласно [п. 3.7](#). При этом [табл. 1](#) рекомендуемого [приложения 4](#) надлежит руководствоваться при  $P_{hr} > 0,1$  и  $N \leq 200$ , при других значениях  $P_{hr}$  и  $N$  коэффициент  $\alpha_{hr}$  следует принимать по [табл. 2](#) рекомендуемого [приложения 4](#).

*Примечание.* Для вспомогательных зданий промышленных предприятий значение  $q_{hr}$  допускается определять как сумму расходов воды на пользование душами и хозяйственно-питьевые нужды, принимаемых по обязательному [приложению 3](#) по числу водопотребителей в наиболее многочисленной смене.

**3.9.** Средний часовой расход воды  $q_T$  ( $q_T^{tot}, q_T^h, q_T^c$ ), м<sup>3</sup>/ч, за период (сутки, смена) максимального водопотребления  $T$ , ч, надлежит определять по формуле

$$q_T = \frac{\sum_{u,i}^i q_{u,i} U_i}{1000 T}. \quad (9)$$

**3.10.** При проектировании непосредственного водоразбора из трубопроводов тепловой сети на нужды горячего водоснабжения среднюю температуру горячей воды в водоразборных стояках надлежит поддерживать равной 65 °С, а нормы расхода горячей воды принимать согласно обязательному [приложению 3](#) с коэффициентом 0,85, при этом общее количество потребляемой воды не изменять.

**3.11.** Максимальный часовой расход сточных вод следует принимать равным расчетным расходам, определяемым согласно [п. 3.8](#).

**3.12.** Суточный расход воды следует определять суммированием расхода воды всеми потребителями с учетом расхода воды на поливку. Суточный расход стоков необходимо принимать равным водопотреблению без учета расхода воды на поливку.

**3.13.** Тепловой поток  $Q_T^h$  ( $Q_{hr}^h$ ), кВт, за период (сутки, смена) максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения (с учетом теплотерь) следует вычислять по формулам:

а) в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1,16 q_T^h (55 - t^c) + Q^{ht}; \quad (10)$$

б) в течение часа максимального потребления

$$Q_{hr}^h = 1,16 q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht}. \quad (11)$$

## ВОДОПРОВОД

### 4. СИСТЕМЫ ВОДОПРОВОДА ХОЛОДНОЙ ВОДЫ

**4.1.** Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают: вводы в здания, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам и технологическим установкам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода надлежит включать насосные установки и запасные и регулирующие емкости, присоединенные к системе внутреннего водопровода.

**4.2.** Выбор системы внутреннего водопровода следует производить в зависимости от технико-экономической целесообразности, санитарно-гигиенических и

противопожарных требований, а также с учетом принятой системы наружного водопровода и требований технологии производства.

Соединение сетей хозяйственно-питьевого водопровода с сетями водопроводов, подающих воду непитьевого качества, не допускается.

**4.3.** Для групп зданий, отличающихся по высоте на 10 м и более, следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие в системах водоснабжения этих зданий требуемый напор воды.

Рекомендуется предусматривать кольцевание стояков хозяйственно-питьевого водопровода.

**4.4.** Производственные системы водопровода должны удовлетворять технологическим требованиям и не вызывать коррозии аппаратуры и трубопроводов, отложения солей и биологического обрастания труб и аппаратов.

**4.5.** В зданиях (сооружениях) в зависимости от их назначения надлежит предусматривать следующие системы внутренних водопроводов:

- хозяйственно-питьевые;
- противопожарные;
- производственные (одну или несколько).

Систему противопожарного водопровода в зданиях (сооружениях), имеющих системы хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, следует, как правило, объединять с одной из них.

**4.6.** В производственных и вспомогательных зданиях в зависимости от требований технологии производства и в соответствии с указаниями по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений различных отраслей промышленности для сокращения расхода воды надлежит предусматривать системы оборотного водопровода и повторного использования воды.

*Примечание.* При обосновании оборотные системы допускается не предусматривать.

**4.7.** Системы оборотного водоснабжения для охлаждения технологических растворов, продукции и оборудования при технической возможности следует проектировать, как правило, без разрыва струи с подачей воды на охладители, используя остаточный напор.

**4.8.** При проектировании систем водоснабжения необходимо предусматривать мероприятия по снижению непроизводительных расходов воды и снижению шума.

## **5. СИСТЕМЫ ВОДОПРОВОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ**

**5.1.** В зависимости от режима и объема потребления горячей воды на хозяйственно-питьевые нужды зданий и сооружений различного назначения следует предусматривать системы централизованного водоснабжения или местные водонагреватели.

*Примечание.* При необходимости подачи горячей воды питьевого качества на технологические нужды допускается предусматривать подачу горячей воды одновременно на хозяйственно-питьевые и технологические нужды.

**5.2.** Не допускается соединять трубопроводы системы горячего водоснабжения с трубопроводами, подающими горячую воду непитьевого качества на технологические нужды, а также непосредственный контакт с технологическим оборудованием и установками горячей воды, подаваемой потребителю с возможным изменением ее качества.

**5.3.** Выбор схемы подогрева и обработки воды для систем централизованного горячего водоснабжения следует производить согласно [СНиП 2.04.07-86\\*](#) и «Руководству по проектированию тепловых пунктов».

**5.4.** В системах централизованного горячего водоснабжения следует предусматривать размещение пунктов подогрева воды, как правило, в центре района потребления горячей воды.

**5.5.** Разрешается не предусматривать циркуляцию горячей воды в системах централизованного горячего водоснабжения с регламентированным по времени

потреблением горячей воды, если температура ее в местах водоразбора не будет снижаться ниже установленной в [разд. 2](#) настоящих норм.

**5.6.\*** В зданиях и помещениях лечебно-профилактических учреждений, дошкольных и жилых зданиях в ванных комнатах и душевых следует предусматривать установку полотенцесушителей, присоединяемых к системам горячего водоснабжения, как правило, по схеме, обеспечивающей постоянное обогревание их горячей водой.

*Примечания:* 1. При подаче горячей воды системами централизованного горячего водоснабжения, присоединенными к теплосетям с непосредственным водоразбором, допускается присоединять полотенцесушители к самостоятельным системам отопления круглогодичного действия ванных комнат и душевых.

2. На полотенцесушителях следует предусматривать запорную арматуру для их отключения в летний период.

**5.7.** В жилых и общественных зданиях высотой свыше 4 этажей следует объединять группы водоразборных стояков кольцующими перемычками в секционные узлы с присоединением каждого секционного узла одним циркуляционным трубопроводом к сборному циркуляционному трубопроводу системы. В секционные узлы следует объединять от трех до семи водоразборных стояков. Кольцующие перемычки следует прокладывать по теплому чердаку, по холодному чердаку под слоем теплоизоляции, под потолком верхнего этажа при подаче воды в водоразборные стояки снизу или по подвалу при подаче воды в водоразборные стояки сверху.

*Примечание.* Допускается не закольцовывать водоразборные стояки при протяженности кольцующей перемычки, превышающей суммарную протяженность циркуляционных стояков.

**5.8.** В зданиях высотой до 4 этажей, а также в зданиях, в которых отсутствует возможность прокладки кольцующих перемычек, допускается устанавливать полотенцесушители:

на циркуляционных стояках системы горячего водоснабжения;

на системе отопления ванных комнат круглогодичного действия, при этом водоразборные стояки и разводящие трубопроводы следует прокладывать совместно с трубопроводами отопления в общей изоляции.

**5.9.** Присоединение водоразборных приборов к циркуляционным стоякам и циркуляционным трубопроводам не допускается.

**5.10.** Для сельских населенных мест и поселков выбор типа системы горячего водоснабжения определяется технико-экономическим расчетом.

**5.11.** Установку баков-аккумуляторов в системе централизованного горячего водоснабжения следует предусматривать согласно [разд. 13](#).

**5.12.\*** Давление в системе горячего водоснабжения у санитарных приборов должно быть не более 0,45 МПа (4,5 кгс/см<sup>2</sup>).

## **6. СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА**

**6.1.\*** Для жилых и общественных зданий, а также административно-бытовых зданий промышленных предприятий необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальные расходы воды на пожаротушение следует определять в соответствии с [табл. 1\\*](#), а для производственных и складских зданий - в соответствии с [табл. 2](#).

Расход воды на пожаротушение в зависимости от высоты компактной части струи и диаметра spryska следует уточнять по [табл. 3](#).

Необходимость устройства систем автоматического пожаротушения надлежит принимать согласно требованиям соответствующих сметных норм и правил и перечней зданий и помещений, подлежащих оборудованию автоматическими средствами пожаротушения, утвержденных министерствами. При этом следует учитывать одновременное действие пожарных кранов и спринклерных или дренчерных установок.



Таблица 1\*

Жилые, общественные и административно-бытовые здания и помещения	Число струй	Минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение, л/с, на одну струю
1. Жилые здания: при числе этажей от 12 до 16	1	2,5
то же, при общей длине коридора св. 10 м	2	2,5
при числе этажей св. 16 до 25	2	2,5
то же, при общей длине коридора св. 10 м	3	2,5
2. Здания управлений: высотой от 6 до 10 этажей и объемом до 25 000 м <sup>3</sup>	1	2,5
то же, объемом св. 25 000 м <sup>3</sup>	2	2,5
при числе этажей св. 10 и объемом до 25 000 м <sup>3</sup>	2	2,5
то же, объемом 25 000 м <sup>3</sup>	3	2,5
3. Клубы с эстрадой, театры, кинотеатры, актовые и конференц-залы, оборудованные киноаппаратурой	Согласно <a href="#">СНиП 2.08.02-89*</a>	
4. Общежития и общественные здания, неуказанные в <a href="#">поз. 2</a> : при числе этажей до 10 и объемом от 5000 до 25 000 м <sup>3</sup>	1	2,5
то же, объемом св. 25 000 м <sup>3</sup>	2	2,5
при числе этажей св. 10 и объемом до 25 000 м <sup>3</sup>	2	2,5
то же, объемом св. 25 000 м <sup>3</sup>	3	2,5
5. Административно-бытовые здания промышленных предприятий объемом, м <sup>3</sup> : от 5000 до 25 000	1	2,5
св. 25 000	2	2,5

Примечания: 1. Минимальный расход воды для жилых зданий допускается принимать равным 1,5 л/с при наличии пожарных стволов, рукавов и другого оборудования диаметром 38 мм.

2.\* За объем здания принимается строительный объем, определяемый в соответствии со [СНиП 2.08.02-89\\*](#).

**6.2.** Расход воды и число струй на внутреннее пожаротушение в общественных и производственных зданиях (независимо от категории) высотой свыше 50 м и объемом до 50 000 м<sup>3</sup> следует принимать 4 струи по 5 л/с каждая; при большем объеме зданий - 8 струй по 5 л/с каждая.

**6.3.\*** В производственных и складских зданиях, при которых в соответствии с табл. 2 установлена необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение, определенный по [табл. 2](#), следует увеличивать:

при применении элементов каркаса из незащищенных стальных конструкций в зданиях IIIа и IVа степеней огнестойкости, а также из цельной или клееной древесины (в том числе подвергнутой огнезащитной обработке) на 5 л/с (одна струя);

при применении в ограждающих конструкциях зданий IVа степени огнестойкости утеплителей из горючих материалов - на 5 л/с (одна струя) для зданий объемом до 10 тыс. м<sup>3</sup>; при объеме более 10 тыс. м<sup>3</sup> дополнительно на 5 л/с (одна струя) на каждые последующие полные или неполные 100 тыс. м<sup>3</sup> объема.

**6.4.** В помещениях залов с большим пребыванием людей при наличии стораемой отделки число струй на внутреннее пожаротушение следует принимать на одну больше, чем указано в [табл. 1\\*](#).

**6.5.\*** Внутренний противопожарный водопровод не требуется предусматривать:

- а) в зданиях и помещениях, объемом или высотой менее указанных в [табл. 1\\*](#) и [2](#);
- б) в зданиях общеобразовательных школ, кроме школ-интернатов, в том числе школ, имеющих актовые залы, оборудованные стационарной киноаппаратурой, а также в банях;
- в) в зданиях кинотеатров сезонного действия на любое число мест;
- г) в производственных зданиях, в которых применение воды может вызвать взрыв, пожар, распространение огня;



д) в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости категорий Г и Д независимо от их объема и в производственных зданиях III-V степени огнестойкости объемом не более 5000 м<sup>3</sup> категорий Г, Д;

е) в производственных и административно-бытовых зданиях промышленных предприятий, а также в помещениях для хранения овощей и фруктов и в холодильниках, не оборудованных хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом, для которых предусмотрено тушение пожаров из емкостей (резервуаров, водоемов);

Т а б л и ц а 2

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по пожарной опасности	Число струй и минимальный расход воды, л/с на одну струю, на внутреннее пожаротушение в производственных и складских зданиях высотой до 50 м и объемом, тыс. м <sup>3</sup>				
		от 0,5 до 5	св. 5 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 800
I и II	А, Б, В	2 · 2,5	2 · 5	2 · 5	3 · 5	4 · 5
III	В	2 · 2,5	2 · 5	2 · 5	-	-
III	Г, Д	-	2 · 2,5	2 · 2,5	-	-
IV и V	В	2 · 2,5	2 · 5	-	-	-
IV и V	Г, Д	-	2 · 2,5	-	-	-

П р и м е ч а н и я : 1. Для фабрик-прачечных пожаротушение следует предусматривать в помещениях обработки и хранения сухого белья.

2. Расход воды на внутреннее пожаротушение в зданиях или помещениях объемом свыше величин, указанных в [табл. 2](#), следует согласовывать в каждом конкретном случае с территориальными органами пожарного надзора.

3. Количество струй и расход воды одной струи для зданий степени огнестойкости: IIIб - здания преимущественно каркасной конструкции. Элементы каркаса из цельной или клееной древесины и другие горючие материалы ограждающих конструкций (преимущественно из древесины), подвергнутые огнезащитной обработке; IIIа - здания преимущественно с незащищенным металлическим каркасом и ограждающими конструкциями из негорючих листовых материалов с трудногорючим утеплителем; IVа - здания преимущественно одноэтажные с металлическим незащищенным каркасом и ограждающими конструкциями из листовых негорючих материалов с горючим утеплителем, принимаются по указанной таблице в зависимости от размещения в них категорий производств как для зданий II и IV степеней огнестойкости с учетом требований [пункта 6.3](#) (приравнивая степени огнестойкости IIIа к II, IIIб и IVа к IV).

Таблица 3

Высота компактной части струи или помещения, м	Производительность пожарной струи, л/с	Напор, м, у пожарного крана с рукавами длиной, м			Производительность пожарной струи, л/с	Напор, м, у пожарного крана с рукавами длиной, м			Производительность пожарной струи, л/с	Напор, м, у пожарного крана с рукавами длиной, м		
		10	15	20		10	15	20		10	15	20
	Диаметр sprыска наконечника пожарного ствола, мм											
	13				16				19			
	<i>Пожарные краны d = 50 мм</i>											
6	-	-	-	-	2,6	9,2	9,6	10	3,4	8,8	9,6	10,4
8	-	-	-	-	2,9	12	12,5	13	4,1	12,9	13,8	14,8
10	-	-	-	-	3,3	15,1	15,7	16,4	4,6	16	17,3	18,5
12	2,6	20,2	20,6	21	3,7	19,2	19,6	21	5,2	20,6	22,3	24
14	2,8	23,6	24,1	24,5	4,2	24,8	25,5	26,3	-	-	-	-
16	3,2	31,6	32,2	32,8	4,6	29,3	30	31,8	-	-	-	-
18	3,6	39	39,8	40,6	5,1	36	38	40	-	-	-	-
	<i>Пожарные краны d = 65 мм</i>											
6	-	-	-	-	2,6	8,8	8,9	9	3,4	7,8	8	8,3
8	-	-	-	-	2,9	11	11,2	11,4	4,1	11,4	11,7	12,1
10	-	-	-	-	3,3	14	14,3	14,6	4,6	14,3	14,7	15,1
12	2,6	19,8	19,9	20,1	3,7	18	18,3	18,6	5,2	18,2	19	19,9
14	2,8	23	23,1	23,3	4,2	23	23,3	23,5	5,7	21,8	22,4	23
16	3,2	31	31,3	31,5	4,6	27,6	28	28,4	6,3	26,6	27,3	28
18	3,6	38	38,3	38,5	5,1	33,8	34,2	34,6	7	32,9	33,8	34,8
20	4	46,4	46,7	47	5,6	41,2	41,8	42,4	7,5	37,2	38,5	39,7

ж) в зданиях складов грубых кормов, пестицидов и минеральных удобрений.

**Примечание.** Допускается не предусматривать внутренний противопожарный водопровод в производственных зданиях по переработке сельскохозяйственной продукции категории В, I и II степеней огнестойкости, объемом до 5000 м<sup>3</sup>.

**6.6.\*** Для частей зданий различной этажности или помещений различного назначения необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода и расхода воды на пожаротушение надлежит принимать отдельно для каждой части здания согласно [пп. 6.1\\*](#) и [6.2](#).

При этом расход воды на внутреннее пожаротушение следует принимать:

для зданий, не имеющих противопожарных стен, - по общему объему здания;

для зданий, разделенных на части противопожарными стенами I и II типов, - по объему той части здания, где требуется наибольший расход воды.

При соединении зданий I и II степеней огнестойкости переходами из негорючих материалов и установке противопожарных дверей объем здания считается по каждому зданию отдельно; при отсутствии противопожарных дверей - по общему объему зданий и более опасной категории.

**6.7.\*** Гидростатический напор в системе хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора не должен превышать 45 м.

Гидростатический напор в системе отдельного противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного пожарного крана не должен превышать 90 м.

При расчетном давлении в сети противопожарного водопровода, превышающем 0,45 МПа, необходимо предусматривать устройство отдельной сети противопожарного водопровода.

**Примечание.** При напорах у пожарных кранов более 40 м между пожарным краном и соединительной головкой следует предусматривать установку диафрагм, снижающих избыточный напор. Допускается устанавливать диафрагмы с одинаковым диаметром отверстий на 3-4 этажа здания (см. номограмму 5 рекомендуемого [приложения 4](#)).

**6.8.** Свободные напоры у внутренних пожарных кранов должны обеспечивать получение компактных пожарных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части здания. Наименьшую высоту и радиус действия компактной части пожарной струи следует принимать равными высоте помещения, считая от пола до наивысшей точки перекрытия (покрытия), но не менее:

6 м - в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой до 50 м;

8 м - в жилых зданиях высотой свыше 50 м;

16 м - в общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой свыше 50 м.

**Примечания:** 1. Напор у пожарных кранов следует определять с учетом потерь напора а пожарных рукавах длиной 10, 15 или 20 м.

2. Для получения пожарных струй с расходом воды до 4 л/с следует применять пожарные краны и рукава диаметром 50 мм, для получения пожарных струй большей производительности - диаметром 65 мм. При технико-экономическом обосновании допускается применять пожарные краны диаметром 50 мм, производительностью свыше 4 л/с.

**6.9.** Расположение и вместимость водонапорных баков здания должны обеспечивать получение в любое время суток компактной струи высотой не менее 4 м на верхнем этаже или этаже, расположенном непосредственно под баком, и не менее 6 м - на остальных этажах; при этом число струй следует принимать: две производительностью 2,5 л/с каждая в течение 10 мин при общем расчетном числе струй две и более, одну - в остальных случаях.

При установке на пожарных кранах датчиков положения пожарных кранов для автоматического пуска пожарных насосов водонапорные баки допускается не предусматривать.

**6.10.** Время работы пожарных кранов следует принимать 3 ч. При установке пожарных кранов на системах автоматического пожаротушения время их работы следует принимать равным времени работы систем автоматического пожаротушения.

**6.11.** В зданиях высотой 6 этажей и более при объединенной системе хозяйственно-противопожарного водопровода пожарные стояки следует закольцовывать поверху. При этом для обеспечения сменности воды в зданиях необходимо предусматривать кольцевание противопожарных стояков с одним или несколькими водоразборными стояками с установкой запорной арматуры.

Стояки отдельной системы противопожарного водопровода рекомендуется соединять перемычками с другими системами водопроводов при условии возможности соединения систем.

На противопожарных системах с сухотрубами, расположенных в неотапливаемых зданиях, запорную арматуру следует располагать в отапливаемых помещениях.

**6.12.** При определении мест размещения и числа пожарных стояков и пожарных кранов в зданиях необходимо учитывать следующее:

в производственных и общественных зданиях при расчетном числе струй не менее трех, а в жилых зданиях - не менее двух на стояках допускается устанавливать спаренные пожарные краны;

в жилых зданиях с коридорами длиной до 10 м при расчетном числе струй две каждую точку помещения допускается орошать двумя струями, подаваемыми из одного пожарного стояка;

в жилых зданиях с коридорами длиной свыше 10 м, а также в производственных и общественных зданиях при расчетном числе струй две и более каждую точку помещения следует орошать двумя струями - по одной струе из двух соседних стояков (разных пожарных шкафов).

**Примечания:** 1. Установку пожарных кранов в технических этажах, на чердаках и в техподпольях следует предусматривать при наличии в них стораемых материалов и конструкций.

2. Число струй, подаваемых из каждого стояка, следует принимать не более двух.

3. При числе струй четыре и более для получения общего требуемого расхода воды допускается использовать пожарные краны на соседних этажах.

**6.13.** Пожарные краны следует устанавливать на высоте 1,35 м над полом помещения и размещать в шкафчиках, имеющих отверстия для проветривания, приспособленных для их опломбирования и визуального осмотра без вскрытия. Спаренные пожарные краны допускается устанавливать один над другим, при этом второй кран устанавливается на высоте не менее 1 м от пола.

**6.14.** В пожарных шкафах производственных, вспомогательных и общественных зданий следует предусматривать возможность размещения двух ручных огнетушителей.

Каждый пожарный кран должен быть снабжен пожарным рукавом одинакового с ним диаметра длиной 10, 15 или 20 м и пожарным стволом.

В здании или частях здания, разделенных противопожарными стенами, следует применять спрыски, стволы и пожарные краны одинакового диаметра и пожарные рукава одной длины.

**6.15.** Внутренние сети противопожарного водопровода каждой зоны здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу пожарных патрубков с соединительной головкой диаметром 80 мм для присоединения рукавов пожарных автомашин с установкой в здании обратного клапана и задвижки, управляемой снаружи.

**6.16.** Внутренние пожарные краны следует устанавливать преимущественно у входов, на площадках отапливаемых (за исключением незадымляемых) лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах, при этом их расположение не должно мешать эвакуации людей.

**6.17.** В помещениях, оборудуемых установками автоматического пожаротушения, внутренние пожарные краны допускается размещать на водяной спринклерной сети после узлов управления.

## **7. РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ХОЛОДНОЙ ВОДЫ**

**7.1.** Гидравлический расчет сетей внутренних водопроводов холодной воды необходимо производить по максимальному секунднему расходу воды.

**7.2.** Сети объединенного хозяйственно-противопожарного и производственно-противопожарного водопроводов должны быть проверены на пропуск расчетного расхода воды на пожаротушение при наибольшем расходе ее на хозяйственно-питьевые и производственные нужды, при этом расход воды на пользование душами, мытье полов, поливку территории не учитывается.

Не требуется учитывать также выключение (резервирование) участков водопроводной сети, стояков и оборудования.

*Примечание.* Для районов жилой застройки на время пожаротушения и ликвидации аварии на сети наружного водопровода подачу воды в закрытую систему горячего водоснабжения допускается не предусматривать.

**7.3.** При расчете сетей хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных водопроводов следует обеспечивать необходимые напоры воды у приборов, указанные в обязательном [приложении 2](#), и пожарных кранов, расположенных наиболее высоко и в наибольшем отдалении от ввода, с учетом требований [п. 7.5](#).

**7.4.** Гидравлический расчет водопроводных сетей, питаемых несколькими вводами, следует производить с учетом выключения одного из них.

При двух вводах каждый из них должен быть рассчитан на 100 %-ный, а при большем количестве вводов - на 50 %-ный расход воды.

**7.5.** Диаметры труб внутренних водопроводов сетей надлежит назначать из расчета наибольшего использования гарантированного напора воды в наружной водопроводной сети.

Диаметры трубопроводов кольцуемых перемычек следует принимать не менее наибольшего диаметра водоразборного стояка.

**7.6.** Скорость движения воды в трубопроводах внутренних водопроводных сетей, в том числе при пожаротушении, не должна превышать 3 м/с, в спринклерных и дренчерных системах - 10 м/с.

Диаметры трубопроводов водоразборных стояков в секционном узле следует выбирать по расчетному расходу воды в стояке, определенному согласно [п. 3.3](#), с коэффициентом 0,7.

**7.7.** Потери напора на участках трубопроводов систем холодного водоснабжения  $H$ , м, следует определять по формуле

$$H = il(1 + k_l). \quad (12)$$

Значения  $k_l$  следует принимать:

- 0,3 - в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий;
- 0,2 - в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводов жилых и общественных зданий, а также в сетях производственных водопроводов;
- 0,15 - в сетях объединенных производственных противопожарных водопроводов;
- 0,1 - в сетях противопожарных водопроводов.

7.8. При объединении стояков в секционные узлы потери напора в узле следует определять по формуле

$$H = \frac{f \sum i l (1 + k_l)}{m}, \quad (13)$$

где  $f$  - коэффициент, учитывающий характер водоразбора в системе и принимаемый:

0,5 - для систем хозяйственного водопровода;

0,3 - для систем хозяйственно-противопожарного водопровода;

$m$  - число стояков в узле.

## 8. РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

8.1. Гидравлический расчет систем горячего водоснабжения следует производить на расчетный расход горячей воды  $q^{h,cir}$  с учетом циркуляционного расхода, л/с, определяемого по формуле

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}), \quad (14)$$

где  $k_{cir}$  - коэффициент, принимаемый: для водонагревателей и начальных участков систем до первого водоразборного стояка по обязательному [приложению 5](#); для остальных участков сети - равным 0.

8.2. Циркуляционный расход горячей воды в системе  $q^{cir}$ , л/с, следует определять по формуле

$$q^{cir} = \beta \sum \frac{Q^{ht}}{4,2 \Delta t}, \quad (15)$$

где  $\beta$  - коэффициент разрегулировки циркуляции;

$Q^{ht}$  - теплотери трубопроводами горячего водоснабжения, кВт;

$\Delta t$  - разность температур в подающих трубопроводах системы от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °С.

Значения  $Q^{ht}$  и  $\beta$  в зависимости от схемы горячего водоснабжения следует принимать:

для систем, в которых не предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам, величину  $Q^{ht}$  следует определять по подающим и разводящим трубопроводам при  $\Delta t = 10$  °С и  $\beta = 1$ ;

для систем, в которых предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением циркуляционных стояков, величину  $Q^{ht}$  следует определять по подающим разводящим трубопроводам и водоразборным стоякам при  $\Delta t = 10$  °С и  $\beta = 1$ ; при одинаковом сопротивлении секционных узлов или стояков величину  $Q^{ht}$  следует определять по водоразборным стоякам при  $\Delta t = 8,5$  °С и  $\beta = 1,3$ ;

для водоразборного стояка или секционного узла теплотери  $Q^{ht}$  следует определять по подающим трубопроводам, включая кольцевую перемычку, принимая  $\Delta t = 8,5$  °С и  $\beta = 1$ .

8.3. Потери напора на участках трубопроводов систем горячего водоснабжения следует определять:

для систем, где не требуется учитывать зарастание труб, - в соответствии с [п. 7.7](#);

для систем с учетом зарастания труб - по формуле

$$H = i l (1 + k_l), \quad (16)$$

где  $i$  - удельные потери напора, принимаемые согласно рекомендуемому [приложению 6](#);

$k_l$  - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, значения которого следует принимать:

0,2 - для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов;

0,5 - для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями;

0,1 - для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков.

**8.4.** Скорость движения воды следует принимать в соответствии с [п. 7.6](#).

**8.5.** Потери напора в подающих и циркуляционных трубопроводах от водонагревателя до наиболее удаленных водоразборных или циркуляционных стояков каждой ветви системы не должны отличаться для разных ветвей более чем на 10 %.

**8.6.** При невозможности увязки давлений в сети трубопроводов систем горячего водоснабжения путем соответствующего подбора диаметров труб следует предусматривать установку регуляторов температуры или диафрагм на циркуляционном трубопроводе системы.

Диаметр диафрагмы не следует принимать менее 10 мм. Если по расчету диаметр диафрагм необходимо принимать менее 10 мм, то допускается вместо диафрагмы предусматривать установку кранов для регулирования давления.

Диаметр отверстий регулирующих диафрагм  $d_g$  рекомендуется определять по формуле

$$d_g = 20 \sqrt{\frac{q}{0,0316 \sqrt{H_{ep}} + 350 \frac{q}{d^2}}} \quad (17)$$

или по номограмме 6 рекомендуемого [приложения 4](#).

**8.7.** В системах с одинаковым сопротивлением секционных узлов или стояков суммарные потери давления по подающему и циркуляционному трубопроводам в пределах между первым и последним стояками при циркуляционных расходах должны в 1,6 раза превышать потери давления в секционном узле или стояке при разрегулировке циркуляции  $\beta = 1,3$ .

Диаметры трубопроводов циркуляционных стояков следует определять в соответствии с требованиями [п. 7.6](#) при условии, чтобы при циркуляционных расходах в стояках или секционных узлах, определенных в соответствии с [п. 8.2](#), потери давления между точками присоединения их к распределительному подающему и сборному циркуляционному трубопроводам не отличались более чем на 10 %.

**8.8.** В системах горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым тепловым сетям, потери давления в секционных узлах при расчетном циркуляционном расходе следует принимать 0,03-0,06 МПа (0,3-0,6 кгс/см<sup>2</sup>).

**8.9.** В системах горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором из трубопроводов тепловой сети потери давления в сети трубопроводов следует определять с учетом напора в обратном трубопроводе тепловой сети.

Потери давления в циркуляционном кольце трубопроводов системы при циркуляционном расходе не должны, как правило, превышать 0,02 МПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>).

**8.10.** В душевых с числом душевых сеток свыше трех распределительный трубопровод следует, как правило, предусматривать закольцованным.

Одностороннюю подачу горячей воды допускается предусматривать при коллекторном распределении.

**8.11.** При зонировании систем горячего водоснабжения допускается предусматривать возможность организации в ночное время естественной циркуляции горячей воды в верхней зоне.



## 9. СЕТИ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА

### СЕТИ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА ХОЛОДНОЙ ВОДЫ

**9.1.** Системы внутренних водопроводов холодной воды следует принимать: тупиковыми, если допускается перерыв в подаче воды и при числе пожарных кранов до 12;

кольцевыми или с закольцованными вводами при двух тупиковых трубопроводах с ответвлениями к потребителям от каждого из них для обеспечения непрерывной подачи воды.

Кольцевые сети должны быть присоединены к наружной кольцевой сети не менее чем двумя вводами.

Два ввода и более следует предусматривать для:

зданий, в которых установлено свыше 12 пожарных кранов;

жилых зданий с числом квартир свыше 400, клубов с эстрадой, кинотеатров с числом мест свыше 300;

театров и клубов со сценой независимо от числа мест;

зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления свыше трех;

бань при числе мест 200 и более;

прачечных на 2 т и более белья в смену.

**9.2.** При устройстве двух вводов и более следует предусматривать присоединение их, как правило, к различным участкам наружной кольцевой сети водопровода. Между вводами в здание на наружной сети следует устанавливать задвижки или вентили для обеспечения подачи воды в здание при аварии на одном из участков сети.

**9.3.** При необходимости установки в здании насосов для повышения давления во внутренней сети водопровода вводы должны быть объединены перед насосами с установкой задвижки на соединительном трубопроводе для обеспечения подачи воды каждым насосом из любого ввода.

При устройстве на каждом вводе самостоятельных насосных установок объединения вводов не требуется.

**9.4.** На вводах водопровода необходимо предусматривать установку обратных клапанов, если на внутренней водопроводной сети устанавливается несколько вводов, имеющих измерительные устройства и соединенных между собой трубопроводами внутри здания.

*Примечание.* В отдельных случаях, когда измерительные устройства не предусматриваются, обратные клапаны устанавливать не следует.

**9.5.** Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации и водостоков должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включ. и не менее 3 м - при диаметре ввода свыше 200 мм. Допускается совместная прокладка вводов водопровода различного назначения.

**9.6.** На вводах трубопроводов следует предусматривать упоры в местах поворота в вертикальной или горизонтальной плоскости, когда возникающие усилия не могут быть восприняты соединениями труб.

**9.7.** Пересечение ввода со стенами подвала следует выполнять в сухих грунтах с зазором 0,2 м между трубопроводом и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене водонепроницаемым и газонепроницаемым (в газифицированных районах) эластичными материалами, в мокрых грунтах - с установкой сальников.

**9.8.** Прокладку разводящих сетей внутреннего водопровода в жилых и общественных зданиях следует предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах и на чердаках, а в случае отсутствия чердаков - на первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления или под полом с устройством

съемного фриза, а также по конструкциям зданий, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов, или под потолком верхнего этажа. Прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода следует предусматривать в шахтах, открыто - по стенам душевых, кухонь и других помещений.

Скрытую прокладку трубопроводов следует предусматривать для помещений, к отделке которых предъявляются повышенные требования, и для всех систем из пластмассовых труб (кроме располагаемых в санитарных узлах).

Скрытая прокладка стальных трубопроводов, соединяемых на резьбе, за исключением угольников для присоединения настенной водоразборной арматуры, не имеющей доступа к стыковым соединениям, не допускается.

**Примечания:** 1. Борозды в стенах следует заделывать штукатуркой по сетке или облицовкой, а в местах установки арматуры - предусматривать дверки.

2. В жилых зданиях допускается применение коллекторной системы с присоединением водоразборной арматуры гибкими пластмассовыми автономными подводками.

**9.9.** Прокладку сетей водопровода внутри производственных зданий, как правило, следует предусматривать открытой - по фермам, колоннам, стенам и под перекрытиями. При невозможности открытой прокладки допускается предусматривать размещение водопроводных сетей в общих каналах с другими трубопроводами, кроме трубопроводов, транспортирующих легковоспламеняющиеся, горючие или ядовитые жидкости и газы. Совместную прокладку хозяйственно-питьевых водопроводов с канализационными трубопроводами допускается принимать только в проходных каналах, при этом трубопроводы канализации следует размещать ниже водопровода. Специальные каналы для прокладки водопроводов следует проектировать при обосновании и только в исключительных случаях. Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, допускается прокладывать в попу или под полом.

**9.10.** Сеть холодного водопровода при совместной прокладке в каналах с трубопроводами, транспортирующими горячую воду или пар, необходимо размещать ниже этих трубопроводов с устройством термоизоляции.

**9.11.** Прокладку трубопроводов следует предусматривать с уклоном не менее 0,002.

**9.12.** Трубопроводы, кроме пожарных стояков, прокладываемые в каналах, шахтах, кабинах, тоннелях, а также в помещениях с повышенной влажностью, следует изолировать от конденсации влаги.

**9.13.** Прокладку внутреннего холодного водопровода круглогодичного действия следует предусматривать в помещениях с температурой воздуха зимой выше 2 °С. При прокладке трубопроводов в помещениях с температурой воздуха ниже 2 °С, необходимо предусматривать мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания.

При возможности кратковременного снижения температуры в помещении до 0 °С и ниже, а также при прокладке труб в зоне влияния наружного холодного воздуха (вблизи наружных входных дверей и ворот) следует предусматривать тепловую изоляцию труб.

## **СЕТИ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ**

**9.14.** Системы горячего водоснабжения следует проектировать с учетом требований [пп. 9.1; 9.8 и 9.9](#).

**9.15.** Устройства для выпуска воздуха следует предусматривать в верхних точках трубопроводов систем горячего водоснабжения. Выпуск воздуха из системы трубопроводов допускается предусматривать также через водоразборную арматуру, расположенную в верхних точках системы (верхних этажах).

В нижних точках систем трубопроводов следует предусматривать спускные устройства.

**Примечание.** При установке в нижних точках систем трубопроводов водоразборной арматуры дополнительных спускных устройств предусматривать не следует.

**9.16.\*** Тепловую изоляцию необходимо предусматривать для подающих и циркуляционных трубопроводов систем горячего водоснабжения, включая стояки, кроме подводов к водоразборным приборам.

Толщина теплоизоляционного слоя конструкции должна быть не менее 10 мм, а теплопроводность теплоизоляционного материала не менее 0,05 Вт/(м·°С).

**9.17.** При проектировании трубопроводов следует предусматривать возможность компенсации температурных удлинений труб.

## **10. ТРУБОПРОВОДЫ И АРМАТУРА**

**10.1.\*** Для внутренних трубопроводов холодной и горячей воды следует применять пластмассовые трубы и фасонные изделия из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена, металлополимерные, из стеклопластика и других пластмассовых материалов - для всех сетей водоснабжения, кроме отдельной сети противопожарного водоснабжения.

Для всех сетей внутреннего водопровода допускается применять медные, бронзовые и латунные трубы, фасонные изделия, а также стальные с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии.

Для сельскохозяйственных предприятий допускается применять асбестоцементные трубы.

Прокладка пластмассовых труб должна предусматриваться преимущественно скрытой: в плинтусах, штробах, шахтах и каналах. Допускается открытая прокладка подводов к санитарно-техническим приборам, а также в местах, где исключается механическое повреждение пластмассовых трубопроводов.

Для хозяйственно-питьевого холодного и горячего водопровода следует применять трубы из материалов, разрешенных для применения Госкомсанэпиднадзором России.

Трубы и фасонные изделия должны выдерживать:

пробное давление воды, превышающее рабочее давление в сети в 1,5 раза, но не менее 0,68 МПа, при постоянной температуре холодной воды - 20 °С, а горячей - 75 °С;

пробное давление воды, равное рабочему давлению в сети горячего водоснабжения, но не менее 0,45 МПа, при температуре воды (при испытаниях) 90 °С;

постоянное давление воды, равное рабочему давлению воды в сети, но не менее 0,45 МПа, при постоянной температуре холодной воды - 20 °С в течение 50-летнего расчетного периода эксплуатации, а при постоянной температуре горячей воды - 75 °С в течение 25-летнего расчетного периода эксплуатации.

**10.2.** Трубопроводы из сгораемых материалов, прокладываемые в помещениях категорий А, Б и В по пожарной опасности, следует защищать от возгорания.

**10.3.** Трубопроводную, водоразборную и смесительную арматуру для систем хозяйственно-питьевого водопровода следует устанавливать на рабочее давление 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>); арматуру для отдельных противопожарных систем и хозяйственно-противопожарного водопровода - на рабочее давление не более 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>); арматуру для отдельных производственных систем водопровода - на рабочее давление, принимаемое по технологическим требованиям.

**10.4.** Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрывание и открывание потока воды. Задвижки (затворы) необходимо устанавливать на трубах диаметром 50 мм и более.

**Примечания:** 1. При закольцованных по вертикали стояках допускается устанавливать на них в верхней части и на перемычках пробковые сальниковые краны. У основания стояка следует предусматривать вентиль и спускную пробку.

2. Допускается при обосновании применять вентили диаметром 50 и 65 мм.

**10.5.** Установку запорной арматуры на внутренних водопроводных сетях надлежит предусматривать:

- на каждом вводе;
- на кольцевой разводящей сети для обеспечения возможности выключения на ремонт ее отдельных участков (не более чем полукольца);
- на кольцевой сети производственного водопровода холодной воды из расчета обеспечения двусторонней подачи воды к агрегатам, не допускающим перерыва в подаче воды;
- у основания пожарных стояков с числом пожарных кранов 5 и более;
- у основания стояков хозяйственно-питьевой или производственной сети в зданиях высотой 3 этажа и более;
- на ответвлениях, питающих 5 водоразборных точек и более;
- на ответвлениях от магистральных линий водопровода;
- на ответвлениях в каждую квартиру или номер гостиницы, на подводках к смывным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам, на ответвлениях к групповым душам и умывальникам;
- у оснований подающих и циркуляционных стояков в зданиях и сооружениях высотой 3 этажа и более;
- на ответвлениях трубопровода к секционным узлам;
- перед наружными поливочными кранами;
- перед приборами, аппаратами и агрегатами специального назначения (производственными, лечебными, опытными и др.) в случае необходимости.

*Примечания:* 1. Запорную арматуру следует предусматривать у основания и на верхних концах закольцованных по вертикали стояков.

2. На кольцевых участках необходимо предусматривать арматуру, обеспечивающую пропуск воды в двух направлениях.

3. Запорную арматуру на водопроводных стояках, проходящих через встроенные магазины, столовые, рестораны и другие помещения, недоступные для осмотра в ночное время, следует устанавливать в подвале, техническом подполье или техническом этаже, к которым имеется постоянный доступ.

4. При установке на ответвлении в квартиру запорной арматуры, в том числе при коллекторной системе, установку ее у смывных бачков допускается не предусматривать.

5. Запорную арматуру на вводе, при наличии ее у водомерного узла, допускается не предусматривать.

6. В жилых и общественных зданиях высотой 7 этажей и более с одним пожарным стояком в средней части стояка необходимо предусматривать ремонтную задвижку.

**10.6.** При расположении водопроводной арматуры диаметром 50 мм и более на высоте свыше 1,6 м от пола следует предусматривать стационарные площадки или мостики для ее обслуживания.

*Примечание.* При высоте расположения арматуры до 3 м и диаметре до 150 мм допускается использовать передвижные вышки, стремянки и приставные лестницы с уклоном не более 60° при условии соблюдения правил техники безопасности.

**10.7.** На внутреннем водопроводе необходимо предусматривать на каждые 60-70 м периметра здания по одному поливочному крану, размещаемому в коврах около зданий или в нишах наружных стен зданий.

*Примечание.* Для зданий, расположенных в климатических подрайонах IА, IБ и IГ, а также на территории промышленных предприятий установку поливочных кранов следует предусматривать в зависимости от степени благоустройства, наличия зеленых насаждений и других местных условий, а также способа полива.

**10.8.** Питьевые фонтанчики или установки для снабжения газированной водой следует предусматривать на расстоянии не более 75 м от рабочих мест в зданиях. Типы приборов и места их расположения устанавливаются строительной частью проекта.

**10.9.\*** Для обеспечения заданного давления в системе водоснабжения здания следует предусматривать установку регуляторов давления:

на вводе водопровода в здание, если давление в наружной сети превышает величины, установленные в [п. 6.7](#);

на секционных (по высоте) участках водопровода в зданиях высотой более 40 м.

Для обеспечения нормативного расхода воды водоразборной арматурой рекомендуется, как правило, предусматривать установку регуляторов расхода воды на водоразборной арматуре, при этом расход воды водоразборной арматурой не должен превышать секундный расход воды по обязательному приложению 2 при давлении воды более 0,1 МПа и допустимых отклонениях расхода  $\pm 10\%$ .

**10.10.** Установку регуляторов давления на вводах систем водоснабжения в здания и микрорайоны следует предусматривать после отключающей задвижки водомерного узла или насосов хозяйственно-питьевого водоснабжения, при этом после регулятора надлежит предусматривать установку задвижки. Для контроля за работой и наладкой регулятора давления до и после него должны быть установлены манометры. Установку регулятора давления на вводе в квартиру следует предусматривать после запорной арматуры на вводе.

**10.11.** В мусорокамерах жилых зданий следует устанавливать поливочный кран с подведением холодной и горячей воды. При высоте здания 10 этажей и более, кроме того, следует предусматривать установку спринклера.

**10.12.** Установку поливочных кранов надлежит предусматривать:

в гардеробах рабочей одежды загрязненных производств;

в общественных уборных;

в уборных с тремя унитазами и более;

в умывальных помещениях с пятью умывальниками и более;

в душевых помещениях с тремя душами и более;

в помещениях, при необходимости мокрой уборки полов.

*Примечание.* Для зданий и сооружений, оборудованных системой горячего водоснабжения, к поливочным кранам следует предусматривать подведение холодной и горячей воды.

**10.13.** При проектировании внутреннего водопровода холодной и горячей воды следует предусматривать мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией арматуры и трубопроводов.

**Пункт 10.14** исключить.

**10.15.** В системах горячего водоснабжения для подачи воды следует предусматривать установку смесителей с отдельной подводкой к ним горячей и холодной воды.

Допускается не предусматривать установку смесителей в системах горячего водоснабжения, если для водоразбора подача воды принята без подмешивания холодной воды.

**10.16.** Установку обратных клапанов в системах горячего водоснабжения следует предусматривать:

на участках трубопроводов, подающих воду к групповым смесителям;

на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к водонагревателям;

на ответвлениях от обратного трубопровода тепловой сети к терморегулятору;

на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловой сети в системах с непосредственным водоразбором из трубопроводов тепловых сетей.

**10.17.** При проектировании систем горячего водоснабжения следует применять промышленную трубопроводную арматуру общего назначения. Запорную арматуру диаметром до 50 мм включ. следует применять бронзовую, латунную или из термостойких пластмасс.

**10.18.** Уплотнительные прокладки и сальниковые уплотнители для арматуры системы горячего водоснабжения следует предусматривать из термостойких материалов, разрешенных к применению Главэпиднадзором России.

Не допускается использовать для этих целей материалы, которые могут ухудшить качество горячей воды (вызвать запах, изменение цвета и др.).

**10.19.** Дросселирующие диафрагмы для системы горячего водоснабжения следует предусматривать из полимерных материалов, латуни или нержавеющей стали.

**10.20.** Регуляторы давления в системах горячего водоснабжения при необходимости следует устанавливать с учетом требований [пп. 10.9](#) и [10.10](#).

## **11. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И РАСХОДА ВОДЫ**

**11.1.\*** Для вновь строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий с системами холодного и горячего водоснабжения, а также только холодного водоснабжения следует предусматривать приборы измерения водопотребления - счетчики холодной и горячей воды, параметры которых должны соответствовать действующим стандартам.

Счетчики воды следует устанавливать на вводах трубопровода холодного и горячего водоснабжения в каждое здание и сооружение, в каждую квартиру жилых зданий и на ответвлениях трубопроводов в магазины, столовые, рестораны и другие помещения, встроенные или пристроенные к жилым, производственным и общественным зданиям.

Установка счетчиков воды на системах раздельного противопожарного водопровода не требуется.

На ответвлениях к отдельным помещениям общественных и производственных зданий, а также на подводках к отдельным санитарно-техническим приборам и к технологическому оборудованию счетчики воды устанавливаются по требованию заказчика.

Счетчики горячей воды (на температуру воды до 90 °С) следует устанавливать на подающем и циркуляционном трубопроводах горячего водоснабжения (при двухтрубных сетях) с установкой обратного клапана на циркуляционном трубопроводе.

**11.2.** Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период потребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по [табл. 4\\*](#), и проверять согласно указаниям [п. 11.3\\*](#).

**11.3.\*** Счетчик с принятым диаметром условного прохода надлежит проверять:

а) на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери напора в счетчиках воды не должны превышать: 5,0 м - для крыльчатых и 2,5 - для турбинных счетчиков;

б) на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение, при этом потери напора в счетчике не должны превышать 10 м.

**11.4.** Потери давления в счетчиках  $h$ , м, при расчетном секундном расходе воды  $q$  ( $q^{tot}$ ,  $q^c$ ,  $q^h$ ), л/с, следует определять по формуле

$$h = S q^2, \quad (18)$$

где  $S$  - гидравлическое сопротивление счетчика, принимаемое согласно [табл. 4](#).

При необходимости измерения расхода воды и невозможности использовать для этой цели счетчики воды следует применять расходомеры других типов. Выбор диаметра условного прохода и установку расходомеров надлежит производить согласно требованиям соответствующих технических условий.

**11.5.\*** Счетчики холодной и горячей воды следует устанавливать в удобном для снятия показаний и обслуживания эксплуатационным персоналом месте, в помещении

с искусственным или естественным освещением и температурой внутреннего воздуха не ниже 5 °С.

Т а б л и ц а 4\*

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	расход воды, м <sup>3</sup> /ч			порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч, не более	максимальный объем воды за сутки, м <sup>3</sup>	гидравлическое сопротивление счетчика S, $\frac{м}{(л/с)^2}$
	минимальный	эксплуатационный	максимальный			
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,1	4	10	0,05	140	1,3
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143
65	1,5	17	70	0,6	610	810·10 <sup>-5</sup>
80	2	36	110	0,7	1300	264·10 <sup>-5</sup>
100	3	65	180	1,2	2350	76,6·10 <sup>-5</sup>
150	4	140	350	1,6	5100	13·10 <sup>-5</sup>
200	6	210	600	3	7600	3,5·10 <sup>-5</sup>
250	15	380	1000	7	13700	1,8·10 <sup>-5</sup>

**11.6.** С каждой стороны счетчиков следует предусматривать прямые участки трубопроводов, длина которых определяется в соответствии с государственными стандартами на счетчики для воды (крыльчатые и турбинные) вентили или задвижки. Между счетчиком и вторым (по движению воды) вентилем или задвижкой следует устанавливать спускной кран.

**11.7.\*** Обводную линию у счетчиков холодной воды следует предусматривать, если: имеется один ввод водопровода в здание; счетчик воды не рассчитан на пропуск противопожарного расхода воды.

На обводной линии следует устанавливать задвижку, опломбированную в закрытом положении. Задвижка для пропуска противопожарного расхода воды должна быть с электроприводом.

Обводную линию следует рассчитывать на максимальный (с учетом противопожарного) расход воды.

Задвижка с электроприводом должна открываться автоматически от кнопок, установленных у пожарных кранов, или от устройств противопожарной автоматики. Открытие задвижки должно быть заблокировано с пуском пожарных насосов при недостаточном давлении в водопроводной сети.

Обводную линию у счетчика горячей воды предусматривать не следует.

**11.8.** Для районов жилой застройки на время пожаротушения подачу воды в систему горячего водоснабжения допускается не предусматривать. При этом необходимо обеспечивать автоматическое отключение подачи воды в эту систему.

## 12. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

**12.1.** При постоянном или периодическом недостатке напора в системах водоснабжения, а также при необходимости поддержания принудительной циркуляции в централизованных системах горячего водоснабжения надлежит предусматривать устройство насосных установок.

**12.2.** Тип насосной установки и режим ее работы следует определять на основании технико-экономического сравнения разработанных вариантов:

непрерывно или периодически действующих насосов при отсутствии регулирующих емкостей;



насосов производительностью, равной или превышающей максимальный часовой расход воды, работающих в повторно-кратковременном режиме совместно с гидропневматическими или водонапорными баками;

непрерывно или периодически действующих насосов производительностью менее максимального часового расхода воды, работающих совместно с регулирующей емкостью.

**12.3.** Насосные установки, подающие воду на хозяйственно-питьевые, противопожарные и циркуляционные нужды, следует, как правило, располагать в помещениях тепловых пунктов, бойлерных и котельных.

**12.4.** Располагать насосные установки (кроме пожарных) непосредственно под жилыми квартирами, детскими или групповыми комнатами детских садов и яслей, классами общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, аудиториями учебных заведений и другими подобными помещениями не допускается.

Насосные установки с противопожарными насосами и гидропневматические баки для внутреннего пожаротушения допускается располагать в первых и подвальных этажах зданий I и II степени огнестойкости из негорючих материалов. При этом помещения насосных установок и гидропневматических баков должны быть отапливаемыми, выгорожены противопожарными стенами (перегородками) и перекрытиями и иметь отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

**Примечания:** 1. В отдельных случаях по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы допускается располагать насосные установки рядом с перечисленными помещениями, при этом суммарный уровень шума в помещениях не должен превышать 30 дБ.

2. Помещения с гидропневматическими баками располагать непосредственно (рядом, сверху, снизу) с помещениями, где возможно одновременное пребывание большого числа людей - 50 чел. и более (зрительный зал, сцена, гардеробная и т. п.), не допускается.

Гидропневматические баки допускается располагать в технических этажах.

При проектировании гидропневматических баков следует учитывать требования «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора СССР. При этом необходимость регистрации гидропневматических баков устанавливается пп. 6-2-1 и 6-2-2 указанных Правил.

3. Не допускается располагать противопожарные насосные установки в зданиях, в которых прекращается подача электроэнергии во время отсутствия обслуживающего персонала.

**12.5.** Насосные установки, обслуживающие отдельные кварталы городской застройки, а также производственные насосные установки, следует проектировать в соответствии со [СНиП 2.04.02-84\\*](#).

Устройство зон санитарной охраны для насосных установок, подающих воду на хозяйственно-питьевые или хозяйственно-противопожарные нужды, работающих без разрыва струи, предусматривать не требуется.

**12.6.** Насосные установки для производственных нужд следует размещать, как правило, непосредственно в цехах, потребляющих воду. При необходимости следует предусматривать ограждение насосной установки.

**12.7.** Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок следует принимать:

при отсутствии регулирующей емкости - не менее максимального секундного расхода воды;

при наличии водонапорного или гидропневматического бака и насосов, работающих в повторно-кратковременном режиме, - не менее максимального часового расхода воды;

при максимальном использовании регулирующей емкости водонапорного бака или резервуара - согласно [разд. 13](#).

**12.8.** При наличии в зданиях и сооружениях систем холодного и централизованного горячего водоснабжения при закрытой схеме теплоснабжения надлежит, как правило,

предусматривать повысительную насосную установку для подачи общего расхода воды на холодное и горячее водоснабжение.

**12.9.** Напор для системы холодного и горячего водоснабжения  $H_p$ , развиваемый повысительной насосной установкой, следует определять с учетом наименьшего гарантированного напора в наружной водопроводной сети по формуле

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f - H_g, \quad (19)$$

где  $\sum H_{tot,l}$  - сумма потерь напора в трубопроводах системы водоснабжения, м, определяемых согласно [разд. 7](#), [8](#) и [11](#).

*Примечание.* При необходимости следует производить проверку давления в системе в часы минимального водопотребления с учетом максимального давления в наружной сети водопровода.

**12.10.** Требуемый напор повысительной установки для системы горячего водоснабжения, в которой разность давления в системе холодного и горячего водоснабжения превышает 0,1 МПа при применении циркуляционно-повысительных насосов, определяется по формуле

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f - H_g - H_{p,cir}, \quad (20)$$

где  $H_{p,cir}$  - напор циркуляционно-повысительного насоса, м.

**12.11.** В централизованных системах горячего водоснабжения при недостаточном давлении воды в городском водопроводе в ночные часы в качестве дополнительных повысительных насосов надлежит использовать циркуляционные насосы, устанавливаемые на подающем трубопроводе.

**12.12.** В местной повысительной насосной установке надлежит предусматривать параллельную работу насосов.

При колебаниях давлений в наружной сети водопровода свыше 0,2 МПа (20 м) для жилых зданий следует предусматривать последовательную работу повысительных насосов с автоматическим включением в зависимости от требуемого давления.

**12.13.** При давлении в наружной сети водопровода менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) следует перед насосной установкой предусматривать устройство приемного резервуара, емкость которого следует определять согласно [разд. 13](#).

**12.14.** Повысительно-циркуляционный насос следует подбирать по расчетному расходу горячей воды  $q^{h,cir}$ , определяемому согласно [п. 8.1](#).

**12.15.** Проектирование насосных установок и определение числа резервных агрегатов следует выполнять согласно [СНиП 2.04.02-84\\*](#) с учетом параллельной или последовательной работы насосов в каждой ступени.

**12.16.** На напорной линии у каждого насоса следует предусматривать обратный клапан, задвижку и манометр, а на всасывающей - установку задвижки и манометра.

При работе насоса без подпора на всасывающей линии задвижку устанавливать на ней не требуется.

**12.17.** Насосные агрегаты следует устанавливать на виброизолирующих основаниях. На напорных и всасывающих линиях следует предусматривать установку виброизолирующих вставок.

Виброизолирующие основания и виброизолирующие вставки допускается не предусматривать:

- в производственных зданиях, где не требуется защита от шума;
- в противопожарных насосных установках;
- в отдельно стоящих зданиях центральных тепловых пунктов (ЦТП) при расположении их до ближайшего здания не менее 25 м.

**12.18.** Насосные установки с гидропневматическими баками следует проектировать с переменным давлением. Пополнение запаса воздуха в баке надлежит осуществлять, как

правило, компрессорами с автоматическим или ручным пуском или от общезаводской компрессорной станции.

**12.19.** В системах горячего водоснабжения промышленных предприятий резервный циркуляционный насос допускается не устанавливать. В зданиях и сооружениях с режимом эксплуатации в одну или две смены следует предусматривать возможность выключения циркуляционных насосов систем горячего водоснабжения. Включение циркуляционных насосов должно обеспечивать получение расчетной температуры воды у санитарных приборов к началу водоразбора.

**12.20.** При проектировании циркуляционно-повысительных насосов необходимо предусматривать мероприятия по защите систем горячего водоснабжения от повышенных давлений в часы малого водоразбора или в его отсутствие.

**12.21.** Насосные установки для противопожарных целей следует проектировать с ручным или дистанционным управлением, а для зданий высотой свыше 50 м, домов культуры, конференц-залов, актовых залов и для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными установками, - с ручным, автоматическим и дистанционным управлением.

*Примечания:* 1. Сигнал автоматического или дистанционного пуска должен поступать на насосные агрегаты после автоматической проверки давления воды в системе. При достаточном давлении в системе пуск насоса должен автоматически отменяться до момента снижения давления, требующего включения насосного агрегата.

2. Допускается для пожаротушения использовать хозяйственные насосы при условии подачи расчетного расхода и автоматической проверки давления воды. Хозяйственные насосы при этом должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к пожарным насосам. При снижении давления ниже допустимого автоматически должен включаться пожарный насос.

3. Одновременно с сигналом автоматического или дистанционного пуска насосов для противопожарных целей, открытием пожарного крана, вскрытием спринклерного оросителя или включением (ручным или автоматическим) дренчерной системы должен поступать сигнал для открытия электрифицированной задвижки на обводной линии водомера на вводе водопровода.

**12.22.** При дистанционном пуске пожарных насосных установок пусковые кнопки следует устанавливать в шкафах у пожарных кранов. При автоматическом и дистанционном включении пожарных насосов необходимо одновременно подать сигнал (световой и звуковой) в помещение пожарного поста или другое помещение с круглосуточным пребыванием обслуживающего персонала.

**12.23.** Для насосных установок, подающих воду на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды, необходимо принимать следующую категорию надежности электроснабжения:

I - при расходе воды на внутреннее пожаротушение свыше 2,5 л/с, а также для насосных установок, перерыв в работе которых не допускается;

II - при расходе воды на внутреннее пожаротушение 2,5 л/с; для жилых зданий высотой 10-16 этажей при суммарном расходе воды 5 л/с, а также для насосных установок, допускающих кратковременный перерыв в работе на время, необходимое для ручного включения резервного питания.

*Примечания:* 1. При невозможности по местным условиям осуществить питание насосных установок I категории от двух независимых источников электроснабжения допускается осуществлять питание их от одного источника при условии подключения к разным линиям напряжением 0,4 кВ и к разным трансформаторам двухтрансформаторной подстанции или трансформаторам двух ближайших однострансформаторных подстанций (с устройством АВР).

2. При невозможности обеспечения необходимой надежности электроснабжения насосных установок допускается устанавливать резервные насосы с приводом от двигателей внутреннего сгорания. При этом не допускается, размещать их в подвальных помещениях.

**12.24.** Насосные установки систем холодного водоснабжения, циркуляционные и циркуляционно-повысительные насосные системы горячего водоснабжения надлежит проектировать с ручным, дистанционным или автоматическим управлением.

При автоматическом управлении повысительной насосной установкой должны предусматриваться:

автоматический пуск и отключение рабочих насосов в зависимости от требуемого давления в системе;

автоматическое включение резервного насоса при аварийном отключении рабочего насоса;

подача звукового или светового сигнала об аварийном отключении рабочего насоса.

**12.25.** При заборе воды из резервуара следует предусматривать установку насосов «под залив». В случае размещения насосов выше уровня воды в резервуаре следует предусматривать устройства для заливки насосов или устанавливать самовсасывающие насосы.

**12.26.** При заборе воды насосами из резервуаров следует предусматривать не менее двух всасывающих линий. Расчет каждой из них следует производить на пропуск расчетного расхода воды, включая противопожарный.

Устройство одной всасывающей линии допускается при установке насосов без резервных агрегатов.

**12.27.** Трубопроводы в насосных станциях, а также всасывающие линии за пределами насосных станций следует проектировать из стальных труб на сварке с применением фланцевых соединений для присоединения к насосам и арматуре.

В заглубленных и полузаглубленных насосных станциях следует предусматривать мероприятия для сбора и удаления случайных стоков воды в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02-84\\*](#).

### **13. ЗАПАСНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЕМКОСТИ**

**13.1.** Запасные и регулирующие емкости (водонапорные башни, резервуары, гидропневматические баки, аккумуляторы теплоты и др.) должны содержать воду в объеме, достаточном для регулирования водопотребления. При наличии противопожарных устройств указанные емкости холодного водопровода должны также содержать неприкосновенный противопожарный запас воды. Для обеспечения сохранности неприкосновенного противопожарного запаса воды и невозможности его использования на другие нужды надлежит предусматривать специальные устройства.

Тип емкости, целесообразность ее устройства и место расположения надлежит определять на основании технико-экономических расчетов.

*Примечание.* Гидропневматические баки для хранения противопожарного запаса воды применять не рекомендуется, но должен приниматься минимальный объем воды, обеспечивающий гарантированное включение противопожарных насосов от датчиков уровня или давления.

**13.2.** Безнапорные баки-аккумуляторы в системах холодного и горячего водоснабжения следует предусматривать для создания запаса воды в банях, прачечных и у других потребителей, имеющих сосредоточенные кратковременные расходы воды.

**13.3.** В бытовых зданиях и помещениях промышленных предприятий с числом душевых сеток в групповых установках 10 и более при закрытых системах теплоснабжения, а также при непосредственном разборе горячей воды из тепловой сети в случае невозможности обеспечения подачи необходимого расхода наружными сетями и сооружениями для создания запаса воды следует устраивать безнапорные баки-аккумуляторы. Отказ от устройства баков-аккумуляторов должен быть обоснован.

**13.4.** Регулирующий объем емкости  $W$ , м<sup>3</sup>, надлежит определять по формулам:

а) для водонапорного или гидропневматического бака при производительности насоса или насосной установки, равной или превышающей максимальный часовой расход

$$W = \frac{q_{hr}^{sp,i}}{4n}, \quad (21)$$

где  $n$  - допустимое число включений насосной установки в 1 ч, принимаемое для установок с открытым баком 2-4; для установок с гидропневматическим баком - 6-10. Большее число включений в 1 ч надлежит принимать для установок небольшой мощности (до 10 кВт);

б) для водонапорного бака или резервуара при производительности насосной установки менее максимального часового расхода

$$W = \varphi T q_T; \quad (22)$$

в) для бака-аккумулятора теплоты в системе горячего водоснабжения при мощности водонагревателя (генератора теплоты), не обеспечивающего максимального часового потребления теплоты,

$$W = \frac{\varphi T Q_T^h}{1,16 (55 - t^c)}. \quad (23)$$

В [формулах \(22\)](#) и [\(23\)](#):

$\varphi$  - относительная величина регулирующего объема, определяемая в соответствии с [п. 13.5](#).

Величины  $T$ ,  $Q_T^h$ ,  $q_T$ ,  $t^c$  надлежит принимать в соответствии с [разд. 3](#).

**13.5.** Относительную величину регулирующего объема  $\varphi_{1,2}$  следует определять по формулам:

а) при непрерывной работе насосной установки (водонагревателя) с различной производительностью в течение расчетного периода (сутки, смена) наибольшего водопотребления (телопотребления) или работе насосной установки в режиме долгосрочных включений

$$\varphi_1 = 1 - K_{hr}^{sp} + (K_{hr} - 1) \left( \frac{K_{hr}^{sp}}{K_{hr}} \right)^{\frac{K_{hr}}{K_{hr}-1}}; \quad (24)$$

б) при равномерной и непрерывной работе насосной установки (водонагревателя или генератора теплоты) в части периода водопотребления (телопотребления), включающей также часы наибольшего водопотребления (телопотребления)

$$\varphi_2 = 1 - K_{hr}^{sp} + (K_{hr} - 1) \left( \frac{K_{hr}^{sp}}{K_{hr}} \right)^{\frac{K_{hr}}{K_{hr}-1}} + \left( \frac{K_{hr}^{sp} - 1}{K_{hr}^{sp}} \right)^{K_{hr}}. \quad (25)$$

**Примечания:** 1. При расчете аккумуляторов теплоты по [формулам \(24\)](#) и [\(25\)](#) вместо значений  $K_{hr} (K_{hr}^{tot}, K_{hr}^h, K_{hr}^c)$  и  $K_{hr}^{sp}$  следует принимать значения  $K_{hr}^{ht}$  и  $K_{hr}^{sp}$ .

2. Значения  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  вычисленные по [формулам \(24\)](#) и [\(25\)](#), приведены в рекомендуемых [приложениях 7](#) и [8](#).

**13.6.** Коэффициент часовой неравномерности потребления воды  $K_{hr}$  в сутки (смену) максимального водопотребления для системы надлежит вычислять по формуле

$$K_{hr} = \frac{q_{hr}}{q_T}. \quad (26)$$

**13.7.** Коэффициент часовой неравномерности подачи воды насосами  $K_{hr}^{sp}$  в сутки (смену) максимального водопотребления надлежит вычислять по формуле

$$K_{hr}^{sp} = \frac{Q_{hr}^h}{q_T}. \quad (27)$$

**13.8.** Коэффициент часовой неравномерности теплотребления  $K_{hr}^{ht}$  системой горячего водоснабжения в период  $T$ , ч, (сутки, смена) максимального потребления горячей воды следует вычислять по формуле

$$K_{hr}^{ht} = \frac{Q_{hr}^h}{Q_T^h}. \quad (28)$$

**13.9.** Коэффициент часовой неравномерности подачи теплоты для нужд горячего водоснабжения  $K_{hr}^{ht,sp}$  в период  $T$ , ч (сутки, смена), максимального потребления горячей воды следует вычислять по формуле

$$K_{hr}^{ht,sp} = \frac{Q^{sp}}{Q_T^h}, \quad (29)$$

где  $Q^{sp}$  - расчетная мощность водонагревателя, котла и тому подобного оборудования системы горячего водоснабжения, кВт.

**13.10.** Запас воды в баках-аккумуляторах, устраиваемых в бытовых зданиях и помещениях промышленных предприятий, следует определять в зависимости от времени их заполнения в течение смены, принимаемого при числе душевых сеток: 10-20 - 2 ч; 21-30 - 3 ч; 31 и более - 4 ч.

**13.11.** Неприкосновенный противопожарный запас воды при ручном, дистанционном или автоматическом включении насосов следует принимать из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из внутренних пожарных Кранов при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды.

При гарантированном автоматическом включении пожарных насосов неприкосновенный противопожарный запас допускается не предусматривать.

**13.12.** Полную вместимость емкостей  $V$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формулам:

а) для гидропневматического бака

$$V = W \frac{B}{1 - A}; \quad (30)$$

б) для водонапорного бака или резервуара

$$V = BW + W_1; \quad (31)$$

в) для аккумулятора теплоты

$$V = BW, \quad (32)$$

где  $W_1$  - противопожарный объем воды, м<sup>3</sup>;

$A$  - отношение абсолютного минимального давления к максимальному, значение которого следует принимать: 0,8 - для установок, работающих с подпором; 0,75 - для установок с напором до 50 м; 0,7 - для установок с напором свыше 50 м;

$B$  - коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый: 1,2-1,3 - при использовании насосных установок, работающих в повторно-кратковременном

режиме, 1,1 - при производительности насосных установок менее максимального часового расхода воды; для аккумуляторов теплоты  $B = 1$ .

**13.13.** Высота расположения водонапорного бака (в том числе бака горячей воды) и минимальное давление в гидропневматическом баке должны обеспечивать необходимый напор воды перед водоразборной арматурой, а в системах противопожарного или объединенного водопровода - необходимый напор у внутренних пожарных кранов до полного израсходования противопожарного запаса воды.

*Примечание.* В системах централизованного горячего водоснабжения баки-аккумуляторы предусматривать не следует, за исключением случаев, когда они необходимы для создания запаса воды (в банях, прачечных, в душевых бытовых зданий производственных предприятий и т. п.).

**13.14.** Водонапорные и гидропневматические баки питьевой воды, а также баки-аккумуляторы надлежит изготавливать из металла с наружной и внутренней антикоррозионной защитой; при этом для внутренней антикоррозионной защиты следует применять материалы, разрешенные Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР. Для баков-аккумуляторов систем горячего водоснабжения тепловую изоляцию следует предусматривать по расчету.

**13.15.** Водонапорные баки и баки-аккумуляторы (безнапорные) следует устанавливать в вентилируемом и освещаемом помещении высотой не менее 2,2 м с положительной температурой. Несущие конструкции помещения надлежит выполнять из несгораемых материалов. Под баками следует предусматривать поддоны. Расстояния между водонапорными баками и строительными конструкциями должны быть не менее 0,7 м; между баками и строительными конструкциями со стороны расположения поплавкового клапана - не менее 1 м; от верха бака до перекрытия - не менее 0,6 м; от поддона до дна бака - не менее 0,5 м.

**13.16.** Для водонапорных баков и баков-аккумуляторов (безнапорных) следует предусматривать:

- а) трубу для подачи воды в бак с поплавковыми клапанами. Перед каждым поплавковым клапаном надлежит устанавливать запорный вентиль или задвижку;
- б) отводящую трубу;
- в) переливную трубу, присоединяемую на высоте наивысшего допустимого уровня воды в баке;
- г) спускную трубу, присоединяемую к днищу бака и к переливной трубе с вентилем или задвижкой на присоединяемом участке трубопровода;
- д) водоотводную трубу для отвода воды из поддона;
- е) устройства, обеспечивающие циркуляцию холодной воды в баках, предназначенных для хранения воды питьевого качества;
- ж) циркуляционную трубу для поддержания при необходимости постоянной температуры в баке-аккумуляторе во время перерывов при разборе горячей воды; на циркуляционной трубе следует предусматривать установку обратного клапана с вентилем или задвижкой;
- з) воздушную трубу (диаметром 25 мм), соединяющую бак с атмосферой;
- и) датчики уровня воды в баках для включения и выключения насосных установок;
- к) указатели уровня воды в баках и устройства для передачи их показаний на пульт управления.

*Примечания:* 1. Подающие и отводящие трубы могут быть объединены в одну, в этом случае на ответвлении подающей трубы к днищу бака следует предусматривать обратный клапан и задвижку или вентиль.

2. При отсутствии сигнализации уровня воды в водонапорном баке необходимо предусматривать сигнальную трубку диаметром 15 мм, присоединяемую к баку на 5 см ниже переливной трубы, с выводом ее в раковину дежурного помещения насосной установки.



**13.17.** Гидропневматические баки должны быть оборудованы подающей, отводящей и спускной трубами, а также предохранительными клапанами, манометром, датчиками уровня и устройствами для пополнения и регулирования запаса воздуха.

**13.18.** Гидропневматические баки надлежит устанавливать в помещениях, где расстояние от верха баков до перекрытия и между баками и до стен - не менее 0,6 м.

**13.19.** Резервуары для сбора воды в системах оборотного водоснабжения и в системах с повторным использованием воды допускается размещать внутри и вне зданий. Резервуары следует проектировать в соответствии со [СНиП 2.04.02-84\\*](#).

Вместимость резервуара необходимо определять по графикам притока воды и работы насосов.

При известных неравномерностях притока и подачи воды насосами регулирующий объем резервуара допускается вычислять согласно [п. 13.4.](#)

## **14. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА ЗДАНИЙ (СООРУЖЕНИЙ), СТРОЯЩИХСЯ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

### **ПРОСАДОЧНЫЕ ГРУНТЫ**

**14.1.** Трубопроводы водопровода внутри здания, как правило, следует размещать выше уровня пола первого или подвального этажей открытой прокладкой, доступной для осмотра и ремонта.

**14.2.** Прокладку вводов водопровода и трубопроводов под полом внутри здания при грунтовых условиях типа II следует предусматривать в водонепроницаемых каналах с уклоном в сторону контрольных колодцев. Длину водонепроницаемых каналов на вводах в здания от наружного обреза фундамента здания до контрольного колодца необходимо принимать в зависимости от толщины слоя просадочных грунтов и диаметров трубопроводов по [табл. 5.](#)

Т а б л и ц а 5

Толщина слоя просадочного грунта, м	Длина канала, м, при диаметре труб, мм		
	до 100	св. 100 до 300	св. 300
До 5	Принимается как для непросадочных грунтов		
Св. 5 до 12	5	7,5	10
Св. 12	7,5	10	15

**14.3.** Устройство вводов и трубопроводов при возведении зданий в грунтовых условиях типа I, а также в грунтовых условиях типа II с полным устранением просадочных свойств грунтов по всей площади здания следует проектировать как для непросадочных грунтов.

**14.4.** Прокладка водопроводных вводов ниже подошвы фундаментов не допускается.

**14.5.** В местах прохождения вводов водопровода фундаменты следует заглублять не менее чем на 0,5 м ниже лотка трубопровода.

**14.6.** Для контроля за утечкой воды из трубопроводов, проложенных в каналах, следует предусматривать устройство контрольных колодцев диаметром 1 м. Расстояние от дна канала до дна колодца следует принимать не менее 0,7 м. Стенки колодца на высоту 1,5 м и его днище должны иметь гидроизоляцию. При устройстве колодцев в грунтовых условиях типа II основания под колодцы необходимо уплотнять на глубину 1 м.

*Примечание.* Контрольные колодцы следует оборудовать автоматической сигнализацией о появлении в них воды.

**14.7.** В местах примыкания каналов к фундаменту здания необходимо предусматривать устройства, предотвращающие возможность протекания воды из



каналов в грунт, при этом следует обеспечивать свободную осадку несущих конструкций.

**14.8.** Вводы к внутренним сетям, укладываемым ниже уровня пола, следует присоединять в водонепроницаемых приямках.

**14.9.** В фундаментах или стенах подвалов для прокладки трубопроводов следует предусматривать отверстия, обеспечивающие зазор между трубой и строительными конструкциями, равные  $1/3$  расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,2 м. Зазоры в проемах следует заполнять плотным эластичным водо- и газонепроницаемым материалом.

## СЕЙСМИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

**14.10.** При проектировании сетей и сооружений водоснабжения для районов с сейсмичностью 7-9 баллов следует предусматривать специальные мероприятия (устройство в допустимых местах установок аварийных насосов, электрических установок и т. п.) по обеспечению подачи воды для тушения пожаров, которые могут возникнуть при землетрясении, бесперебойную подачу питьевой воды, а также подачу воды на неотложные нужды производства.

**14.11.** При проектировании систем водоснабжения зданий промышленных предприятий, размещаемых в районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов, для которых прекращение подачи воды может вызвать аварии или значительные материальные убытки, следует предусматривать два ввода с использованием двух независимых источников водоснабжения.

**14.12.** Жесткая заделка труб кладке стен и фундаментов зданий и сооружений не допускается. Отверстия для пропусков труб через стены и фундаменты должны иметь размеры, обеспечивающие в кладке зазор вокруг трубы не менее 0,2 м. Зазор следует заполнять эластичным несгораемым материалом. Пропуск труб через стены емкостных сооружений следует осуществлять с применением сальников, закладываемых в стены.

**14.13.** Укладку труб под фундаменты зданий следует предусматривать в футлярах из стальных или железобетонных труб, при этом расстояние между верхом футляра и подошвой фундамента должно быть не менее 20 см.

**14.14.** Внутри зданий в местах пересечения деформационных швов на трубопроводах следует предусматривать установку компенсаторов.

**14.15.** На вводах перед измерительными устройствами, а также в местах присоединения трубопроводов к насосам и бакам необходимо предусматривать гибкие соединения, допускающие угловые и продольные перемещения концов трубопроводов.

**14.16.** Вводы водопровода, внутренние водопроводные сети, трубопроводы насосных установок, установок очистки и подготовки воды, а также вертикальные трубопроводы (стояки) водонапорных баков следует выполнять из стальных труб или полиэтиленовых труб тяжелого типа.

Применять для этих целей чугунные, асбестоцементные, стеклянные, а также полиэтиленовые трубы легкого и среднего типа не допускается.

**14.17.** При выполнении сварочных работ по осуществлению стыков соединений стальных труб следует обеспечивать равнопрочность сварного соединения с телом трубы. Не допускается применять ручную газовую сварку. Сварные соединения трубопроводов, прокладываемых в районах с сейсмичностью 9 баллов, следует усиливать накладными муфтами на сварке.

**14.18.** Пожарные гидранты, а также колодцы с задвижками на трубопроводах следует располагать так, чтобы вероятность их завала в случае обрушения окружающих зданий и сооружений была наименьшей. Для этого рекомендуется пожарные гидранты и колодцы с задвижками располагать со стороны торцов зданий.

## ПОДРАБАТЫВАЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ

**14.19.** При проектировании систем внутреннего водопровода холодной и горячей воды в зданиях, строящихся в условиях подрабатываемых территорий, следует предусматривать мероприятия по защите от воздействия деформаций грунта земной поверхности и элементов самих зданий в соответствии со [СНиП 2.01.09-85](#).

**14.20.** Ожидаемые величины сдвигов и деформаций земной поверхности для назначения мероприятий по защите трубопроводов необходимо принимать по данным горно-геологического обоснования для проектируемого здания.

Величины перемещений отдельных отсеков здания и его элементов принимаются по данным расчетов геологов.

**14.21.** Для уменьшения усилий в трубопроводах, вызванных перемещениями конструкций зданий вследствие подработки, следует увеличивать податливость трубопроводов за счет применения компенсирующих устройств, рационального размещения и выбора типа узлов крепления и пропуска труб на вводе.

**14.22.** Для вводов в здания следует применять все виды труб с учетом назначения водопровода, требуемой прочности труб, компенсационной способности стыков, а также результатов технико-экономических расчетов.

**14.23.** Стыковые соединения секционных трубопроводов должны быть податливыми за счет применения уплотнительных упругих колец или герметиков.

**14.24.** На вводах водопровода холодной воды в здания, строящиеся на подрабатываемых территориях групп I и II, следует предусматривать компенсационные устройства. На вводах в здания, строящиеся на подрабатываемых территориях групп III и IV, установку компенсационных устройств следует предусматривать при длине ввода свыше 20 м.

На территории строящегося здания, где в результате подработок ожидается образование уступов, прокладку подземных вводов следует осуществлять в каналах, при этом зазор между верхом трубы и перекрытием канала должен быть не менее расчетной высоты уступа.

**14.25.** Для трубопроводов внутреннего водопровода здания или его отдельных секций, защищаемого от воздействия подработок по жесткой конструктивной схеме, дополнительной защиты не требуется.

В зданиях, защищаемых по податливой конструктивной схеме, крепление трубопроводов к элементам зданий должно обеспечивать осевые и поперечные (горизонтальные, вертикальные) перемещения трубопровода.

В таких зданиях скрытая прокладка трубопроводов не допускается.

**14.26.** В зданиях, защищаемых путем выравнивания домкратами или другими устройствами, должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие нормальную эксплуатацию трубопроводов.

В таких зданиях в качестве мер защиты в местах подключения стояков к магистрали и крепления разводящих трубопроводов к элементам здания, расположенных над швом скольжения, следует предусматривать компенсаторы, обеспечивающие горизонтальные и вертикальные перемещения трубопроводов. Величина перемещений определяется расчетной податливостью зданий и температурными удлинениями трубопровода.

**14.27.** Вводы в здания, состоящие из нескольких отсеков, следует предусматривать самостоятельными на каждый отсек. Допускается устройство одного ввода в один из отсеков при установке компенсаторов в местах пересечения трубопроводами деформационных швов.

Вариант устройства вводов определяется технико-экономическими показателями.

**14.28.** При прокладке транзитных внутриквартальных сетей водоснабжения по техническим подпольям или подвалам зданий следует предусматривать мероприятия, исключающие силовое взаимодействие трубопроводов с конструкциями зданий.

Компенсаторы на таких трубопроводах необходимо располагать в местах пересечения деформационных швов и на ответвлениях от транзитного трубопровода к стоякам внутренней сети. Не допускается пересечение трубопроводами деформационных швов в пределах этажей зданий.

**14.29.** Внутри подполья или подвала зданий трубопроводы допускается прокладывать на самостоятельных опорах и кронштейнах, прикрепляемых к стенам. Крепление трубопроводов к опорам должно допускать осевые и вертикальные перемещения труб.

**14.30.** При проектировании зданий в зонах, где возможно выделение рудничного газа на поверхность земли, следует предусмотреть защиту вводов водопровода от проникания по ним газа в подвалы и подполья этих зданий.

**14.31.** При установке гибких компенсаторов их компенсирующая способность должна определяться исходя из расчетных величин перемещений смежных отсеков здания и температурных удлинений трубопроводов.

**14.32.** Укладку труб под фундаментами зданий следует предусматривать в футлярах из стальных труб. Расчет на прочность футляров необходимо выполнять с учетом нагрузок от воздействия деформаций оснований.

**14.33.** Жесткая заделка трубопровода в кладке стен и фундаментах зданий не допускается.

Отверстия для пропуска труб через стены и фундаменты должны обеспечивать зазор между трубой и строительными конструкциями, равный расчетной величине деформаций основания здания. Зазоры в проемах фундаментов следует заполнять плотным эластичным водо- и газонепроницаемым материалом.

**14.34.** В местах примыкания каналов к фундаменту здания должны предусматриваться устройства, предотвращающие возможность проникания воды из каналов в грунт. При этом необходимо обеспечивать свободную осадку несущих конструкций.

## **ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ**

**14.35.** При проектировании вводов в здание необходимо учитывать возможность изменения мерзлотно-грунтовых условий и температурного режима вечномерзлых грунтов, которые могут произойти в результате строительства и эксплуатации запроектированных сооружений, а также предусматривать исключение теплового воздействия на грунты оснований соседних зданий и сооружений, которое может привести к недопустимым деформациям зданий и сооружений в нормальных эксплуатационных и аварийных режимах работы трубопроводов.

**14.36.** При прокладке трубопроводов следует принимать меры, обеспечивающие исключение или ограничение механического воздействия вечномерзлых грунтов (просадку, пучения, термокарстовых провалов, солифлюкции, морозобойных трещин и т. д.) на конструкции трубопроводов.

**14.37.** Прокладку вводов следует предусматривать надземной или в вентилируемых каналах, совмещая с прокладкой различных инженерных сетей. Следует максимально применять прокладку трубопроводов в подпольях зданий.

**14.38.** Наземную прокладку вводов следует предусматривать во всех случаях, когда требуется исключить тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований, учитывая ее относительно низкую стоимость и удобство в эксплуатации.

**14.39.** Наземную прокладку трубопроводов следует предусматривать:

а) на мачтах, эстакадах и по конструкциям зданий и сооружений. Специальные устройства для обслуживания трубопроводов (лестницы, площадки, мостики и т. д.) следует проектировать с учетом эксплуатации трубопроводов в условиях низких температур, сильных зимних ветров и полярной ночи;

б) в проветриваемых подпольях зданий высотой не менее 1,2 м, предусматривая водоотводящие лотки.

**14.40.** Подземную прокладку трубопроводов следует производить только в случаях, когда наземная и надземная прокладка недопустима. Подземную прокладку трубопроводов следует производить только в каналах или тоннелях.

Устойчивость трубопроводов, прокладываемых в просадочных вечномерзлых грунтах, следует обеспечивать сохранением грунтов оснований в мерзлом состоянии или заменой просадочных грунтов в основаниях в зоне возможного протаивания на непросадочные, а также поддержанием расчетного теплового режима трубопроводов.

**14.41.** Прокладку трубопроводов в районах с промерзанием свыше 3-4 м, а также в особо тяжелых грунтовых условиях (водонасыщенные и скальные грунты) допускается производить в зоне сезонного промерзания грунтов при условии выполнения требований, изложенных в [пп. 14.32-14.34](#).

**14.42.** Прокладку трубопроводов в подземных каналах следует применять, как правило, при совместном размещении инженерных сетей различного назначения, при этом дно каналов следует выполнять лотком, обеспечивающим удаление воды при мини шальном тепловом воздействии на грунты оснований.

Установка на дне каналов под трубопроводом опор, препятствующих свободному стоку воды и удалению льда, не допускается.

**14.43.** Подземные каналы и тоннели надлежит предусматривать только в непросадочных грунтах или на коротких участках трасс - переходах через дороги, вводах в здания и др. Высоту каналов, обеспечивающую надежность водоотлива и вентиляции, следует увеличивать на 20-30 % по сравнению с принимаемой для обычных условий.

**14.44.** Подземные каналы и тоннели необходимо оборудовать системой естественной вентиляции, обеспечивающей отрицательные значения среднегодовых температур воздуха внутри каналов и тоннелей.

Узлы управления системами инженерного оборудования зданий следует размещать в первых этажах, предусматривая устройство дополнительной местной тепло- и гидроизоляции цокольных перекрытий и трапов для стока воды в канализацию.

В местах перехода трубопроводов через конструкции зданий, а также в местах примыкания каналов и тоннелей к фундаментам и стенам зданий, рассчитываемых на возможную разность вертикальных перемещений трубопроводов, каналов, тоннелей и зданий, необходимо предусматривать устройство мягких сопряжений.

**14.45.** Установка на трубопроводах запорной и регулирующей арматуры, сальниковых компенсаторов, спускных и воздушных кранов в пределах проветриваемых подполий зданий не допускается.

Следует минимально ограничивать число отводов и соединений труб, в частности сварных отводов и других фасонных частей.

**14.46.** При проектировании строительной части колодцев водопровода и канализации следует предусматривать соблюдение мер против морозного пучения грунта.

**14.47.** При всех способах прокладки трубопроводов следует предусмотреть следующие мероприятия по предохранению жидкостей от замерзания при нормальной эксплуатации в период нарушения расчетного теплового и гидравлического режима трубопроводов:

применение схем трубопроводов, обеспечивающих непрерывное движение жидкостей в трубах с максимально допустимой скоростью;

тепловую изоляцию трубопроводов;

подогрев трубопроводов;

применение специальной арматуры, устойчивой против замерзания, и средств автоматической защиты.

**14.48.** Непрерывность движения водопроводной воды следует обеспечивать: применением циркуляционных схем водоснабжения; применением тупиковых схем подачи воды с сухими резервирующими перемычками;

использованием автоматических выпусков, сбрасывающих водопроводную воду в канализацию, при прекращении или опасном понижении температуры воды на отдельных участках.

**14.49.** При прокладке трубопроводов в каналах следует применять термоизоляцию с использованием синтетических материалов на базе стекловолокна и пенопластов, а также пенобетонов.

Применять минераловатные термоизоляционные материалы не допускается.

Для защитного слоя кольцевой теплоизоляции следует применять асбестоцементную штукатурку по проволочной сетке и многослойное покрытие из рулонных материалов.

Применять толь, мешковину и другие ткани с масляной окраской не допускается.

**14.50.** Подогрев трубопроводов необходимо предусматривать на участках, где наиболее вероятно замерзание воды вследствие снижения скорости и понижения температуры в нормальных и аварийных режимах.

Для подогрева трубопроводов следует применять совместную прокладку труб в общей теплоизоляции с трубопроводами тепловых сетей или греющий электрокабель, укладываемый непосредственно на поверхность труб. Витковое расположение кабеля допускается только на вводах и в местах установки водопроводной арматуры. Система подогрева труб обеспечивается электроэнергией от местной сети и снабжается системой автоматического управления.

**14.51.** Диаметры труб на вводах водопровода в здание независимо от расчета следует принимать не менее 50 мм.

На вводах водопровода следует устанавливать незамерзающую арматуру, спускные и воздушные краны из бронзы и применять гнутые компенсаторы и отводы.

**14.52.** Для опорожнения труб следует проектировать трубопроводы с уклоном не менее 0,002.

## КАНАЛИЗАЦИЯ

### 15. СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

**15.1.** В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к сбору сточных вод необходимо проектировать следующие системы внутренней канализации:

бытовую - для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников, ванн, душей и др.);

производственную - для отведения производственных сточных вод;

объединенную - для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;

внутренние водостоки - для отведения дождевых и талых вод с кровли здания.

В производственных зданиях допускается проектировать несколько систем канализации, предназначенных для отвода сточных вод, отличающихся по составу, агрессивности, температуре и другим показателям, с учетом которых смешение их недопустимо или нецелесообразно.

**15.2.** Раздельные сети производственной и бытовой канализации следует проектировать:

для производственных зданий, производственные сточные воды которых требуют очистки или обработки;

для зданий бань и прачечных при устройстве теплоуловителей или при наличии местных очистных сооружений;

для зданий магазинов, предприятий общественного питания и предприятий по переработке пищевой продукции.

**15.3.** Производственные сточные воды, подлежащие совместному отведению и очистке с бытовыми водами, не удовлетворяющие требованиям [СНиП 2.04.03-85](#), следует подвергать предварительной обработке и очистке.

## **16. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД**

**16.1.** Санитарно-технические приборы и приемники производственных сточных вод, в конструкции которых нет гидравлических затворов, при присоединении к бытовой или производственной канализации следует оборудовать гидравлическими затворами (сифонами), располагаемыми на выпусках под приборами или приемниками.

*Примечания:* 1. Для группы умывальников (не более 6 шт.), устанавливаемых в одном помещении, или для мойки с несколькими отделениями допускается устанавливать один общий сифон с ревизией диаметром 50 мм.

От группы душевых поддонов допускается устанавливать общий сифон с ревизией.

Для каждой производственной мойки (моечной ванны) следует предусматривать отдельный сифон диаметром 50 мм для каждого отделения.

Не допускается присоединять два умывальника, расположенных с двух сторон общей стены разных помещений к одному сифону.

2. Допускается не предусматривать гидравлические затворы для приемников производственных стоков, не загрязненных в процессе производства или загрязненных механическими примесями (окалиной, шламом) при выпуске их в самостоятельную канализационную сеть.

**16.2.** Тип и число специальных приемников производственных сточных вод определяются технологической частью проекта.

**16.3.** Все унитазы должны быть оборудованы индивидуальными смывными бачками или смывными кранами.

*Примечание.* Унитазы, устанавливаемые в уборных школ, больниц и поликлиник, рекомендуется оборудовать педальным пуском смывных устройств.

**16.4.** В мужском отделении уборных следует предусматривать установку индивидуальных настенных или напольных писсуаров. В уборных вокзалов, стадионов, зданий с большим скоплением людей, рынков, зрелищных предприятий, торговых центров и т. д. допускается применять лотковые писсуары.

**16.5.** В промышленных и общественных зданиях уборные с числом унитазов свыше трех следует оборудовать напольными унитазами или напольными чашами.

Установка унитазов с сидениями в указанных зданиях рекомендуется только по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы.

В детских садах, а также в общеобразовательных школах и школах-интернатах для учащихся младших классов следует уборные оборудовать детскими унитазами.

**16.6.** В помещениях личной гигиены женщин производственных и общественных зданий надлежит предусматривать установку гигиенических душей, в жилых зданиях - биде.

**16.7.** В душевых, располагаемых на междуэтажных перекрытиях, а также в бытовых помещениях промышленных предприятий и спортивных сооружений, рекомендуется устанавливать душевые поддоны.

**16.8.** Трапы следует устанавливать:

диаметром 50 мм - в душевых на 1-2 душа, диаметром 100 мм - на 3-4 душа;

диаметром 50 мм - в полу санузлов при номерах гостиниц, санаториев, кемпингов, турбаз, в уборных с тремя унитазами и более;

в умывальных - с пятью умывальниками и более;

диаметром 100 мм - в мусорокамерах жилых зданий;

в производственных помещениях - при необходимости мокрой уборки полов или для производственных целей;

в уборных с числом писсуаров более трех;

в помещениях личной гигиены женщин.

**Примечания:** 1. В лотке душевого помещения допускается устанавливать один трап не более чем на 8 душей.

2. В ванных комнатах жилых зданий и пансионатов трапы не устанавливаются.

**16.9.** Уклон пола в душевых помещениях следует принимать 0,01-0,02 в сторону лотка или трапа. Лоток должен иметь ширину не менее 200 мм, начальную глубину 30 мм и уклон 0,01 в сторону трапа.

**16.10.** Высоту, на которой устанавливаются санитарные приборы, следует принимать в соответствии со [СНиП 3.05.01-85](#).

**16.11.** Раковины самопомощи, аварийные души и другие устройства самопомощи следует устанавливать в соответствии с указаниями по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений различных отраслей промышленности.

## **17. СЕТИ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

**17.1.** Отвод сточных вод следует предусматривать по закрытым самотечным трубопроводам.

**Примечание.** Производственные сточные воды, не имеющие неприятного запаха и не выделяющие вредные газы и пары, если это вызывается технологической необходимостью, допускается отводить по открытым самотечным лоткам с устройством общего гидравлического затвора.

**17.2.** Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно. Изменять направление прокладки канализационного трубопровода и присоединять приборы следует с помощью соединительных деталей.

**Примечание.** Изменять уклон прокладки на участке отводного (горизонтального) трубопровода не допускается.

**17.3.** Устройство отступов на канализационных стояках не допускается, если ниже отступов присоединены санитарные приборы.

**17.4.** Для присоединения к стояку отводных трубопроводов, располагаемых под потолком помещений, в подвалах и технических подпольях, следует предусматривать косые крестовины и тройники.

**17.5.** Двустороннее присоединение отводных труб от ванн к одному стояку на одной отметке допускается только с применением косых крестовин. Присоединять санитарные приборы, расположенные в разных квартирах на одном этаже, к одному отводному трубопроводу не допускается.

**17.6.** Применять прямые крестовины при расположении их в горизонтальной плоскости не допускается.

**17.7.** Для систем канализации с учетом требований прочности, коррозионной стойкости, экономии расходуемых материалов необходимо предусматривать следующие трубы:

для самотечных систем - чугунные, асбестоцементные, бетонные, железобетонные, пластмассовые, стеклянные;

для напорных систем - напорные чугунные, железобетонные, пластмассовые, асбестоцементные.

**17.8.** Соединительные детали трубопроводов следует принимать согласно действующим государственным стандартам и техническим условиям.

**17.9.** Прокладку внутренних канализационных сетей надлежит предусматривать:

открыто - в подпольях, подвалах, цехах, подсобных и вспомогательных помещениях, коридорах, технических этажах и в специальных помещениях, предназначенных для



размещения сетей, с креплением к конструкциям зданий (стенам, колоннам, потолкам, фермам и др.), а также на специальных опорах;

скрыто - с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом (в земле, каналах), панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен), в подшивных потолках, в санитарно-технических кабинах, в вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

Допускается прокладка канализации из пластмассовых труб в земле, под полом здания, с учетом возможных нагрузок.

В многоэтажных зданиях различного назначения при применении пластмассовых труб для систем внутренней канализации и водостоков необходимо соблюдать следующие условия:

а) прокладку канализационных и водосточных стояков предусматривать скрыто в монтажных коммуникационных шахтах, штрабах, каналах и коробах, ограждающие конструкции которых, за исключением лицевой панели, обеспечивающей доступ в шахту, короб и т. п., должны быть выполнены из негорючих материалов;

б) лицевую панель изготавливать в виде открывающейся двери из сгораемого материала при применении труб из поливинилхлорида и трудносгораемого материала - при применении труб из полиэтилена.

**Примечание.** Допускается применять сгораемый материал для лицевой панели при полиэтиленовых трубах, но при этом дверь должна быть неоткрывающейся. Для доступа к арматуре и ревизиям в этом случае необходимо предусматривать устройство открывающихся люков площадью не более 0,1 м<sup>2</sup> с крышками;

в) в подвалах зданий при отсутствии в них производственных складских и служебных помещений, а также на чердаках и в санузлах жилых зданий прокладку канализационных и водосточных пластмассовых трубопроводов допускается предусматривать открыто;

г) места прохода стояков через перекрытия должны быть заделаны цементным раствором на всю толщину перекрытия;

д) участок стояка выше перекрытия на 8-10 см (до горизонтального отводного трубопровода) следует защищать цементным раствором толщиной 2-3 см;

е) перед заделкой стояка раствором трубы следует обертывать рулонным гидроизоляционным материалом без зазора.

#### **17.10.** Прокладка внутренних канализационных сетей не допускается:

под потолком, в стенах и в полу жилых комнат, спальных помещений детских учреждений, больничных палат, лечебных кабинетов, обеденных залов, рабочих комнат, административных зданий, залов заседаний, зрительных залов, библиотек, учебных аудиторий, электрощитовых и трансформаторных, пультов управления автоматики, приточных вентиляционных камер и производственных помещений, требующих особого санитарного режима;

под потолком (открыто или скрыто) кухонь, помещений предприятий общественного питания, торговых залов, складов пищевых продуктов и ценных товаров, вестибюлей, помещений, имеющих ценное художественное оформление, производственных помещений в местах установки производственных печей, на которые не допускается попадание влаги, помещений, в которых производятся ценные товары и материалы, качество которых снижается от попадания на них влаги.

**Примечание.** В помещениях приточных вентиляционных камер допускается пропуск водосточных стояков при размещении их вне зоны воздухозабора.

#### **17.11.** К канализационной сети следует предусматривать присоединение с разрывом струи не менее 20 мм от верха приемной воронки:

технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции;

оборудования и санитарно-технических приборов для мойки посуды, устанавливаемых в общественных и производственных зданиях; спускных трубопроводов бассейнов.

**17.12.** Стояки бытовой канализации, размещаемые в верхних этажах зданий, проходящие через предприятия общественного питания, следует предусматривать в оштукатуренных коробах без установки ревизий.

**17.13.** Прокладку трубопроводов производственных сточных вод в производственных и складских помещениях предприятий общественного питания, в помещениях для приема, хранения и подготовки товаров к продаже и в подсобных помещениях магазинов допускается размещать в коробах без установки ревизий.

От сетей производственной и бытовой канализации магазинов и предприятий общественного питания допускается присоединение двух отдельных выпусков в один колодец наружной канализационной сети.

**17.14.** Против ревизий на стояках при скрытой прокладке следует предусматривать люки размерами не менее 30×40 см.

**17.15.** Прокладку отводных трубопроводов от приборов, устанавливаемых в уборных административных и жилых зданий, раковин и моек в кухнях, умывальников в лечебных кабинетах, больничных палатах и других подсобных помещениях следует предусматривать над полом; при этом необходимо предусматривать устройство облицовки и гидроизоляции.

**17.16.** Прокладку под полом трубопроводов, транспортирующих агрессивные и токсичные сточные воды, следует предусматривать в каналах, выведенных до уровня пола и перекрытых съемными плитами или, при соответствующем обосновании, в проходных тоннелях.

**17.17.** Для взрывопожароопасных цехов следует предусматривать отдельную производственную канализацию с самостоятельными выпусками, вентиляционными стояками и гидрозатворами на каждом из них с учетом требований правил техники безопасности, приведенными в ведомственных нормах.

Вентиляцию сети необходимо предусматривать через вентиляционные стояки, присоединяемые к высшим точкам трубопроводов.

Присоединять производственную канализацию, транспортирующую сточные воды, содержащие горючие и легковоспламеняющиеся жидкости, к сети бытовой канализации и водостокам не допускается.

**17.18.** Сети бытовой и производственной канализации, отводящие сточные воды в наружную канализационную сеть, должны вентилироваться через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту, м:

от плоской неэксплуатируемой кровли	0,3
« скатной кровли	0,5
« эксплуатируемой кровли	3
« обреза сборной вентиляционной шахты	0,1

Выводимые выше кровли вытяжные части канализационных стояков следует размещать от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4 м (по горизонтали).

Флюгарки на вентиляционных стояках предусматривать не требуется.

**17.19.** Не допускается соединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами и дымоходами.

**17.20.** Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру сточной части стояка. Допускается объединять поверху одной вытяжной частью несколько канализационных стояков. Диаметр вытяжного стояка для группы объединенных канализационных стояков, а также диаметры участков сборного

вентиляционного трубопровода, объединяющего канализационные стояки, следует принимать согласно [пп. 18.6](#) и 18.10. Сборный вентиляционный трубопровод, объединяющий вверху канализационные стояки, надлежит предусматривать с уклоном 0,01 в сторону стояков.

**17.21.** При расходах сточных вод по канализационному стояку свыше указанных в [табл. 8](#) следует предусматривать устройство дополнительного вентиляционного стояка, присоединяемого к канализационному стояку через один этаж. Диаметр дополнительного вентиляционного стояка следует принимать на один размер меньше диаметра канализационного стояка.

Присоединение дополнительного вентиляционного стояка к канализационному следует предусматривать снизу ниже последнего нижнего прибора или сверху - к направленному вверх отростку косоугольного тройника, устанавливаемого на канализационном стояке выше бортов санитарно-технических приборов или ревизий, расположенных на данном этаже.

**17.22.** Для наблюдения, в случае необходимости, за движением сточных вод от технологической аппаратуры на трубопроводах, отводящих сточные воды или отработавшую охлажденную воду, следует предусматривать разрыв струи или устанавливать смотровые фонари.

**17.23.** На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий или прочисток:

на стояках при отсутствии на них отступов - в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов - также и в вышерасположенных над отступами этажах;

в жилых зданиях высотой 5 этажей и более - не реже чем через три этажа;

в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки;

на поворотах сети - при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки.

**17.24.** На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками надлежит принимать согласно [табл. 6](#).

**17.25.** Наименьшую глубину заложения канализационных труб следует принимать из условия предохранения труб от разрушения под действием постоянных и временных нагрузок.

Канализационные трубопроводы, прокладываемые в помещениях, где по условиям эксплуатации возможно их механическое повреждение, должны быть защищены, а участки сети, эксплуатируемые при отрицательных температурах, - утеплены.

В бытовых помещениях допускается предусматривать прокладку труб на глубине 0,1 м от поверхности пола до верха трубы.

**17.26.** На сетях производственной канализации, отводящих сточные воды, не имеющие запаха и не выделяющие вредных газов и паров, допускается устройство смотровых колодцев внутри производственных зданий.

Смотровые колодцы на сети внутренней производственной канализации диаметром 100 мм и более следует предусматривать на поворотах трубопроводов, в местах изменения уклонов или диаметров труб, в местах присоединения ответвлений, а также на длинных прямолинейных участках трубопроводов на расстояниях, приведенных в [СНиП 2.04.03-85](#).

На сетях бытовой канализации устройство смотровых колодцев внутри зданий не допускается.

На сетях производственной канализации, выделяющих запахи, вредные газы и пары, возможность устройства колодцев и конструкцию их следует предусматривать по ведомственным нормам.

**17.27.** Санитарные приборы, борта которых расположены ниже уровня люка ближайшего смотрового колодца, необходимо присоединять к отдельной системе

канализации (изолированной от системы канализации вышерасположенных помещений) с устройством отдельного выпуска и установкой на нем задвижки с электрифицированным приводом, управляемым автоматически по сигналу датчика, устанавливаемого на трубопроводе в канализуемом подвале, и подачей аварийного сигнала в дежурное помещение или на диспетчерский пункт.

За электрифицированной задвижкой ниже по течению воды допускается подключение канализации вышерасположенных этажей, при этом устанавливать ревизии в подвале на стояке не допускается.

Выпуски от канализационной сети подвальных помещений следует предусматривать с уклоном не менее 0,02.

Канализуемые подвальные помещения должны быть отделены глухими капитальными стенами от складских помещений для хранения продуктов или ценных товаров.

**Примечание.** Допускается установка задвижки с ручным приводом при условии круглосуточного пребывания обслуживающего персонала в подвальном помещении.

Т а б л и ц а 6

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние, м, между ревизиями и прочистками в зависимости от вида сточных вод			Вид прочистного устройства
	производственные незагрязненные и водостоки	бытовые и производственные, близкие к ним	производственные, содержащие большое количество взвешенных веществ	
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100 - 150	20	15	12	Ревизия
100 - 150	15	10	8	Прочистка
200 и более	25	20	15	Ревизия

**Примечания:** 1. Вместо ревизии на подвесных линиях сетей канализации, прокладываемых под потолком, следует предусматривать установку прочисток, выводимых в вышерасположенный этаж с устройством люка в полу, или открыто в зависимости от назначения помещения.

2. Ревизии и прочистки необходимо устанавливать в местах, удобных для их обслуживания.

3. На подземных трубопроводах канализации ревизии следует устанавливать в колодцах диаметром не менее 0,7 м. Днища колодцев должны иметь уклон не менее 0,05 к фланцу ревизий.

**17.28.** Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более указанной в [табл. 7](#).

Т а б л и ц а 7

Диаметр трубопровода, мм	50	100	150 и более
Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца, м	8	12	15

**Примечания:** 1. При длине выпуска свыше длины, указанной в таблице, необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца.

2. Длину выпуска незагрязненных сточных вод и водостоков при диаметре труб 100 мм и более допускается увеличивать до 20 м.

**17.29.** Диаметр выпуска следует определять расчетом. Он должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

**17.30.** Выпуски следует присоединять к наружной сети под углом не менее 90° (считая по движению сточных вод). На выпуске канализации допускается устройство перепадов:

до 0,3 м - открытых - по бетонному водосливу в лотке, входящему с плавным поворотом в колодец наружной канализации;

свыше 0,3 м - закрытых - в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

**17.31.** При пересечении выпуском стен подвала или фундаментов здания следует выполнять мероприятия, указанные в [п. 9.7](#).

## 18. РАСЧЕТ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

**18.1.** Гидравлический расчет канализационных трубопроводов диаметром до 500 мм из различных материалов следует производить по номограмме рекомендуемого [приложения 9](#) или по таблицам, а для трубопроводов диаметром свыше 500 мм - согласно [СНиП 2.04.03-85](#).

**18.2.** Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости  $V$ , м/с, и наполнение  $\frac{H}{d}$  таким образом, чтобы было выполнено условие

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (33)$$

здесь  $K = 0,5$  - для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

$K = 0,6$  - для трубопроводов из других материалов.

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов - не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить [условие \(33\)](#) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм - с уклоном 0,02.

В системах производственной канализации скорость движения и наполнение трубопроводов определяются необходимостью транспортирования загрязнений производственных сточных вод.

**18.3.** Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15 (за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м).

**18.4.** Размеры и уклоны лотков следует принимать из условия обеспечения самоочищающей скорости сточных вод, наполнение лотков - не более 0,8 их высоты, ширину лотков - не менее 0,2 м. Ширина лотка назначается в зависимости от результатов гидравлического расчета и конструктивных данных; при высоте лотка свыше 0,5 м ширина его должна быть не менее 0,7 м.

**18.5.** Диаметр канализационного стояка надлежит принимать по [табл. 8](#) в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку.

*Примечание.* При применении пластмассовых труб в расчет принимается внутренний диаметр трубопровода.

**18.6.** Диаметр участков сборного вентиляционного трубопровода, объединяющего сверху канализационные стояки, надлежит принимать, мм, не менее:

при числе санитарно-технических приборов

не более 120	100
то же, 300	125
« 1200	150
« св. 1200	200

**18.7.** Допускается предусматривать невентилируемые канализационные стояки в следующих зданиях и сооружениях:

в сельских одноэтажных жилых зданиях;

во всех остальных случаях, если имеется не менее одного вентилируемого стояка и расход сточной жидкости в стояках не превышает значений, указанных в [табл. 9](#), в зависимости от диаметра и рабочей высоты стояка.

Невентилируемый канализационный стояк должен заканчиваться прочисткой, устанавливаемой в раструб прямого отрезка крестовины или тройника на уровне присоединения к этому стояку наиболее высоко расположенных приборов.

**18.8.** Уклоны трубопроводов производственной канализации, отводящей сточные воды, содержащие в большом количестве механические взвеси (окалину, металлическую стружку, известь и др.), следует определять гидравлическим расчетом из условия обеспечения в трубах самоочищающих скоростей и наполнения не менее 0,3.

Т а б л и ц а 8

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм			
		50	85	100	150
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
85	90	-	2,1	-	-
	60	-	3,2	-	-
	45	-	3,6	-	-
100	90	-	-	3,2	8,5
	60	-	-	4,9	12,8
	45	-	-	5,5	14,5
150	90	-	-	-	7,2
	60	-	-	-	11,0
	45	-	-	-	12,6

Пр и м е ч а н и е . Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку.

Т а б л и ц а 9

Рабочая высота стояка, м	Максимальная пропускная способность невентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм			
	50	85	100	150
1	1,6	5,3	6,3	14,0
2	1,0	3,1	3,7	8,0
3	0,6	2,0	2,4	5,4
4	0,5	1,4	1,8	3,9
5	0,4	1,1	1,4	3,0
6	0,4	0,8	1,0	2,4
7	0,4	0,7	0,9	2,0
8	0,4	0,5	0,7	1,6
9	0,4	0,5	0,6	1,4
10	0,4	0,5	0,6	1,2
11	0,4	0,5	0,6	1,0
12	0,4	0,5	0,6	0,9
13 и более	0,4	0,5	0,6	0,9

## 19. МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ПЕРЕКАЧКИ СТОЧНЫХ ВОД

**19.1.** Производственные сточные воды, содержащие горючие жидкости, взвешенные вещества, жиры, масла, кислоты и другие вещества, нарушающие нормальную работу или вызывающие разрушения сетей и очистных сооружений, а также содержащие ценные отходы производства, следует очищать до поступления их в наружную сеть

канализации, для чего в здании или около него следует предусматривать устройство местных очистных установок.

**19.2.** Не допускается спуск в канализацию технологических растворов, а также осадка их технологических резервуаров при их очистке.

Спуск в канализацию ядовитых продуктов и реагентов при нормальной эксплуатации и при авариях запрещается. Эти продукты следует сбрасывать в специальные технологические емкости для дальнейшей утилизации или обезвреживания.

**19.3.** Отработанные реактивы из лабораторий перед спуском их в канализацию следует обезвреживать средствами лабораторий, при этом значение pH сточных вод должно быть от 6,5 до 8,5.

**19.4.** Сточные воды инфекционных больниц и отделений перед сбросом в наружную канализационную сеть необходимо обеззараживать. Очистку производить на городских сооружениях биологической очистки или на местных очистных сооружениях (при отсутствии городских), располагаемых на территории больницы или отделения.

**19.5.** Внутрицеховые очистные установки следует размещать с учетом возможности их осмотра, очистки и ремонта, при этом необходимо предусматривать механизацию трудоемких процессов.

**19.6.** Не допускается установка внутри зданий отстойников (в том числе жируловителей) для улавливания быстрогнивающих примесей, а также уловителей для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

**19.7.** В уловителях для очистки стоков от горючих жидкостей следует предусматривать на подводящих трубопроводах гидравлические затворы и вытяжную вентиляцию.

**19.8.** Сточные воды, поступающие в бензоуловитель, следует предварительно очищать в грязеотстойниках. Очистка грязеотстойников от шлама должна быть механизирована.

**19.9.** При наличии в сточных водах крупных плавающих, волокнистых и других примесей следует предусматривать установку неподвижных решеток, общих для всей системы канализации или для отдельных стоков. Решетки следует устанавливать в специальных камерах приемных резервуаров, в колодцах или непосредственно в каналах. Угол наклона решетки к горизонтальной плоскости в сторону течения сточных вод должен быть не менее 60°.

**19.10.** Проектирование и расчет решеток, песколовков, отстойников, маслонефтеуловителей, нейтрализационных и других установок для очистки сточных вод, а также насосных установок для перекачки бытовых и производственных стоков следует производить в соответствии со [СНиП 2.04.03-85](#).

**19.11.** Вместимость резервуаров при насосных установках надлежит определять в соответствии с часовым графиком притока сточных вод и режимом работы насосов. При этом вместимость резервуаров при насосных установках, работающих автоматически, следует определять из условия включения насосов не более 6 раз в 1 ч, а при отсутствии графика - принимать равной 5-10 % максимального часового притока сточных вод.

**19.12.** В приемных резервуарах необходимо устанавливать указатели уровней, устройства по взмучиванию выпадающего осадка и приточно-вытяжную вентиляцию.

**19.13.** Насосы для перекачки сточных вод следует принимать в зависимости от состава сточных вод (фекальные, песковые, кислотостойкие и др.).

**19.14.** Установку насосов надлежит располагать под заливом от расчетного уровня перекачиваемых сточных вод в резервуаре. При необходимости расположения насосов выше уровня сточных вод в резервуаре высота всасывания не должна превышать



величины, допускаемой для насосов данного типа, при этом должны быть предусмотрены надежно действующие устройства для залива насосов.

**19.15.** Насосы и приемные резервуары для производственных сточных вод, не выделяющих ядовитые и неприятные запахи, газы и пары, а также пневматические насосные установки допускается располагать в производственных и общественных зданиях.

Насосы для перекачки бытовых и производственных стоков, имеющих в своем составе токсичные и быстро гнивающие загрязнения, а также для перекачки стоков, выделяющих ядовитые и неприятные запахи, газы и пары, следует располагать в отдельно стоящем здании, подвале или изолированном помещении, а при отсутствии подвала - в отдельном отапливаемом помещении первого этажа, имеющем самостоятельный выход наружу или на лестничную клетку. Помещение насосной станции следует оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией. Приемные резервуары для указанных стоков необходимо располагать вне зданий или в изолированных помещениях совместно с насосами.

*Примечание.* Выход из насосной на лестничную клетку допускается устраивать в зданиях, к которым не предъявляются повышенные требования по звукоизоляции.

**19.16.** Не допускается размещать канализационные насосные станции в жилых зданиях, детских учреждениях, больницах, предприятиях общественного питания, предприятиях пищевой промышленности, под рабочими помещениями административных зданий, учебных заведений, а также в зданиях и помещениях, к которым предъявляются повышенные требования в части уровня шума.

**19.17.** В канализационных насосных станциях следует предусматривать установку резервных насосов, число которых надлежит принимать: при числе однотипных рабочих насосов до двух - один резервный; свыше двух - два резервных.

Число резервных насосов для перекачки кислых и шламосодержащих сточных вод следует принимать:

- при одном рабочем насосе - один резервный и один хранящийся на складе;
- при двух рабочих насосах и более - два резервных.

*Примечание.* В отдельных случаях при обосновании допускается установка одного рабочего насоса и хранение запасного насоса на складе.

**19.18.** Насосные установки надлежит проектировать с автоматическим и ручным управлением.

**19.19.** Для каждого канализационного насоса следует предусматривать отдельную всасывающую линию с подъемом к насосу не менее 0,005.

**19.20.** На всасывающем и напорном трубопроводах каждого насоса следует устанавливать задвижки; на напорном трубопроводе, кроме того, обратный клапан.

*Примечание.* При транспортировании стоков, содержащих взвешенные вещества (песок, шлам), приемные и обратные клапаны не предусматриваются.

## **20. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ**

**20.1.** Внутренние водостоки должны обеспечивать отвод дождевых и талых вод с кровель зданий.

*Примечание.* При устройстве внутренних водостоков в неотапливаемых зданиях следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие положительную температуру в трубопроводах и водосточных воронках при отрицательной температуре наружного воздуха (электрообогрев, обогрев с помощью пара и т.д.). Целесообразность устройства обогреваемых внутренних водостоков следует обосновать технико-экономическим расчетом.

**20.2.** Воду из систем внутренних водостоков следует отводить в наружные сети дождевой или общесплавной канализации.

Примечания: 1. При обосновании допускается предусматривать отвод воды из систем внутренних водостоков в систему производственной канализации незагрязненных или повторно используемых сточных вод.

2. Не допускается отвод воды из внутренних водостоков в бытовую канализацию и присоединение к системе внутренних водостоков санитарных приборов.

**20.3.** При отсутствии дождевой канализации выпуск дождевых вод из внутренних водостоков следует принимать открыто в лотки около здания (открытый выпуск); при этом следует предусматривать мероприятия, исключающие размыв поверхности земли около здания.

Примечание. При устройстве открытого выпуска на стояке внутри здания следует предусматривать гидравлический затвор с отводом талых вод в зимний период года в бытовую канализацию.

**20.4.** На плоской кровле здания и в одной ендове необходимо устанавливать не менее двух водосточных воронок.

Водосточные воронки на кровле следует размещать с учетом ее рельефа, допускаемой площади водосбора на одну воронку и конструкции здания.

Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м.

Примечание. На плоских кровлях жилых и общественных зданий допускается устанавливать по одной водосточной воронке на каждую секцию.

**20.5.** Присоединение к одному стояку воронок, расположенных на разных уровнях, допускается, в случаях, когда общий расчетный расход по стояку не превышает величин, приведенных в [табл. 10](#).

Т а б л и ц а 10

Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Расчетный расход дождевых вод на водосточный стояк, л/с	10	20	50	80

**20.6.** Минимальные уклоны отводных трубопроводов следует принимать для подвесных трубопроводов 0,005, для подпольных - в соответствии с требованиями [разд. 18](#).

**20.7.** Для прочистки сети внутренних водостоков следует предусматривать установку ревизий, прочисток и смотровых колодцев с учетом требований [разд. 17](#). На стояках ревизии необходимо устанавливать в нижнем этаже зданий, а при наличии отступов - над ними.

Примечание. При длине подвесных горизонтальных линий до 24 м прочистку в начале участка допускается не предусматривать.

**20.8.** Присоединение водосточных воронок к стоякам следует предусматривать при помощи компенсационных раструбов с эластичной заделкой.

**20.9.** Расчетный расход дождевых вод  $Q$ , л/с, с водосборной площади следует определять по формулам:

для кровель с уклоном до 1,5 включ.

$$Q = \frac{F q_{20}}{10\,000}; \quad (34)$$

для кровель с уклоном свыше 1,5 %

$$Q = \frac{F q_5}{10\,000}. \quad (35)$$

В [формулах \(34\)](#) и [\(35\)](#):

$F$  - водосборная площадь, м<sup>2</sup>;

$q_{20}$  - интенсивность дождя, л/с с 1 га (для данной местности), продолжительностью 20 мин при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году (принимается согласно [СНиП 2.04.03-85](#));

$q_5$  - интенсивность дождя, л/с с 1 га (для данной местности), продолжительностью 5 мин при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году, определяемая по формуле

$$q_5 = 4^n q_{20}, \quad (36)$$

здесь  $n$  - параметр, принимаемый согласно [СНиП 2.04.03-85](#).

**20.10.** Расчетный расход дождевых вод, приходящийся на водосточный стояк, не должен превышать величин, приведенных в [табл. 10](#), а на водосточную воронку определяется по паспортным данным принятого типа воронки.

**20.11.** При определении расчетной водосборной площади следует дополнительно учитывать 30 % суммарной площади вертикальных стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над ней.

**20.12.** Водосточные стояки, а также все отводные трубопроводы, в том числе прокладываемые ниже пола первого этажа, следует рассчитывать на давление, выдерживающее гидростатический напор при засорах и переполнениях.

**20.13.** Для внутренних водостоков надлежит применять пластмассовые, асбестоцементные и чугунные трубы с учетом требований [пп. 17.7, 17.9](#).

На горизонтальных подвесных линиях при наличии вибрационных нагрузок допускается применять стальные трубы.

## **21. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВОДОСТОКОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**21.1.** Материал труб для канализационных трубопроводов, прокладываемых в особых природных и климатических условиях, следует принимать согласно [СНиП 2.04.03-85](#).

### **ПРОСАДОЧНЫЕ ГРУНТЫ**

**21.2.** Прокладку напорных и самотечных трубопроводов внутри здания и выпусков канализации надлежит предусматривать согласно требованиям к внутреннему водопроводу, приведенным в [разд. 14](#).

**21.3.** Стыковые соединения труб следует выполнять на резиновых уплотнительных кольцах.

**21.4.** Внутренние водостоки следует проектировать подвесными. Когда по требованиям технологии производства устройств подвесных водостоков невозможно, допускается принимать прокладку трубопроводов водосточных сетей согласно требованиям [разд. 14](#).

**21.5.** При наличии в районе строительства наружной дождевой канализации выпуски водосточных систем надлежит проектировать согласно требованиям к выпускам канализации.

**21.6.** Не допускается прокладывать в одном канале выпуски водостока с другими системами канализации, кроме системы, отводящей незагрязненные сточные воды.

**21.7.** При отсутствии в районе строительства дождевой или общесплавной канализации допускается предусматривать выпуск воды из внутренних водостоков в открытые водонепроницаемые лотки.

Под лотками следует предусматривать уплотнение грунта на глубину 0,2-0,3 м.

Лотки в местах переходов под тротуарами и проезжей частью автомобильных дорог следует перекрывать железобетонными плитами.

### **СЕЙСМИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ**

**21.8.** Жесткая заделка трубопровода в кладке стен и фундаментах зданий и сооружений не допускается. Отверстия для пропуска труб через стены и фундаменты должны иметь размеры, обеспечивающие в кладке зазор трубы не менее 0,2 м. Зазор должен заполняться эластичным водо- и газонепроницаемым материалом.

**21.9.** Не допускается пересечение канализационными трубопроводами конструкций деформационных швов зданий.

**21.10.** Стыковые соединения раструбных труб и труб, соединяемых на муфтах, прокладываемых в районах с сейсмичностью 8-9 баллов, должны обеспечивать компенсацию возможных просадок, для чего следует применить резиновые уплотнительные кольца.

**21.11.** В местах поворота стояка из вертикального в горизонтальное положение следует предусматривать бетонные упоры.

### **ПОДРАБАТЫВАЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ**

**21.12.** При проектировании внутренних сетей канализации водостоков зданий на подрабатываемых территориях следует соблюдать требования [пп. 14.19-14.24](#); [14.30](#) и [14.32](#).

**21.13.** Выпуски канализации и водостоков из зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях I-IV групп, допускается выполнять из чугунных, керамических, асбестоцементных или пластмассовых труб.

На территориях, подрабатываемых крутопадающими пластами Iк-IVк групп, выпуски следует выполнять из чугунных, асбестоцементных или пластмассовых труб.

**21.14.** Уклоны выпусков и труб внутренней канализационной сети зданий следует назначать с учетом ожидаемой осадки земной поверхности.

**21.15.** Стыковые соединения трубопроводов внутренней канализации следует выполнять подвижными за счет применения эластичных заделок. В зданиях, защищаемых по жесткой конструктивной схеме, допускается предусматривать жесткую заделку стыковых соединений.

**21.16.** Не допускается пересечение трубопроводами внутренней канализации деформационных швов зданий.

**21.17.** Не допускается скрытая прокладка труб внутренней канализации в бороздах и штробах стен здания, защищаемого по податливой конструктивной схеме.

**21.18.** Для внутренней канализации зданий следует применять канализационные трубы и соединительные части из полиэтилена и других синтетических материалов.

**21.19.** При защите здания в процессе его эксплуатации методом выравнивания трубопроводы канализации, прокладываемые в подвалах или подпольях, не должны затруднять выполнение работ по выравниванию здания.

### **ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ**

**21.20.** Внутренние водостоки следует проектировать с открытым выпуском.

**21.21.** Транспортируемую жидкость следует предохранять от замерзания при расчетных эксплуатационных и аварийных режимах.

Подогрев канализационных стоков в случае необходимости следует обеспечивать дополнительным сбросом водопроводной воды.

**П р и м е ч а н и е .** Сброс водопроводной воды в канализацию у потребителей, в концах тупиковых участков и на перемычках, не обеспечивающих надежной циркуляции, допускается только на основании результатов технико-экономических расчетов, подтверждающих целесообразность упрощения сетей за счет резко увеличенного расхода воды.

**21.22.** Системы водоснабжения и канализации следует оснащать комплектом приборов и установок, обеспечивающих систематический контроль и по возможности автоматическое регулирование температурного режима трубопроводов, гидравлического режима трубопроводов, температурного режима грунтов в основаниях трубопроводов и сооружений.

**21.23.** Число водопроводов и выпусков канализации необходимо принимать минимальным и соблюдать при этом следующие условия:

уклоны труб и каналов необходимо направлять от здания;

воздух, вентилирующий каналы, должен забираться из проветриваемых подполий зданий;

в местах непосредственного примыкания каналов свайные фундаменты зданий следует заглублять на 2-3 м ниже расчетной величины.

**21.24.** На выпусках канализаций, при проектировании которых не предусматривается тепловое сопровождение, наряду с термоизоляцией следует предусматривать дополнительный изоляционный слой из теплоемких материалов.

**21.25.** Для внутреннего оборудования зданий следует применять:

канализационные трубы и соединительные части из полиэтилена и других синтетических материалов и чугуна;

мойки, ванны и другое санитарно-техническое оборудование, штампованное из стали или изготовленное из пластмассы или керамики.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Обязательное*

## ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$q_0^{tot}$  - общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), принимаемый согласно [п. 3.2](#);

$q_0^h$  - расход горячей воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), принимаемый согласно [п. 3.2](#);

$q_0^c$  - расход холодной воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), принимаемый согласно [п. 3.2](#);

$q_0^s$  - расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с, принимаемый согласно обязательному [приложению 2](#);

$q^{tot}$  - общий максимальный расчетный расход воды, л/с;

$q^h$  - максимальный расчетный расход горячей воды, л/с;

$q^c$  - максимальный расчетный расход холодной воды, л/с;

$q^s$  - максимальный расчетный расход сточных вод, л/с;

$q_{0,hr}^{tot}$  - общий расход воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимаемый согласно обязательному [приложению 3](#);

$q_{0,hr}^h$  - расход горячей воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимаемый согласно обязательному [приложению 3](#);

$q_{0,hr}^c$  - расход холодной воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимаемый согласно обязательному [приложению 3](#);

$q_{hr,u}^{tot}$  - общая норма расхода воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая согласно обязательному [приложению 3](#);

- $q_{hr,u}^h$  - норма расхода горячей воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая согласно обязательному [приложению 3](#);
- $q_{hr,u}^c$  - норма расхода холодной воды, л, потребителем в час наибольшего потребления, принимаемая согласно обязательному [приложению 3](#);
- $q_{hr}^{tot}$  - общий максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>;
- $q_{hr}^h$  - максимальный часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup>;
- $q_{hr}^c$  - максимальный часовой расход холодной воды, м<sup>3</sup>;
- $q_T^{tot}$  - общий средний часовой расход воды, м<sup>3</sup>;
- $q_T^h$  - средний часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup>;
- $q_T^c$  - средний часовой расход холодной воды, м<sup>3</sup>;
- $q^{cir}$  - расчетный циркуляционный расход горячей воды в системе, л/с;
- $q^{h,cir}$  - расчетный расход горячей воды с учетом циркуляционного, л/с;
- $q_u^{tot}$  - общая норма расхода воды потребителем в сутки (смену) наибольшего водопотребления, л;
- $q_u^h$  - норма расхода горячей воды, л, потребителем в сутки (смену) наибольшего водопотребления;
- $q_u^c$  - норма расхода холодной воды, л, потребителем в сутки (смену) наибольшего водопотребления:
- $q_{u,m}^{tot}$  - общая норма расхода в средние сутки, л;
- $q_{u,m}^h$  - норма расхода горячей воды в средние сутки, л;
- $q_{u,m}^c$  - норма расхода холодной воды в средние сутки, л;
- $q^{st,w}$  - расчетный расход дождевых вод;
- $q^{sp}$  - расход воды, подаваемой насосами;
- $q_{hr}^{sp}$  - часовой расход воды, м<sup>3</sup>, подаваемой насосом;
- $U$  - число водопотребителей;
- $N$  - число санитарно-технических приборов;
- $i$  (индекс) - порядковый номер водопотребителя или санитарно-технического прибора;
- $i$  - удельные потери напора на трение при расчетном расходе, определяемые по таблицам для гидравлического расчета систем холодного водоснабжения, для систем горячего водоснабжения с учетом застоя по рекомендуемому [приложению 6](#);
- $P$  - вероятность действия санитарно-технических приборов;
- $P_{hr}$  - вероятность использования санитарно-технических приборов (возможность подачи прибором нормированного часового расхода воды) в течение расчетного часа в зданиях или сооружениях с одинаковыми водопотребителями;
- $T$  - расчетное время, ч, потребления воды (сутки, смена);
- $H_p$  - напор, м, развиваемый насосной установкой;
- $H_{geom}$  - геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса до требуемого санитарно-технического прибора;
- $H_l$  - потери напора, м, на расчетном участке трубопровода;
- $H_{l,tot}$  - сумма потерь напора на расчетном участке трубопровода;

$H_f$  - свободный напор, м, у санитарно-технического прибора, принимаемый согласно обязательному [приложению 2](#);

$H_g$  - наименьший гарантированный напор в наружной водопроводной сети;

$H_{ep}$  - избыточный напор, м, который следует погасить диафрагмой;

$Q_{hr}^h$  - тепловой поток, кВт, на нужды горячего водоснабжения в течение часа максимального водопотребления;

$Q_t^h$  - тепловой поток, кВт, на нужды горячего водоснабжения в течение среднего часа водопотребления;

$Q^{ht}$  - теплопотери на расчетном участке, кВт;

$v$  - скорость движения жидкости в трубопроводе, м/с;

$\frac{H}{d}$  - наполнение трубопровода;

$l$  - длина, м, расчетного участка трубопровода;

$k_l$  - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях;

$t^c$  - температура холодной воды, °С, в сети водопровода; при отсутствии данных ее следует принимать равной 5 °С;

$\Delta t$  - разность температур горячей и холодной воды, °С;

$n$  - число включений насоса в 1 ч;

$n'$  - шероховатость трубопроводов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
Обязательное

**РАСХОДЫ ВОДЫ И СТОКОВ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ**

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/с			Свободный напор $H_f$ , м	Расход стоков от прибора $q_0^s$ , л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
	общий $q_0^{tot}$	холодный $q_0^c$	горячий $q_0^h$	общий $q_{0,hr}^{tot}$	холодный $q_{0,hr}^c$	горячий $q_{0,hr}^h$			подводка	отводка
1. Умывальник, раковина, ванна, туалет с водоразборным краном	0,1	0,1	-	30	30	-	2	0,15	10	32
2. То же, со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2	0,15	10	32
3. Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном и колонка лабораторная водоразборная	0,15	0,15	-	50	50	-	2	0,3	10	40
4. Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2	0,6	10	40
5. Мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	280	220	2	0,6	15	50
6. Ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3	0,8	10	40



Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/с			Свободный напор $H_f$ , м	Расход стоков от прибора $Q_0^s$ , л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
	общий $Q_0^{tot}$	холодный $Q_0^c$	горячий $Q_0^h$	общий $Q_{0,hr}^{tot}$	холодный $Q_{0,hr}^c$	горячий $Q_{0,hr}^h$			подводка	отвод
7. Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	-	300	300	-	3	1,1	15	40
8. Ванна медицинская со смесителем условным диаметром, мм:										
20	0,4	0,3	0,3	700	460	460	5	2,3	20	50
25	0,6	0,4	0,4	750	500	500	5	3	25	75
32	1,4	1	1	1060	710	710	5	3	32	75
9. Ванна ножная со смесителем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	3	0,5	10	40
10. Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3	0,2	10	40
11. Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3	0,6	10	40
12. Душ в групповой установке со смесителем	0,2	0,14	0,14	500	270	230	3	0,2	10	50
13. Гигиенический душ (биде) со смесителем и аэратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	5	0,15	10	32
14. Нижний восходящий душ	0,3	0,2	0,2	650	430	430	5	0,3	15	40
15. Колонка в мыльнице водоразборным краном холодной или горячей воды	0,4	0,4	-	1000	1000	-	2	0,4	20	-
16. Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	-	83	83	-	2	1,6	8	85
17. Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	-	81	81	-	4	1,4	-	85
18. Писсуар	0,035	0,035	-	36	36	-	2	0,1	10	40
19. Писсуар полуавтоматическим смывным краном	0,2	0,2	-	36	36	-	3	0,2	15	40
20. Питьевой фонтанчик	0,04	0,04	-	72	72	-	2	0,05	10	25
21. Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	2	0,3	15	-
22. Трап условным диаметром, мм:										
50	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	50
100	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-	100

Примечания: 1. При установке аэраторов на водоразборных кранах и смесителях свободный напор в подводках следует принимать не менее 5 м.

2. Расход сточных вод, отводимых трапами, следует определять расчетом согласно п. 3.4 и принимать не более указанных в таблице.

3. Для систем водоснабжения при применении коллекторных подводок из пластмассовых труб к умывальникам, раковинам, мойкам, смесителям для ванн и умывальникам, душевым кабинам, биде, унитазам со смывным бачком, писсуарам, питьевым фонтанчикам допускается применять трубы диаметром 12 × 2 мм.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Обязательное

### НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c, q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$ )
		общая (в том числе горячей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	горячей $q_u^h$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$		
1. Жилые дома квартирного типа:	1 житель	95	-	120	-	6,5	-	0,2 (50)	0,2 (50)
с водопроводом и канализацией без ванн с газоснабжением	то же	120	-	150	-	7	-	0,2 (50)	0,2 (50)
с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	«	150	-	180	-	8,1	-	0,3 (300)	0,3 (300)
с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	«	190	-	225	-	10,5	-	0,3 (300)	0,3 (300)
с быстродействующими газовыми нагревателями и многоточечным водоразбором централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами	«	210	-	250	-	13	-	0,3 (300)	0,3 (300)
с сидячими ваннами, оборудованными душами	«	195	85	230	100	12,5	7,9	0,2(100)	0,14 (60)
с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	«	230	90	275	110	14,3	9,2	0,3 (300)	0,2 (200)
с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	«	250	105	300	120	15,6	10	0,3 (300)	0,2 (200)
высотой св. 12 этажей с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их	1 житель	360	115	400	130	20	10,9	0,3 (300)	0,2 (200)

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c \cdot q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c \cdot q_{0,hr}^h$ )
		общая (в том числе горячей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	горячей $q_u^h$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$		
благоустройству									
2. Общежития:									
с общими душевыми	то же	85	50	100	60	10,4	6,3	0,2 (100)	0,14 (60)
с душами при всех жилых комнатах	«	110	60	120	70	12,5	8,2	0,12 - 0,2 (100)	0,14 (60)
с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания	«	140	80	160	90	12	7,5	0,2 (100)	0,14 (60)
3. Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами	«	120	70	120	70	12,5	8,2	0,3 (300)	0,2 (200)
4. Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах	«	230	140	230	140	19	12	0,2 (115)	0,14 (80)
5. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, % от общего числа номеров:									
до 25	«	200	100	200	100	22,4	10,4	0,3 (250)	0,2 (180)
« 75	«	250	150	250	150	28	15	0,3 (280)	0,2 (190)
« 100	«	300	180	300	180	30	16	0,3 (300)	0,2 (200)
6. Больницы:									
с общими ваннами и душевыми	1 койка	115	75	115	75	8,4	5,4	0,2 (100)	0,14 (60)
с санитарными узлами, приближенными к палатам	1 койка	200	90	200	90	12	7,7	0,3 (300)	0,2 (200)
инфекционные	то же	240	110	240	110	14	9,5	0,2 (200)	0,14 (120)
7. Санатории и дома отдыха:									
с ваннами при всех жилых комнатах	«	200	120	200	120	10	4,9	0,3 (300)	0,2 (200)
с душами при всех жилых комнатах	«	150	75	150	75	12,5	8,2	0,2 (100)	0,14 (60)
8. Поликлиники и амбулатории	1 больной в смену	13	5,2	15	6	2,6	1,2	0,2 (80)	0,14 (60)
9. Детские ясли-сады: с дневным пребыванием детей:									
со столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	21,5	11,5	30	16	9,5	4,5	0,14 (100)	0,1 (60)
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими	то же	75	25	105	35	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)		
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c \cdot q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c \cdot q_{0,hr}^h$ )	
		общая (в том числе горячей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	горячей $q_u^h$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$			
стиральными машинами с круглосуточным пребыванием детей: со столовыми, работающими на полуфабрикатах	«	39	21,4	55	30	10	4,5	0,14 (100)	0,1 (60)	
	1 ребенок	93	28,5	130	40	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)	
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	10. Пионерские лагеря (в том числе круглогодичного действия): со столовыми, работающими на сырье и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	1 место	200	40	200	40	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)
	то же	55	30	55	30	10	4,5	0,14 (100)	0,1 (60)	
со столовыми, работающими на полуфабрикатах и стиркой белья в централизованных прачечных	11. Прачечные: механизированные	1 кг сухого белья	75	25	75	25	75	25	По технологическим данным	
	немеханизированные	то же	40	15	40	15	40	15	0,3 (300)	0,2 (200)
12. Административные здания	1 работающий	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)	
13. Учебные заведения (в том числе высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	1 учащийся и 1 преподаватель	17,2	6	20	8	2,7	1,2	0,14 (100)	0,1 (60)	
14. Лаборатории высших и средних специальных учебных заведений	1 прибор в смену	224	112	260	130	43,2	21,6	0,2 (200)	0,2 (200)	
15.	1 учащийся и 1	10	3	11,5	3,5	3,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)	

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c \cdot q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c \cdot q_{0,hr}^h$ )
		общая (в том числе горячей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	горячей $q_u^h$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$		
Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	преподаватель в смену								
То же, с продленным днем	то же	12	3,4	14	4	3,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)
16. Профессионально-технические училища с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	«	20	8	23	9	3,5	1,4	0,14 (100)	0,1 (60)
17. Школы-интернаты с помещениями: учебными (с душевыми при гимнастических залах) спальными	«	9	2,7	10,5	3,2	3,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)
18. Научно-исследовательские институты и лаборатории:	1 место	70	30	70	30	9	6	0,14 (100)	0,1 (60)
химического профиля	1 работающий	460	60	570	80	55,6	8	0,2 (300)	0,2 (200)
биологического профиля	то же	310	55	370	75	32	8,2	0,2 (300)	0,2 (200)
физического профиля	«	125	15	155	20	12,9	1,7	0,2 (300)	0,2 (200)
естественных наук	«	12	5	16	7	3,5	1,7	0,14 (80)	0,1 (60)
19. Аптеки:	«	12	5	16	7	4	2	0,14 (60)	0,1 (40)
торговый зал и подсобные помещения	«	12	5	16	7	4	2	0,14 (60)	0,1 (40)
лаборатория приготовления лекарств	«	310	55	370	75	32	8,2	0,2 (300)	0,2 (200)
20. Предприятия общественного питания:									
для приготовления пищи:									
реализуемой в обеденном зале	1 условное блюдо	12	4	12	4	12	4	0,3 (300)	0,2 (200)
продаваемой на дом выпускающие полуфабрикаты:	то же	10	3	10	3	10	3	0,3 (300)	0,2 (200)
мясные	1 т	-	-	6700	3100	-	-	0,3 (300)	0,2 (200)
рыбные	то же	-	-	6400	700	-	-	0,3 (300)	0,2 (200)
овощные	«	-	-	4400	800	-	-	0,3 (300)	0,2 (200)
кулинарные	«	-	-	7700	1200	-	-	0,3 (300)	0,2 (200)

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c \cdot q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c \cdot q_{0,hr}^h$ )
		общая (в том числе горячей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	горячей $q_u^h$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$		
21. Магазины: продовольственные	1 работающий в смену (20 м <sup>2</sup> торгового зала)	250	65	250	65	37	9,6	0,3 (300)	0,2 (200)
промтоварные	1 работающий в смену	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
22. Парикмахерские	1 рабочее место в смену	56	33	60	35	9	4,7	0,14 (60)	0,1 (40)
23. Кинотеатры	1 место	4	1,5	4	1,5	0,5	0,2	0,14 (80)	0,1 (50)
24. Клубы	то же	8,6	2,6	10	3	0,9	0,4	0,14 (80)	0,1 (50)
25. Театры: для зрителей	«	10	5	10	5	0,9	0,3	0,14 (60)	0,1 (40)
« артистов	1 артист	40	25	40	25	3,4	2,2	0,14 (80)	0,1 (50)
26. Стадионы и спортзалы: для зрителей	1 место	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
« физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	50	30	50	30	4,5	2,5	0,2 (80)	0,14 (50)
для спортсменов	1 спортсмен	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
27. Плавательные бассейны: пополнение бассейна	% вместимости бассейна в сутки	10	-	-	-	-	-	-	-
для зрителей	1 место	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
« спортсменов (с учетом приема душа)	1 спортсмен (1 физкультурник)	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
28. Бани: для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе	1 посетитель	-	-	180	120	180	120	0,4 (180)	0,4 (120)
то же, с приемом оздоровительных процедур и ополаскиванием в душе:	то же	-	-	290	190	290	190	0,4 (290)	0,4 (190)
душевая кабина	«	-	-	360	240	360	240	0,2 (360)	0,14 (240)
ванная кабина	«	-	-	540	360	540	360	0,3 (540)	0,2 (360)
29. Душевые в бытовых помещениях	1 душевая сетка в смену	-	-	500	270	500	270	0,2 (500)	0,14 (270)
30. Цехи с тепловыделениями св. 84 кДж на 1 м <sup>3</sup> /ч	1 чел. в смену	-	-	45	24	14,1	8,4	0,14 (60)	0,1 (40)
31. Остальные цехи	то же	-	-	25	11	9,4	4,4	0,14 (60)	0,1 (40)
32. Расход воды на поливку: травяного покрова	1 м <sup>2</sup>	3	-	3	-	-	-	-	-
футбольного поля	то же	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-
остальных	«	1,5	-	1,5	-	-	-	-	-

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) $q_0^{tot}$ ( $q_{0,hr}^{tot}$ )	холодной или горячей $q_0^c \cdot q_0^h$ ( $q_{0,hr}^c \cdot q_{0,hr}^h$ )
		общая (в том числе горячей) $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	горячей $q_u^h$	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$		
спортивных сооружений усовершенствованных покрытий, тротуаров, площадей, заводских проездов	1 м <sup>2</sup>	0,4 - 0,5	-	0,4 - 0,5	-	-	-	-	-
зеленых насаждений, газонов и цветников	то же	3 - 6	-	3 - 6	-	-	-	-	-
33. Заливка поверхности катка	«	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-

Примечания: 1. Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживающего персонала, посетителями, на уборку помещений и т. п.).

Потребление воды в групповых душевых и на ножные ванны в бытовых зданиях и помещениях производственных предприятий, на стирку белья в прачечных и приготовление пищи на предприятиях общественного питания, а также на водолечебные процедуры в водолечебницах, входящих в состав больниц, санаториев и поликлиник, надлежит учитывать дополнительно.

Настоящие требования не распространяются на потребителей, для которых обязательным [приложением 3](#) установлены нормы водопотребления, включающие расход воды на указанные нужды.

2. Нормы расхода воды в средние сутки приведены для выполнения технико-экономических сравнений вариантов.

3. Расход воды на производственные нужды, не указанный в настоящей таблице, следует принимать в соответствии с технологическими заданиями и указаниями по строительному проектированию предприятий отдельных отраслей промышленности.

4. Для водопотребителей гражданских зданий, сооружений и помещений, не указанных в настоящей таблице, нормы расхода воды следует принимать согласно настоящему приложению для потребителей, аналогичных по характеру водопотребления.

5. При неавтоматизированных стиральных машинах в прачечных и при стирке белья со специфическими загрязнениями норму расхода горячей воды на стирку 1 кг сухого белья допускается увеличивать до 30 %.

6. Для предприятий общественного питания и других потребителей горячей воды, где по условиям технологии требуется дополнительный подогрев воды, нормы расхода горячей воды следует принимать согласно настоящему приложению без учета коэффициента, указанного в [п. 3.10](#).

7. Норма расхода воды на поливку установлена из расчета одной поливки. Число поливок в сутки следует принимать в зависимости от климатических условий.

8. При оборудовании холодного водопровода зданий или сооружений смывными кранами вместо смывных бачков следует принимать расход воды санитарно-техническим прибором  $q_0^c = 1,4$  л/с; общий расход воды  $q_0^{tot}$  зданиями и сооружениями следует определять согласно [п. 3.2](#).

9. В предприятиях общественного питания количество реализуемых блюд  $U$  в час следует определить по формуле:

$$U = 2,2 n m,$$

где  $n$  – количество посадочных мест;

$m$  – количество посадок, принимаемое для столовых открытого типа и кафе равным 2; для столовых при промышленных предприятиях и студенческих столовых - 3; для ресторанов - 1,5.

Нормы расхода воды включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживания персонала, посетителями, на уборку помещения и т.д.)

Время работы предприятий общественного питания, с учетом приготовления пищи и мытья оборудования, определяется технологической частью проекта.

В предприятиях общественного питания, где приготовление пищи не предусмотрено (буфеты, бутербродные и т.п.), нормы расхода воды следует принимать как разницу между нормами в



предприятиях, готовящих и реализующих пищу в обеденном зале и продающих на дом. Норма расхода воды на 1 т продукции определяется частью проекта.

**Поправка. БСТ 6-2000.**

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендуемое

**ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ  $\alpha$  и  $\alpha_{hr}$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ  $N$ , ВЕРОЯТНОСТИ ИХ ДЕЙСТВИЯ  $P$  И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  $P_{hr}$**

Таблица 1

**Значения коэффициентов  $\alpha$  ( $\alpha_{hr}$ ) при  $P$  ( $P_{hr}$ )  $> 0,1$  и  $N \leq 200$**

N	P ( $P_{hr}$ )									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
4	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80
6	0,72	0,78	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,20
8	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,39	1,50	1,58	1,59
10	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
12	1,05	1,15	1,28	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11	2,29	2,36
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,4	2,63	2,75
16	1,25	1,37	1,53	1,71	1,92	2,15	2,41	2,69	2,96	3,14
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,60	3,92
22	1,49	1,67	1,88	2,13	2,41	2,74	3,11	3,51	3,94	4,33
24	1,57	1,77	2,00	2,26	2,57	2,93	3,33	3,78	4,27	4,70
26	1,64	1,86	2,11	2,39	2,73	3,11	3,55	4,04	4,60	5,11
28	1,72	1,95	2,21	2,52	2,88	3,30	3,77	4,3	4,94	5,51
30	1,80	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
32	1,87	2,13	2,43	2,77	3,18	3,66	4,20	4,82	5,60	6,24
34	1,94	2,21	2,53	2,90	3,33	3,84	4,42	5,08	5,92	6,65
36	2,02	2,30	2,63	3,02	3,48	4,02	4,63	5,33	6,23	7,02
38	2,09	2,38	2,73	3,14	3,62	4,20	4,84	5,58	6,60	7,43
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	4,38	5,05	5,83	6,91	7,84
45	2,33	2,67	3,08	3,53	4,12	4,78	5,55	6,45	7,72	8,80
50	2,50	2,88	3,32	3,80	4,47	5,18	6,05	7,07	8,52	9,90
55	2,66	3,07	3,56	4,07	4,82	5,58	6,55	7,69	9,40	10,80
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,20	11,80
65	2,99	3,46	4,02	4,61	5,50	6,38	7,55	8,93	11,00	12,70
70	3,14	3,65	4,25	4,88	5,83	6,78	8,05	9,55	11,70	13,70
75	3,3	3,84	4,48	5,15	6,16	7,18	8,55	10,17	12,50	14,70
80	3,45	4,02	4,70	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,40	15,70
85	3,60	4,20	4,92	5,69	6,82	7,98	9,57	11,41	14,20	16,80
90	3,75	4,38	5,14	5,96	7,15	8,38	10,08	12,04	14,90	17,70
95	3,90	4,56	5,36	6,23	7,48	8,78	10,59	12,67	15,60	18,60
100	4,05	4,74	5,58	6,50	7,81	9,18	11,10	13,30	16,50	19,60
105	4,20	4,92	5,80	6,77	8,14	9,58	11,61	13,93	17,20	20,60
110	4,35	5,10	6,02	7,04	8,47	9,99	12,12	14,56	18,00	21,60
115	4,50	5,28	6,24	7,31	8,80	10,40	12,63	15,19	18,80	22,60
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,50	23,60
125	4,80	5,64	6,68	7,85	9,46	11,22	13,65	16,45	20,20	24,60
130	4,95	5,82	6,90	8,12	9,79	11,63	14,16	17,08	21,00	25,50
135	5,10	6,00	7,12	8,39	10,12	12,04	14,67	17,71	21,90	26,50
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,70	27,50
145	5,39	6,36	7,56	8,93	10,77	12,86	15,69	18,97	23,40	28,40
150	5,53	6,54	7,78	9,20	11,09	13,27	16,20	19,60	24,20	29,40
155	5,67	6,72	8,00	9,47	11,41	13,68	16,71	20,23	25,00	30,40
160	5,81	6,90	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,60	31,30

N	P (P <sub>hr</sub> )									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
165	5,95	7,07	8,44	10,01	12,05	14,50	17,73	21,49	26,40	32,50
170	6,09	7,23	8,66	10,28	12,37	14,91	18,24	22,12	27,10	33,60
175	6,23	7,39	8,88	10,55	12,69	15,32	18,75	22,75	27,90	34,70
180	6,37	7,55	9,10	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,50	35,40
185	6,50	7,71	9,32	11,09	13,33	16,14	19,77	24,01	29,40	36,60
190	6,63	7,87	9,54	11,36	13,65	16,55	20,28	24,64	30,10	37,60
195	6,76	8,03	9,75	11,63	13,97	16,96	20,79	25,27	30,90	38,30
200	6,89	8,19	9,96	11,90	14,30	17,40	21,30	25,90	31,80	39,50

Таблица 2

**Значения коэффициентов  $\alpha$  ( $\alpha_{h2}$ ) при  $P (P_{hr}) \leq 0,1$  и любом числе  $N$ , а также при  $P (P_{hr}) > 0,1$  и числе  $N > 200$**

NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
Менее 0,015	0,200	0,046	0,266	0,115	0,361	0,35	0,573	0,84	0,883
0,015	0,202	0,047	0,268	0,120	0,367	0,36	0,580	0,86	0,894
0,016	0,205	0,048	0,270	0,125	0,373	0,37	0,588	0,88	0,905
0,017	0,207	0,049	0,271	0,130	0,378	0,38	0,595	0,90	0,916
0,018	0,210	0,050	0,273	0,135	0,384	0,39	0,602	0,92	0,927
0,019	0,212	0,052	0,276	0,140	0,389	0,40	0,610	0,94	0,937
0,020	0,215	0,054	0,280	0,145	0,394	0,41	0,617	0,96	0,948
0,021	0,217	0,056	0,283	0,150	0,399	0,42	0,624	0,98	0,959
0,022	0,219	0,058	0,286	0,155	0,405	0,43	0,631	1,00	0,969
0,023	0,222	0,060	0,289	0,160	0,410	0,44	0,638	1,05	0,995
0,024	0,224	0,062	0,292	0,165	0,415	0,45	0,645	1,10	1,021
0,025	0,226	0,064	0,295	0,170	0,420	0,46	0,652	1,15	1,046
0,026	0,228	0,065	0,298	0,175	0,425	0,47	0,658	1,20	1,071
0,027	0,230	0,068	0,301	0,180	0,430	0,48	0,665	1,25	1,096
0,028	0,233	0,070	0,304	0,185	0,435	0,49	0,672	1,30	1,120
0,029	0,235	0,072	0,307	0,190	0,439	0,50	0,678	1,35	1,144
0,030	0,237	0,074	0,309	0,195	0,444	0,52	0,692	1,40	1,168
0,031	0,239	0,076	0,312	0,20	0,449	0,54	0,704	1,45	1,191
0,032	0,241	0,078	0,315	0,21	0,458	0,56	0,717	1,50	1,215
0,033	0,243	0,080	0,318	0,22	0,467	0,58	0,730	1,55	1,238
0,034	0,245	0,082	0,320	0,23	0,476	0,60	0,742	1,60	1,261
0,035	0,247	0,084	0,323	0,24	0,485	0,62	0,755	1,65	1,283
0,036	0,249	0,086	0,326	0,25	0,493	0,64	0,767	1,70	1,306
0,037	0,250	0,088	0,328	0,26	0,502	0,66	0,779	1,75	1,328
0,038	0,252	0,090	0,331	0,27	0,510	0,68	0,791	1,80	1,350
0,039	0,254	0,092	0,333	0,28	0,518	0,70	0,803	1,85	1,372
0,040	0,256	0,094	0,336	0,29	0,526	0,72	0,815	1,90	1,394
0,041	0,258	0,096	0,338	0,30	0,534	0,74	0,826	1,95	1,416
0,042	0,259	0,098	0,341	0,31	0,542	0,76	0,838	2,00	1,437
0,043	0,261	0,100	0,343	0,32	0,550	0,78	0,849	2,1	1,479
0,044	0,263	0,105	0,349	0,33	0,558	0,80	0,860	2,2	1,521
0,045	0,265	0,110	0,355	0,34	0,565	0,82	0,872	2,3	1,563

Продолжение табл. 2

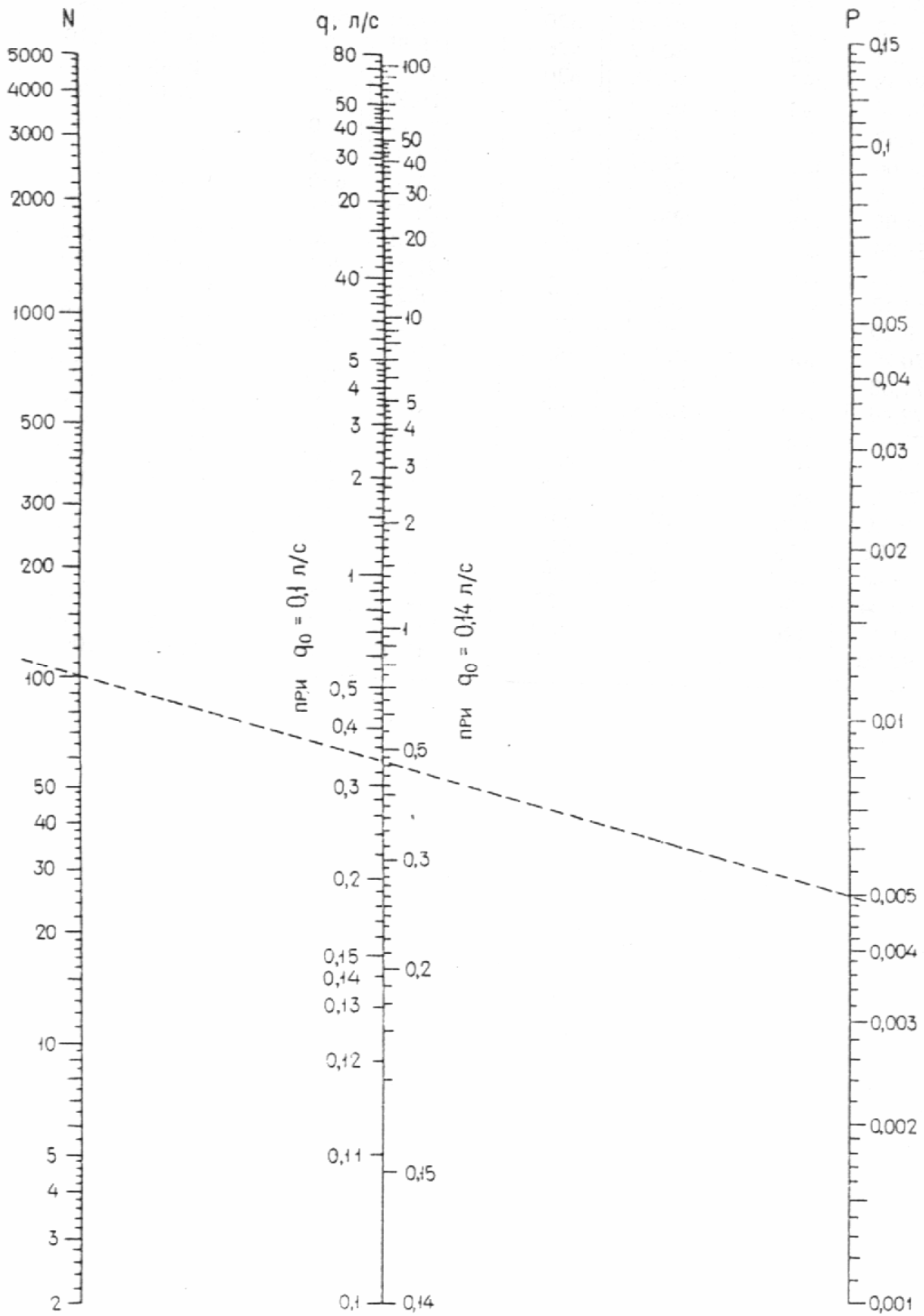
$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
2,4	1,604	8,2	3,585	18,0	6,362	44,0	12,89	96	24,99
2,5	1,644	8,3	3,616	18,2	6,415	44,5	13,01	97	25,22
2,6	1,684	8,4	3,646	18,4	6,469	45,0	13,13	98	25,45
2,7	1,724	8,5	3,677	18,6	6,522	45,5	13,25	99	25,68
2,8	1,763	8,6	3,707	18,8	6,575	46,0	13,37	100	25,91
2,9	1,802	8,7	3,738	19,0	6,629	46,5	13,49	102	26,36
3,0	1,840	8,8	3,768	19,2	6,682	47,0	13,61	104	26,82
3,1	1,879	8,9	3,798	19,4	6,734	47,5	13,73	106	27,27
3,2	1,917	9,0	3,828	19,6	6,788	48,0	13,85	108	27,72
3,3	1,954	9,1	3,858	19,8	6,840	48,5	13,97	110	28,18
3,4	1,991	9,2	3,888	20,0	6,893	49,0	14,09	112	28,63
3,5	2,029	9,3	3,918	20,5	7,025	49,5	14,20	114	29,09
3,6	2,065	9,4	3,948	21,0	7,156	50	14,32	116	29,54
3,7	2,102	9,5	3,978	21,5	7,287	51	14,56	118	29,89
3,8	2,138	9,6	4,008	22,0	7,417	52	14,80	120	30,44
3,9	2,174	9,7	4,037	22,5	7,547	53	15,04	122	30,90
4,0	2,210	9,8	4,067	23,0	7,677	54	15,27	124	31,35
4,1	2,246	9,9	4,097	23,5	7,806	55	15,51	126	31,80
4,2	2,281	10,0	4,126	24,0	7,935	56	15,74	128	32,25
4,3	2,317	10,2	4,185	24,5	8,064	57	15,98	130	32,70
4,4	2,352	10,4	4,244	25,0	8,192	58	16,22	132	33,15
4,5	2,386	10,6	4,302	25,5	8,320	59	16,45	134	33,60
4,6	2,421	10,8	4,361	26,0	8,447	60	16,69	136	34,06
4,7	2,456	11,0	4,419	26,5	8,575	61	16,92	138	34,51
4,8	2,490	11,2	4,477	27,0	8,701	62	17,15	140	34,96
4,9	2,524	11,4	4,534	27,5	8,828	63	17,39	142	35,41
5,0	2,558	11,6	4,592	28,0	8,955	64	17,62	144	35,86
5,1	2,592	11,8	4,649	28,5	9,081	65	17,85	146	36,31
5,2	2,626	12,0	4,707	29,0	9,207	66	18,09	148	36,76
5,3	2,660	12,2	4,764	29,5	9,332	67	18,32	150	37,21
5,4	2,693	12,4	4,820	30,0	9,457	68	18,55	152	37,66
5,5	2,726	12,6	4,877	30,5	9,583	69	18,79	154	38,11
5,6	2,760	12,8	4,934	31,0	9,707	70	19,02	156	38,56
5,7	2,793	13,0	4,990	31,5	9,832	71	19,25	158	39,01
5,8	2,826	13,2	5,047	32,0	9,957	72	19,48	160	39,46
5,9	2,858	13,4	5,103	32,5	10,08	73	19,71	162	39,91
6,0	2,891	13,6	5,159	33,0	10,20	74	19,94	164	40,35
6,1	2,924	13,8	5,215	33,5	10,33	75	20,18	166	40,80
6,2	2,956	14,0	5,270	34,0	10,45	76	20,41	168	41,25
6,3	2,989	14,2	5,326	34,5	10,58	77	20,64	170	41,70
6,4	3,021	14,4	5,382	35,0	10,70	78	20,87	172	42,15
6,5	3,053	14,6	5,437	35,5	10,82	79	21,10	174	42,60
6,6	3,085	14,8	5,492	36,0	10,94	80	21,33	176	43,05
6,7	3,117	15,0	5,547	36,5	11,07	81	21,56	178	43,50
6,8	3,149	15,2	5,602	37,0	11,19	82	21,69	180	43,95
6,9	3,181	15,4	5,657	37,5	11,31	83	22,02	182	44,40
7,0	3,212	15,6	5,712	38,0	11,43	84	22,25	184	44,84
7,1	3,244	15,8	5,767	38,5	11,56	85	22,48	186	45,29
7,2	3,275	16,0	5,821	39,0	11,68	86	22,71	188	45,74
7,3	3,307	16,2	5,876	39,5	11,80	87	22,94	190	46,19
7,4	3,338	16,4	5,930	40,0	11,92	88	23,17	192	46,64
7,5	3,369	16,6	5,984	40,5	12,04	89	23,39	194	47,09
7,6	3,400	16,8	6,039	41,0	12,16	90	23,62	196	47,54

$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
7,7	3,431	17,0	6,093	41,5	12,28	91	23,85	198	47,99
7,8	3,462	17,2	6,147	42,0	12,41	92	24,08	200	48,43
7,9	3,493	17,4	6,201	42,5	12,53	93	24,31	205	49,49
8,0	3,524	17,6	6,254	43,0	12,65	94	24,54	210	50,59
8,1	3,555	17,8	6,308	43,5	12,77	95	24,77	215	51,70

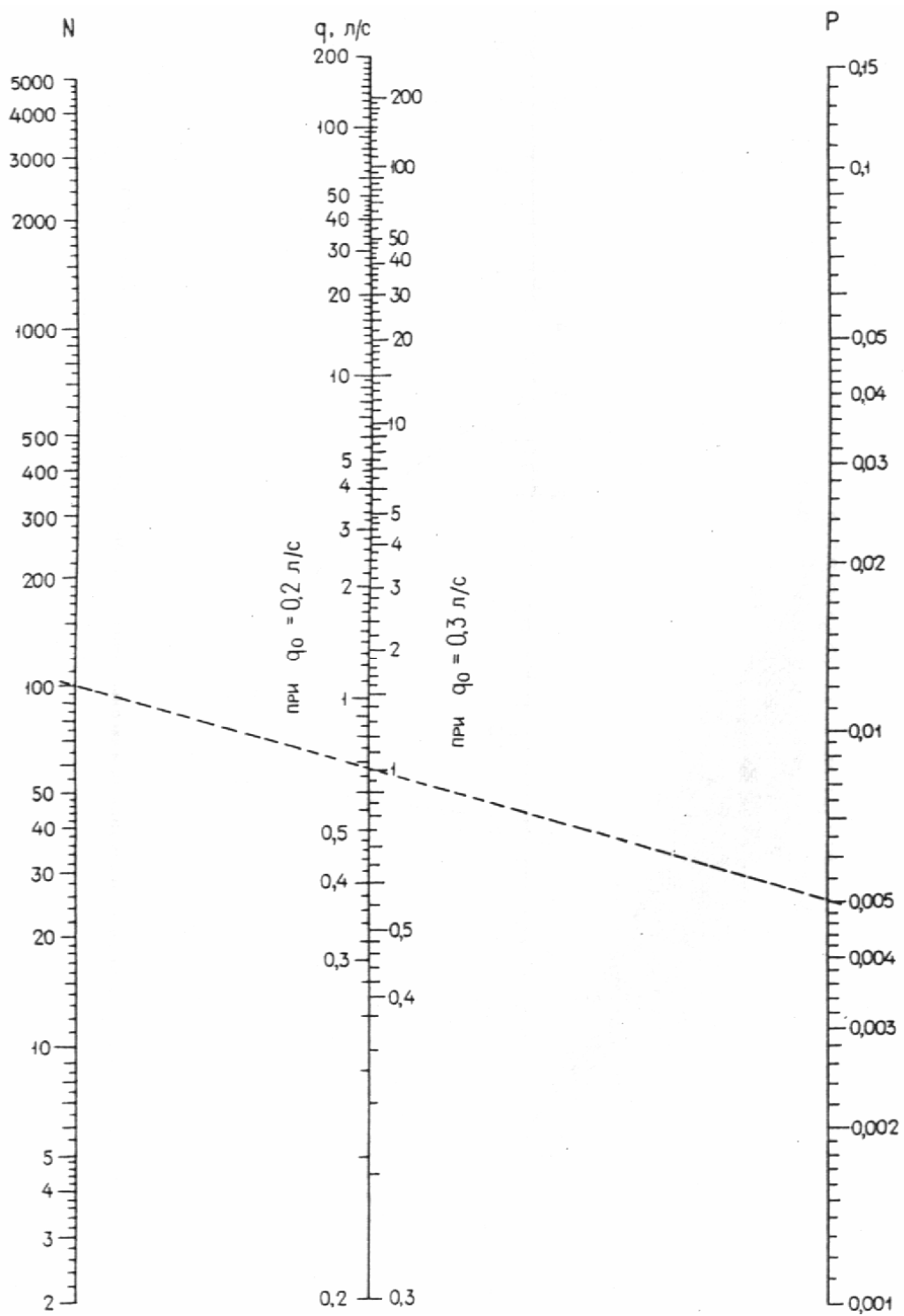
Продолжение табл. 2

$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	$NP$ или $NP_{hr}$	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
220	52,80	360	83,28	500	113,32	640	143,08	780	172,66
225	53,90	365	84,36	505	114,38	645	144,14	785	173,71
230	55,00	370	85,44	510	115,45	650	145,20	790	174,76
235	56,10	375	86,52	515	116,52	655	146,25	795	175,82
240	57,19	380	87,60	520	117,58	660	147,31	800	176,87
245	58,29	385	88,67	525	118,65	665	148,37	810	178,98
250	59,38	390	89,75	530	119,71	670	149,43	820	181,08
255	60,48	395	90,82	535	120,78	675	150,49	830	183,19
260	61,57	400	91,90	540	121,84	680	151,55	840	185,29
265	62,66	405	92,97	545	122,91	685	152,6	850	187,39
270	63,75	410	94,05	550	123,97	690	153,66	860	189,49
275	64,85	415	95,12	555	125,04	695	154,72	870	191,60
280	65,94	420	96,20	560	126,10	700	155,77	880	193,70
285	67,03	425	97,27	565	127,16	705	156,83	890	195,70
290	68,12	430	98,34	570	128,22	710	157,89	900	197,90
295	69,20	435	99,41	575	129,29	715	158,94	910	200,00
300	70,29	440	100,49	580	130,35	720	160,00	920	202,10
305	71,38	445	101,56	585	131,41	725	161,06	930	204,20
310	72,46	450	102,63	590	132,47	730	162,11	940	206,30
315	73,55	455	103,70	595	133,54	735	163,17	950	208,39
320	74,63	460	104,77	600	134,60	740	164,22	960	210,49
325	75,72	465	105,84	605	135,66	745	165,28	970	212,59
330	76,80	470	106,91	610	136,72	750	166,33	980	214,68
335	77,88	475	107,98	615	137,78	755	167,39	990	216,78
340	78,96	480	109,05	620	138,84	760	168,44	1000	218,87
345	80,04	485	110,11	625	139,90	765	169,50	1250	271,14
350	81,12	490	111,18	630	140,96	770	170,55	1600	343,90
355	82,20	495	112,25	635	142,02	775	171,60	2000	426,80

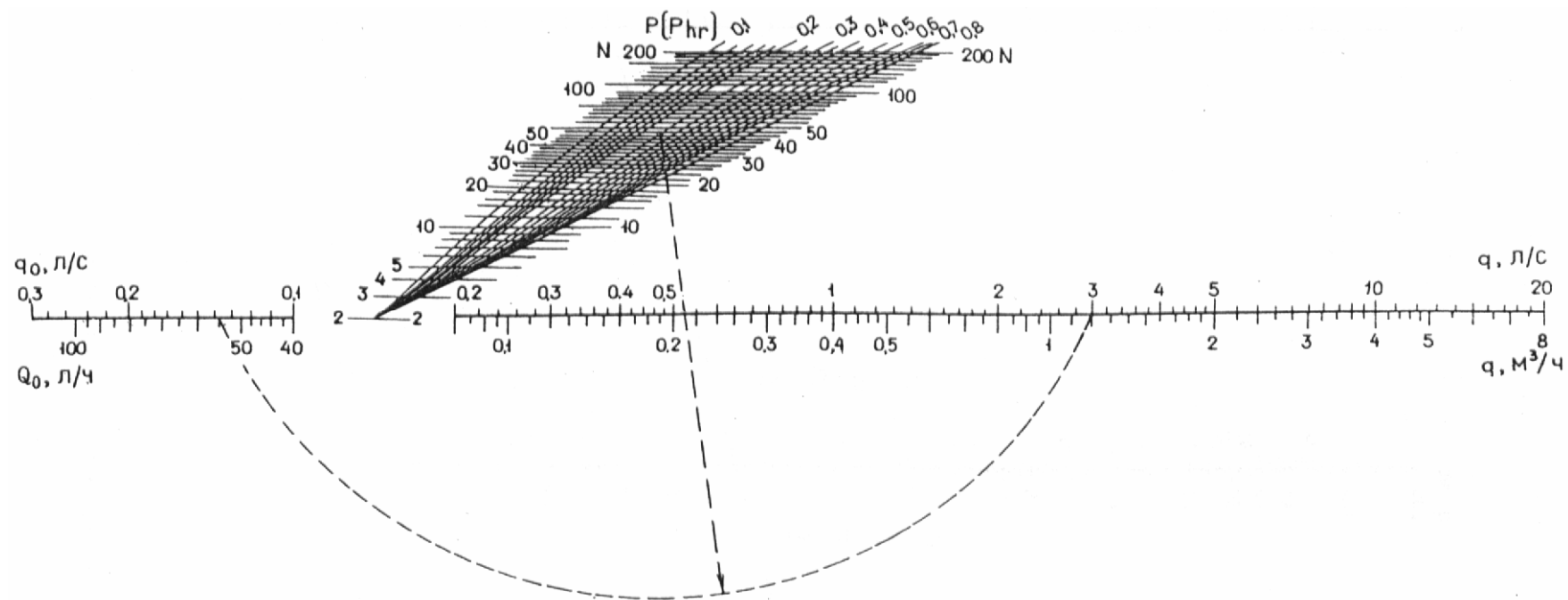
**НОМОГРАММЫ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ  
И ДИАМЕТРОВ ОТВЕРСТИЙ В ДИАФРАГМАХ**



**Черт. 1. Номограмма для определения секундных расходов воды  $q$  при  $q_0 = 0,1$  и  $0,14$  л/с и  $P \leq 0,15$**

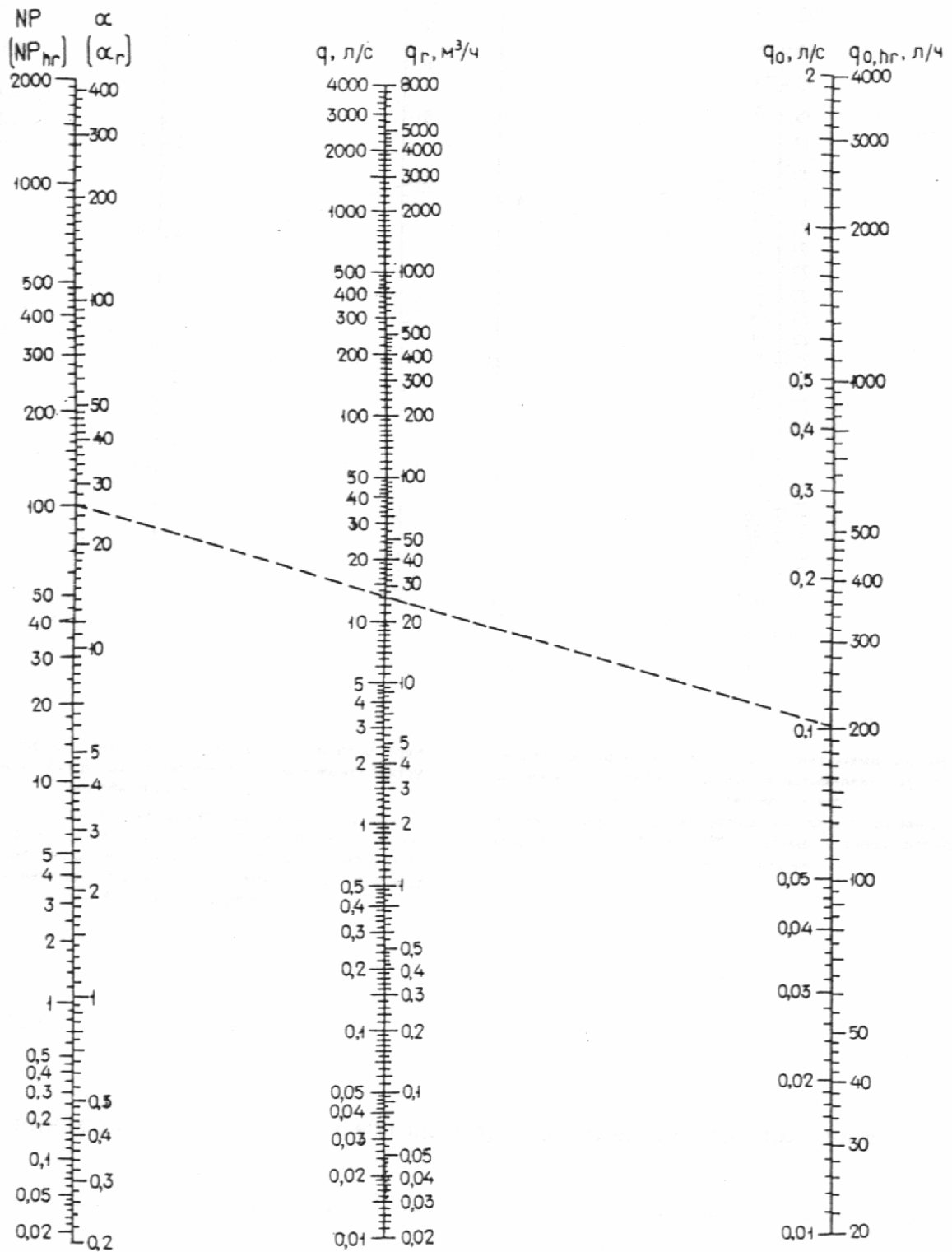


**Черт. 2. Номограмма для определения секундных расходов воды  $q$  при  $q_0 = 0,2$  и  $0,3$  л/с и  $P \leq 0,15$**

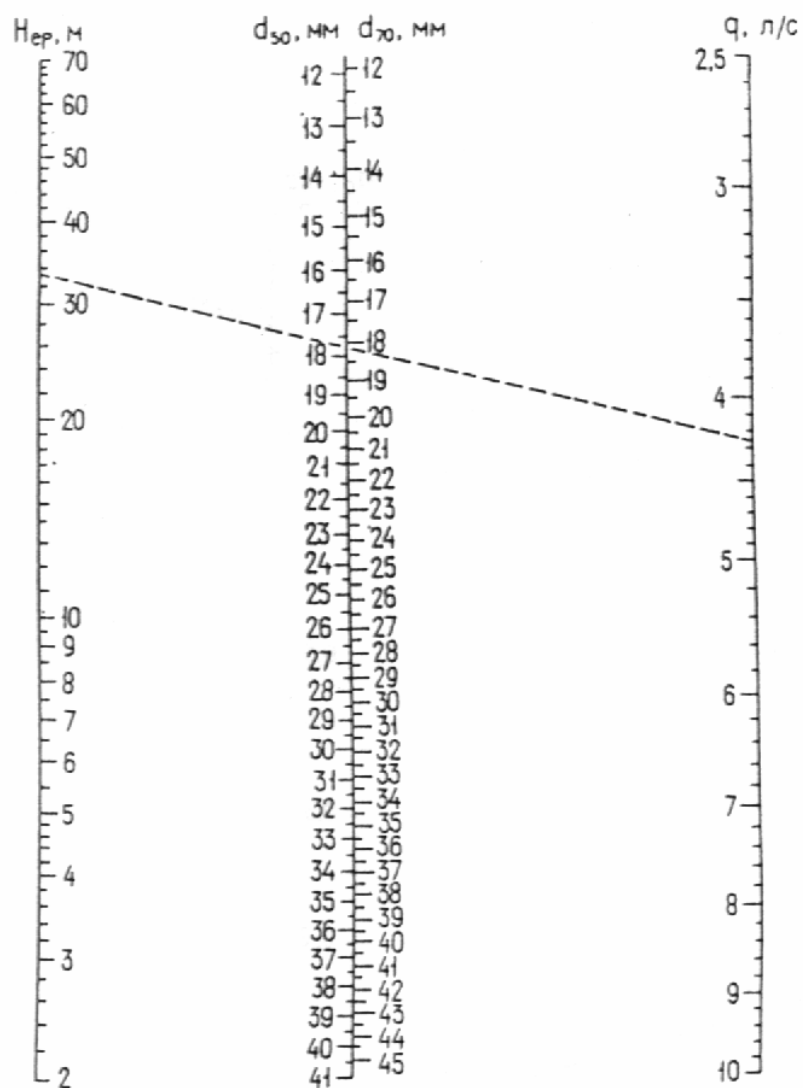


Черт. 3. Номограмма для определения секундных и часовых расходов воды  $q$  при  $q_0 \leq 0,3$  л/с,  $N \leq 200$  и  $P > 0,1$



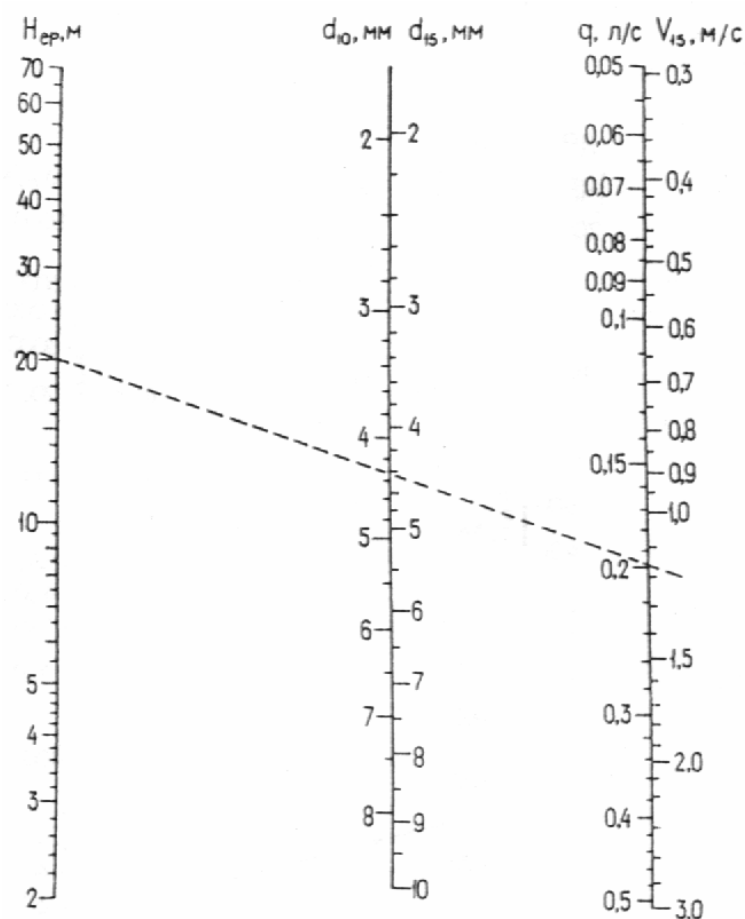


Черт. 4. Номограмма для определения секундных и часовых расходов воды в зависимости от  $NP$  ( $NP_{hr}$ ) при различных значениях  $q_0$ , л/с, и  $q_{0,hr}$ , л/ч



**Черт. 5. Номограмма для определения диаметров отверстий диафрагм, устанавливаемых между соединительными головками и пожарными кранами**

$d_{50}$  - диаметр отверстия диафрагмы, устанавливаемой у пожарного крана диаметром 50 мм;  $d_{70}$  - то же, диаметром 70 мм



**Черт. 6. Номограмма для определения отверстий диафрагм, устанавливаемых у смесителей водоразборной арматуры санитарных приборов**

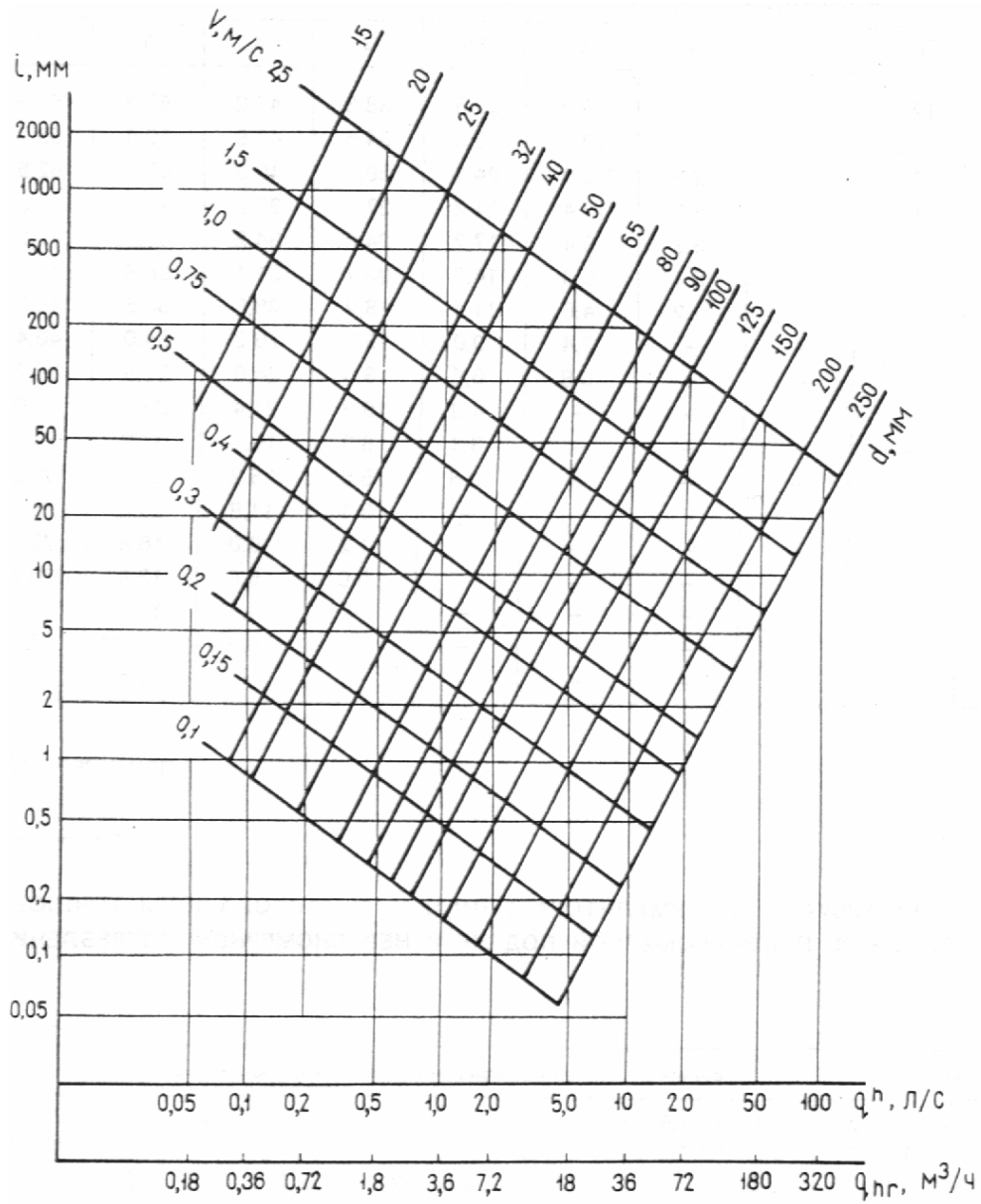
$d_{10}$  ( $d_{15}$ ) - диаметр отверстия диафрагмы, мм, устанавливаемой в соединительных патрубках (подводках) смесительной водоразборной арматуры с условным проходом  $d = 10$  и  $15$  мм;  $v_{15}$  - скорость движения воды, м/с, в подводке  $d = 15$  мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 5  
Обязательное

**ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $K_{cir}$  ДЛЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

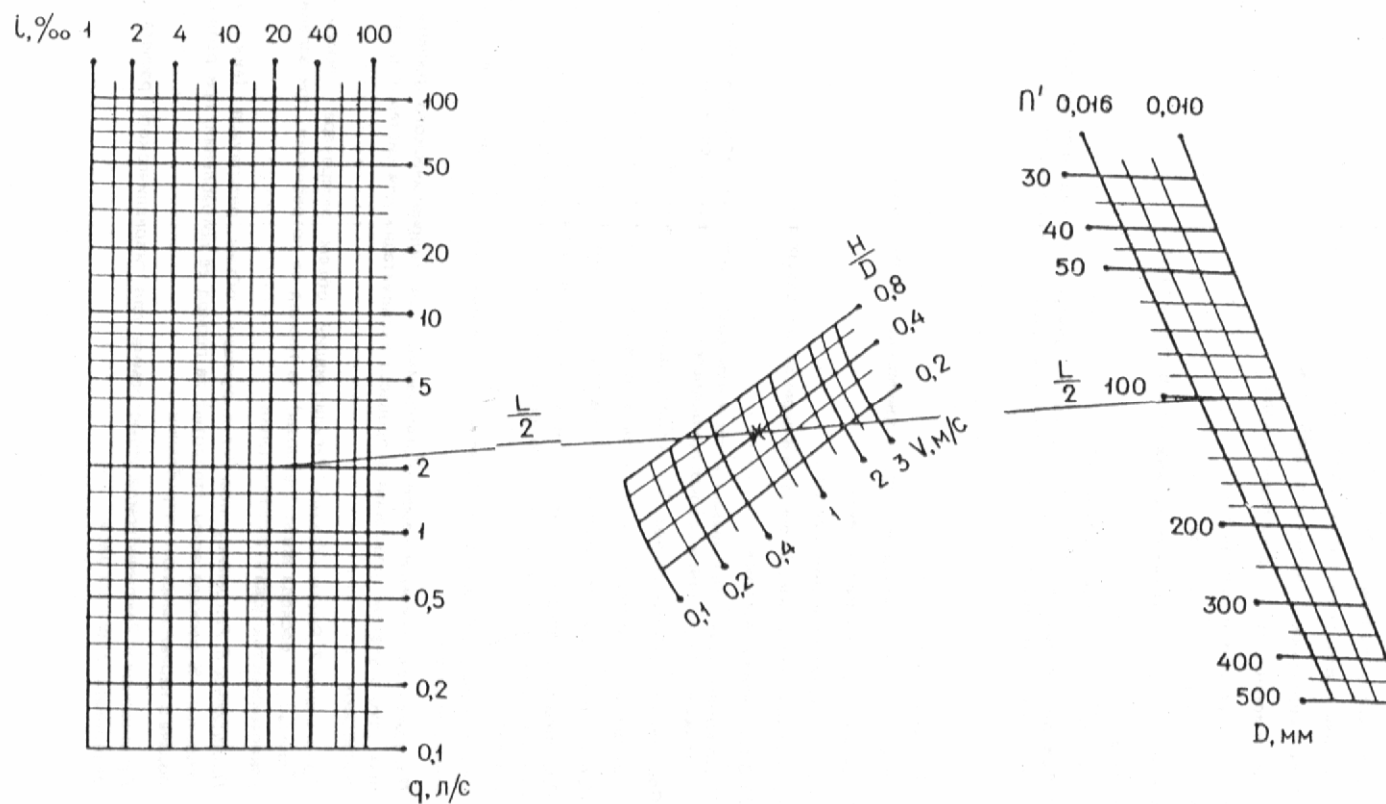
$\frac{q^h}{q^{cir}}$	$K_{cir}$	$\frac{q^h}{q^{cir}}$	$K_{cir}$
1,2	0,57	1,7	0,36
1,3	0,48	1,8	0,33
1,4	0,43	1,9	0,25
1,5	0,40	2,0	0,12
1,6	0,38	2,1 и более	0,00

**НОМОГРАММА  
ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ТРУБ С УЧЕТОМ  
ЗАРАСТАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ**





**НОМОГРАММА  
ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	1
2. Качество и температура воды в системах водоснабжения.....	3
3. Определение расчетных расходов воды в системах водоснабжения и канализации и теплоты на нужды горячего водоснабжения.....	4
Водопровод .....	6
4. Системы водопровода холодной воды .....	6
5. Системы водопровода горячей воды .....	7
6. Системы противопожарного водопровода.....	8
7. Расчет водопроводной сети холодной воды .....	14
8. Расчет водопроводной сети горячей воды .....	15
9. Сети внутреннего водопровода.....	17
10. Трубопроводы и арматура .....	19
11. Устройства для измерения количества и расхода воды .....	22
12. Насосные установки.....	23
13. Запасные и регулирующие емкости .....	27
14. Дополнительные требования к системам внутреннего водопровода зданий (сооружений), строящихся в особых природных и климатических условиях .....	31
Канализация .....	36
15. Системы канализации .....	36
16. Санитарно-технические приборы и приемники сточных вод.....	37
17. Сети внутренней канализации .....	38
18. Расчет канализационных сетей .....	43
19. Местные установки для очистки и перекачки сточных вод.....	44
20. Внутренние водостоки .....	46
21. Дополнительные требования к системам внутренней канализации и водостоков зданий и сооружений в особых природных и климатических условиях .....	48
Приложение 1. Основные буквенные обозначения .....	50
Приложение 2. Расходы воды и стоков санитарными приборами .....	52
Приложение 3. Нормы расхода воды потребителями.....	54
Приложение 4. Значения коэффициентов $\alpha$ и $\alpha_{hr}$ в зависимости от числа санитарно-технических приборов $n$ , вероятности их действия $p$ и использования $p_{hr}$ .....	60
Приложение 5. Значения коэффициента $k_{cir}$ для систем горячего водоснабжения .....	70
Приложение 6. Номограмма для гидравлического расчета стальных труб с учетом зарастания в процессе эксплуатации для систем горячего водоснабжения .....	71
Приложение 7. Регулирующий объем резервуара (аккумулятора теплоты), % расхода воды (теплоты) за период ее потребления, при заданных неравномерностях подачи и потребления .....	72
Приложение 8. Регулирующий объем резервуара (аккумулятора теплоты), % расхода воды (теплоты) за период ее потребления, при равномерной подаче и неравномерном потреблении.....	72
Приложение 9. Номограмма для гидравлического расчета канализационных трубопроводов .....	73



**ВОДОСНАБЖЕНИЕ  
НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ**

**СНиП 2.04.02-84\***

Министерство строительства Российской Федерации

Разработаны Государственным проектным институтом «Союзводоканалпроект» Госстроя СССР (*А.Ф. Бриткин* — руководитель темы; *К.Д. Семенов; А.Е. Высота; Л.В. Ярославский; Н.Г. Егорова*), Всесоюзным научно-исследовательским институтом «ВОДГЕО» Госстроя СССР (*В.В. Ашанин*, канд. техн. наук; *Э.М. Хохлатов*, канд. техн. наук; *А.А. Смирнов*, канд. техн. наук; *Л.Ф. Мошинин*, д-р техн. наук; *В.А. Гладков*, д-р техн. наук); НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР (*Л.Н. Паскуцкая*, канд. техн. наук; *М.П. Майзельс*, канд. техн. наук); Проектным институтом «Гипрокоммунводоканал» Минжилкомхоза РСФСР (*В.А. Красулин*), ЦНИИЭП инженерного оборудования Госгражданстроя (*Г.Р. Рабинович*), МИСИ им. В. В. Куйбышева Минвуза СССР (*В.С. Макагонов*, канд. техн. наук); Проектным институтом «Союзгипроводхоза» Минводхоза СССР (*Н.О. Оганесов*), Институтом «МосводоканалНИИпроект» УВКХ Мосгорисполкома (*В.А. Афанасьев*), ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева Минэнерго СССР (*И.И. Макаров*, канд. техн. наук); НИКТИ ГХ Минжилкомхоза Украинской ССР (*С.Г. Кожушко*, канд. техн. наук); Донецким ПромстройНИИпроект Госстроя СССР (*С.А. Светицкий*), НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР (*В.Г. Галицкий*, канд. техн. наук); Красноярским ПромстройНИИпроект Минтяжстроя СССР (*В.Ф. Кардымон*, канд. техн. наук); Институтом механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН Узбекской ССР (*Г.Х. Хожметов*, д-р техн. наук).

Внесены Государственным проектным институтом «Союзводоканалпроект» Госстроя СССР.

Согласованы Минздравом СССР, Минводхозом СССР, Минрыбхозом СССР, ГУПО МВД СССР, МПС, Минречфлотом РСФСР.

Подготовлены к утверждению Главным управлением технического нормирования и стандартизации Госстроя СССР (*Б.В. Тамбовцев*).

С введением в действие СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» утрачивает силу глава СНиП II-31-74 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

В СНиП 2.04.02-84\* внесено изменение № 1, утвержденное постановлением Госстроя СССР от 30 апреля 1986 г. № 52.

Разделы, пункты, таблицы и формулы, в которые внесены изменения, отмечены в настоящих строительных нормах и правилах звездочкой.

Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	СНиП 2.04.02-84*
	Водоснабжение. Наружные сети и сооружения	Взамен СНиП II-31-74

Настоящие нормы должны соблюдаться при проектировании централизованных постоянных наружных систем водоснабжения населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

При разработке проектов водоснабжения надлежит руководствоваться Основами водного законодательства, а также требованиями по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.

Противопожарные требования настоящих норм не распространяются на водопроводы предприятий, производящих, применяющих или хранящих взрывчатые вещества, склады лесных материалов вместимостью более 10 тыс.м<sup>3</sup>, объекты нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, требования к пожаротушению которых установлены соответствующими нормативными документами.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Водоснабжение объектов надлежит проектировать на основе утвержденных схем развития, размещения отраслей народного хозяйства, отраслей промышленности и схем развития и размещения производительных сил по союзным республикам, а также генеральных, бассейновых и территориальных схем комплексного использования и охраны вод, генеральных планов городов и сельских населенных пунктов, генеральных планов промышленных узлов.

Внесены ГПИ «Союзводоканалпроект» Гостроя СССР	Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 27 июля 1984 г. № 123	Срок введения в действие 1 января 1985 г.
------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем водоснабжения объектов независимо от их ведомственной принадлежности.

При этом проекты водоснабжения объектов необходимо разрабатывать, как правило, одновременно с проектами канализации и обязательным анализом баланса водопотребления и отведения сточных вод.

**1.2.** В проектах хозяйственно-питьевых и объединенных производственно-питьевых водопроводов необходимо предусматривать зоны санитарной охраны источников водоснабжения, водопроводных сооружений и водоводов.

**1.3.** Качество воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82.

При подготовке, транспортировании и хранении воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды, следует применять реагенты, внутренние антикоррозионные покрытия, а также фильтрующие материалы, соответствующие требованиям Госкомсанэпиднадзора для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Качество воды, подаваемой на производственные нужды, должно соответствовать технологическим требованиям с учетом его влияния на выпускаемую продукцию и обеспечения надлежащих санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала.

Качество воды на поливку из самостоятельного поливочного водопровода или из сетей производственного водопровода должно удовлетворять санитарно-гигиеническим и агротехническим требованиям.

**1.4.** Основные технические решения, принимаемые в проектах, и очередность их осуществления должны обосновываться сравнением показателей возможных вариантов. Техничко-экономические расчеты следует выполнять по тем вариантам, достоинства и недостатки которых нельзя установить без расчетов.

Оптимальный вариант определяется наименьшей величиной приведенных затрат с учетом сокращения расходов материальных ресурсов, трудозатрат, электроэнергии и топлива.

1.5. При проектировании водоснабжения должны предусматриваться прогрессивные технические решения, механизация трудоемких работ, автоматизация технологических процессов и максимальная индустриализация строительно-монтажных работ за счет применения сборных конструкций, стандартных и типовых изделий и деталей, изготавливаемых на заводах и в заготовительных мастерских.

## 2. РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ И СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ

### РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ

2.1. При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения должно приниматься по табл. 1.

Таблица 1

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
без ванн	125–160
с ванными и местными водонагревателями	160–230
с централизованным горячим водоснабжением	230–350
<p><b>Примечания:</b> 1. Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя следует принимать 30–50 л/сут.</p> <p>2. Удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях (по классификации, принятой в СНиП 2.08.02-89*), за исключением расходов воды для домов отдыха, санаторно-туристских комплексов и пионерских лагерей, которые должны приниматься согласно СНиП 2.04.01-85 и технологическим данным.</p> <p>3. Выбор удельного водопотребления в пределах, указанных в табл. 1, должен производиться в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности застройки и местных условий.</p> <p>4. Количество воды на нужды промышленности, обеспечивающей население продуктами, и неучтенные расходы при соответствующем обосновании допускается принимать дополнительно в размере 10–20 % суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта.</p> <p>5. Для районов (микрорайонов), застроенных зданиями с централизованным горячим водоснабжением, следует принимать непосредственный отбор горячей воды из тепловой сети в среднем за сутки 40 % общего расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и в час максимального водозабора — 55 % этого расхода. При смешанной застройке следует исходить из численности населения, проживающего в указанных зданиях.</p> <p>6. Удельное водопотребление в населенных пунктах с числом жителей свыше 1 млн. чел. допускается увеличивать при обосновании в каждом отдельном случае и согласовании с органами Государственного надзора.</p>	

2.2. Расчетный (средний за год) суточный расход воды  $Q_{сут.м}$ , м<sup>3</sup>/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте следует определять по формуле

$$Q_{сут.м} = \sum q_{ж} N_{ж} / 100, \quad (1)$$

где  $q_{ж}$  — удельное водопотребление, принимаемое по табл. 1;

$N_{ж}$  — расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления  $Q_{сут.м}$ , м<sup>3</sup>/сут, надлежит определять:

$$\left. \begin{aligned} Q_{сут.м.макс} &= K_{сут.макс} Q_{сут.м} \\ Q_{сут.м.мин} &= K_{сут.мин} Q_{сут.м} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления  $K_{сут}$ , учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, надлежит принимать равным:

$$K_{сут.max} = 1,1 - 1,3; K_{сут.min} = 0,7 - 0,9.$$

Расчетные часовые расходы воды  $q_{ч}$ , м<sup>3</sup>/ч, должны определяться по формулам:

$$\begin{aligned} q_{ч.max} &= K_{ч.max} Q_{сут.max} / 24; \\ q_{ч.min} &= K_{ч.min} Q_{сут.min} / 24. \end{aligned} \quad (3)$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления  $K_{ч}$  следует определять из выражений:

$$\left. \begin{aligned} K_{ч.max} &= \alpha_{max} \beta_{max}; \\ K_{ч.min} &= \alpha_{min} \beta_{min}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где  $\alpha$  — коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимаемый  $\alpha_{max} = 1,2—1,4$ ;  $\alpha_{min} = 0,4—0,6$ ;

$\beta$  — коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по [табл. 2](#).

**2.3.** Расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территориях промышленных предприятий должны приниматься в зависимости от покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий по [табл. 3](#).

**2.4.** Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды и пользование душами на промышленных предприятиях должны определяться в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.01-85](#) и [СНиП 2.09.02-85](#).

Таблица 2

Коэффициент	Число жителей, тыс. чел.																
	до 0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
$\beta_{max}$	4,5	4	3,5	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\beta_{min}$	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1
<p><b>Примечания:</b> 1. Коэффициент <math>\beta</math> при определении расходов воды для расчета сооружений, водоводов и линий сети следует принимать в зависимости от числа обслуживаемых ими жителей, а при зонном водоснабжении — от числа жителей в каждой зоне.</p> <p>2. Коэффициент <math>\beta_{max}</math> следует принимать при определении напоров на выходе из насосных станций или высотного положения башни (напорных резервуаров), необходимого для обеспечения требуемых свободных напоров в сети в периоды максимального водоотбора в сутки максимального водопотребления, а коэффициент <math>\beta_{min}</math> — при определении излишних напоров в сети в периоды минимального водоотбора в сутки минимального водопотребления.</p>																	

Таблица 3

Назначение воды	Измеритель	Расход воды на поливку, л/м <sup>3</sup>
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 мойка	1,2 – 1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 поливка	0,3 – 0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	То же	0,4 – 0,5
Поливка городских зеленых насаждений	«	3 – 4
Поливка газонов и цветников	«	4 – 6
Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах	1 сут	15
Поливка посадок в стеллажных зимних и грунтовых весенних теплицах, парниках всех типов, утепленном грунте	То же	6
Поливка посадок на приусадебных участках:		
овощных культур	«	3 – 15
плодовых деревьев	«	10 – 15

**Примечания:** 1. При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя следует принимать 50—90 л/сут в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других местных условий.  
2. Количество поливок надлежит принимать 1—2 в сутки в зависимости от климатических условий.

При этом коэффициент часовой неравномерности водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды на промышленных предприятиях следует принимать:

2,5 — для цехов с тепловыделением более 80 кДж (20 ккал) на 1 м<sup>3</sup>/ч;

3 — для остальных цехов.

**2.5.** Расходы воды на содержание и поение скота, птиц и зверей на животноводческих фермах и комплексах должны приниматься по ведомственным нормативным документам.

**2.6.** Расходы воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий должны определяться на основании технологических данных.

**2.7.** Распределение расходов воды по часам суток в населенных пунктах, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях следует принимать на основании расчетных графиков водопотребления.

**2.8.** При построении расчетных графиков следует исходить из принимаемых в проекте технических решений, исключающих совпадение по времени максимальных отборов воды из сети на различные нужды (устройство на крупных промышленных предприятиях регулирующих емкостей, пополняемых по заданному графику, подача воды на поливку территории и на заполнение поливочных машин из специальных регулирующих емкостей или через устройства, прекращающие подачу воды при снижении свободного напора до заданного предела, и т.п.).

Расчетные графики отборов воды на различные нужды, производимых из сети без указанного контроля, должны приниматься совпадающими по времени с графиками хозяйственно-питьевого водопотребления.

**2.9.** Удельное водопотребление для определения расчетных расходов воды в отдельных жилых и общественных зданиях при необходимости учета сосредоточенных расходов следует принимать в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.01-85](#).

**2.10.** При разработке разделов водоснабжения схем использования вод, районной планировки и генеральных планов, указанных в [п. 1.1](#), удельное среднесуточное (за год) водопотребление допускается принимать по [табл. 4](#).

Потребление воды на нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий должно определяться на основании укрупненных норм, а при их отсутствии — проектно-аналогов.

Таблица 4

Водопотребитель	Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя в населенных пунктах, л/сут	
	до 1990 г.	До 2000 г.
Города	550	600
Сельские населенные пункты	125	150

**Примечания:** 1. Удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в жилых и общественных зданиях, нужды местной промышленности, поливку улиц и зеленых насаждений.  
2. Удельное водопотребление допускается изменять на  $\pm 10\text{--}20\%$  в зависимости от климатических и других местных условий и степени благоустройства.  
3. Для южных районов в водохозяйственном балансе следует учитывать дополнительный расход воды на поливку зеленых насаждений и приусадебных участков из арычной сети.  
4. При отсутствии данных о развитии промышленности допускается принимать дополнительный расход воды на нужды предприятий, забирающих воду из сетей хозяйственно-питьевого водопровода населенного пункта, в размере до 25 % расхода воды, определенного по удельному водопотреблению, приведенному в табл. 4.

## РАСХОД ВОДЫ НА ПОЖАРОТУШЕНИЕ

**2.11.** Противопожарный водопровод должен предусматриваться в населенных пунктах, на объектах народного хозяйства и, как правило, объединяться с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

**Примечания\*:** 1. Допускается принимать наружное противопожарное водоснабжение из емкостей (резервуаров, водоемов) с учетом требований [п.п. 9.27—9.33](#) для:

населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. чел.;  
отдельно стоящих общественных зданий объемом до 1000 м<sup>3</sup>, расположенных в населенных пунктах, не имеющих кольцевого противопожарного водопровода;  
зданий объемом св. 1000 м<sup>3</sup> — по согласованию с территориальными органами Государственного пожарного надзора;

производственных зданий с производствами категорий В, Г и Д при расходе воды на наружное пожаротушение 10 л/с;

складов грубых кормов объемом до 1000 м<sup>3</sup>;

складов минеральных удобрений объемом зданий до 5000 м<sup>3</sup>;

зданий радиотелевизионных передающих станций;

зданий холодильников и хранилищ овощей и фруктов.

2. Допускается не предусматривать противопожарное водоснабжение:

населенных пунктов с числом жителей до 50 чел. при застройке зданиями высотой до двух этажей;

отдельно стоящих, расположенных вне населенных пунктов, предприятий общественного питания (столовые, закусочные, кафе и т.п.) при объеме зданий до 1000 м<sup>3</sup> и предприятий торговли при площади до 150 м<sup>2</sup> (за исключением промтоварных магазинов), а также общественных зданий I и II степеней огнестойкости объемом до 250 м<sup>3</sup>, расположенных в населенных пунктах;

производственных зданий I и II степеней огнестойкости объемом до 1000 м<sup>3</sup> (за исключением зданий с металлическими незащищенными или деревянными несущими конструкциями, а также с полимерным утеплителем объемом до 250 м<sup>3</sup>) с производствами категории Д;

заводов по изготовлению железобетонных изделий и товарного бетона со зданиями I и II степеней огнестойкости, размещаемых в населенных пунктах, оборудованных сетями водопровода при условии размещения гидрантов на расстоянии не более 200 м от наиболее удаленного здания завода;

сезонных универсальных приемозаготовительных пунктов сельскохозяйственных продуктов при объеме зданий до 1000 м<sup>3</sup>;

зданий складов сгораемых материалов и негораемых материалов в сгораемой упаковке площадью до 50 м<sup>2</sup>.

**2.12.** Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте для расчета магистральных (расчетных кольцевых) линий водопроводной сети должны приниматься по [табл. 5](#).

**2.13.** Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) жилых и общественных зданий для расчета соединительных и распределительных линий

водопроводной сети, а также водопроводной сети внутри микрорайона или квартала следует принимать для здания, требующего наибольшего расхода воды, по [табл. 6](#).

**2.14.** Расход воды на наружное пожаротушение на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях на один пожар должен приниматься для здания, требующего наибольшего расхода воды, согласно [табл. 7](#) или [8](#).

**2.15.** Расход воды на наружное пожаротушение зданий, разделенных на части противопожарными стенами, надлежит принимать по той части здания, где требуется наибольший расход воды.

Расход воды на наружное пожаротушение зданий, разделенных противопожарными перегородками, следует определять по общему объему здания и более высокой категории производства по пожарной опасности.

**2.16.** Расход воды на наружное пожаротушение одно-, двухэтажных производственных и одноэтажных складских зданий высотой (от пола до низа горизонтальных несущих конструкций на опоре) не более 18 м с несущими стальными конструкциями (с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч) и ограждающими конструкциями (стены и покрытия) из стальных профилированных или асбестоцементных листов со сгораемыми или полимерными утеплителями необходимо принимать на 10 л/с более указанных в [табл. 7](#) и [8](#).

Таблица 5

Число жителей в населенном пункте, тыс. чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте на один пожар, л/с	
		застройка зданиями высотой до двух этажей включительно независимо от степени их огнестойкости	застройка зданиями высотой три этажа и выше независимо от степени их огнестойкости
До 1	1	5	10
Св. 1 « 5	1	10	10
« 5 « 10	1	10	15
« 10 « 25	2	10	15
« 25 « 50	2	20	25
« 50 « 100	2	25	35
« 100 « 200	3	—	40
« 200 « 300	3	—	55
« 300 « 400	3	—	70
« 400 « 500	3	—	80
« 500 « 600	3	—	85
« 600 « 700	3	—	90
« 700 « 800	3	—	95
« 800 « 1000	3	—	100

**Примечания:** 1. Расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте должен быть не менее расхода воды на пожаротушение жилых и общественных зданий, указанных в [табл. 6](#).

2. При зонном водоснабжении расход воды на наружное пожаротушение и количество одновременных пожаров в каждой зоне следует принимать в зависимости от числа жителей, проживающих в зоне.

3. Количество одновременных пожаров и расход воды на один пожар в населенных пунктах с числом жителей более 1 млн. чел. надлежит принимать согласно требованиям органов Государственного пожарного надзора.

4. Для группового водопровода количество одновременных пожаров надлежит принимать в зависимости от общей численности жителей в населенных пунктах, подключенных к водопроводу.

Расход воды на восстановление пожарного объема по групповому водопроводу следует определять как сумму расходов воды для населенных пунктов (соответственно количеству одновременных пожаров), требующих наибольших расходов на пожаротушение согласно п.п. [2.24](#) и [2.25](#).

5. В расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте включены пожары на промышленных предприятиях, расположенных в пределах населенного пункта. При этом в расчетный расход воды следует включать соответствующие расходы воды на пожаротушение на этих предприятиях, но не менее указанных в [табл. 5](#).



Таблица 6

Назначение зданий	Расход воды на один пожар, л/с, на наружное пожаротушение жилых и общественных зданий независимо от их степеней огнестойкости при объемах зданий, тыс. м <sup>3</sup>				
	до 1	св. 1 до 5	св. 5 до 25	св. 25 до 50	св. 50 до 150
Жилые здания односекционные и многосекционные при количестве этажей:					
до 2	10*	10	—	—	—
св. 2 « 12	10	15	15	20	—
« 12 « 16	—	—	20	25	—
« 16 « 25	—	—	—	25	30
Общественные здания при количестве этажей:					
до 2	10*	10	15	—	—
св. 2 « 6	10	15	20	25	30
« 6 « 12	—	—	25	30	35
« 12 « 16	—	—	—	30	35

\* Для сельских населенных пунктов расход воды на один пожар — 5 л/с.

**Примечание.** Расходы воды на наружное пожаротушение зданий высотой или объемом свыше указанных в [табл. 6](#), а также общественных зданий объемом свыше 25 тыс. м<sup>3</sup> с большим скоплением людей (зрелищные предприятия, торговые центры, универмаги и др.) надлежит принимать и согласовывать в установленном порядке.

Таблица 7

Степень огнестойкости зданий	Категория помещений по пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м на один пожар, л/с, при объемах зданий, тыс. м <sup>3</sup>						
		до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 20	св. 20 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 600
I и II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	35	—	—
III	В	10	15	20	30	40	—	—
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV и V	В	15	20	25	40	—	—	—

Таблица 8

Степень огнестойкости зданий	Категория помещений по пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение производственных зданий без фонарей шириной 60 м и более на один пожар, л/с, при объемах зданий, тыс. м <sup>3</sup>								
		до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 600	св. 600 до 700	св. 700 до 800
I и II	А, Б, В									
I и II	Г, Д, Е									

**Примечания к [табл. 7](#) и [8](#):** 1. При двух расчетных пожарах на предприятии расчетный расход воды на пожаротушение следует принимать по двум зданиям, требующим наибольшего расхода воды.

2. Расход воды на наружное пожаротушение отдельно стоящих вспомогательных зданий промышленных предприятий следует определять по [табл. 6](#) как для общественных зданий, а встроенных в производственные здания — по общему объему здания по [табл. 7](#).

3. Расход воды на наружное пожаротушение зданий сельскохозяйственных предприятий I и II степеней огнестойкости объемом не более 5 тыс. м<sup>3</sup> с производствами категорий Г и Д следует принимать 5 л/с.

4. Расход воды на наружное пожаротушение складов лесных материалов вместимостью до 10 тыс. м<sup>3</sup> следует принимать по [табл. 7](#), относя их к зданиям V степени огнестойкости с производством категории В.

При большой вместимости складов следует руководствоваться требованиями соответствующих нормативных документов.

5. Расход воды на наружное пожаротушение зданий радиотелевизионных передающих станций независимо от объема зданий и числа проживающих в поселке людей надлежит принимать не менее 15 л/с, если по [табл. 7](#) и [8](#) не требуется больший расход воды. Указанные требования не распространяются на радиотелевизионные ретрансляторы, устанавливаемые на существующих и проектируемых объектах связи.

6. Расход воды на наружное пожаротушение зданий объемами, более указанных в [табл. 7](#) и [8](#), надлежит устанавливать по согласованию с территориальными органами Государственного пожарного надзора.

7. Степень огнестойкости зданий или сооружений надлежит определять в соответствии с требованиями [СНиП 2.01.02-85](#).

8. Для зданий II степени огнестойкости с деревянными конструкциями расход воды на наружное пожаротушение следует принимать на 5 л/с больше указанного в [табл. 7](#) или [8](#).

Для этих зданий в местах размещения наружных пожарных лестниц должны предусматриваться стояки-сухотрубы диаметром 80 мм, оборудованные пожарными соединительными головками на верхнем и нижнем концах стояка.

**Примечание.** Для зданий шириной не более 24 м и высотой до карниза не более 10 м стояки-сухотрубы допускается не предусматривать.

**2.17.** Расход воды на наружное пожаротушение открытых площадок хранения контейнеров с грузом до 5 т следует принимать при количестве контейнеров:

от 30 до 50 шт — 15 л/с;

св. 50 « 100 « — 20 л/с;

« 100 « 300 « — 25 л/с;

« 300 « 1000 « — 40 л/с.

**2.18.** Расход воды на тушение пожара при объединенном водопроводе для спринклерных или дренчерных установок, внутренних пожарных кранов и наружных гидрантов в течение 1 ч с момента начала пожаротушения следует принимать как сумму наибольших расходов, определенных в соответствии с требованиями «Инструкции по проектированию установок автоматического пожаротушения», [СНиП 2.04.01-85](#) и настоящего раздела.

Расход воды, необходимый на время тушения пожара после отключения спринклерных или дренчерных установок, следует принимать согласно [п.п. 2.14, 2.16, 2.20](#) и [2.21](#).

**Примечание.** Одновременность действия спринклерных и дренчерных установок надлежит учитывать в зависимости от условий пожаротушения.

**2.19.** Расход воды на наружное пожаротушение пенными установками, установками с лафетными стволами или путем подачи распыленной воды должен определяться в соответствии с требованиями противопожарной безопасности, предусмотренными нормами строительного проектирования предприятий, зданий и сооружений соответствующих отраслей промышленности с учетом дополнительного расхода воды в размере 25 % из гидрантов согласно [п. 2.14](#). При этом суммарный расход воды должен быть не менее расхода, определенного по [табл. 7](#) или [8](#).

**2.20.** На пожаротушение зданий, оборудованных внутренними пожарными кранами, должен учитываться дополнительный расход воды к расходам, указанным в [табл. 5—8](#), который следует принимать для зданий, требующих наибольшего расхода воды в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.01-85](#).

**2.21.** Расчетный расход воды на тушение пожара должен быть обеспечен при наибольшем расходе воды на другие нужды, предусмотренные [п. 4.3](#), при этом на промышленном предприятии расходы воды на поливку территории, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования, а также на полив растений в теплицах не учитываются.

В случаях когда по условиям технологического процесса возможно частичное использование производственной воды на пожаротушение, следует предусматривать установку гидрантов на сети производственного водопровода дополнительно к гидрантам, установленным на сети противопожарного водопровода, обеспечивающего требуемый расход воды на пожаротушение.

**2.22.** Расчетное количество одновременных пожаров на промышленном или сельскохозяйственном предприятии надлежит принимать в зависимости от занимаемой ими площади; один пожар при площади до 150 га, два пожара — более 150 га.

**2.23.** При объединенном противопожарном водопроводе населенного пункта и промышленного или сельскохозяйственного предприятия, расположенных вне населенного пункта, расчетное количество одновременных пожаров должно приниматься:

при площади территории предприятия до 150 га при числе жителей в населенном пункте до 10 тыс. чел. — один пожар (на предприятии или в населенном пункте по наибольшему расходу воды); то же, при числе жителей в населенном пункте свыше 10 до 25 тыс. чел. — два пожара (один на предприятии и один в населенном пункте);

при площади территории предприятия свыше 150 га и при числе жителей в населенном пункте до 25 тыс. чел. — два пожара (два на предприятии или два в населенном пункте по наибольшему расходу);

при числе жителей в населенном пункте более 25 тыс. чел. — согласно [п. 2.22](#) и [табл. 5](#), при этом расход воды следует определять как сумму потребного большего расхода (на предприятии или в населенном пункте) и 50 % потребного меньшего расхода (на предприятии или в населенном пункте);

при нескольких промышленных предприятиях и одном населенном пункте — согласно требованиям органов Государственного пожарного надзора.

**2.24.** Продолжительность тушения пожара должна приниматься 3 ч; для зданий I и II степеней огнестойкости с несгораемыми несущими конструкциями и утеплителем с помещениями категорий Г и Д — 2 ч.

**2.25.** Максимальный срок восстановления пожарного объема воды должен быть не более:

24 ч — в населенных пунктах и на промышленных предприятиях с помещениями по пожарной опасности категорий А, Б, В;

36 ч — на промышленных предприятиях с помещениями по пожарной опасности категорий Г и Д;

72 ч — в сельских населенных пунктах и на сельскохозяйственных предприятиях.

**Примечания:** 1. Для промышленных предприятий с расходами воды на наружное пожаротушение 20 л/с и менее допускается увеличивать время восстановления пожарного объема воды:

до 48 ч — для помещений категорий Г и Д;

до 36 ч — для помещений категории В.

2. На период восстановления пожарного объема воды допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды системами водоснабжения I и II категорий до 70 %, III категории до 50 % расчетного расхода и подачи воды на производственные нужды по аварийному графику.

## СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ

**2.26.** Минимальный свободный напор в сети водопровода населенного пункта при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание над поверхностью земли должен приниматься при одноэтажной застройке не менее 10 м, при большей этажности на каждый этаж следует добавлять 4 м.

**Примечания:** 1. В часы минимального водопотребления напор на каждый этаж, кроме первого, допускается принимать равным 3 м, при этом должна обеспечиваться подача воды в емкости для хранения.

2. Для отдельных многоэтажных зданий или группы их, расположенных в районах с меньшей этажностью застройки или на повышенных местах, допускается предусматривать местные насосные установки для повышения напора.

3. Свободный напор в сети у водоразборных колонок должен быть не менее 10 м.

**2.27.** Свободный напор в наружной сети производственного водопровода должен приниматься по технологическим данным.

**2.28.** Свободный напор в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода у потребителей не должен превышать 60 м.

При напорах в сети более 60 м для отдельных зданий или районов следует предусматривать установку регуляторов давления или зонирование системы водоснабжения.

**2.29.** Противопожарный водопровод следует принимать низкого давления, противопожарный водопровод высокого давления допускается принимать только при соответствующем обосновании.

В водопроводе высокого давления стационарные пожарные насосы должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими пуск насосов не позднее чем через 5 мин после подачи сигнала о возникновении пожара.

**Примечание.** Для населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. чел., в которых не предусматривается профессиональная пожарная охрана, противопожарный водопровод должен приниматься высокого давления.

**2.30.** Свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления (на уровне поверхности земли) при пожаротушении должен быть не менее 10 м.

Свободный напор в сети противопожарного водопровода высокого давления должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 10 м при полном расходе воды на пожаротушение и расположении пожарного ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания.

Максимальный свободный напор в сети объединенного водопровода не должен превышать 60 м.

### **3. ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**3.1.** Выбор источника водоснабжения должен быть обоснован результатами топографических, гидрологических, гидрогеологических, ихтиологических, гидрохимических, гидробиологических, гидротермических и других изысканий и санитарных обследований.

**3.2.** В качестве источника водоснабжения следует рассматривать водотоки (реки, каналы), водоемы (озера, водохранилища, пруды), моря, подземные воды (водоносные пласты, подрусловые, шахтные и другие воды)

Для производственного водоснабжения промышленных предприятий надлежит рассматривать возможность использования очищенных сточных вод.

В качестве источника водоснабжения могут быть использованы наливные водохранилища с подводом к ним воды из естественных поверхностных источников.

**Примечание.** В системе водоснабжения допускается использование нескольких источников с различными гидрологическими и гидрогеологическими характеристиками.

**3.3.** Выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения должен производиться в соответствии с требованиями [ГОСТ 17.1.1.04-80](#).

Выбор источника производственного водоснабжения следует производить с учетом требований, предъявляемых потребителями к качеству воды.

Принятые к использованию источники водоснабжения подлежат согласованию в соответствии с «Инструкцией о порядке согласования и выдачи разрешения на специальное водопользование».

**3.4.** Для хозяйственно-питьевых водопроводов должны максимально использоваться имеющиеся ресурсы подземных вод, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям.

При недостаточных эксплуатационных запасах естественных подземных вод следует рассматривать возможность их увеличения за счет искусственного пополнения.

**3.5.** Использование подземных вод питьевого качества для нужд, не связанных с хозяйственно-питьевым водоснабжением, как правило, не допускается. В районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водоисточники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, допускается использование этих вод на производственные и поливочные нужды с разрешения органов по регулированию использования и охране вод.

**3.6.** Для производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения при соответствующей обработке воды и соблюдении санитарных требований допускается использование минерализованных и геотермальных вод.

**3.7.** Обеспеченность среднемесячных расходов воды поверхностных источников должна приниматься по [табл. 9](#) в зависимости от категории системы водоснабжения, определяемой согласно [п. 4.4](#).

Таблица 9

Категория системы водоснабжения	Обеспеченность минимальных среднемесячных расходов воды поверхностных источников, %
I	95
II	90
III	85

**3.8.** При оценке использования полных ресурсов для целей водоснабжения надлежит учитывать:

расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15—20 лет:

требования к качеству воды, предъявляемые потребителями;

качественную характеристику воды в источнике с указанием агрессивности воды и прогноз возможного изменения ее качества с учетом поступления сточных вод;

качественные и количественные характеристики наносов и сора, их режим, перемещение донных отложений, устойчивость берегов;

наличие вечномерзлых грунтов, возможность промерзания и пересыхания источника, наличие снежных лавин и селевых явлений (на горных водотоках), а также других стихийных природных явлений в водосборном бассейне источника;

осенне-зимний режим источника и характер льдошуговых явлений в нем;

температуру воды по месяцам года и развитие фитопланктона на различной глубине;

характерные особенности весеннего вскрытия источника и половодья (для равнинных водотоков), прохождения весенне-летних паводков (для горных водотоков);

запасы и условия питания подземных вод, а также возможное их нарушение в результате изменения природных условий, устройства водохранилищ или дренажа, искусственной откачки воды и т.п.;

качество и температуру подземных вод; возможность искусственного пополнения и образования запасов подземных вод;

требования органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, рыбоохраны и др.

**3.9.** При оценке достаточности водных ресурсов поверхностных источников водоснабжения необходимо обеспечивать ниже места водоотбора гарантированный расход воды, необходимый в каждом сезоне года для удовлетворения потребностей в воде расположенных ниже по течению населенных пунктов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, рыбного хозяйства, судоходства и других видов водопользования, а также для обеспечения санитарных требований по охране источников водоснабжения.

**3.10.** В случае недостаточного расхода воды в поверхностном источнике надлежит предусматривать регулирование естественного стока воды в пределах одного гидрологического года (сезонное регулирование) или многолетнего периода (многолетнее регулирование), а также переброску воды из других, более многоводных поверхностных источников.

**Примечание.** Степень обеспечения отдельных водопотребителей при недостаточности имеющихся расходов воды в источнике и затруднительности или высокой стоимости их увеличения определяется по согласованию с органами Министерства мелиорации и водного хозяйства республики, а также органами санитарно-эпидемиологической службы.

**3.11.** Оценка ресурсов подземных вод надлежит производить на основании материалов гидрогеологических поисков, разведки и исследований в соответствии с «Классификацией эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод» и «Инструкцией по применению классификационных запасов подземных вод к месторождениям пресных вод» Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых.

Запасы подземных вод должны быть утверждены Государственной или территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых.

Утверждение эксплуатационных запасов подземных вод не требуется, если капитальные вложения на устройство водозаборных сооружений не превышают 500 тыс. руб., а по объектам железнодорожного транспорта — 1 млн. руб.

При этом в стоимости водозаборных сооружений учитываются затраты на водоприемные устройства, насосные станции, сооружения водоподготовки, резервуары, а также водоводы до потребителя.

## **4. СХЕМЫ И СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**4.1.** Выбор схемы и системы водоснабжения следует производить на основании сопоставления возможных вариантов ее осуществления с учетом особенностей объекта или группы объектов, требуемых расходов воды на различных этапах их развития, источников водоснабжения, требований к напорам, качеству воды и обеспеченности ее подачи.

**4.2.** Сопоставлением вариантов должны быть обоснованы:

источники водоснабжения и использование их для тех или иных потребителей;  
степень централизации системы и целесообразность выделения локальных систем водоснабжения;

объединение или разделение сооружений, водоводов и сетей различного назначения;  
зонирование системы водоснабжения, использование регулирующих емкостей, применение станций регулирования и насосных станций подкачки;

применение объединенных или локальных систем оборотного водоснабжения;  
использование отработанных вод одних предприятий (цехов, установок, технологических линий) для производственных нужд других предприятий (цехов, установок, технологических линий), а также для поливки территории и зеленых насаждений;

использование очищенных производственных и бытовых сточных вод, а также аккумулярованного поверхностного стока для производственного водоснабжения, орошения и обводнения водоемов;

целесообразность организации замкнутых циклов или создания замкнутых систем водопользования;

очередность строительства и ввода в действие элементов системы по пусковым комплексам.

**4.3.** Централизованная система водоснабжения населенных пунктов в зависимости от местных условий и принятой схемы водоснабжения должна обеспечивать:



хозяйственно-питьевое водопотребление в жилых и общественных зданиях, нужды коммунально-бытовых предприятий;

хозяйственно-питьевое водопотребление на предприятиях;

производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий, где требуется вода питьевого качества или для которых экономически нецелесообразно сооружение отдельного водопровода;

тушение пожаров;

собственные нужды станций водоподготовки, промывку водопроводных и канализационных сетей и т.п.

При обосновании допускается устройство самостоятельного водопровода для:

поливки и мойки территорий (улиц, проездов, площадей, зеленых насаждений), работы фонтанов и т.п.;

поливки посадок в теплицах, парниках и на открытых участках, а также приусадебных участков.

**4.4.** Централизованные системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды подразделяются на три категории:

I — допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на 10 мин;

II — величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч;

III — величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей в них более 50 тыс. чел. следует относить к I категории; от 5 до 50 тыс. чел. — к II категории; менее 5 тыс. чел. — к III категории.

Категорию сельскохозяйственных групповых водопроводов следует принимать по населенному пункту с наибольшим числом жителей.

При необходимости повышения обеспеченности подачи воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий (производств, цехов, установок) следует предусматривать локальные системы водоснабжения.

Проекты локальных систем, обеспечивающих технологические требования объектов, должны рассматриваться и утверждаться совместно с проектами этих объектов.

Категорию отдельных элементов систем водоснабжения необходимо устанавливать в зависимости от их функционального значения в общей системе водоснабжения.

Элементы систем водоснабжения II категории, повреждения которых могут нарушить подачу воды на пожаротушение, должны относиться к I категории.

**4.5.** При разработке схемы и системы водоснабжения следует давать техническую, экономическую и санитарную оценки существующих сооружений, водоводов и сетей и обосновывать степень их дальнейшего использования с учетом затрат по реконструкции и интенсификации их работы.

**4.6.** Системы водоснабжения, обеспечивающие противопожарные нужды, следует проектировать в соответствии с указаниями [разд. 2](#).

**4.7.** Системы оборотного водоснабжения надлежит проектировать в соответствии с указаниями [разд. 11](#).

**4.8.** При выборе оптимального варианта систем производственного водоснабжения при необходимости следует рассматривать возможность и целесообразность изменений технологических процессов, при которых возрастание издержек основного производства оказывается меньше снижения приведенной стоимости систем водоснабжения и канализации.

**4.9.** Водозаборные сооружения, водоводы, станций водоподготовки должны, как правило, рассчитываться на средний часовой расход в сутки максимального водопотребления.

**4.10.** Расчеты совместной работы водоводов, водопроводных сетей, насосных станций и регулирующих емкостей надлежит производить в объеме, необходимом для обоснования системы подачи и распределения воды на расчетный срок, установления очередности ее осуществления, подбора насосного оборудования и определения требуемых объемов регулирующих емкостей и их расположения для каждой очереди строительства.

**4.11.** Для систем водоснабжения населенных пунктов расчеты совместной работы водоводов, водопроводных сетей, насосных станций и регулирующих емкостей следует, как правило, выполнять для следующих характерных режимов подачи воды:

в сутки максимального водопотребления — максимального, среднего и минимального часовых расходов, а также максимального часового расхода и расчетного расхода воды на пожаротушение;

в сутки среднего водопотребления — среднего часового расхода;

в сутки минимального водопотребления — минимального часового расхода;

Проведение расчетов для других режимов водопотребления, а также отказ от проведения расчетов для одного или нескольких из указанных режимов допускается при обосновании достаточности проведенных расчетов для выявления условий совместной работы водоводов, насосных станций, регулирующих емкостей и распределительных сетей при всех характерных режимах водопотребления.

Для систем производственного водоснабжения характерные условия их работы устанавливаются в соответствии с особенностями технологии производства и обеспечения противопожарной безопасности.

**Примечание.** При расчете сооружений, водоводов и сетей на период пожаротушения аварийное выключение проводов и линий кольцевых сетей, а также секций и блоков сооружений не учитывается.

**4.12.** При разработке схемы водоснабжения должен быть установлен перечень параметров, контроль которых необходим для последующей систематической проверки силами эксплуатационного персонала соответствия проекту фактических расходов воды и коэффициентов неравномерности водопотребления, а также фактических характеристик оборудования, сооружений и устройств. Для осуществления контроля в соответствующих разделах проекта должна быть предусмотрена установка необходимых для этого приборов и аппаратуры.

**4.13.** При разработке схем и систем сельскохозяйственного водоснабжения надлежит:

централизованные системы водоснабжения проектировать лишь для перспективных населенных пунктов и объектов сельскохозяйственного производства;

для сохраняемых на расчетный период сельских населенных пунктов предусматривать реконструкцию существующих водозаборных сооружений (водозаборных скважин, шахтных колодцев, каптажа родников и т.п.) с оборудованием их механизированными водоподъемниками и устройство внутренних водопроводов в отдельных культурно-бытовых и производственных зданиях;

при устройстве групповых водопроводов предусматривать меры по сохранению качества воды при ее транспортировании на большие расстояния, особенно в начальный



период работы этих систем, когда скорости движения воды в водоводах значительно ниже расчетных;

рассматривать целесообразность устройства для полива приусадебных участков отдельных сезонных водопроводов с использованием местных источников и оросительных систем, непригодных в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения;

при проектировании систем водоснабжения для районов распространения засоленных вод при отсутствии местных источников пресной воды рассматривать целесообразность использования для питьевых нужд опресненной воды и для непитьевых нужд минерализованной воды. При этом для поселков с одноэтажной застройкой внутренние водопроводы рекомендуется проектировать только для подачи минерализованной воды, предусматривая подачу опресненной воды на питьевые нужды через водоразборные колонки.

## **5. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

### **Общие указания**

**5.1.** Выбор типа и схемы размещения водозаборных сооружений следует производить исходя из геологических, гидрогеологических и санитарных условий района.

**5.2.** При проектировании новых и расширении существующих водозаборов должны учитываться условия взаимодействия их с существующими и проектируемыми водозаборами на соседних участках, а также их влияние на окружающую природную среду (поверхностный сток, растительность и др.).

**5.3.** В водозаборах подземных вод применяются следующие водоприемные сооружения: водозаборные скважины, шахтные колодцы, горизонтальные водозаборы, комбинированные водозаборы, лучевые водозаборы, каптажи родников.

### **Водозаборные скважины**

**5.4.** В проектах скважин должен быть указан способ бурения и определены конструкции скважины, ее глубина, диаметры колонн труб, тип водоприемной части, водоподъемника и оголовка скважины, а также порядок их опробования.

**5.5.** Способы бурения скважин приведены в рекомендуемом [прил. 1](#).

**5.6.** В конструкции скважины необходимо предусматривать возможность проведения замеров дебита, уровня и отбора проб воды, а также производства ремонтно-восстановительных работ при применении импульсных, реагентных и комбинированных методов регенерации при эксплуатации скважин.

**5.7.** Диаметр эксплуатационной колонны труб в скважинах следует принимать при установке насосов: с электродвигателем над скважиной — на 50 мм больше номинального диаметра насоса; с погружным электродвигателем — равным номинальному диаметру насоса.

**5.8.** В зависимости от местных условий и оборудования устье скважины следует, как правило, располагать в наземном павильоне или подземной камере.

**5.9.** Габариты павильона и подземной камеры в плане следует принимать из условия размещения в нем электродвигателя, электрооборудования и контрольно-измерительных приборов (КИП).

Высоту наземного павильона и подземной камеры надлежит принимать в зависимости от габаритов оборудования, но не менее 2,4 м.

**5.10.** Верхняя часть эксплуатационной колонны труб должна выступать над полом не менее чем на 0,5 м.

**5.11.** Конструкция оголовка скважины должна обеспечивать полную герметизацию, исключающую проникание в межтрубное и затрубное пространства скважины поверхностной воды и загрязнений.

**5.12.** Монтаж и демонтаж секций скважинных насосов следует предусматривать через люки, располагаемые над устьем скважины, с применением средств механизации.

**5.13.** Количество резервных скважин следует принимать по табл. 10.

Таблица 10

Количество рабочих скважин	Количество резервных скважин на водозаборе при категории		
	I	II	III
От 1 до 4	1	1	1
« 5 « 12	2	1	—
13 и более	20 %	10 %	—

**Примечания:** 1. В зависимости от гидрогеологических условий и при соответствующем обосновании количество резервных скважин может быть увеличено.

2. Для водозаборов всех категорий следует предусматривать наличие на складе резервных насосов: при количестве рабочих скважин до 12 — один; при большем количестве — 10 % числа рабочих скважин.

3. Категории водозаборов по степени обеспеченности подачи воды следует принимать согласно [п. 4.4](#).

**5.14.** Существующие на участке водозабора скважины, дальнейшее использование которых невозможно, подлежат ликвидации путем тампонажа.

**5.15.** Фильтры в скважинах надлежит устанавливать в рыхлых, неустойчивых скальных и полускальных породах.

**5.16.** Конструкцию и размеры фильтра следует принимать в зависимости от гидрогеологических условий, дебита и режима эксплуатации в соответствии с рекомендуемым [прил. 2](#).

**5.17.** Конечный диаметр обсадной трубы при ударном бурении должен быть больше наружного диаметра фильтра не менее чем на 50 мм, а при обсыпке фильтра гравием — не менее чем на 100 мм.

При роторном способе бурения без крепления стенок трубами конечный диаметр скважин должен быть больше наружного диаметра фильтра не менее чем на 100 мм.

**5.18.** Длину рабочей части фильтра в напорных водоносных пластах мощностью до 10 м следует принимать равной мощности пласта; в безнапорных — мощности пласта за вычетом эксплуатационного понижения уровня воды в скважине (фильтр, как правило, должен быть затоплен) с учетом [п. 5.19](#).

В водоносных пластах мощностью более 10 м длину рабочей части фильтра надлежит определять с учетом водопроницаемости пород, производительности скважин и конструкции фильтра.

**5.19.** Рабочую часть фильтра следует устанавливать на расстоянии от кровли и подошвы водоносного пласта не менее 0,5—1 м.

**5.20.** При использовании нескольких водоносных пластов рабочие части фильтров надлежит устанавливать в каждом водоносном пласте и соединять между собой глухими трубами (перекрывающими слабоводопроницаемые слои).

**5.21.** Верхняя часть надфильтровой трубы должна быть выше башмака обсадной колонны не менее чем на 3 м при глубине скважины до 50 м и не менее чем на 5 м при глубине скважины более 50 м; при этом между обсадной колонной и надфильтровой трубой при необходимости должен быть установлен сальник.

**5.22.** Длину отстойника следует принимать не более 2 м.

**5.23.** Бесфильтровые конструкции скважин для забора подземных вод из рыхлых песчаных отложений надлежит принимать при условии, когда над ними залегают устойчивые породы.

**5.24.** После окончания бурения скважин и оборудования их фильтрами необходимо предусматривать прокачку, а при роторном бурении с глинистым раствором — разглинизацию до полного осветления воды.

**5.25.** Для установления соответствия фактического дебита водозаборных скважин принятому в проекте необходимо предусматривать их опробование откачками в соответствии с указаниями, приведенными в рекомендуемом [прил. 3](#).

### **Шахтные колодцы**

**5.26.** Шахтные колодцы следует применять, как правило, в первых от поверхности безнапорных водоносных пластах, сложенных рыхлыми породами и залегающих на глубине до 30 м.

**5.27.** При мощности водоносного пласта до 3 м следует предусматривать шахтные колодцы совершенного типа с вскрытием всей мощности пласта; при большей мощности допускаются совершенные и несовершенные колодцы с вскрытием части пласта.

**5.28.** При расположении водоприемной части в песчаных грунтах на дне колодца необходимо предусматривать обратный песчано-гравийный фильтр или фильтр из пористого бетона, а в стенках водоприемной части колодцев — фильтры из пористого бетона или гравийные.

**5.29.** Обратный фильтр надлежит принимать из нескольких слоев песка и гравия толщиной по 0,1—0,15 м каждый, общей толщиной 0,4—0,6 м с укладкой в нижнюю часть фильтра мелких, а в верхнюю крупных фракций.

**5.30.** Механический состав отдельных слоев фильтра, и соотношения между средними диаметрами зерен смежных слоев фильтра следует принимать в соответствии с указаниями, приведенными в рекомендуемом [прил. 2](#).

**5.31.** Верх шахтных колодцев должен быть выше поверхности земли не менее чем на 0,8 м. При этом вокруг колодца должна предусматриваться отмостка шириной 1—2 м с уклоном 0,1 от колодца; вокруг колодцев, подающих воду для хозяйственно-питьевых нужд, кроме того, следует предусматривать устройство замка из глины или жирного суглинка глубиной 1,5—2 м и шириной 0,5 м.

**5.32.** В колодцах необходимо предусматривать вентиляционную трубу, выведенную выше поверхности земли не менее чем на 2 м. Отверстие вентиляционной трубы должно защищаться колпаком с сеткой.

### **Горизонтальные водозаборы**

**5.33.** Горизонтальные водозаборы следует предусматривать, как правило, на глубине до 8 м в безнапорных водоносных пластах, преимущественно вблизи поверхностных водотоков. Они могут проектироваться в виде каменно-щебеночной дрены, трубчатой дрены, водосборной галереи или водосборной штольни.

**5.34.** Водозаборы в виде каменно-щебеночной дрены рекомендуется предусматривать для систем временного водоснабжения.

Трубчатые дрены надлежит проектировать на глубине до 5—8 м для водозаборов II—III категорий.

Для водозаборов I и II категорий должны приниматься, как правило, водосборные галереи.

Водозаборы в виде штольни следует принимать в соответствующих орографических условиях.

**5.35.** Для исключения выноса частиц породы из водоносного пласта при проектировании водоприемной части горизонтальных водозаборов должен предусматриваться обратный фильтр из двух-трех слоев.

**5.36.** Механический состав отдельных слоев обратного фильтра следует определять расчетом.

Толщина отдельных слоев фильтра должна быть не менее 15 см.

**5.37.** Для водозабора в виде каменно-щебеночной дрены прием воды следует предусматривать через щебеночную призму размером 30×30 или 50×50 см, уложенную на дно траншеи, с устройством обратного фильтра.

Каменно-щебеночную дренажную трубу надлежит принимать с уклоном 0,01—0,05 в сторону водосборного колодца.

**5.38.** Водоприемную часть водозаборов из трубчатых дрен следует принимать из керамических, асбестоцементных, железобетонных и пластмассовых труб с круглыми или щелевыми отверстиями с боков и в верхней части трубы; нижняя часть трубы (не более  $\frac{1}{3}$  по высоте) должна быть без отверстий. Минимальный диаметр труб надлежит принимать 150 мм.

**Примечание.** Применение металлических перфорированных труб допускается при обосновании.

**5.39.** Определение диаметров трубопроводов горизонтальных водозаборов следует производить для периода низкого стояния уровня грунтовых вод, расчетное наполнение принимать 0,5 диаметра трубы.

**5.40.** Уклоны труб в сторону водосборного колодца должны быть не менее:

0,007 — при диаметре 150 мм;

0,005 — « « 200 «

0,004 — « « 250 «

0,003 — « « 300 «

0,002 — « « 400 «

0,001 — « « 500 «

Скорость течения воды в трубах должна приниматься не менее 0,7 м/с.

**5.41.** Водоприемные галереи надлежит принимать из сборного железобетона с щелевыми отверстиями или окнами с козырьками.

**5.42.** Под железобетонными звеньями галереи должно предусматриваться основание, исключающее осадку их относительно друг друга. С боков галереи в пределах ее водоприемной части следует предусматривать устройство обратного фильтра.

**5.43.** Горизонтальные водозаборы должны быть защищены от попадания в них поверхностных вод.

**5.44.** Для наблюдения за работой трубчатых и галерейных водозаборов, их вентиляции и ремонта надлежит принимать смотровые колодцы, расстояние между которыми должно быть не более 50 м для трубчатых водозаборов диаметром от 150 до 500 мм и 75 м — при диаметре более 500 мм; для галерейных водозаборов — 100—150 м.

Смотровые колодцы следует предусматривать также в местах изменения направления водоприемной части в плане и вертикальной плоскости.

**5.45.** Смотровые колодцы следует принимать диаметром 1 м; верх колодцев должен возвышаться не менее чем на 0,2 м над поверхностью земли; вокруг колодцев должна быть сделана водонепроницаемая отмостка шириной не менее 1 м и глиняный замок; колодцы должны быть оборудованы вентиляционными трубами согласно [п. 5.32](#).

**5.46.** Насосные станции горизонтальных водозаборов следует, как правило, совмещать с водосборным колодцем.

**5.47.** Комбинированные горизонтальные водозаборы необходимо принимать в двухпластовых системах с верхним безнапорным и нижним напорным водоносными пластами. Водозабор следует предусматривать в виде горизонтальной трубчатой дрены, каптирующей верхний безнапорный пласт, к которой снизу или сбоку подключены патрубки фильтровых колонн вертикальных скважин-усилителей, заложенных в нижнем пласте.

## Лучевые водозаборы

**5.48.** Лучевые водозаборы надлежит предусматривать в водоносных пластах, кровля которых расположена от поверхности земли на глубине не более 15—20 м и мощность водоносного пласта не превышает 20 м.

**Примечание.** Лучевые водозаборы в галечниковых грунтах при крупности фракций  $D \geq 70$  мм, при наличии в водоносных породах включений валунов в количестве более 10 % и в илистых мелкозернистых породах применять не рекомендуется.

**5.49.** В неоднородных или мощных однородных водоносных пластах следует применять многоярусные лучевые водозаборы с лучами, расположенными на разных отметках.

**5.50.** Водосборный колодец при производительности водозабора до 150—200 л/с и в благоприятных гидрогеологических и гидрохимических условиях следует предусматривать односекционным; при производительности водозабора свыше 200 л/с водосборный колодец должен быть разделен на две секции.

**5.51.** Лучи длиной 60 м и более следует принимать телескопической конструкции с уменьшением диаметра труб.

**5.52.** При длине лучей меньше 30 м в однородных водоносных пластах угол между лучами должен быть не менее  $30^\circ$ .

**5.53.** Водоприемные лучи должны приниматься из стальных перфорированных или щелевых труб со скважностью не более 20 %; на водоприемных лучах в водосборных колодцах следует предусматривать установку задвижек.

## Каптаж родников

**5.54.** Каптажные устройства (водосборные камеры или неглубокие опускные колодцы) следует применять для захвата подземных вод из родников.

**5.55.** Захват воды из восходящего родника следует осуществлять через дно каптажной камеры, из нисходящего — через отверстия в стене камеры.

**5.56.** При каптаже родников из трещиноватых пород прием воды в каптажной камере допускается осуществлять без фильтров, а из рыхлых пород — через обратные фильтры.

**5.57.** Каптажные камеры должны быть защищены от поверхностных загрязнений, промерзания и затопления поверхностными водами.

**5.58.** В каптажной камере следует предусматривать переливную трубу, рассчитанную на наибольший дебит родника, с установкой на конце клапана-захлопки, вентиляционную трубу согласно [п. 5.32](#) и спускную трубу диаметром не менее 100 мм.

**5.59.** Для освобождения воды родника от взвеси каптажную камеру следует разделять переливной стенкой на два отделения: одно — для отстаивания воды с последующей очисткой его от осадка, второе — для забора воды насосом.

**5.60.** При наличии вблизи нисходящего родника нескольких выходов воды каптажную камеру следует предусматривать с открылками.

## Искусственное пополнение запасов подземных вод

**5.61.** Искусственное пополнение подземных вод следует принимать для:

- увеличения производительности и обеспечения стабильной работы действующих и проектируемых водозаборов подземных вод;
- улучшения качества инфильтруемых и отбираемых подземных вод;
- создания сезонных запасов подземных вод;

охраны окружающей среды (предотвращение недопускаемого понижения уровня грунтовых вод, приводящего к гибели растительности).

**5.62.** Для пополнения запасов подземных вод эксплуатируемых водоносных пластов должны использоваться поверхностные и подземные воды.

**5.63.** Пополнение запасов подземных вод следует предусматривать через инфильтрационные сооружения открытого и закрытого типов.

**5.64.** В качестве инфильтрационных сооружений открытого типа следует применять: бассейны, естественные и искусственные понижения рельефа (овраги, балки, старицы, карьеры).

**5.65.** Открытые инфильтрационные сооружения надлежит принимать для пополнения запасов подземных вод первого от поверхности водоносного пласта при отсутствии или малой мощности (до 3 м) покровных слабопроницаемых отложений.

**5.66.** При проектировании инфильтрационных бассейнов следует предусматривать: врезку днища в хорошо фильтрующие породы на глубину не менее 0,5 м; укрепление дна в месте выпуска воды и предохранение откосов от размыва; устройства для регулирования и измерения расхода воды, подаваемой на инфильтрационные сооружения; подъездные пути и съезды для машин и механизмов.

**5.67.** Ширина по дну инфильтрационных бассейнов должна быть не более 30 м, длина бассейнов — не более 500 м, слой воды — 0,7—2,5 м, количество — не менее двух.

**5.68.** Подачу воды в бассейны следует предусматривать через разбрызгивающие устройства или каскад со свободным изливом.

**5.69.** При устройстве бассейнов в гравийно-галечниковых отложениях с крупным заполнителем следует предусматривать загрузку дна крупнозернистым песком толщиной слоя 0,5—0,7 м.

**5.70.** При использовании естественных понижений рельефа должна предусматриваться подготовка фильтрующей поверхности.

**5.71.** В качестве инфильтрационных сооружений закрытого типа следует применять скважины (поглощающие и дренажно-поглощающие) и шахтные колодцы.

**5.72.** При проектировании поглощающих и дренажно-поглощающих скважин и шахтных колодцев необходимо предусматривать устройства для измерения и регулирования расходов подаваемой воды и измерения динамических уровней воды в сооружениях и водоносном пласте.

**5.73.** Конструкция инфильтрационных сооружений должна обеспечивать возможность восстановления их производительности на открытых инфильтрационных сооружениях путем механического или гидравлического съема закальматированного слоя с фильтрующей поверхности, на закрытых — методами, применяемыми для регенерации водозаборных скважин.

**Примечание.** Опорожнение и регенерация открытых инфильтрационных сооружений в период отрицательных температур не допускаются.

**5.74.** Выбор схемы размещения инфильтрационных сооружений, определение их количества и производительности должны производиться на основе комплексных гидрогеологических и технико-экономических расчетов с учетом назначения искусственного пополнения запасов подземных вод, схемы размещения водозаборных сооружений, качества подаваемой воды и особенностей эксплуатации инфильтрационных и водозаборных сооружений.

**5.75.** Расстояния между инфильтрационными и водозаборными сооружениями должны приниматься на основе прогноза качества отбираемой воды с учетом доочистки подаваемой на инфильтрацию воды и смешения ее с подземными водами.

**5.76.** Качество воды, используемой для искусственного пополнения, должно отвечать требованиям ГОСТ 2761-84.



**5.77.** Качество воды, подаваемой на инфильтрационные сооружения систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, должно с учетом ее доочистки при инфильтрации в водоносный пласт и смешения с подземными водами отвечать требованиям ГОСТ 2874-82.

### **СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОДЫ**

**5.78.** Водозаборные сооружения (водозаборы) должны: обеспечивать забор из водоисточника расчетного расхода воды и подачу его потребителю;

защищать систему водоснабжения от биологических обрастаний и от попадания в нее наносов, сора, планктона, шугольда и др.;

на водоемах рыбохозяйственного значения удовлетворять требованиям органов охраны рыбных запасов.

**5.79.** Водозаборы по степени обеспеченности подачи воды следует подразделять на три категории согласно [п. 4.4.](#)

**5.80.** Конструктивная схема водозабора должна приниматься в зависимости от требуемой категории, гидрологической характеристики водоисточника с учетом максимальных и минимальных уровней воды, указанных в [табл. 11](#), а также требований органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, охраны рыбных запасов и водного транспорта.

Таблица 11

Категория водозабора	Обеспеченность расчетных уровней воды в поверхностных источниках, %	
	максимальный	минимальный
I	1	97
II	3	95
III	5	90

**5.81.** Класс основных сооружений водозабора устанавливается в соответствии с его категорией.

Класс второстепенных сооружений водозабора принимается на единицу меньше.

**Примечания:** 1. К основным следует относить сооружения, при повреждении которых водозабор не обеспечит подачу расчетного расхода воды потребителям, к второстепенным — сооружения, повреждение которых не приведет к снижению подачи воды потребителям.

2. Класс водоподъемных и водохранилищных плотин, входящих в состав водозаборного гидроузла, следует принимать в соответствии с указаниями [СНиП 2.06.01-86](#), но не ниже:

II класса — для I категории водозаборов

III « — « II « «

IV « — « III « «

**5.82.** Выбор схемы и места расположения водозабора должен быть обоснован прогнозами:

качества воды в источнике;

переформирования русла или побережья;

изменения границы вечномерзлых грунтов;

гидротермического режима.

**5.83.** Не допускается размещать водоприемники в пределах зон движения судов, плотов, в зоне отложения и жильного движения донных наносов, в местах зимовья и нереста рыб, на участке возможного разрушения берега, скопления плавника и водорослей, а также возникновения шугозажоров и заторов.

**5.84.** Не рекомендуется размещать водоприемники водозаборов на участках нижнего бьефа ГЭС, прилегающих к гидроузлу, в верховьях водохранилищ, а также на участках, расположенных ниже устьев притоков водотоков и в устьях подпертых водотоков.

**5.85.** Место расположения водоприемников для водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения должно приниматься выше по течению водотока выпусков сточных вод, населенных пунктов, а также стоянок судов, лесных бирж, товарно-транспортных баз и складов в районе, обеспечивающем организацию зон санитарной охраны.

**5.86.** На морях, крупных озерах и водохранилищах водоприемники водозаборов следует размещать (с учетом ожидаемой переработки прилегающего берега и прибрежного склона):

за пределами прибойных зон при наименьших уровнях воды;

в местах, укрытых от волнения;

за пределами сосредоточенных течений, выходящих из прибойных зон.

На водозаборах с самотечными и сифонными водоводами целесообразно водоприемный сеточный колодец, насосную станцию и другие сооружения выносить за пределы ожидаемой переработки берега, без устройства берегозащитных покрытий.

**5.87.** Условия забора воды из поверхностных источников должны разделяться в зависимости от устойчивости берегов и ложа источника, русловых и шуголедовых режимов, засоренности по показателям, приведенным в [табл. 12](#).

**5.88.** Водоприемные устройства следует принимать по [табл. 13](#) в зависимости от требуемой категории и сложности природных условий забора воды (см. [табл. 12](#)).

**5.89.** Повышение категории водозабора с затопленными водоприемниками на единицу допускается в случаях:

размещения водоприемников в затопляемом, самопромываемом водоприемном ковше;

подвода к водоприемным отверстиям теплой воды в количестве не менее 20 % забираемого расхода и применения специальных наносозащитных устройств;

обеспечения надежной системы обратной промывки сороудерживающих решеток, рыбозаградительных устройств водоприемников и самотечных водоводов.

**5.90.** Выбор схемы и компоновки водозаборного сооружения в тяжелых и очень тяжелых местных условиях следует принимать на основе лабораторных исследований.

**5.91.** Водозаборные сооружения следует проектировать с учетом перспективного развития водопотребления.

**5.92.** При заборе воды из водохранилищ следует рассматривать целесообразность использования в качестве водоприемника башни донного водоспуска или головного сооружения водосброса.

При совмещении водозаборного сооружения с водоподъемной плотиной следует предусматривать возможность ремонта плотины без прекращения подачи воды.

**5.93.** Размеры основных элементов водозаборного сооружения (водоприемных отверстий, сеток, рыбозащитных устройств, труб, каналов), а также расчетный минимальный уровень воды в береговом водоприемном сеточном колодце и отметки оси насосов должны определяться гидравлическими расчетами при минимальных уровнях воды в источнике для нормального эксплуатационного и аварийного режимов работы.

**Примечание.** В аварийном режиме (отключение одного самотечного или сифонного водовода или секции водоприемника на ремонт или ревизию) для водозаборных сооружений II и III категорий допускается снижение водоотбора на 30 %.

**5.94.** Размеры водоприемных отверстий следует определять по средней скорости втекания воды в отверстия (в свету) сороудерживающих решеток, сеток или в поры фильтров с учетом требований рыбозащиты.



Допустимые скорости втекания воды в водоприемные отверстия без учета требований рыбозащиты следует принимать для средних и тяжелых условий забора воды соответственно:

- 0,6—0,2 м/с — в береговые незатопляемые водоприемники;
- 0,3—0,1 м/с — в затопленные водоприемники.

Таблица 12

Характеристика условий забора воды	Условия забора воды из поверхностных источников		
	мутность, устойчивость берегов и дна	шуга и лед	другие факторы
Легкие	Мутность ≤500 мг/л, устойчивое ложе водоема и водотока	Отсутствие внутриводного ледообразования. Ледостав умеренной (≤0,8 м) мощности, устойчивый	Отсутствие в водосточнике дрейсыны, баянуса, мидий и т.п., водорослей, малое количество загрязнений и сора
Средние	Мутность ≤1500 мг/л (средняя за паводок). Русло (побережье) и берега устойчивые с сезонными деформациями ±0,3 м. Вдольбереговое перемещение наносов не влияет на устойчивость подводного склона постоянной крутизны	Наличие внутриводного ледообразования, прекращающегося с установлением ледостава обычно без шугозаполнения русла и образования шугозажоров. Ледостав устойчивый мощностью < 1,2 м, формирующийся с полыньями	Наличие сора, водорослей, дрейсыны, баянуса, мидий и загрязнений в количествах, вызывающих помехи в работе водозабора. Лесосплав молевой и плотами. Судоходство
Тяжелые	Мутность ≤5000 мг/л. Русло подвижное с переформированием берегов и дна, вызывающим изменение отметок дна до 1—2 м. Наличие переработки берега с вдольбереговым перемещением наносов по склону переменной крутизны	Неоднократно формирующийся ледяной покров с шугоходами и шугозалолнением русла при ледоставе до 60—70 % сечения водотока. В отдельные годы с образованием шугозажоров в предледоставный период и ледяных заторов весной. Участки нижнего бьефа ГЭС в зоне неустойчивого ледового покрова. Нагон шугольда на берег с образованием навалов на берега, торосов и шугозаполнением прибрежной зоны	То же, но в количествах, затрудняющих работу водозабора и сооружений водопровода
Очень тяжелые	Мутность >5000 мг/л, русло неустойчивое, систематически и случайно изменяющее свою форму. Интенсивная и значительная переработка берега. Наличие или вероятность оползневых явлений	Формирование ледяного покрова только при шугозажорах, вызывающих подпор; транзит шуги под ледяным покровом в течение большей части зимы. Возможность наледей и перемерзания русла. Ледоход с заторами и с большими навалами льда на берега. Тяжелые шуголедовые условия при наличии приливов	

**Примечание.** Общая характеристика условий забора воды определяется по наиболее тяжелому виду затруднений.

Таблица 13

Водоприемные устройства	Категория водозаборных сооружений								
	Природные условия забора воды								
	легкие			средние			тяжелые		
	Схемы водозаборов								
	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Береговые, незатопляемые водоприемники с водоприемными отверстиями, всегда доступными для обслуживания, с необходимыми ограждающими и вспомогательными сооружениями и устройствами	I	—	—	I	—	—	II	I	I
Затопленные водоприемники всех типов, удаленные от берега, практически недоступные в отдельные периоды года	I	—	—	II	I	—	III	II	I
Нестационарные водоприемные устройства:									
плавучие	II	I	—	III	III	II	—	—	—
фундулерные	III	II	—	—	—	—	—	—	—

**Примечания:** 1. Таблица составлена для водозаборов, устраиваемых по трем схемам: схема «а» — в одном створе; схема «б» — то же, но при нескольких водоприемниках, снабженных средствами борьбы с шугой, наносами и другими затруднениями забора воды; схема «в» — в двух створах, удаленных на расстояние, исключающее возможность одновременного перерыва забора воды.

2. В водозаборных сооружениях I и II категорий надлежит предусматривать секционирование водоприемной части.

С учетом требований рыбозащиты:

в водотоках со скоростями течения свыше 0,4 м/с допустимая скорость втекания — 0,25 м/с;

в водотоках со скоростями течения не свыше 0,4 м/с и в водоемах — 0,1 м/с.

Для очень тяжелых шуголедовых условий скорость втекания воды в водоприемные окна следует снижать до 0,06 м/с.

**5.95.** Определение площади водоприемного отверстия (брутто) одной секции  $\Omega_{бр}$ , м<sup>2</sup>, следует производить при одновременной работе всех секций водозабора (кроме резервных) по формуле

$$\Omega_{бр} = 1,25q_p K_{ст} / v_{вт} \quad (5)$$

где  $v_{вт}$  — скорость втекания в водоприемные отверстия, м/с, отнесенная к их сечению в свету;

1,25 — коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

$q_p$  — расчетный расход одной секции, м<sup>3</sup>/с;

$K_{ст}$  — коэффициент, учитывающий стеснение отверстий стержнями решеток или сеток, принимаемый

$K_{ст} = (a_{ст} + c_{ст}) / a_{ст}$  решеток и  $K_{ст} = [(a_{ст} + c_{ст}) / a_{ст}]^2$  для сеток,

где  $c_{ст}$  — расстояние между стержнями в свету, см;

$a_{ст}$  — толщина стержней, см.

В водоприемниках фильтрующего типа площадь водоприемного фильтра следует определять по [формуле \(5\)](#) при значении коэффициента  $K_{ст} = 1/P_{ф}$ , где  $P_{ф}$  — пористость фильтра, принимаемая для гравийно-щебеночных фильтров 0,3—0,5 м и порозластовых — 0,25—0,35 м.

**5.96.** Низ водоприемных отверстий должен быть расположен не менее 0,5 м выше дна водоема или водотока, верх водоприемных отверстий или затопленных сооружений — не менее 0,2 м от нижней кромки льда.

**5.97.** Для борьбы с оледенением и закупоркой шугой водоприемников в тяжелых шуголедовых условиях следует предусматривать электрообогрев решеток, подвод к водоприемным отверстиям теплой воды или сжатого воздуха или импульсную промывку в сочетании с обратной. Стержни сородерживающих решеток должны быть изготовлены из гидрофобных материалов или покрыты ими.

**Примечание.** Для удаления шуги из береговых водоприемных колодцев и сеточных камер должны предусматриваться соответствующие приспособления.

**5.98.** В случае необходимости следует предусматривать меры борьбы с обрастанием элементов водозаборного сооружения дрейсенной, баянусом, мидиями и т.п. путем обработки воды хлором или раствором медного купороса.

Дозы, периодичность и продолжительность обработки воды реагентами надлежит определять на основании данных технологических исследований.

При отсутствии этих данных дозу хлора следует принимать на 2 мг/л более хлорпоглощаемости воды, но не менее 5 мг/л.

Периодичность и продолжительность хлорирования рекомендуется принимать при хлорпоглощаемости воды:

до 3 мг/л — весной и осенью в течение 7 — 10 дней;  
свыше 3 мг/л — с мая по октябрь в те дни, когда средняя суточная температура воздуха превышает +10 °С.

Дозу медного купороса (по меди) необходимо принимать 1 — 1,5 мг/л.

Периодичность и продолжительность купоросования надлежит предусматривать через каждые двое суток в течение 1 ч.

**Примечания:** 1. Допускается применение лакокрасочных и пластмассовых покрытий элементов водозаборных сооружений.

2. В период проведения обратной промывки водоприемников и самотечных водоводов подача реагентов в водоприемники не допускается.

**5.99.** Ориентировочные скорости движения воды в самотечных и сифонных водоводах при нормальном режиме работы водозаборных сооружений допускается принимать по табл. 14.

Таблица 14

Диаметры водоводов, мм	Скорости движения воды, м/с, в водозаборах категорий	
	I	II и III
300–500	0,7–1	1–1,5
500–800	1–1,4	1,5–1,9
Более 800	1,5	2

**Примечание.** При наличии возможности обрастания водоводов дрейсенной, баянусом, мидиями и т.п. расчет потерь в водоводе следует производить при значении коэффициента шероховатости 0,02.

**5.100.** Сифонные водоводы допускается применять в водозаборах II и III категорий.

Применение сифонных водоводов в водозаборах I категории должно быть обосновано.

**5.101.** Сифонные и самотечные водоводы, как правило, следует принимать из стальных труб. Допускается применение пластмассовых и железобетонных труб.

**5.102.** Для самотечных водоводов на участке примыкания к подземной части водоприемных колодцев и насосных станций, выполняемых опускным способом, рекомендуется метод бестраншейной прокладки.

**5.103.** Стальные самотечные и сифонные водоводы должны проверяться на всплывание и устраиваться с противокоррозионной оклеечной изоляцией, а при необходимости — и с катодной или протекторной защитой. При пересечении самотечными или сифонными водоводами участков с вечномёрзлыми грунтами должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие замерзание воды внутри водовода.

**5.104.** Самотечные и сифонные водоводы в пределах русла водотока должны защищаться снаружи от истираний донными наносами и от повреждений якорями путем заглубления водоводов под дно с учетом местных условий, но не менее чем на 0,5 м, или обсыпки грунтом с укреплением его от размыва.

**5.105.** Выбор типа сеток для предварительной очистки воды следует производить с учетом особенностей водоема и производительности водозабора.

Вращающиеся сетки следует применять в средних, тяжелых и очень тяжелых условиях загрязненности источника согласно табл. 12, а также при производительности водозабора более 1 м<sup>3</sup>/с.

**5.106.** При наличии рыбозащитных устройств в месте водоотбора рабочую площадь плоских или вращающихся сеток следует определять при минимальном уровне воды в сеточном колодце и скорости в отверстиях сетки, принимаемой не более 1 м/с.

**5.107.** При применении в качестве рыбозащитных мероприятий фильтрующих элементов или устройства водоприемников фильтрующего типа в отдельных случаях следует рассматривать возможность отказа от установки водоочистных сеток.

**5.108.** Насосные станции водозаборных сооружений следует проектировать в соответствии с указаниями [разд. 7](#).

При этом в насосных станциях водозаборов рекомендуется применять насосы с вертикальным валом.

**5.109.** При проектировании водозаборных сооружений следует предусматривать устройства для удаления осадка из водоприемных камер (колодцев).

Для промывки сеток следует использовать воду из напорных водоводов. В случае недостаточности напора для их промывки следует предусматривать установку подкачивающих насосов.

## **6. ВОДОПОДГОТОВКА**

### **Общие указания**

**6.1.** Требования настоящего раздела не распространяются на установки водоподготовки теплоэнергетических объектов.

Проектирование установок водоподготовки котельных с котлами, работающими под давлением до 4 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>), а также систем теплоснабжения и горячего водоснабжения должно производиться в соответствии с указаниями [СНиП II-35-76](#) и [СНиП 2.04.07-86\\*](#).

**6.2.** Метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки и расчетные дозы реагентов надлежит устанавливать в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, производительности станции и местных условий на основании данных технологических изысканий и опыта эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

**6.3.** Для подготовки воды питьевого качества могут быть приняты только те методы, по которым получены положительные гигиенические заключения.

**6.4.** Необходимо предусматривать повторное использование промывных вод фильтров, воды от обезжелезивания и складирования осадков станций водоподготовки. При обосновании допускается сброс их в водотоки или водоемы при соблюдении требований «Правил охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами» или на канализационные очистные сооружения.

**6.5.** При проектировании оборудования, арматуры и трубопроводов станций водоподготовки следует учитывать требования [разд. 12](#). Сооружения станций водоподготовки должны быть оборудованы приборами и устройствами для определения основных параметров их работы согласно [разд. 13](#), а также устройствами для отбора проб до и после каждого сооружения.

**6.6.** Полный расход воды, поступающей на станцию, надлежит определять с учетом расхода воды на собственные нужды станции.

Ориентировочно среднесуточные (за год) расходы исходной воды на собственные нужды станций осветления, обезжелезивания и др. следует принимать: при повторном использовании промывной воды в размере 3—4 % количества воды, подаваемой потребителям, без повторного использования — 10—14 %, для станций умягчения — 20—30 %. Расходы воды на собственные нужды станций надлежит уточнять расчетами.

**6.7.** Станции водоподготовки должны рассчитываться на равномерную работу в течение суток максимального водопотребления, причем должна предусматриваться возможность отключения отдельных сооружений для профилактического осмотра, чистки, текущего и капитального ремонтов. Для станций производительностью до 5000 м<sup>3</sup>/сут допускается предусматривать работу в течение части суток.

**6.8.** Коммуникации станций водоподготовки надлежит рассчитывать на возможность пропуска расхода воды на 20—30 % больше расчетного.

## ОСВЕТЛЕНИЕ И ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ ВОДЫ

### Общие указания

**6.9.** Воды источников водоснабжения подразделяются:

а) в зависимости от расчетной максимальной мутности (ориентировочно количество взвешенных веществ) на:

- маломутные — до 50 мг/л;
- средней мутности — св. 50 до 250 мг/л;
- мутные — св. 250 до 1500 мг/л;
- высокомутные — св. 1500 мг/л;

б) в зависимости от расчетного максимального содержания гумусовых веществ, обуславливающих цветность воды, на:

- малоцветные — до 35°;
- средней цветности — св. 35 до 120°;
- высокой цветности — св. 120°.

Расчетные максимальные значения мутности и цветности для проектирования сооружений станций водоподготовки следует определять по данным анализов воды за период не менее чем за последние три года до выбора источника водоснабжения.

**6.10.** При выборе сооружений для осветления и обесцвечивания воды рекомендуется руководствоваться указаниями п.п. [6.2](#) и [6.3](#), а для предварительного выбора — данными табл. 15.

Таблица 15

Основные сооружения	Условия применения				Производительность станции, м <sup>3</sup> /сут
	Мутность, мг/л		Цветность, град		
	исходная вода	очищенная вода	исходная вода	очищенная вода	
<i>Обработка воды с применением коагулянтов и флокулянтов</i>					
1. Скорые фильтры (одноступенчатое фильтрование):					
а) напорные	До 30	До 1,5	До 50	До 20	До 5000
б) открытые	« 20	« 1,5	« 50	« 20	« 50000
2. Вертикальные отстойники — скорые фильтры	« 1500	« 1,5	« 120	« 20	« 5000
3. Горизонтальные отстойники — скорые фильтры	« 1500	« 1,5	« 120	« 20	Св. 30000
4. Контактные префильтры — скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование)	« 300	« 1,5	« 120	« 20	Любая
5. Осветлители со взвешенным осадком — скорые фильтры	Не менее 50 до 1500	« 1,5	« 120	« 20	Св. 5000
6. Две ступени отстойников — скорые фильтры	Более 1500	« 1,5	« 120	« 20	Любая
7. Контактные осветлители	До 120	« 1,5	« 120	« 20	«
8. Горизонтальные отстойники и осветлители со взвешенным осадком для частичного осветления воды	« 1500	8 – 15	« 120	« 40	«
9. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	« 80	До 10	« 120	« 30	«
10. Радиальные отстойники для предварительного осветления высокомутных вод	Св. 1500	« 250	« 120	« 20	«
11. Трубчатый отстойник и напорный фильтр заводского изготовления (типа «Струя»)	До 1000	« 1,5	« 120	« 20	До 800
<i>Обработка воды без применения коагулянтов и флокулянтов</i>					
12. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	До 150	30 – 50 % исходной	До 120	Такая же, как исходная	Любая
13. Радиальные отстойники для частичного осветления воды	Более 1500	30 – 50 % исходной	« 120	То же	«
14. Медленные фильтры с механической или гидравлической регенерацией песка	До 1500	1,5	« 50	До 20	«

**Примечания:** 1. Мутность указана суммарная, включая образующуюся от введения реагентов.

2. На водозаборных сооружениях или на станции водоподготовки необходимо предусматривать установку сеток с ячейками 0,5—2 мм. При среднемесячном содержании в воде планктона более 1000 кл/мл и продолжительности «цветения» более 1 мес в году в дополнение к сеткам на водозаборе следует предусматривать установку микрофильтров на водозаборе или на станции водоподготовки.

3. При обосновании для обработки воды допускается применять сооружения, не указанные в [табл. 15](#) (плавающие водозаборы-осветлители, гидроциклоны, флотационные установки и др.).

4. Осветлители со взвешенным осадком следует применять при равномерной подаче воды на сооружения или постепенном изменении расхода воды в пределах не более 15 % в 1 ч и колебании температуры воды не более  $\pm 1^\circ\text{C}$  в 1 ч.

## Сетчатые барабанные фильтры

**6.11.** Сетчатые барабанные фильтры следует применять для удаления из воды крупных плавающих и взвешенных примесей (барабанные сетки) и для удаления указанных примесей и планктона (микрофильтры).

Сетчатые барабанные фильтры следует размещать на площадке станций водоподготовки, при обосновании допускается их размещение на водозаборных сооружениях.

Сетчатые барабанные фильтры надлежит устанавливать до подачи в воду реагентов.

**6.12.** Количество резервных сетчатых барабанных фильтров надлежит принимать:

1 — при количестве рабочих агрегатов 1—5;

2 — « « « « 6—10;

3 — « « « « 11 и св.

**6.13.** Установку сетчатых барабанных фильтров следует предусматривать в камерах. Допускается размещение в одной камере двух агрегатов, если число рабочих агрегатов св. 5.

Камеры должны оборудоваться спускными трубами.

В подводящем канале камер следует предусматривать переливной трубопровод.

**6.14.** Промывка сетчатых барабанных фильтров должна осуществляться водой, прошедшей через них.

Расходы воды на собственные нужды следует принимать: для барабанных сеток — 0,5 % и микрофильтров — 1,5 % расчетной производительности.

## Реагентное хозяйство

**6.15.** Расчетные дозы реагентов следует устанавливать для различных периодов года в зависимости от качества исходной воды и корректировать в период наладки и эксплуатации сооружений. При этом надлежит учитывать допустимые их остаточные концентрации в обработанной воде, предусмотренные ГОСТ 2874-82 и технологическими требованиями.

**6.16.** Дозу коагулянта  $D_k$ , мг/л, в расчете на  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (по безводному веществу) допускается принимать при обработке: мутных вод — по [табл. 16](#), цветных вод — по формуле

$$D_k = \sqrt[4]{C}, \quad (6)$$

где  $C$  — цветность обрабатываемой воды, град.

**Примечание.** При одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности принимается большая из доз коагулянта, определенных по [табл. 16](#) и [формуле \(6\)](#).

Таблица 16

Мутность воды, мг/л	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, мг/л
До 100	25 – 35
Св. 100 до 200	30 – 40
« 200 « 400	35 – 45
« 400 « 600	45 – 50
« 600 « 800	50 – 60
« 800 « 1000	60 – 70
« 1000 « 1500	70 – 80

**Примечания:** 1. Меньшие значения доз относятся к воде, содержащей грубодисперсную взвесь.

2. При применении контактных осветлителей или фильтров, работающих по принципу коагуляции в зоне фильтрующей загрузки, дозу коагулянта следует принимать на 10—15 % меньше, чем по [табл. 16](#) и [формуле \(6\)](#).

**6.17.** Дозу флокулянтов (в дополнение к дозам коагулянтов) следует принимать:

а) полиакриламида (ПАА) по безводному продукту:

при вводе перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком — по табл. 17;

при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,05—0,1 мг/л;

при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 0,2—0,6 мг/л;

Таблица 17

Мутность воды, мг/л	Цветность воды, град	Доза безводного ПАА, мг/л
До 10	Св. 50	1 – 1,5
Св. 10 до 100	30 – 100	0,3 – 0,6
« 100 « 500	20 – 60	0,2 – 0,5
« 500 « 1500	—	0,2 – 1

б) активной кремнекислоты (по  $\text{SiO}_2$ ):

при вводе перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком для воды с температурой более 5—7 °С — 2—3 мг/л, с температурой менее 5—7 °С — 3—5 мг/л;

при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,2—0,5 мг/л;

при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 1—3 мг/л.

Флокулянты следует вводить в воду после коагулянта. При очистке высокомутных вод допускается ввод флокулянтов до коагулянтов. Следует предусматривать возможность ввода флокулянтов и коагулянтов с разрывом во времени до 2—3 мин в зависимости от качества обрабатываемой воды.

**6.18.** Дозу хлорсодержащих реагентов (по активному хлору) при предварительном хлорировании и для улучшения хода коагуляции и обесцвечивания воды, а также для улучшения санитарного состояния сооружений следует принимать 3—10 мг/л.

Реагенты рекомендуется вводить за 1—3 мин до ввода коагулянтов.

**6.19.** Дозы подщелачивающих реагентов  $D_{щ}$ , мг/л, необходимых для улучшения процесса хлопьеобразования, надлежит определять по формуле

$$D_{щ} = K_{щ}(D_k/e_k - Щ_0) + 1, \quad (7)$$

где  $D_k$  — максимальная в период подщелачивания доза безводного коагулянта, мг/л;

$e_k$  — эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-экв, принимаемая для  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  – 57,  $\text{FeCl}_3$  – 54,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  – 67;

$K_{щ}$  — коэффициент, равный для извести (по CaO) — 28, для соды (по  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) — 53;

$Щ_0$  — минимальная щелочность воды, мг-экв/л.

Реагенты следует вводить одновременно с вводом коагулянтов.

**6.20.** Приготовление и дозирование реагентов надлежит предусматривать в виде растворов или суспензий. Количество дозаторов следует принимать в зависимости от числа точек ввода и производительности дозатора, но не менее двух (один резервный).

Гранулированные и порошкообразные реагенты надлежит, как правило, принимать в сухом виде.

**6.21.** Концентрацию раствора коагулянта в растворных баках, считая по чистому и безводному продукту, следует принимать: до 17 % — для неочищенного, до 20 % — для очищенного кускового, до 24 % — для очищенного гранулированного; в расходных баках — до 12 %.

**6.22.** Время полного цикла приготовления раствора коагулянта (загрузка, растворение, отстаивание, перекачка, при необходимости чистка полдона) при температуре воды до 10 °С следует принимать 10—12 ч.

Для ускорения цикла приготовления коагулянта до 6—8 ч рекомендуется использование воды температурой до 40 °С.

Количество растворных баков надлежит принимать с учетом объема разовой поставки, способов доставки и разгрузки коагулянта, его вида, а также времени его растворения и должно быть не менее трех.

Количество расходных баков должно быть не менее двух.

**6.23.** Для растворения коагулянта и перемешивания его в баках надлежит предусматривать подачу сжатого воздуха с интенсивностью:

8—10 л/(с·м<sup>2</sup>) — для растворения;

3—5 л/(с·м<sup>2</sup>) — для перемешивания при разбавлении до требуемой концентрации в расходных баках.

Распределение воздуха следует предусматривать дырчатыми трубами.

Допускается применение для растворения коагулянта и перемешивания его раствора механических мешалок или циркуляционных насосов.

**6.24.** Растворные баки в нижней части следует проектировать с наклонными стенками под углом 45° к горизонтали для неочищенного и 15° для очищенного коагулянта. Для опорожнения баков и сброса осадка следует предусматривать трубопроводы диаметром не менее 150 мм.

При применении кускового коагулянта в баках должны быть предусмотрены съемные колосниковые решетки с прозорами 10—15 мм.

При применении гранулированного и порошкообразного коагулянта необходимо предусматривать на колосниковой решетке сетку из кислотостойкого материала с отверстиями 2 мм.

**Примечание.** Допускается уменьшение угла наклона стенок баков для неочищенного коагулянта до 25° при оборудовании подколосниковой части баков системой гидросмыва осадка и одновременной подаче сжатого воздуха.

**6.25.** Днища расходных баков должны иметь уклон не менее 0,01 к сбросному трубопроводу диаметром не менее 100 мм.

**6.26.** Забор раствора коагулянта из растворных и расходных баков следует предусматривать с верхнего уровня.

**6.27.** Внутренняя поверхность баков должна быть защищена кислотостойкими материалами.

**6.28.** При применении в качестве коагулянта сухого хлорного железа в верхней части растворного бака следует предусматривать колосниковую решетку. Баки должны размещаться в изолированном помещении (боксе) с вытяжной вентиляцией.



**6.29.** Для транспортирования раствора коагулянта следует применять кислотостойкие материалы и оборудование.

Конструкции реагентопроводов должны обеспечивать возможность их быстрой прочистки и промывки.

**6.30.** Полиакриламид следует применять в виде раствора с концентрацией полимера 0,1—1 %.

Приготовление раствора из технического полиакриламида надлежит производить в баках с механическими лопастными мешалками. Продолжительность приготовления раствора из ПАА геля 25—40 мин, из ПАА сухого 2 ч. Для ускорения приготовления раствора ПАА следует использовать горячую воду с температурой не выше 50 °С.

**6.31.** Количество мешалок, а также объем расходных баков для растворов ПАА следует определять исходя из сроков хранения 0,7—1 % растворов не более 15 сут, 0,4—0,6 % растворов — 7 сут и 0,1—0,3 % растворов — 2 сут.

**6.32.** Приготовление растворов активной кремнекислоты (АК) производится путем обработки жидкого стекла раствором серноокислого алюминия или хлором.

Активацию серноокислым алюминием или хлором следует производить на установках непрерывного или периодического действия.

**6.33.** Для подщелачивания и стабилизации воды следует применять известь. При обосновании допускается применение соды.

**6.34.** Выбор технологической схемы известкового хозяйства станции водоподготовки надлежит производить с учетом качества и вида заводского продукта, потребности в извести, места ее ввода и т.д. В случае применения комовой негашеной извести следует принимать мокрое хранение ее в виде теста.

При расходе извести до 50 кг/сут по СаО допускается применение схемы с использованием известкового раствора, получаемого в сатураторах двойного насыщения.

**6.35.** Количество баков для известкового молока или раствора надлежит предусматривать не менее двух. Концентрацию известкового молока в расходных баках следует принимать не более 5 % по СаО.

**6.36.** Для очистки известкового молока от нерастворимых примесей при стабилизационной обработке воды надлежит применять вертикальные отстойники или гидроциклоны.

Скорость восходящего потока в вертикальных отстойниках следует принимать 2 мм/с.

Для очистки известкового молока на гидроциклонах необходимо обеспечивать двухкратный его пропуск через гидроциклоны.

**6.37.** Для непрерывного перемешивания известкового молока следует применять гидравлическое перемешивание (с помощью насосов) или механические мешалки.

При гидравлическом перемешивании восходящая скорость движения молока в баке должна приниматься не менее 5 мм/с. Баки должны иметь конические днища с наклоном 45° и сбросные трубопроводы диаметром не менее 100 мм.

**Примечание.** Допускается для перемешивания известкового молока применять сжатый воздух при интенсивности подачи 8—10 л/(с·м<sup>2</sup>).

**6.38.** Диаметры трубопроводов подачи известкового молока должны быть: напорных при подаче очищенного продукта не менее 25 мм, неочищенного — не менее 50 мм, самотечных — не менее 50 мм. Скорость движения в трубопроводах известкового молока должна приниматься не менее 0,8 м/с. Повороты на трубопроводах известкового молока следует предусматривать с радиусом не менее  $5d$ , где  $d$  — диаметр трубопровода. Напорные трубопроводы проектируются с уклоном к насосу не менее 0,02, самотечные трубопроводы должны иметь уклон к выпуску не менее 0,03°.

При этом следует предусматривать возможность промывки и прочистки трубопроводов.

**6.39.** Концентрацию раствора соды следует принимать 5—8 %. Дозирование раствора соды следует предусматривать согласно [п. 6.20](#).

### СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

**6.40.** Смесительные устройства должны включать устройства ввода реагентов, обеспечивающие быстрое равномерное распределение реагентов в трубопроводе или канале подачи воды на сооружения водоподготовки, и смесители, обеспечивающие последующее интенсивное смешение реагентов с обрабатываемой водой.

**6.41.** Смесительные устройства должны обеспечивать последовательный с необходимым разрывом времени ввод реагентов согласно [п.п. 6.17—6.19](#) и рекомендуемому [прил. 4](#) с учетом длительности пребывания воды в трубопроводах или каналах между устройствами ввода реагентов.

**6.42.** Устройства ввода реагентов следует выполнять в виде перфорированных трубчатых распределителей или вставок в трубопровод, создающих местные сопротивления. Распределители реагентов должны быть доступны для прочистки и промывки без прекращения процесса обработки воды. Потерю напора в трубопроводе при установке трубчатого распределителя надлежит принимать 0,1—0,2 м, при установке вставки — 0,2—0,3 м.

**6.43.** Смешение реагентов с водой надлежит предусматривать в смесителях гидравлического типа (вихревых, перегородчатых). При обосновании допускается применение смесителей механического типа (мешалок).

**6.44.** Число смесителей (секций) надлежит принимать не менее двух с возможностью отключения их в периоды интенсивного хлопьеобразования.

Резервные смесители (секции) принимать не следует, но необходимо предусматривать обводной трубопровод в обход смесителей с размещением в нем резервных устройств ввода реагентов согласно [п. 6.42](#).

**6.45.** Вихревые смесители надлежит применять при поступлении на станцию воды с крупнодисперсными взвешенными веществами и при использовании реагентов в виде суспензий или частично осветленных растворов.

Вихревые смесители следует принимать в виде конического или пирамидального вертикального диффузора с углом между наклонными стенками 30—45°, высотой верхней части с вертикальными стенками от 1 до 1,5 м, при скорости входа воды в смеситель от 1,2 до 1,5 м/с, скорости восходящего движения воды под водосборным устройством от 30 до 40 мм/с, скорости движения воды в конце водосборного лотка 0,6 м/с.

**6.46.** Перегородчатые смесители надлежит принимать в виде каналов с перегородками, обеспечивающими горизонтальное или вертикальное движение воды с поворотами на 180°. Число поворотов следует принимать равным 9—10.

**6.47.** Потерю напора  $h$  на одном повороте перегородчатого смесителя следует определять по формуле

$$h = \zeta v^2 / 2g, \quad (8)$$

где  $\zeta$  — коэффициент гидравлического сопротивления, принимаемый равным 2,9;  
 $v$  — скорость движения воды в смесителе, принимаемая уменьшающейся от 0,7 до 0,5 м/с;

$g$  — ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с<sup>2</sup>.

**6.48.** Смесители должны оборудоваться переливными и спускными трубами. Следует предусматривать возможность уменьшения числа перегородок для сокращения времени пребывания воды в смесителях в периоды интенсивного хлопьеобразования.

**6.49.** Скорость движения воды в трубопроводах или каналах от смесителей к камерам хлопьеобразования и осветлителям со взвешенным осадком следует принимать

уменьшающейся от 1 до 0,6 м/с. При этом время пребывания воды в них должно быть не более 1,5 мин.

### Воздухоотделители

**6.50.** Воздухоотделители следует предусматривать при применении отстойников с камерами хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка, осветлителей со взвешенным осадком, контактных осветлителей и контактных префильтров.

**6.51.** Площадь воздухоотделителя надлежит принимать из расчета скорости движения нисходящего потока воды не более 0,05 м/с и времени пребывания воды в нем не менее 1 мин.

Воздухоотделители допускается предусматривать общими на все виды сооружения или для каждого сооружения отдельно.

В тех случаях, когда конструкция смесителей сможет обеспечить выделение из воды пузырьков воздуха и на пути движения воды от смесителей к сооружениям обогащение воды воздухом исключается, воздухоотделители предусматривать не следует.

### Камеры хлопьеобразования

**6.52.** В отстойниках надлежит предусматривать встроенные камеры хлопьеобразования гидравлического типа. При обосновании допускается применение камер хлопьеобразования механического типа.

**6.53.** В горизонтальных отстойниках гидравлические камеры хлопьеобразования следует предусматривать перегородчатые, вихревые или со слоем взвешенного осадка.

**6.54.** Перегородчатые камеры хлопьеобразования следует принимать с горизонтальным или вертикальным движением воды. Скорость движения воды в коридорах следует принимать 0,2—0,3 м/с в начале камеры и 0,05—0,1 м/с в конце камеры за счет увеличения ширины коридора.

Время пребывания воды в камере хлопьеобразования следует принимать равным 20—30 мин (нижний предел — для мутных вод, верхний — для цветных с низкой температурой зимой).

Ширина коридора должна быть не менее 0,7 м. Число поворотов потока в перегородчатой камере следует принимать равным 8—10.

Допускается применение двухэтажных камер.

Потерю напора в камере следует определять согласно [п. 6.47](#).

**6.55.** Вихревые камеры хлопьеобразования следует проектировать с вертикальными или наклонными стенками (угол между стенками следует принимать в зависимости от высоты камеры в пределах 50—70°). Время пребывания воды в камере следует принимать равным 6—12 мин (нижний предел — для мутных вод, верхний предел — для цветных вод).

Скорость входа воды в камеры следует принимать 0,7—1,2 м/с, скорость восходящего потока на выходе из камеры 4—5 мм/с.

Отвод воды из камер хлопьеобразования в отстойники следует предусматривать при скорости движения воды в сборных лотках, трубах и отверстиях не более 0,1 м/с для мутных вод и 0,05 м/с для цветных вод.

Потерю напора в камере следует определять согласно [п. 6.47](#).

**6.56.** Камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка с вертикальными перегородками надлежит применять для вод средней мутности и мутных вод. Восходящую скорость движения воды следует принимать 0,65—1,6 мм/с при осветлении вод средней мутности и 0,8—2,2 мм/с при осветлении мутных вод.

При применении встроенных камер хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка расчетную скорость осаждения взвеси в отстойнике при обработке мутных вод надлежит принимать на 20 %, при обработке вод средней мутности на 15 % более, чем указано в табл. 18.

Таблица 18

Характеристика обрабатываемой воды и способ обработки	Скорость выпадения взвеси $u_0$ , задерживаемой отстойниками, мм/с
Маломутные цветные воды, обрабатываемые коагулянтом	0,35 – 0,45
Воды средней мутности, обрабатываемые коагулянтом	0,45 – 0,5
Мутные воды, обрабатываемые:	
коагулянтом	0,5 – 0,6
флокулянтом	0,2 – 0,3
Мутные воды, не обрабатываемые коагулянтом	0,08 – 0,15

**Примечания:** 1. В случае применения флокулянтов при коагулировании воды скорости выпадения взвеси следует увеличивать на 15—20 %.  
2. Нижние пределы  $u_0$  указаны для хозяйственно-питьевых водопроводов.

**6.57.** Распределение воды по площади камеры хлопьеобразования со взвешенным осадком следует предусматривать с помощью напорных перфорированных труб с отверстиями, направленными вниз под углом  $45^\circ$ . Расстояние между перфорированными трубами следует принимать 2 м, от стенки камеры — 1 м.

Потери напора в перфорированных распределительных трубах надлежит определять согласно п. 6.86.

Скорость движения воды в начале распределительных труб следует принимать 0,5—0,6 м/с, площадь отверстий 30—40 % площади сечения распределительной трубы, диаметр отверстий — не менее 25 мм.

**6.58.** Отвод воды из камер хлопьеобразования в отстойники надлежит предусматривать при скорости движения воды не более 0,1 м/с для мутных вод и 0,05 м/с для цветных вод. На входе воды в отстойник следует устанавливать подвесную перегородку, погруженную на  $\frac{1}{4}$  высоты отстойника. Скорость движения воды между стенкой и перегородкой должна быть не более 0,03 м/с.

**6.59.** В вертикальных отстойниках следует предусматривать гидравлическую камеру хлопьеобразования водоворотного типа, располагаемую в центре отстойника. Воду надлежит подавать в камеру хлопьеобразования через сопла, направленные по касательной. В нижней части камеры должны предусматриваться решетки с ячейками размером 0,5×0,5 м, высотой 0,8 м.

Потерю напора в сопле следует определять по формуле (8) п. 6.47, принимая скорость движения воды при выходе из сопла 2—3 м/с и коэффициент гидравлического сопротивления  $\zeta = 1,18$ .

Сопло надлежит располагать на расстоянии  $0,2d_k$  от стенки камеры ( $d_k$  — диаметр камеры хлопьеобразования) на глубине 0,5 м от поверхности воды.

**6.60.** Площадь камеры хлопьеобразования водоворотного типа следует определять из расчета времени пребывания воды в ней в течение 15—20 мин и высоты камеры, принимаемой 3,5—4 м.

**6.61.** Над камерами хлопьеобразования необходимо предусматривать павильоны шириной не более 6 м.

**6.62.** При количестве встроенных в отстойники камер хлопьеобразования менее шести следует предусматривать одну резервную (п.п. 6.63, 6.68).

### Вертикальные отстойники

**6.63.** Площадь зоны осаждения  $F_{в.о.}$ , м<sup>2</sup> вертикального отстойника без установки в нем тонкослойных блоков следует определять по формуле (9) для двух периодов:

минимальной мутности при минимальном зимнем расходе воды;

наибольшей мутности при наибольшем расходе воды, соответствующем этому периоду.

Расчетная площадь зоны осаждения должна соответствовать наибольшему значению

$$F_{\text{с.о}} = \beta_{\text{об}} q / 3,6 v_p N_p, \quad (9)$$

где  $q$  — расчетный расход для периодов максимального и минимального суточного водопотребления, м<sup>3</sup>/ч;

$v_p$  — расчетная скорость восходящего потока, мм/с, принимается при отсутствии данных технологических изысканий не более указанных в [табл. 18](#) величин скоростей выпадения взвеси с учетом [п. 6.56](#);

$N_p$  — количество рабочих отстойников;

$\beta_{\text{об}}$  — коэффициент, учитывающий объемное использование отстойника, величина которого принимается 1,3—1,5 (нижний предел — при отношении диаметра к высоте отстойника — 1, верхний — при отношении диаметра к высоте — 1,5).

При количестве отстойников менее шести следует предусматривать один резервный.

**6.64.** При установке в зоне осаждения тонкослойных блоков площадь зоны осаждения определяется исходя из удельных нагрузок, отнесенных к площади зеркала воды, занятой тонкослойными блоками: для маломутных и цветных вод, обработанных коагулянтном, 3—3,5 м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>), для средней мутности 3,6—4,5 м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>), для мутных вод 4,6—5,5 м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>).

**6.65.** Зона накопления и уплотнения осадка вертикальных отстойников должна предусматриваться с наклонными стенками. Угол между наклонными стенками следует принимать 70—80°.

Сброс осадка следует предусматривать без выключения отстойника. Период работы,  $T_p$ , ч, между сбросами осадка следует определять по формуле

$$T_p = W_{\text{ос.ч}} N_p \delta / q(C_e - M_{\text{осв}}), \quad (10)$$

где  $W_{\text{ос.ч}}$  — объем зоны накопления и уплотнения осадка, м<sup>3</sup>;

$\delta$  — средняя по всей высоте осадочной части концентрация твердой фазы в осадке, г/м<sup>3</sup> в зависимости от мутности воды и продолжительности интервалов между сбросами принимаемая по данным [табл. 19](#);

$M_{\text{осв}}$  — мутность воды, выходящей из отстойника, г/м<sup>3</sup>, принимаемая от 8 до 15 г/м<sup>3</sup>;

$C_e$  — концентрация взвешенных веществ в воде, г/м<sup>3</sup>, поступающих в отстойник, определяемая по формуле

$$C_e = M + K_{\delta} D_k + 0,25Ц + B_u \quad (11)$$

где  $M$  — количество взвешенных вещества исходной воде, г/м<sup>3</sup> (принимается равным мутности воды);

$D_k$  — доза коагулянта по безводному продукту, г/м<sup>3</sup>;

$K_k$  — коэффициент, принимаемый для очищенного сернокислого алюминия — 0,5, для нефелинового коагулянта — 1,2, для хлорного железа — 0,7;

$Ц$  — цветность исходной воды, град;

$B_u$  — количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м<sup>3</sup>, которое определяется по формуле

$$B_u = D_u / K_u - D_u, \quad (12)$$

где  $K_u$  — долевое содержание СаО в извести,

$D_u$  — доза извести по СаО, г/м<sup>3</sup>.

Период работы отстойника между сбросами осадка должен быть не менее 6 ч.

**6.66.** Сбор осветленной воды в вертикальных отстойниках следует предусматривать периферийными и радиальными желобами с отверстиями или с треугольными вырезами. Сечения желобов следует рассчитывать на скорость движения воды 0,5—0,6 м/с.

### Горизонтальные отстойники

**6.67.** Горизонтальные отстойники надлежит проектировать с рассредоточенным по площади сбором воды. Расчет отстойников следует производить для двух периодов согласно [п. 6.63](#).

Площадь горизонтальных отстойников в плане  $F_{г.о}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_{г.о} = \alpha_{об} q / 3,6 u_0, \quad (13)$$

где  $q$  — расчетный расход воды, м<sup>3</sup>/ч, принимаемый согласно [п. 6.63](#);

$u_0$  — скорость выпадения взвеси, мм/с, принимаемая по [табл. 18](#);

$\alpha_{об}$  — коэффициент объемного использования отстойников, принимаемый равным 1,3.

Таблица 19

Мутность исходной воды, мг/л	Применяемые реагенты	Средняя по высоте осадочной части отстойника концентрация твердой фазы в осадке, г/м <sup>3</sup> , при интервалах между сбросами осадка, ч		
		6	12	24 и более
До 50	Коагулянт	9 000	12 000	15 000
Св. 50 до 100	«	12 000	16 000	20 000
« 100 « 400	«	20 000	32 000	40 000
« 400 « 1000	«	35 000	50 000	60 000
« 1000 « 1500	«	80 000	100 000	120 000
« 1500	Флокулянт	90 000	140 000	160 000
« 1500	Без реагентов	200 000	250 000	300 000

**Примечание.** При обработке исходной воды коагулянтами совместно с флокулянтами среднюю концентрацию твердой фазы в осадке надлежит принимать на 25 % больше для маломутных цветных вод и на 15 % — для вод средней мутности.

При установке в зоне осаждения тонкослойных блоков площадь отстойника следует определять согласно [п. 6.64](#). Блоки следует предусматривать на всей длине отстойника.

**6.68.** Длину отстойников  $L$ , м, следует определять по формуле

$$L = H_{ср} v_{ср} / u_0, \quad (14)$$

где  $H_{ср}$  — средняя высота зоны осаждения, м, принимаемая равной 3—3,5 м в зависимости от высотной схемы станции;

$v_{ср}$  — расчетная скорость горизонтального движения воды в начале отстойника, принимаемая равной 6—8, 7—10 и 9—12 мм/с соответственно для вод маломутных, средней мутности и мутных.

Отстойник должен быть разделен продольными перегородками на самостоятельно действующие секции шириной не более 6 м.

При количестве секций менее шести следует предусматривать одну резервную.

**6.69.** Горизонтальные отстойники следует проектировать с механическим или гидравлическим удалением осадка (без исключения подачи воды в отстойник) или предусматривать в них гидравлическую систему смыва осадка с периодическим отключением подачи воды в отстойник в случае осветления мутных вод с образованием малоподвижных осадков. Для обмыва стен и днища отстойников следует предусматривать трубопровод с вентилями для присоединения шлангов.



**6.70.** Для отстойников с механизированным удалением осадка скребковыми механизмами объем зоны накопления и уплотнения осадка надлежит определять в зависимости от размеров скребков, сгребающих осадок в приямок.

При гидравлическом удалении или напорном смыве осадка объем зоны накопления и уплотнения осадка определяется из [формулы \(10\)](#) при продолжительности работы отстойника между чистками не менее 12 ч.

Среднюю концентрацию уплотненного осадка следует определять по [табл. 19](#).

**6.71.** Для гидравлического удаления осадка следует предусматривать сборную систему из перфорированных труб, обеспечивающую удаление его в течение 20—30 мин.

Дно отстойника между трубами сборной системы осадка надлежит принимать плоским или призматическим с углом наклона граней  $45^\circ$ .

Расстояние между осями труб следует принимать не более 3 м — при призматическом днище и 2 м — при плоском.

Скорость движения осадка в конце труб надлежит принимать не менее 1 м/с; в отверстиях — 1,5—2 м/с; диаметр отверстий — не менее 25 мм, расстояние между отверстиями — 300—500 мм.

Отверстия следует располагать в шахматном порядке вниз под углом  $45^\circ$  к оси трубы.

Отношение суммарной площади отверстий к площади сечения труб надлежит принимать равным 0,5—0,7.

В начале трубы следует предусматривать отверстие диаметром не менее 15 мм для выпуска воздуха.

Гидравлический расчет сборной системы осадка следует выполнять согласно [п. 6.86](#).

**6.72.** Напорные гидравлические системы смыва осадка, включающие телескопические дырчатые трубы с насадками, насосную установку, резервуар промывной воды и емкости для сбора и уплотнения осадка перед подачей его на сооружения обезвоживания, следует проектировать для удаления из отстойников тяжелых, трудноудаляющихся осадков, образующихся при осветлении мутных и высокомутных вод.

**6.73.** Высоту отстойников надлежит определять как сумму высот зоны осаждения и зоны накопления осадка с учетом величины превышения строительной высоты над расчетным уровнем воды не менее 0,3 м.

**6.74.** Количество воды, сбрасываемой из отстойника вместе с осадком, следует определять с учетом коэффициента разбавления, принимаемого:

1,5 — при гидравлическом удалении осадка;

1,2 — при механическом удалении осадка;

2—3 — при напорном смыве осадка.

При гидравлическом удалении осадка продольный уклон дна отстойника следует принимать не менее 0,005.

**6.75.** Сбор осветленной воды следует предусматривать системой горизонтально расположенных дырчатых труб или желобов с затопленными отверстиями или треугольными водосливами, расположенными на участке  $\frac{2}{3}$  длины отстойника, считая от задней торцевой стенки, или на всю длину отстойника при оснащении его тонкослойными блоками.

Скорость движения осветленной воды в конце желобов и труб следует принимать 0,6—0,8 м/с, в отверстиях — 1 м/с.

Верх желоба с затопленными отверстиями должен быть на 10 см выше максимального уровня воды в отстойнике, заглубление трубы под уровень воды необходимо определять гидравлическим расчетом.

Отверстия в желобе следует располагать на 5—8 см выше дна желоба, в трубах — горизонтально по оси. Диаметр отверстий должен быть не менее 25 мм.

Излив воды из желобов и труб в сборный карман должен быть свободным (незатопленным).

Расстояние между осями желобов или труб должно быть не менее 3 м.

**6.76.** В перекрытии отстойников следует предусматривать люки для спуска в отстойники, отверстия для отбора проб на расстоянии не более 10 м друг от друга и вентиляционные трубы.

### Осветлители со взвешенным осадком

**6.77.** Расчет осветлителей следует производить с учетом годовых колебаний качества обрабатываемой воды.

При отсутствии данных технологических исследований скорость восходящего потока в зоне осветления  $v_{осв}$  и коэффициент распределения воды между зоной осветления и зоной отделения осадка  $K_{р.в}$  следует принимать по данным табл. 20 с учетом примечания к [табл. 18](#).

Таблица 20

Мутность воды, поступающей в осветлитель, мг/л	Скорость восходящего потока воды в зоне осветления $v_{осв}$ , мм/с		Коэффициент распределения воды $K_{р.в}$
	в зимний период	в летний период	
От 50 до 100	0,5 — 0,6	0,7 — 0,8	0,7 — 0,8
Св. 100 « 400	0,6 — 0,8	0,8 — 1	0,8 — 0,7
« 400 « 1000	0,8 — 1	1 — 1,1	0,7 — 0,65
« 1000 « 1500	1 — 1,2	1,1 — 1,2	0,64 — 0,6

**Примечание.** Нижние пределы указаны для хозяйственно-питьевых водопроводов.

**6.78.** Для зон осветления и отделения осадка надлежит принимать наибольшие значения площадей, полученные при расчете для двух периодов согласно [п. 6.63](#).

Площадь зоны осветления  $F_{осв}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_{осв} = qK_{р.в} 3,6v_{осв}, \quad (15)$$

где  $K_{р.в}$  — коэффициент распределения воды между зонами осветления и отделения осадка (осадкоуплотнителем), принимаемый по [табл. 20](#);

$v_{осв}$  — скорость восходящего потока воды в зоне осветления, мм/с, по [табл. 20](#).

Площадь зоны отделения осадка  $F_{отд}$ , м<sup>2</sup>, надлежит определять по формуле

$$F_{отд} = q(1 - K_{р.в}) / 3,6v_{осв}, \quad (16)$$

При установке в зонах осаждения и отделения осадка тонкослойных блоков площадь зон, занятых блоками, должна определяться согласно [п. 6.64](#).

**6.79.** Высоту слоя взвешенного осадка следует принимать от 2 до 2,5 м. Низ осадкоприемных окон или кромку осадкоотводящих труб следует располагать на 1—1,5 м выше перехода наклонных стенок зоны взвешенного осадка осветлителя в вертикальные.

Угол между наклонными стенками нижней части зоны взвешенного осадка следует принимать 60—70°.

Высоту зоны осветления надлежит принимать 2—2,5 м.

Расстояние между сборными лотками или трубами в зоне осветления надлежит принимать не более 3 м.

Высота стенок осветлителей должна на 0,3 м превышать расчетный уровень воды в них.

**6.80.** Объем зоны накопления и уплотнения осадка следует определять по [формуле \(10\)](#) время уплотнения надлежит принимать не менее 6 ч при отсутствии на станции



отдельных сгустителей осадка и 2—3 ч при наличии сгустителей и автоматизации выпуска осадка.

**6.81.** Удаление осадка из осадкоуплотнителя надлежит предусматривать периодически дырчатыми трубами. Количество сбрасываемой с осадком воды следует определять по [табл. 19](#) с учетом коэффициента разбавления осадка, принимаемого 1,5.

**6.82.** Распределение воды по площади осветления надлежит принимать дырчатыми трубами, укладываемыми на расстоянии не более 3 м друг от друга.

Скорость движения воды при входе в распределительные трубы должна быть 0,5—0,6 м/с, скорость выхода из отверстий дырчатых труб — 1,5—2 м/с. Диаметр отверстий не менее 25 мм, расстояние между отверстиями не более 0,5 м, отверстия надлежит располагать вниз под углом 45° к вертикали по обе стороны трубы в шахматном порядке.

**6.83.** Скорость движения воды с осадком следует принимать в осадкоприемных окнах 10—15 мм/с, в осадкоотводящих трубах 40—60 мм/с (большие значения относятся к водам, содержащим преимущественно минеральную взвесь).

**6.84.** Сбор осветленной воды в зоне осветления надлежит предусматривать желобами с треугольными водосливами высотой 40—60 мм при расстоянии между осями водосливов — 100—150 мм и угле между кромками водослива 60°. Расчетная скорость движения воды в желобах 0,5—0,6 м/с.

**6.85.** Сбор осветленной воды из осадкоуплотнителя следует предусматривать затопленными дырчатыми трубами.

В вертикальных осадкоуплотнителях верх сборных дырчатых труб должен быть расположен не менее чем на 0,3 м ниже уровня воды в осветлителях и не менее чем на 1,5 м выше верха осадкоприемных окон.

В поддонных осадкоуплотнителях сборные дырчатые трубы для отвода осветленной воды следует располагать под перекрытием. Диаметр труб для отвода осветленной воды следует определять исходя из скорости движения воды не более 0,5 м/с, скорости входа воды в отверстия труб не менее 1,5 м/с, диаметра отверстий 15—20 мм.

На сборных трубах при выходе их в сборный канал следует предусматривать установку запорной арматуры.

Перепад отметок между низом сборной трубы и уровнем воды в общем сборном канале осветлителя следует принимать не менее 0,4 м.

**6.86.** Потери напора, м, в перфорированных распределительных и сборных трубах и желобах для воды и осадка следует определять исходя из максимальной скорости движения воды в них по [формуле \(8\)](#) или [\(22\)](#) принимая значения коэффициентов гидравлического сопротивления:

$\zeta = 2,2 / K_{\Pi}^2 + 1$  — для прямолинейной распределительной трубы или коллектора с ответвлениями с круглыми отверстиями;

$\zeta = 4 / K_{\Pi}^2 + 1$  — то же, но со щелями;

$\zeta = 3,3 / K_{\Pi}^{1,8}$  — для прямолинейной сборной трубы, работающей полным сечением;

$\zeta = 3,2 / K_{\Pi}^{1,7} + 3$  — для сборного желоба со свободной поверхностью воды и затопленными отверстиями,

где  $K_{\Pi}$  — коэффициент перфорации — отношение суммарной площади отверстий или щелей к площади поперечного сечения прямолинейной трубы или коллектора или к площади живого сечения в конце сборного желоба,  $0,15 \leq K_{\Pi} \leq 2$ .

Потери напора в коммуникациях до и после перфорированных участков труб и желобов, а также местные гидравлические сопротивления на указанных участках надлежит учитывать дополнительно.

Потери напора в слое взвешенного осадка следует принимать 0,01—0,02 м вод.ст. на 1 м его высоты.

**6.87.** Трубы для удаления осадка из осадкоуплотнителя надлежит рассчитывать из условия отведения накопившегося осадка не более чем за 15—20 мин. Диаметр труб для

удаления осадка должен быть не менее 150 мм. Расстояние между стенками соседних труб или каналов следует принимать не более 3 м.

Среднюю скорость движения осадка в отверстиях дырчатых труб следует принимать не более 3 м/с, скорость в конце дырчатой трубы не менее 1 м/с, диаметр отверстий не менее 20 мм, расстояние между отверстиями не более 0,5 м.

**6.88.** Угол между наклонными стенками осадкоуплотнителей следует принимать равным 70°.

При применении осветлителей с поддонными осадкоуплотнителями люк, соединяющий зону взвешенного осадка с осадкоуплотнителем, должен быть оборудован устройством, автоматически открывающимся при понижении уровня воды в осветлителе ниже верха осадкоотводящих труб (при выпуске осадка и опорожнении).

**6.89.** При количестве осветлителей менее шести следует предусматривать один резервный.

### Сооружения для осветления высокомутных вод

**6.90.** Для осветления высокомутных вод следует предусматривать двухступенчатое отстаивание с обработкой воды реагентами перед отстойниками первой и второй ступеней.

В качестве отстойников первой ступени следует предусматривать радиальные отстойники со скребками на вращающихся фермах или горизонтальные отстойники с цепными скребковыми механизмами. Допускается для удаления осадка применение гидравлической системы его смыва. При обосновании допускается использовать для первой ступени осветления плавучий водозабор-осветлитель с тонкослойными элементами без применения реагентов.

**6.91.** Виды и дозы реагентов, вводимых в воду перед отстойниками первой и второй ступеней, надлежит определять на основании технологических исследований.

**6.92.** Камеры хлопьеобразования в горизонтальных отстойниках при осветлении высокомутных вод, как правило, следует проектировать механического типа. Перед радиальными отстойниками камеры хлопьеобразования не предусматриваются. Горизонтальные отстойники следует проектировать согласно п.п. [6.67](#)—[6.76](#).

**6.93.** Площадь радиальных отстойников  $F_{p.o}$ , м<sup>2</sup>, при их использовании для первой ступени отстаивания высокомутных вод следует определять по формуле

$$F_{p.o} = 0,2(q / u_0)^{1,07} + f, \quad (17)$$

где  $q$  — расчетный расход, м<sup>3</sup>/ч;

$u_0$  — скорость выпадения взвеси, принимаемая 0,5—0,6 мм/с;

$f$  — площадь вихревой зоны радиального отстойника, радиус которой принимается на 1 м больше радиуса распределительного устройства, м<sup>2</sup>.

Низ центрального распределительного устройства делается глухим, верх его должен быть на глубине, равной высоте слоя воды у периферийной стенки; радиус его следует принимать равным 1,5—2,5 м. Площадь отверстий в боковой стенке водораспределительного устройства надлежит определять из расчета скорости движения воды через них 1 м/с при диаметре отверстий 40—50 мм.

Сбор осветленной воды следует предусматривать периферийным желобом с затопленными отверстиями или с треугольными водосливами согласно п. [6.84](#).

**6.94.** Среднюю концентрацию уплотненного осадка в отстойниках первой ступени следует принимать 150—160 г/л.

## Скорые фильтры

**6.95.** Фильтры и их коммуникации должны быть рассчитаны на работу при нормальном и форсированном (часть фильтров находится в ремонте) режимах. На станциях с количеством фильтров до 20 следует предусматривать возможность выключения на ремонт одного фильтра, при большем количестве — двух фильтров.

**6.96.** Для загрузки фильтров надлежит использовать кварцевый песок, дробленые антрацит и керамзит, а также другие материалы. Все фильтрующие материалы должны обеспечивать технологический процесс и обладать требуемой химической стойкостью и механической прочностью. При хозяйственно-питьевом водоснабжении должны учитываться требования [п. 1.3](#).

**6.97.** Скорости фильтрования при нормальном и форсированном режимах при отсутствии данных технологических изысканий надлежит принимать согласно [табл. 21](#) с учетом обеспечения продолжительности работы фильтров между промывками, не менее: при нормальном режиме — 8—12 ч, при форсированном режиме или полной автоматизации промывки фильтров — 6 ч и обеспечения для хозяйственно-питьевых водопроводов требований ГОСТ 2874-82.

**6.98.** Общую площадь  $F_{\phi}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_{\phi} = Q / (T_{ст} v_n - n_{пр} q_{пр} - n_{пр} \tau_{пр} v_n), \quad (18)$$

где  $Q$  — полезная производительность станции, м<sup>3</sup>/сут;

$T_{ст}$  — продолжительность работы станции в течение суток, ч;

$v_n$  — расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч, принимаемая по [табл. 21](#), с учетом расчетов по формуле (20);

$n_{пр}$  — число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

$q_{пр}$  — удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, следует рассчитывать с учетом [п. 6.110](#).

$\tau_{пр}$  — время простоя фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров, промываемых водой, — 0,33 ч, водой и воздухом — 0,5 ч.

**Примечание.** При водовоздушной промывке величина  $q_{пр}$  определяется как сумма соответствующих величин на отдельных этапах промывки.

**6.99.** Количество фильтров на станциях производительностью более 1600 м<sup>3</sup>/сут должно быть не менее четырех. При производительности станции более 8—10 тыс. м<sup>3</sup>/сут количество фильтров следует определять с округлением до ближайших целых чисел (четных или нечетных в зависимости от компоновки фильтров) по формуле

$$N_{\phi} = \sqrt{F_{\phi}} / 2. \quad (19)$$

При этом должно обеспечиваться соотношение

$$v_{\phi} = v_n N_{\phi} / (N_{\phi} - N_1), \quad (20)$$

где  $N_1$  — число фильтров, находящихся в ремонте (см. [п. 6.95](#));

$v_{\phi}$  — скорость фильтрования при форсированном режиме, которая должна быть не более, указанной в [табл. 21](#).

Площадь одного фильтра надлежит принимать не более 100—120 м<sup>2</sup>.

**6.100.** Предельные потери напора в фильтре следует принимать для открытых фильтров 3—3,5 м в зависимости от типа фильтра, для напорных фильтров — 6—8 м.

**6.101.** Высота слоя воды над поверхностью загрузки в открытых фильтрах должна быть не менее 2 м; превышение строительной высоты над расчетным уровнем воды — не менее 0,5 м.

**6.102.** При выключении части фильтров на промывку скорость фильтрования на остальных фильтрах надлежит принимать постоянной или повышающейся; при этом скорости фильтрования не должны превышать величину  $v_{\phi}$ , указанную в табл. 21. При работе фильтров с постоянной скоростью фильтрования надлежит предусматривать над нормальным уровнем воды в фильтрах дополнительную высоту  $H_{доп}$ , м, определяемую по формуле

$$H_{доп} = W_0 / \sum F_{\phi}, \quad (21)$$

где  $W_0$  — объем воды, м<sup>3</sup>, накапливающейся за время простоя одновременно промываемых фильтров;

Таблица 21

Фильтры	Характеристика фильтрующего слоя					Скорость фильтрования, м/ч		
	Материал загрузки	Диаметр зерен, мм			Коэффициент неоднородности загрузки	Высота слоя, м	при нормальном режиме $v_n$	при форсированном режиме $v_{\phi}$
		наименьших	наибольших	эквивалентный				
Однослойные скорые фильтры с загрузкой различной крупности	Кварцевый песок	0,5	1,2	0,7–0,8	1,8–2	0,7–0,8	5–6	6–7,5
		0,7	1,6	0,8–1	1,6–1,8	1,3–1,5	6–8	7–9,5
		0,8	2	1–1,2	1,5–1,7	1,8–2	8–10	10–12
	Дробленый керамзит	0,5	1,2	0,7–0,8	1,8–2	0,7–0,8	6–7	7–9
		0,7	1,6	0,8–1	1,6–1,8	1,3–1,5	7–9,5	8,5–11,5
		0,8	2	1–1,2	1,5–1,7	1,8–2	9,5–12	12–14
Скорые фильтры с двухслойной загрузкой	Кварцевый песок	0,5	1,2	0,7–0,8	1,8–2	0,7–0,8	7–10	8,5–12
	Дробленый керамзит или антрацит	0,8	1,8	0,9–1,1	1,6–1,8	0,4–0,5		

**Примечания:** 1. Расчетные скорости фильтрования в указанных пределах должны приниматься в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, технологии ее обработки перед фильтрованием и других местных условий. При очистке воды для хозяйственно-питьевых нужд надлежит принимать меньшие значения скоростей фильтрования.

2. Однослойные скорые фильтры с крупностью загрузки 0,8—2 мм надлежит применять только для производственного водоснабжения.

3. Допускаются отклонения в крупности загрузки фильтров в пределах до 10 %.

4. При применении фильтрующих материалов, не предусмотренных табл. 21, рекомендуемые параметры необходимо уточнять на основании экспериментальных данных или имеющегося опыта применения.

5. Эквивалентный диаметр зерен  $d_s$ , мм, следует определять из выражения

$$d_s = 100 / \sum (P_i / d_i),$$

где  $P_i$  — процентное содержание фракций со средним диаметром зерен  $d_i$ , мм.

6. Коэффициент неоднородности загрузки равен:  $K_{нз} = d_{80}/d_{10}$ ,

где  $d_{10}$  — диаметр зерен загрузки, мм, прошедших через отверстия сит в количестве 10 % общей массы;

$d_{80}$  — диаметр зерен загрузки, мм, прошедших через отверстия сит в количестве 80 % общей массы.

7. При использовании фильтров в схемах очистки воды двухступенчатым фильтрованием скорости фильтрования на них следует принимать на 10—15 % больше.

8. При применении загрузок из дробленых керамзита и антрацита водовоздушная промывка не допускается.

$\sum F_{\phi}$  — суммарная площадь фильтров, м<sup>2</sup> в которых происходит накопление воды.

При форсированном режиме скорости движения воды в трубопроводах (подающем и отводящем фильтрат) должны быть не более 1—1,5 м/с.

**6.103.** Трубчатые распределительные (дренажные) системы большого сопротивления следует принимать с выходом воды в поддерживающие слои (гравий или другие аналогичные материалы) или непосредственно в толщу фильтрующего слоя. Необходимо предусматривать возможность прочистки распределительной системы, а для коллекторов диаметром более 800 мм их ревизию.

**6.104.** Крупность фракций и высоту поддерживающих слоев при распределительных системах большого сопротивления следует принимать по табл. 22.

Таблица 22

Крупность зерен, мм	Высота слоя, мм
40 – 20	Верхняя граница слоя должна быть на уровне верха распределительной трубы, но не менее чем на 100 мм выше отверстий
20 – 10	100 – 150
10 – 5	100 – 150
5 – 2	50 – 100

**Примечания:** 1. При водовоздушной промывке с подачей воздуха по трубчатой системе высоту слоев крупностью 10—5 мм и 5—2 мм следует принимать по 150—200 мм каждый.

2. Для фильтров с крупностью загрузки менее 2 мм следует предусматривать дополнительный поддерживающий слой с размером зерен 2—1,2 мм высотой 100 мм.

**6.105.** На ответвлениях трубчатого дренажа следует предусматривать: при наличии поддерживающих слоев — отверстия диаметром 10—12 мм, при их отсутствии — щели шириной на 0,1 мм меньше минимального размера зерен фильтрующей загрузки. Общая площадь отверстий должна составлять 0,25—0,5 % рабочей площади фильтра; площадь щелей — 1,5—2 % рабочей площади фильтра. Отверстия надлежит располагать в два ряда в шахматном порядке под углом 45° к низу от вертикали. Щели должны размещаться равномерно поперек оси и по периметру трубы не менее чем в два ряда.

Расстояние между осями ответвлений следует принимать 250—350 мм, между осями отверстий 150—200 мм, между щелями не менее 20 мм, от низа ответвлений до дна фильтра 80—120 мм.

Потери напора в распределительной системе следует определять по формуле

$$h = \zeta v_k^2 / 2g + v_{б.о}^2 / 2g, \quad (22)$$

где  $v_k$  — скорость в начале коллектора, м/с;

$v_{б.о}$  — средняя скорость на входе в ответвления, м/с;

$\zeta$  — коэффициент гидравлического сопротивления, принимаемый согласно [п. 6.86](#).

Потеря напора в распределительной системе при промывке фильтра не должна превышать 7 м вод. ст.

**6.106.** Площадь поперечного сечения коллектора трубчатой распределительной системы следует принимать постоянной по длине. Скорость движения воды при промывке следует принимать: в начале коллектора 0,8—1,2 м/с, в начале ответвлений 1,6—2 м/с.

Конструкция коллектора должна обеспечивать возможность укладки ответвлений горизонтально и с одинаковым шагом.

**6.107.** Допускается применять распределительную систему без поддерживающих слоев в виде каналов, располагаемых перпендикулярно коллектору (сбросному каналу) и перекрываемых сверху полимербетонными плитами толщиной не менее 40 мм.

**6.108.** Распределительную систему с колпачками надлежит принимать при водяной и воздушной промывке; количество колпачков должно быть 35—50 на 1 м<sup>2</sup> рабочей площади фильтра.

Потерю напора в щелевых колпачках следует определять по [формуле \(8\)](#), принимая скорость движения воды или водовоздушной смеси в щелях колпачка не менее 1,5 м/с и коэффициент гидравлического сопротивления  $\zeta = 4$ .

**6.109.** Для удаления воздуха из трубопровода, подающего воду на промывку фильтров, следует предусматривать стояки-воздушники диаметром 75—150 мм с установкой на них запорной арматуры или автоматических устройств для выпуска воздуха; на коллекторе фильтра надлежит также предусматривать стояки-воздушники диаметром 50—75 мм, количество которых следует принимать при площади фильтра до 50 м<sup>2</sup> — один, при большей площади — два (в начале и конце коллектора), с установкой на стояках вентилей или других устройств для выпуска воздуха.

Трубопровод, подающий воду на промывку фильтров, надлежит располагать ниже кромки желобов фильтров.

Опорожнение фильтра необходимо предусматривать через распределительную систему и отдельную спускную трубу диаметром 100—200 мм (в зависимости от площади фильтра) с задвижкой.

**6.110.** Для промывки фильтрующей загрузки надлежит применять воду, очищенную на фильтрах. Допускается применение верхней промывки с распределительной системой над поверхностью загрузки фильтров.

Параметры промывки водой загрузки из кварцевого песка следует принимать по табл. 23.

Таблица 23

Фильтры и их загрузка	Интенсивность промывки, л/(с·м <sup>2</sup> )	Продолжительность промывки, мин	Величина относительного расширения загрузки, %
Скорые с однослойной загрузкой диаметром $D$ , мм: 0,7 – 0,8 0,8 – 1 1 – 1,2	12 – 14	6 – 5	45
	14 – 16		30
	16 – 18		25
Скорые с двухслойной загрузкой	14 – 16	7 – 6	50

**Примечания:** 1. Большим значениям интенсивности промывки соответствуют меньшие значения продолжительности.

2. При неподвижном устройстве для верхней промывки интенсивность ее следует принимать 3—4 л/(с·м<sup>2</sup>), напор 30—40 м. Продолжительность промывки 5—8 мин, из них 2—3 мин до проведения нижней промывки. Распределительные трубы следует располагать на расстоянии 60—80 мм от поверхности загрузки через каждые 700—1000 мм. Расстояние между отверстиями в распределительных трубах или между насадками необходимо принимать 80—100 мм. При вращающемся устройстве интенсивность промывки следует принимать 0,5—0,75 л/(с·м<sup>2</sup>), напор 40—45 м.

При загрузке керамзитом интенсивность промывки следует принимать 12—15 л/(с·м<sup>2</sup>) в зависимости от марки керамзита (большие интенсивности относятся к керамзитам большей плотности).

**6.111.** Для сбора и отведения промывной воды следует предусматривать желоба полукруглого или пятиугольного сечения. Расстояние между осями соседних желобов должно быть не более 2,2 м. Ширину желоба  $B_{\text{жел}}$  надлежит определять по формуле

$$B_{\text{жел}} = K_{\text{жел}} \sqrt[5]{q_{\text{жел}}^2 / (1,57 + a_{\text{жел}})^3}, \quad (23)$$



где  $q_{\text{жел}}$  — расход воды по желобу, м<sup>3</sup>/с;  
 $a_{\text{жел}}$  — отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины, принимаемое от 1 до 1,5;

$K_{\text{жел}}$  — коэффициент, принимаемый равным: для желобов с полукруглым лотком — 2, для пятиугольных желобов — 2,1.

Кромки всех желобов должны быть на одном уровне и строго горизонтальны.

Лотки желобов должны иметь уклон 0,01 к сборному каналу.

**6.112.** В фильтрах со сборным каналом расстояние от дна желоба до дна канала  $H_{\text{кан}}$  следует определять по формуле

$$H_{\text{кан}} = 1,733 \sqrt{q_{\text{кан}}^2 / g B_{\text{кан}}^2 + 0,2}, \quad (24)$$

где  $q_{\text{кан}}$  — расходы вод по каналу, м<sup>3</sup>/с;

$B_{\text{кан}}$  — ширина канала, м, принимаемая не менее 0,7 м.

**Примечание.** Уровень воды в канале с учетом подпора, создаваемого трубопроводом, отводящим промывную воду, должен быть на 0,2 м ниже дна желоба.

**6.113.** Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до кромок желобов  $H_{\text{ж}}$  надлежит определять по формуле

$$H_{\text{ж}} = H_3 a_3 / 100 + 0,3, \quad (25)$$

где  $H_3$  — высота фильтрующего слоя, м;

$a_3$  — относительное расширение фильтрующей загрузки в процентах, принимаемое по [табл. 23](#).

**6.114.** Водовоздушную промывку надлежит применять для фильтров с загрузкой из кварцевого песка при следующем режиме: продувка воздухом с интенсивностью 15—20 л/(с·м<sup>2</sup>) в течение 1—2 мин, затем совместная водовоздушная промывка с интенсивностью подачи воздуха 15—20 л/(с·м<sup>2</sup>) и воды 3—4 л/(с·м<sup>2</sup>) в течение 4—5 мин и последующая подача воды (без продувки) с интенсивностью 6—8 л/(с·м<sup>2</sup>) в течение 4—5 мин.

**Примечания:** 1. Более крупнозернистым загрузкам соответствуют большие интенсивности подачи воды и воздуха.

2. При обосновании допускается применять режимы промывки, отличающиеся от указанного.

**6.115.** При водовоздушной промывке воду и воздух следует подавать через распределительные системы со специальными колпачками или по отдельным трубчатым распределительным системам для воды и воздуха.

**6.116.** При водовоздушной промывке надлежит применять систему горизонтального отвода промывной воды с пескоулавливающим желобом, образованным двумя наклонными стенками — водосливной и отбойной.

**6.117.** Вода на промывку должна подаваться насосами или из бака. В зависимости от числа фильтров на станции промывные системы должны быть рассчитаны на промывку одного или нескольких фильтров одновременно. Объем промывного бака должен обеспечивать одну дополнительную промывку сверх расчетного их числа.

Напор воды для промывки фильтров следует принимать с учетом потерь напора в распределительной системе, подводящих коммуникациях промывной воды и при загрузке фильтров.

Насос для подачи воды в бак должен обеспечивать его наполнение за время не больше, чем интервалы между промывками фильтров при форсированном режиме. Забор воды

насосом, подающим воду в бак, следует производить из резервуара фильтрованной воды. Допускается производить забор из трубопровода фильтрованной воды, если он не превышает 50 % расхода фильтрата.

Для промывки фильтров забор воды должен производиться из резервуаров фильтрованной воды, в которых надлежит предусматривать запас воды на одну дополнительную промывку сверх расчетного их числа.

Скорости движения воды в трубопроводах, подающих и отводящих промывную воду, следует принимать 1,5—2 м/с. Должна быть исключена возможность подсоса воздуха в трубопроводы, подающие промывную воду на фильтры, а также подпора воды в трубопроводах, отводящих промывную воду.

### Крупнозернистые фильтры

**6.118.** Крупнозернистые фильтры следует применять для частичного осветления воды, используемой для производственных целей, с коагуляцией или без нее.

**6.119.** Для загрузки фильтров следует применять кварцевый песок и другие материалы, обеспечивающие технологический процесс и обладающие требуемой механической прочностью и химической стойкостью. Характеристика загрузки фильтров приведена в [табл. 24](#).

**6.120.** Напорные крупнозернистые фильтры следует рассчитывать на предельную потерю напора в фильтрующей загрузке и дренаже до 15 м.

Таблица 24

Материал загрузки	Крупность материала загрузки, мм	Коэффициент неоднородности, не более	Высота слоя загрузки, м	Скорость фильтрования, м/ч
Кварцевый песок	1 – 2	1,8	1,5 – 2	10 – 12
То же	1,6 – 2,5	2	2,5 – 3	13 – 15

**Примечание.** Для частичного осветления воды допускается применение фильтров специальной конструкции с плавающей загрузкой из пенополистирола.

открытые — 3—3,5 м. В открытых фильтрах необходимо предусматривать слой воды над уровнем загрузки 1,5 м.

**6.121.** Промывку крупнозернистых фильтров надлежит предусматривать с применением воды и воздуха. Водяную и воздушную распределительные системы или объединенную водовоздушную распределительную систему надлежит рассчитывать согласно п.п. [6.108](#), [6.109](#), [6.115](#)—[6.117](#) на подачу воды и воздуха с интенсивностями, приведенными в [п. 6.123](#).

**6.122.** Проектирование устройств для отвода промывной воды из открытых фильтров надлежит производить согласно [п. 6.116](#).

**6.123.** При расчете крупнозернистых фильтров надлежит принимать следующий режим промывки: взрыхление фильтрующей загрузки воздухом интенсивностью 15—25 л/(с·м<sup>2</sup>) — 1 мин; водовоздушная промывка с интенсивностью 3,5—5 л/(с·м<sup>2</sup>) воды и 15—25 л/(с·м<sup>2</sup>) воздуха — 5 мин; отмывка водой с интенсивностью 7—9 л/(с·м<sup>2</sup>) — 3 мин. Большие значения интенсивности промывки относятся к более крупной загрузке.

**6.124.** Площадь крупнозернистых фильтров следует определять согласно [п. 6.98](#).

**6.125.** При количестве фильтров до 10 следует предусматривать возможность выключения на ремонт одного фильтра, при большем количестве — двух фильтров. При этом скорость фильтрования на оставшихся в работе фильтрах не должна превышать наибольших значений, указанных в [табл. 24](#).



## Контактные осветлители

**6.126.** На станциях контактного осветления воды надлежит предусматривать сетчатые барабанные фильтры и входную камеру, обеспечивающую требуемый напор воды, смешение и контакт воды с реагентами, а также выделение из воды воздуха.

**6.127.** Объем входной камеры должен определяться из условия пребывания воды в ней не менее 5 мин. Камера должна быть секционирована не менее чем на 2 отделения, в каждом из которых надлежит предусматривать переливные и спускные трубы.

**Примечания:** 1. Сетчатые барабанные фильтры надлежит располагать над входной камерой; установка их в отдельно стоящем здании допускается при обосновании. Проектирование их следует выполнять согласно п.п. 6.11—6.14.

2. Смесительные устройства, последовательность и время разрыва между вводом реагентов надлежит принимать согласно п.п. 6.40; 6.41; 6.17—6.19.

При этом необходимо предусматривать возможность дополнительного ввода реагента после входной камеры.

**6.128.** Превышение уровня воды во входных камерах над уровнем в контактных осветлителях  $H_y$ , м, следует определять по формуле

$$H_y = 0,8h_3 + h_c, \quad (26)$$

где  $h_3$  — предельно допустимая потеря напора в песчаном слое загрузки, принимаемая равной высоте его слоя, м;

$h_c$  — сумма всех потерь напора на пути движения воды от начала входной камеры до загрузки осветлителей, м.

Отвод воды из входных камер на контактные осветлители должен предусматриваться на отметке не менее чем на 2 м ниже уровня воды в осветлителях. В камерах и трубопроводах должна быть исключена возможность насыщения воды воздухом.

**6.129.** Контактные осветлители при промывке водой надлежит предусматривать без поддерживающих слоев, при промывке водой и воздухом — с поддерживающими слоями.

Загрузку контактных осветлителей надлежит принимать по табл. 25.

Таблица 25

Показатель	Высота гравийных и песчаных слоев, м, для осветлителя	
	без поддерживающих слоев	с поддерживающими слоями
Крупность зерен гравия и песка, мм:		
40 – 20	—	0,2 – 0,25
20 – 10	—	0,1 – 0,15
10 – 5	—	0,15 – 0,2
5 – 2	0,5 – 0,6	0,3 – 0,4
2 – 1,2	1 – 1,2	1,2 – 1,3
1,2 – 0,7	0,8 – 1	0,8 – 1
Эквивалентный диаметр зерен песка, мм	1 – 1,3	1 – 1,3

**Примечания:** 1. Для контактных осветлителей с поддерживающими слоями верхняя граница гравия крупностью 40—20 мм должна быть на уровне верха труб распределительной системы. Общая высота загрузки должна быть не св. 3 м.

2. Для загрузки контактных осветлителей следует применять гравий и кварцевый песок, а также другие материалы, отвечающие требованиям п. 6.96 с плотностью 2,5—3,5 г/см<sup>3</sup>.

**6.130.** Скорости фильтрования в контактных осветлителях следует принимать:

без поддерживающих слоев при нормальном режиме — 4—5 м/ч, при форсированном — 5—5,5 м/ч; с поддерживающими слоями при нормальном режиме 5—5,5 м/ч, при форсированном — 5,5—6 м/ч.

При очистке воды для хозяйственно-питьевых нужд надлежит принимать меньшие значения скоростей фильтрования.

Допускается предусматривать работу контактных осветлителей с переменной, убывающей к концу цикла скоростью фильтрования при условии, чтобы средняя скорость равнялась расчетной.

**6.131.** Общую площадь контактных осветлителей  $F_{к.о}$ , м<sup>2</sup>, надлежит определять с учетом сброса первого фильтрата по формуле

$$F_{к.о} = Q / \left[ T_{ст} v_n - n_{пр} \left( q_{пр} + \tau_{пр} v_n + \tau_{ст} v_n / 60 \right) \right], \quad (27)$$

где  $\tau_{ст}$  — продолжительность сброса первого фильтрата, мин, принимаемая согласно [п. 6.133](#), остальные обозначения — по [формуле \(18\)](#).

Количество осветлителей на станции следует определять согласно [п. 6.99](#).

**6.132.** Для промывки следует использовать очищенную воду. Допускается использование неочищенной воды при условиях: мутности ее не более 10 мг/л, колииндекса — 1000 ед/л, предварительной обработки воды на барабанных сетках (или микрофильтрах) и обеззараживания. При использовании очищенной воды должен быть предусмотрен разрыв струи перед подачей воды в емкость для хранения промывной воды. Непосредственная подача воды на промывку из трубопроводов и резервуаров фильтрованной воды не допускается.

**6.133.** Режим промывки контактных осветлителей водой надлежит принимать по [табл. 26](#).

Водовоздушную промывку контактных осветлителей надлежит предусматривать со следующим режимом: взрыхление загрузки воздухом с интенсивностью 18—20 л/(с·м<sup>2</sup>) в течение 1—2 мин; совместная водовоздушная промывка при подаче воздуха 18—20 л/(с·м<sup>2</sup>) и воды 3—3,5 л/(с·м<sup>2</sup>) при продолжительности 6—7 мин; дополнительная промывка водой с интенсивностью 6—7 л/(с·м<sup>2</sup>) продолжительностью 5—7 мин.

Продолжительность сброса первого фильтрата при промывке водой, мин:

очищенной — 5—10;

неочищенной — 10—15.

**6.134.** В контактных осветлителях с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой надлежит применять трубчатые распределительные системы для подачи воды и воздуха и систему горизонтального отвода промывной воды.

В контактных осветлителях без поддерживающих слоев должна предусматриваться распределительная система с приваренными вдоль дырчатых труб боковыми шторками, между которыми привариваются поперечные перегородки, разделяющие подтрубное пространство на ячейки. Отверстия в дырчатых трубах следует располагать в два ряда в шахматном порядке, они должны быть направлены вниз под углом 30° к вертикальной оси трубы. Диаметр отверстий — 10—12 мм, расстояние между осями в ряду — 150—200 мм. Распределительную систему надлежит проектировать в соответствии с [табл. 27](#).

**6.135.** В контактных осветлителях без поддерживающих слоев сбор промывной воды надлежит принимать желобами согласно [п.п. 6.111—6.113](#). Над кромками желобов следует предусматривать пластины с треугольными вырезами высотой и шириной по 50—60 мм, с расстояниями между их осями 100—150 мм.

Таблица 26

Показатель	Единица измерения	Количество
Продолжительность промывки	мин	7 – 8
Интенсивность подачи воды	л/(с · м <sup>2</sup> )	15 – 18
Продолжительность сброса первого фильтрата при промывке водой:		
очищенной	мин	10 – 12
неочищенной (см. п. 6.132)	«	12 – 15

Таблица 27

Диаметр труб ответвлений, мм	Отношение суммарной площади отверстий к площади осветлителя, %	Расстояния, мм			
		между осями труб ответвлений	от дна осветлителя до низа шторок	от низа шторок до оси труб ответвлений	между поперечными перегородками
75	0,28 – 0,3	240 – 260	100 – 120	155	300 – 400
100	0,26 – 0,28	300 – 320	120 – 140	170	400 – 600
125	0,24 – 0,26	350 – 370	140 – 160	190	600 – 800
150	0,22 – 0,24	440 – 470	160 – 180	220	800 – 1000

**Примечания:** 1. Скорость движения воды на входе в трубы ответвлений при промывке надлежит принимать 1,4—1,8 м/с.

2. Большим расстояниям между осями труб соответствуют большие расстояния от дна осветлителя до низа шторок.

**6.136.** Каналы и коммуникации для подачи и отвода воды, баки и насосы для промывки контактных осветлителей надлежит проектировать согласно п.п. 6.107, 6.109, 6.117, при этом низ патрубков, отводящего осветленную воду из контактных осветлителей, должен быть на 100 мм выше уровня воды в сборном канале при промывке.

Трубопроводы отвода осветленной и промывной воды должны предусматриваться на отметках, исключающих возможность подтопления осветлителей во время рабочего цикла и при промывках.

Для опорожнения контактных осветлителей на нижней части коллектора распределительной системы должен предусматриваться трубопровод с запорным устройством диаметром, обеспечивающим скорость нисходящего потока воды в осветлителе не более 2 м/ч при наличии поддерживающих слоев и не более 0,2 м/ч — без поддерживающих слоев. При опорожении осветлителей без поддерживающих слоев следует предусматривать устройства, исключающие вынос загрузки.

### Медленные фильтры

**6.137.** Расчетные скорости фильтрования на медленных фильтрах надлежит принимать в пределах 0,1—0,2 м/ч, при этом скорость выше 0,1 м/ч — только на время промывки фильтра.

Количество фильтров должно приниматься не менее трех. Ширина фильтра должна быть не более 6 м, длина — не более 60 м.

Крупность зерен и высоту слоев загрузки фильтров следует принимать по табл. 28.

Таблица 28

№ слоя сверху вниз	Загрузочный материал	Крупность зерен, мм	Высота слоя загрузки, мм
1	Песок	0,3 – 1	500
2	«	1 – 2	50
3	«	2 – 5	50
4	Гравий или щебень	5 – 10	50
5	То же	10 – 20	50
6	«	20 – 40	50

**6.138.** Медленные фильтры следует проектировать с механической или гидравлической регенерацией песчаной загрузки.

Расход воды на один смыв загрязнений с 1 м<sup>2</sup> поверхности загрузки фильтра надлежит принимать 9 л/с, продолжительность смыва загрязнений на каждые 10 м длины фильтра — 3 мин.

**6.139.** Вода на регенерацию медленного фильтра должна поступать от специального насоса или из специального бака. Допускается регенерацию фильтра предусматривать за счет форсирования производительности насосов, подающих воду на осветление, или за счет частичного использования емкости фильтров, работающих в режиме фильтрования.

**6.140.** Слой воды над поверхностью загрузки медленных фильтров должен приниматься 1,5 м. При наличии перекрытия над фильтрами расстояние от поверхности загрузки до перекрытия должно быть достаточным для обеспечения работ по регенерации, а также смены и отмывки загрузки.

В фильтрах следует устанавливать дренаж из перфорированных труб, кирпича или бетонных плиток, уложенных с прозорами, пористого бетона и др.

### **Контактные префильтры**

**6.141.** Контактные префильтры следует применять при двухступенчатом фильтровании для предварительной очистки воды перед скорыми фильтрами (второй ступени).

Конструкция контактных префильтров аналогична конструкции контактных осветлителей с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой; при их проектировании следует руководствоваться п.п. [6.126](#)—[6.136](#). При этом площадь префильтров надлежит определять с учетом пропуска расхода воды на промывку скорых фильтров второй ступени.

**6.142.** При отсутствии технологических изысканий основные параметры контактных префильтров следует принимать:

высоту слоев песка,

при крупности зерен, мм:

5 – 2

0,5 – 0,6 м

2 – 1

2 – 2,3 «

эквивалентный диаметр зерен песка

1,1 – 1,3 мм

скорость фильтрования при нормальном режиме

5,5 – 6,5 м/ч

скорость фильтрования при форсированном режиме

6,5 – 7,5 «

**6.143.** Следует предусматривать смешение фильтрата одновременно работающих контактных префильтров перед подачей его на скорые фильтры.

### **ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ**

**6.144.** Выбор метода обеззараживания воды надлежит производить с учетом расхода и качества воды, эффективности ее очистки, условий поставки, транспорта, хранения реагентов, возможности автоматизации процессов и механизации трудоемких работ.

**6.145.** Введение хлорсодержащих реагентов для обеззараживания воды следует предусматривать в трубопроводы перед резервуарами чистой воды.

Необходимость обеззараживания подземных вод определяется органами санитарно-эпидемиологической службы.

**Примечание.** При обосновании допускается предусматривать для ввода и контакта хлорсодержащих реагентов с водой специальные контактные резервуары.

**6.146.** Дозу активного хлора для обеззараживания воды следует устанавливать на основании данных технологических изысканий. При их отсутствии для предварительных расчетов следует принимать для поверхностных вод после фильтрования 2—3 мг/л, для вод подземных источников 0,7—1 мг/л.

Концентрации остаточного свободного и связанного хлора надлежит принимать в соответствии с ГОСТ 2874-82.

**Примечание.** При хранении в резервуарах воды на хозяйственно-литьевые нужды на время выключения одного из них на промывку и ремонт в случаях, когда не обеспечивается время контакта воды с хлором, следует предусматривать подачу дозы хлора в два раза больше, чем при нормальной эксплуатации. При этом увеличение подачи хлора допускается предусматривать за счет включения резервных хлораторов.

**6.147.** Хлорное хозяйство должно обеспечить прием, хранение, испарение жидкого хлора, дозирование газообразного хлора с получением хлорной воды.

Подача хлорной воды должна производиться отдельно на каждое место ввода.

Хлорное хозяйство следует располагать в отдельно стоящих хлораторных, в которых заблокированы расходный склад хлора, испарительная и хлордозаторная. Расходный склад хлора допускается располагать в отдельных зданиях или примыкать к хлордозаторной и вспомогательным помещениям хлорного хозяйства (компрессорной, венткамерам и т.п.); при этом следует отделять его от других помещений глухой стеной без проемов.

**6.148.** Расходные склады хлора следует проектировать согласно п.п. 6.211 и 6.212. При обосновании в составе хлораторных склад хлора может не предусматриваться; в этом случае в хлордозаторной допускается установка 1 баллона жидкого хлора массой нетто не более 70 кг.

**6.149.** Испарители хлора следует размещать в складе хлора или хлордозаторной. Испарение хлора необходимо производить в специальных испарителях или баллонах (при поставке в них хлора).

Температура воды, подаваемой в испаритель, должна быть в пределах 10—30 °С, при этом снижение температуры воды в испарителе должно быть не более 5°.

Испаритель должен быть оборудован устройствами для контроля температуры воды и давления хлора и воды. При подаче газообразного хлора за пределы здания хлораторной после испарителя необходимо предусматривать устройства для очистки газа, а также клапан, поддерживающий после себя вакуум, при котором не происходит конденсации хлора при наименьшей температуре наружного воздуха.

Протяженность трубопровода газообразного хлора не должна превышать 1 км.

**6.150.** Хлордозаторные без испарителей, располагаемые в блоке с другими зданиями водопровода или вспомогательными помещениями хлорного хозяйства, должны быть отделены от других помещений глухой стеной без проемов и снабжены двумя выходами наружу, при этом один из них через тамбур. Все двери должны открываться наружу. Пол хлордозаторной, располагаемой над другими помещениями, должен быть газонепроницаемым. Хлордозаторные размещать в заглубленных помещениях не допускается.

**6.151.** Для дозирования хлора должны применяться автоматические вакуумные хлораторы.

Расчетные расходы и напоры воды, подаваемой на хлоратор, и напор хлорной воды после него следует определять по характеристикам хлоратора, а также по расположению его относительно точки ввода хлора.

Допускается применение хлораторов ручного регулирования, при этом расход хлора контролируется весовым способом.

**6.152.** Количество резервных хлораторов на одну точку ввода надлежит принимать: при 1—2 рабочих хлораторах — 1, при более двух — 2.

Допускается предусматривать общие резервные хлораторы на две точки ввода хлора.

Работа двух и более хлораторов со струйными эжекторами на один трубопровод хлорной воды не допускается.

**6.153.** Хлоропроводы для транспортирования жидкого и газообразного хлора следует выполнять из бесшовных стальных труб.

Количество хлоропроводов следует принимать не менее двух, из них один резервный.

Хлоропроводы и арматуру на них надлежит предусматривать на рабочее давление 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>) и пробное давление 2,3 МПа (23 кгс/см<sup>2</sup>).

Прокладку хлоропроводов внутри помещений следует предусматривать на кронштейнах, укрепленных на стенах и колоннах; вне зданий — на эстакадах с защитой от воздействия солнечных лучей. Хлоропроводы следует окрашивать перхлорвиниловыми эмалями. Соединения труб надлежит принимать на сварке или муфтах с проваркой их концов или на фланцах с уплотнительной поверхностью типа «выступ-впадина» с применением хлорустойчивых прокладок (паронит) и болтов из нержавеющей стали.

Трубопроводы жидкого хлора должны иметь уклон 0,01 в сторону сосуда с хлором, при этом на хлоропроводе не должно быть мест, в которых возможно образование гидравлического затвора или газовой пробки.

Диаметр хлоропроводов следует принимать при расчетном расходе хлора с коэффициентом 3 с учетом объемной массы жидкого хлора 1,4 т/м<sup>3</sup>, газообразного — 0,0032 т/м<sup>3</sup> скорости в трубопроводах 0,8 м/с для жидкого хлора, 2,5—3,5 м/с для газообразного. При этом диаметр хлоропровода должен быть не более 80 мм.

Необходимо предусматривать устройство для удаления из системы газообразного хлора при переключении контейнера или баллона, а также для периодического удаления из трубопроводов и испарителей треххлористого азота, при этом рекомендуется использовать сухой сжатый азот, воздух и др.

Продукты продувки должны обезвреживаться путем пропуска их через слой нейтрализационного раствора.

**6.154.** Трубопроводы для хлорной воды следует предусматривать из материалов, обладающих коррозионной стойкостью к ней: резины, полиэтилена высокой плотности, поливинилхлорида и др. Внутри помещений трубопроводы хлорной воды надлежит располагать в каналах, устраиваемых в полу, или на кронштейнах и сплошных опорах.

Вне помещений надлежит предусматривать подземную укладку трубопроводов хлорной воды в каналах или футлярах из труб, обладающих коррозионной стойкостью.

В каналах и футлярах не допускается располагать трубопроводы другого назначения, кроме теплового сопровождения.

Необходимо предусматривать температурную компенсацию труб, а также возможность замены труб в футлярах и каналах.

На наружных трубопроводах хлорной воды следует предусматривать колодцы, в которых прерываются футляры, для наблюдения за возможной утечкой хлорной воды, при этом дно колодцев должно покрываться химически стойкими эмалями. Расстояние между колодцами должно быть не более 30 м.

Глубина заложения низа футляра без теплового сопровождения должна быть не менее глубины промерзания грунта.

**6.155.** Воздух, выбрасываемый в атмосферу постоянно действующими вентиляционными системами складов хлора и хлордозаторных, должен удаляться через трубу, высота которой определяется согласно [п. 14.38](#).

При необходимости, определяемой расчетом, следует предусматривать очистку выбрасываемого вентиляторами воздуха.

При хранении на складе контейнеров для хлора очистка воздуха при аварии обязательна, при этом концентрацию хлора в воздухе, выбрасываемом вентиляторами при аварии, следует определять по площади растекания хлора из одного контейнера и интенсивности испарения с поверхности пола 5—6 кг/(ч·м<sup>2</sup>).

**6.156.** Для очистки воздуха следует применять орошаемые скрубберы высотой не менее 3 м, скорость движения воздуха следует принимать не более 1,2 м/с, интенсивность орошения не менее 20 м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>). Насадка скрубберов должна быть из материалов, стойких к воздействию хлорной воды.

Орошение скрубберов следует предусматривать нейтрализационным раствором (водный раствор — 3 % соды и 2 % гипосульфита натрия).



**6.157.** Электролитическое приготовление гипохлорита натрия следует предусматривать из раствора поваренной соли или естественных минерализованных вод с содержанием хлоридов не менее 50 г/л на станциях водоподготовки с расходом хлора до 50 кг/сут.

**6.158.** Хранение соли следует принимать согласно п.п. [6.203](#) и [6.213](#).

Количество растворных баков для получения насыщенного раствора поваренной соли следует принимать не менее двух, при этом общая вместимость баков должна обеспечивать запас раствора соли не менее чем на 24 ч работы одного электролизера.

**6.159.** Электролизеры должны располагаться в сухом отапливаемом помещении. Допускается их установка в одном помещении с другим оборудованием электролизных. Количество электролизеров не должно быть более трех, из которых один — резервный.

Электролизеры следует располагать с учетом самотечного отвода гипохлорита в бак-накопитель.

**6.160.** Вместимость бака-накопителя гипохлорита должна обеспечивать непрерывную работу одного электролизера не менее 12 ч. Бак-накопитель должен размещаться в вентилируемом помещении. Должны обеспечиваться подвод воды и отвод сточных вод при его промывке и опорожнении.

**6.161.** Для приготовления раствора порошкообразного гипохлорита кальция необходимо предусматривать расходные баки (не менее двух) общей вместимостью, определяемой исходя из концентрации раствора 1 % и двух заготовок в сутки.

Баки должны оборудоваться мешалками.

Для дозирования гипохлорита следует применять отстоенный раствор.

Надлежит предусматривать периодическое удаление осадка из баков и дозаторов.

**6.162.** Баки и трубопроводы для растворов соли и гипохлорита должны быть из коррозионно-стойких материалов или иметь антикоррозионное покрытие.

**6.163.** Обеззараживание воды прямым электролизом следует применять при содержании хлоридов не менее 20 мг/л и жесткости не более 7 мг-экв/л на станциях производительностью до 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

**6.164.** Установки для обеззараживания воды прямым электролизом должны располагаться в помещении рядом с трубопроводами, подающими воду в резервуары фильтрованной воды. Необходимо предусматривать одну резервную установку.

**6.165.** При обеззараживании воды хлорированием и необходимости предупреждения хлорфенольного запаха на станциях следует предусматривать устройства для подачи в воду газообразного аммиака (установка для аммонизации).

Допускается при обосновании применение аммиака также для увеличения продолжительности бактерицидного действия, например, при длительном хранении или транспортировании воды.

**6.166.** Аммиак следует хранить в расходном складе в баллонах или контейнерах. Оборудование аммиачного хозяйства необходимо предусматривать во взрывоопасном исполнении.

Аммиачное хозяйство должно быть организовано аналогично хлорному и располагаться в отдельных помещениях. Допускается блокировка установки для аммонизации с зданиями хлорного хозяйства.

Установки для дозирования аммиака следует проектировать согласно п.п. [6.151](#), [6.152](#).

Ввод аммиака следует предусматривать в фильтрованную воду, при наличии фенолов — за 2—3 мин до ввода хлорсодержащих реагентов.

**6.167.** Продолжительность контакта хлора или гипохлорита с водой от момента смешения до поступления воды к ближайшему потребителю следует принимать в соответствии с ГОСТ 2874-82.

Контакт хлорсодержащих реагентов с водой надлежит осуществлять в резервуарах чистой воды или специальных контактных резервуарах. При отсутствии попутного водоразбора допускается учитывать продолжительность контакта в водоводах.

**6.168.** Обеззараживание воды с помощью бактерицидного излучения следует применять для подземных вод при условии постоянного обеспечения требований ГОСТ 2874-82 по физико-химическим показателям.

Коли-индекс обрабатываемой воды должен быть не более 1000 ед/л, содержание железа — не более 0,3 мг/л.

**6.169.** Количество рабочих бактерицидных установок следует определять исходя из их паспортной производительности. При этом количество рабочих установок должно быть не более пяти, резервных — одна.

**6.170.** Бактерицидные установки следует располагать, как правило, непосредственно перед подачей воды в сеть потребителям на напорных или всасывающих трубопроводах насосов.

**6.171.** Применение озона для обеззараживания воды допускается при обосновании. При проектировании озонаторных установок следует предусматривать устройства для синтеза озона и смешения озono-воздушной смеси с водой. Необходимую дозу озона для обеззараживания надлежит принимать: для вод подземных источников — 0,75—1 мг/л, для фильтрованной воды — 1—3 мг/л.

### УДАЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ПРИВКУСОВ И ЗАПАХОВ

**6.172.** При необходимости введения специальной обработки воды для удаления органических веществ, а также снижения интенсивности привкусов и запахов надлежит применять окисление и последующую сорбцию веществ, осуществляемую путем фильтрования воды через гранулированные активные угли с периодической их регенерацией или заменой.

В случаях кратковременного использования активных углей и при обосновании допускается применять их в виде порошка, вводимого в воду перед ее коагуляционной обработкой или перед фильтрами.

**Примечания:** 1. При наличии в воде легкоокисляемых органических веществ в небольших концентрациях допускается по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы применять одно окисление без сорбционной очистки при условии, что в результате окисления не образуются неблагоприятные в органолептическом отношении и вредные в токсикологическом отношении продукты.

2. Правила ввода и дозы реагентов, а также расчетные параметры установок следует принимать согласно рекомендуемому [прил. 4](#).

### СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ И ОБРАБОТКА ИНГИБИТОРАМИ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ТРУБ

**6.173.** Указания настоящего раздела относятся к обработке воды хозяйственно-питьевых и производственных водопроводов, вода которых не используется для охлаждения технологических аппаратов.

**Примечания:** 1. Методы обработки воды систем горячего водоснабжения и теплоснабжения для защиты от коррозии и зарастания в настоящем разделе не рассматриваются.

2. Обработку охлаждающей оборотной воды надлежит выполнять согласно [разд. 11](#).

**6.174.** Для защиты водопроводных труб и оборудования от коррозии и образования отложений следует предусматривать стабилизационную обработку воды, необходимость проведения которой устанавливается оценкой стабильности воды.

Оценку стабильности воды надлежит производить на основании технологического анализа по методу «карбонатных испытаний». При отсутствии данных технологических исследований стабильность для оценки качества воды допускается определять по методикам, приведенным в рекомендуемом [прил. 5](#).

**6.175.** Методы стабилизационной обработки воды и расчетные параметры надлежит принимать согласно рекомендуемому [прил. 5](#).



## ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ВОДЫ

**6.176.** Метод обезжелезивания воды, расчетные параметры и дозы реагентов надлежит принимать на основе результатов технологических изысканий, выполненных непосредственно у источника водоснабжения.

**6.177.** Обезжелезивание подземных вод следует предусматривать фильтрованием в сочетании с одним из способов предварительной обработки воды: упрощенной аэрацией, аэрацией на специальных устройствах, введением реагентов-окислителей.

**Примечание.** При обосновании допускается принимать другие методы.

**6.178.** Упрощенную аэрацию допускается применять при следующих показателях качества воды:

- содержание железа (общего) до 10 мг/л;
- в том числе двухвалентного ( $\text{Fe}^{2+}$ ) не менее 70 %;
- рН не менее 6,8;
- щелочности более  $(1+\text{Fe}^{2+}/28)$  мг-экв/л;
- содержание сероводорода не более 2 мг/л.

**6.179.** Упрощенную аэрацию следует предусматривать изливом воды в карман или центральный канал открытых фильтров (высота излива над уровнем воды 0,5—0,6 м). При применении напорных фильтров надлежит предусматривать ввод воздуха в подающий трубопровод (расход воздуха 2 л на 1 г закисного железа).

При содержании в исходной воде свободной углекислоты более 40 мг/л и сероводорода более 0,5 мг/л следует перед напорными фильтрами предусматривать промежуточную емкость со свободным изливом в нее воды без ввода воздуха в трубопровод.

**6.180.** Аэрацию на специальных устройствах (аэраторах) или введение реагентов-окислителей следует принимать при необходимости увеличения количества удаляемого железа и повышения рН воды.

Конструкцию и расчетные параметры аэраторов следует принимать аналогично дегазаторам согласно рекомендуемому [прил. 7](#).

**6.181.** Расчетные дозы реагентов-окислителей надлежит принимать:  
хлора  $D_x$ , мг/л:

$$D_x = 0,7(\text{Fe}^{2+}); \quad (28)$$

перманганата калия  $D_{\text{п}}$ , мг/л, считая по  $\text{KMnO}_4$ :

$$D_{\text{п}} = (\text{Fe}^{2+}). \quad (29)$$

Ввод реагентов-окислителей следует производить в подающий трубопровод перед фильтрами.

**6.182.** Конструкцию фильтров для обезжелезивания подземных вод следует принимать аналогично фильтрам для осветления воды; характеристику фильтрующего слоя и скорость фильтрования при упрощенной аэрации надлежит принимать по [табл. 29](#), при использовании аэраторов или введении реагентов-окислителей — по [табл. 21](#).

**6.183.** Обезжелезивание воды поверхностных источников следует предусматривать одновременно с ее осветлением и обесцвечиванием ([п.п. 6.2—6.117](#)), при этом дозу извести,  $D_{\text{и}}$ , мг/л, считая по  $\text{CaO}$ , следует определять по формуле

$$D_{\text{и}} = 28(\text{CO}_2/22 + \text{Fe}^{2+} + /28 + D_{\text{к}}/e_{\text{к}}), \quad (30)$$

где  $\text{CO}_2$  — содержание свободной двуокиси углерода в исходной воде, мг/л;

$\text{Fe}^{2+}$  — содержание двухвалентного железа в исходной воде, мг/л;

$D_{\text{к}}$  — доза коагулянта (по безводному веществу), мг/л;

$e_{\text{к}}$  — эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-экв.

Таблица 29

Характеристика фильтрующих слоев при обезжелезивании воды упрощенной аэрацией					Расчетная скорость фильтрации, м/ч
Минимальный диаметр зерен, мм	Максимальный диаметр зерен, мм	Эквивалентный диаметр зерен, мм	Коэффициент неоднородности	Высота слоя, мм	
0,8	1,8	0,9—1,0	1,5—2	1000	5—7
1	2	1,2—1,3	1,5—2	1200	7—10

**6.184.** Система повторного использования промывных вод и устройства для обработки осадка станций обезжелезивания должны приниматься согласно п.п. [6.195](#)—[6.200](#).

### ФТОРИРОВАНИЕ ВОДЫ

**6.185.** Необходимость фторирования воды на хозяйственно-питьевые нужды в каждом отдельном случае определяется органами санитарно-эпидемиологической службы.

Проектирование установок фторирования воды следует выполнять согласно рекомендуемому [прил. 6](#).

### УДАЛЕНИЕ ИЗ ВОДЫ МАРГАНЦА, ФТОРА И СЕРОВОДОРОДА

**6.186.** Выбор методов очистки воды, расчетных параметров сооружений, а также вида и доз реагентов надлежит осуществлять на основании технологических изысканий, проводимых непосредственно у источника водоснабжения (для вод, содержащих избыточные количества марганца и сероводорода).

**6.187.** Очистку воды от марганца следует производить безреагентным методом или с применением реагентов.

В случае если безреагентный метод не обеспечивает требуемую степень очистки, следует предусматривать обработку воды реагентами-окислителями (перманганат калия, озон и др.) с введением флокулянта и последующим фильтрованием.

При использовании подземных вод, в которых марганец присутствует совместно с железом, надлежит проверить возможность удаления его непосредственно в процессе обезжелезивания без дополнительного применения реагентов.

**6.188.** Обесфторивание воды надлежит производить методами контактно-сорбционной коагуляции или с использованием сорбента — активной окиси алюминия.

Метод контактно-сорбционной коагуляции следует применять при концентрации фтора в воде до 5 мг/л; с помощью сорбента (активной окиси алюминия) — при концентрации фтора до 10 мг/л.

При обосновании допускается применение других методов.

**6.189.** Для очистки воды от сероводорода следует применять аэрационный и химический методы. Аэрационный метод допускается применять при содержании сероводорода в воде до 3 мг/л, химический до 10 мг/л.

При обосновании допускается применение других методов.

### УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ

**6.190.** Для умягчения воды следует применять следующие методы: для устранения карбонатной жесткости — декарбонизацию известкованием или водород-катионитное умягчение с «голодной» регенерацией катионита;

для устранения карбонатной и некарбонатной жесткости — известково-содовое, натрий-катионитное или водород-натрий-катионитное умягчение.

**6.191.** При умягчении подземных вод следует применять катионитные методы; при умягчении поверхностных вод, когда одновременно требуется и осветление воды, известковый или известково-содовый метод, а при необходимости глубокого умягчения воды — последующее катионирование.

При умягчении воды на хозяйственно-питьевые нужды надлежит применять реагентные методы (известковый или известково-содовый) и метод частичного На-катионирования.

Реагентное умягчение подземных вод следует применять с учетом ликвидации сточных вод и осадков, образующихся на умягчительных установках.

**6.192.** Методы умягчения и расчетные параметры установок надлежит принимать в соответствии с рекомендуемым [прил. 7](#).

### ОПРЕСНЕНИЕ И ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ

**6.193.** При предварительном выборе способа опреснения и обессоливания воды допускается руководствоваться данными табл. 30.

Таблица 30

Способы опреснения и обессоливания	Солесодержание воды, мг/л	
	исходной	опресненной и обессоленной
Ионный обмен	1500 - 2000	0,1 - 20
Дистилляция	Более 10 000	0,5 - 50
Электродиализ	1500 - 15 000	Не менее 500
Обратный осмос (гиперфильтрация)	До 40 000	10 - 1000

**6.194.** Данные и расчетные параметры для проектирования установок опреснения и обессоливания воды ионным обменом и электродиализом следует принимать в соответствии с указаниями, приведенными в рекомендуемом [прил. 8](#).

### ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД И ОСАДКА СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

**6.195.** Требования настоящего раздела распространяются на станции осветления, обезжелезивания и реагентного умягчения природных вод.

**6.196.** На станциях осветления и обезжелезивания воды фильтрованием промывные воды фильтровальных сооружений следует отстаивать. Осветленную воду надлежит равномерно перекачивать в трубопроводы перед смесителями или в смесители. Допускается использование осветленной воды для промывки контактных осветлителей с учетом требований [п. 6.132](#).

На станциях осветления воды отстаиванием с последующим фильтрованием и на станциях реагентного умягчения промывные воды следует равномерно перекачивать в трубопроводы перед смесителями или в смесители с отстаиванием или без него в зависимости от качества воды.

**6.197.** Для улавливания песка, выносимого при промывке фильтров или контактных осветлителей, надлежит предусматривать песколовки.

**6.198.** Осадок от всех отстойных сооружений и реагентного хозяйства надлежит направлять на обезвоживание и складирование с предварительным сгущением или без него.

Осветленную воду, выделившуюся в процессе сгущения и обезвоживания осадков, надлежит направлять в трубопроводы перед смесителями или в смесители, а также допускается сбрасывать ее в водоток или водоем с учетом указаний [п. 6.4](#) или на канализационные очистные сооружения.

При отсутствии предварительного хлорирования исходной воды повторно используемую воду надлежит хлорировать дозой от 2 до 4 мг/л.

**6.199.** В технологических схемах обработки промывных вод и осадка надлежит предусматривать следующие основные сооружения: резервуары, отстойники, сгустители, накопители или площадки замораживания и подсушивания осадка.

При обосновании допускается применение методов механического обезвоживания и регенерации коагулянта из осадка.

**6.200.** Условия применения и расчетные параметры сооружений для обработки промывных вод и осадка следует принимать согласно рекомендуемому [прил. 9](#).

## ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

**6.201.** В зданиях станций водоподготовки необходимо предусматривать лаборатории, мастерские, бытовые и другие вспомогательные помещения.

Состав и площади помещений надлежит принимать в зависимости от назначения и производительности станции, а также источника водоснабжения.

Для станций подготовки воды на хозяйственно-питьевые нужды из поверхностных источников водоснабжения состав и площади помещений следует принимать по [табл. 31](#).

### СКЛАДЫ РЕАГЕНТОВ И ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

**6.202.** Склады реагентов следует рассчитывать на хранение 30-суточного запаса, считая по периоду максимального потребления реагентов, но не менее объема их разовой поставки.

**Примечания:** 1. При обосновании объем складов допускается принимать на другой срок хранения, но не менее 15 сут.

При наличии центральных (базисных) складов объем складов на станциях подготовки воды допускается принимать на срок хранения не менее 7 сут.

2. Условия приема разовой поставки не распространяются на склады хлора.

3. Требования настоящего раздела не распространяются на проектирование базисных складов.

Таблица 31

Помещения	Площади, м <sup>2</sup> , лабораторий и вспомогательных помещений при производительности станций, м <sup>3</sup> /сут				
	менее 3000	3000-10 000	10 000-50 000	50 000-100 000	100 000-300 000
1. Химическая лаборатория	30	30	40	40	2 комнаты 40 и 20
2. Весовая	-	-	6	6	8
3. Бактериологическая лаборатория автоклавная	20	20	20	30	2 комнаты 20 и 20
4. Средоварочная и моечная	10	10	10	15	15
5. Комната для гидробиологических исследований (при водоисточниках, богатых микрофлорой)	10	10	10	15	15
6. Помещение для хранения посуды и реактивов	-	-	8	12	15
7. Кабинет заведующего лабораторией	10	10	10	15	20
8. Местный пункт управления	-	-	8	10	12
9. Комната для дежурного персонала	Назначается по проекту диспетчеризации и автоматизации				
10. Контрольная лаборатория	8	10	15	20	25
11. Кабинет начальника станции	-	10	10	15	15
12. Мастерская для текущего ремонта мелкого оборудования и приборов	6	6	15	15	25
13. Гардеробная, душ и санитарно-технический узел	10	10	15	20	25

По [СНиП 2.09.04-87\\*](#)

**Примечания:** 1. Допускается изменение площадей лаборатории и вспомогательных помещений до 15 % указанных в таблице в зависимости от строительных решений зданий.

2. При централизованном контроле качества воды состав лабораторий и вспомогательных помещений может быть уменьшен по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

3. При подаче потребителям подземной воды без подготовки с обеззараживанием ее хлором надлежит предусматривать только помещение площадью 6 м<sup>2</sup> для проведения анализа на содержание остаточного хлора.

4. Для станций производительностью более 300000 м<sup>3</sup>/сут состав помещений следует устанавливать в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий.

**6.203.** Склад в зависимости от вида реагента следует проектировать на сухое или мокрое хранение в виде концентрированного раствора. При объемах разовой поставки, превышающих 30-суточное потребление реагентов, хранящихся в мокром виде, допускается устройство дополнительного склада для сухого хранения части реагентов.

**6.204.** Сухое хранение реагентов надлежит предусматривать в закрытых складах.

При определении площади склада для хранения коагулянта высоту слоя следует принимать 2 м, извести 1,5 м; при механизированной выгрузке высота слоя может быть увеличена: коагулянта до 3,5 м; извести до 2,5 м.

Хранение затаренных заводом-поставщиком реагентов следует предусматривать в таре.

Разгерметизация тары с хлорным железом и силикатом натрия, замораживание и хранение полиакриламида более 6 месяцев не допускается.

**6.205.** При мокром хранении коагулянта в растворных баках с получением в них концентрированного раствора (15—20 %), в зависимости от конструкции баков и крепости раствора реагента объем баков следует определять из расчета 2,2—2,5 м<sup>3</sup> на 1 т товарного неочищенного коагулянта и 1,9—2,2 м<sup>3</sup> на 1 т очищенного коагулянта.

Общая емкость растворных баков должна быть увязана с объемом разовой поставки реагента. Количество растворных баков должно быть не менее трех.

**6.206.** При месячном потреблении коагулянта более объема его разовой поставки часть реагента должна храниться в баках-хранилищах концентрированного раствора реагента, объем которых следует определять из расчета 1,5—1,7 м<sup>3</sup> на 1 т товарного коагулянта.

Допускается размещение растворных баков и баков-хранилищ вне здания. При этом должен быть обеспечен контроль за состоянием стен баков и предусмотрены мероприятия, исключающие проникновение раствора в грунт.

Количество баков-хранилищ должно быть не менее трех.

**6.207.** При использовании комовой извести следует предусматривать ее гашение и хранение в емкостях в виде теста 35—40 % концентрации. Объем емкостей следует определять из расчета 3,5—5 м<sup>3</sup> на 1 т товарной извести. Емкости для гашения следует размещать в изолированном помещении.

Допускается сухое хранение извести с последующим дроблением и гашением в известегасильных аппаратах.

При возможности централизованных поставок известкового теста или молока надлежит предусматривать их мокрое хранение.

**6.208.** Склад активного угля следует размещать в отдельном помещении. Требования взрывобезопасности к помещению склада не предъявляются, по пожарной опасности его следует относить к категории В.

**6.209.** Помещения для хранения запаса катионита и анионита надлежит рассчитывать на объем загрузки двух катионитных фильтров, одного анионитного фильтра со слабоосновным и одного с сильноосновным анионитом в случае его применения.

**6.210.** Склады для хранения реагентов (кроме хлора и аммиака) надлежит располагать вблизи помещений для приготовления их растворов и суспензий.

**6.211.** Емкость расходного склада хлора не должна превышать 100 т, одного полностью изолированного отсека — 50 т. Склад или отсек должен иметь два выхода с противоположных сторон здания или помещения.

Склад следует размещать в наземных или полузаглубленных (с устройством двух лестниц) зданиях.

Хранение хлора должно предусматриваться в баллонах или контейнерах; при суточном расходе хлора более 1 т допускается применять танки заводского изготовления вместимостью до 50 т, при этом розлив хлора в баллоны или контейнеры на станции запрещается.

В складе следует предусматривать устройства для транспортирования реагентов в нестационарной таре (контейнеры, баллоны).

Въезд в помещение склада автомобильного транспорта не допускается. Порожнюю тару надлежит хранить в помещении склада.

Сосуды с хлором должны размещаться на подставках или рамках, иметь свободный доступ для строповки и захвата при транспортировании.

**6.212.** В помещении склада хлора надлежит предусматривать емкость с нейтрализационным раствором для быстрого погружения аварийных контейнеров или баллонов. Расстояние от стенок емкости до баллона должно быть не менее 200 мм, до контейнера — не менее 500 мм, глубина должна обеспечивать покрытие аварийного сосуда слоем раствора не менее 300 мм.

На дне емкости должны быть предусмотрены опоры, фиксирующие сосуд.

Для установки на весах контейнера или баллонов должны предусматриваться опоры для их фиксации.

**Примечание.** На проектирование расходных складов хлора с использованием танков настоящие нормы не распространяются.

**6.213.** Для поваренной соли следует применять склады мокрого хранения. Объем баков надлежит определять из расчета  $1,5 \text{ м}^3$  на 1 т соли. Допускается применение складов сухого хранения, при этом слой соли не должен превышать 2 м.

**6.214.** В случаях когда не обеспечено снабжение станции кондиционными фильтрующими материалами и гравием, следует предусматривать специальное хозяйство для хранения, дробления, сортировки, промывки и транспортирования материалов, необходимых для догрузки фильтров.

**6.215.** Расчет емкостей для хранения фильтрующих материалов и подбор оборудования следует производить из расчета 10 %-ного ежегодного пополнения и обмена фильтрующей загрузки и дополнительного аварийного запаса на перегрузку одного фильтра при количестве их на станции до 20 и двух — при большем количестве.

**6.216.** Транспортирование фильтрующих материалов следует принимать гидротранспортом (водоструйными или песковыми насосами).

Диаметр трубопровода для транспортирования пульпы надлежит определять из расчета скорости движения пульпы 1,5—2 м/с, но должен приниматься не менее 50 мм; повороты трубопровода следует предусматривать радиусом не менее 8—10 диаметров трубопровода.

**6.217.** Разгрузочные работы и транспортирование реагентов на складах и внутри станций должны быть механизированы.

## **ВЫСОТНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ**

**6.218.** Сооружения надлежит располагать по естественному склону местности с учетом потерь напора в сооружениях, соединительных коммуникациях и измерительных устройствах.

**6.219.** Величины перепадов уровней воды в сооружениях и соединительных коммуникациях должны определяться расчетами; для предварительного высотного расположения сооружений потери напора допускается принимать, м:

### *в сооружениях*

на сетчатых барабанных фильтрах (барабанных сетках и микрофильтрах)	0,4—0,6
во входных (контактных) камерах	0,3—0,5
в устройствах ввода реагентов	0,1—0,3
в гидравлических смесителях	0,5—0,6
в механических смесителях	0,1—0,2
в гидравлических камерах хлопьеобразования	0,4—0,5
в механических камерах хлопьеобразования	0,1—0,2
в отстойниках	0,7—0,8
в осветлителях со взвешенным осадком	0,7—0,8
на скорых фильтрах	3—3,5
в контактных осветлителях и префильтрах	2—2,5
в медленных фильтрах	1,5—2

### *в соединительных коммуникациях*

от сетчатых барабанных фильтров или входных камер к смесителям	0,2
от смесителей к отстойникам, осветлителям со взвешенным осадком и контактными осветлителям	0,3—0,4
от отстойников, осветлителей со взвешенным осадком или префильтров к фильтрам	0,5—0,6
от фильтров или контактных осветлителей к резервуарам фильтрованной воды	0,5—1

**Примечания:** 1. В приведенных значениях учтены потери напора в сборных, подающих и распределительных устройствах сооружений.

2. Потери напора в измерительной аппаратуре должны учитываться дополнительно из расчета: на выходе и входе со станции — по 0,5 м;

в индикаторах расхода на отстойниках, осветлителях со взвешенным осадком, фильтрах и контактных осветлителях — по 0,2—0,3 м.

3. При определении расчетами перепадов уровней воды между сооружениями и потерь напора в соединительных коммуникациях следует принимать расчетные расходы воды с учетом указаний [п. 6.8](#).

**6.220.** На станциях водоподготовки должна предусматриваться система обводных коммуникаций, обеспечивающая возможность отключения отдельных сооружений, а также подачу воды при аварии, минуя сооружения.

При производительности станций более 100 тыс.м<sup>3</sup>/сут обводные коммуникации допускаются не предусматривать.

**Примечание.** Запорная арматура на обводных коммуникациях должна быть опломбирована.

## **7. НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ**

**7.1.** Насосные станции по степени обеспеченности подачи воды следует подразделять на три категории, принимаемые в соответствии с [п. 4.4](#).

Категорию насосных станций необходимо устанавливать в зависимости от их функционального назначения в общей системе водоснабжения.

**Примечания:** 1. Насосные станции, подающие воду непосредственно в сеть противопожарного и объединенного противопожарного водопровода, надлежит относить к I категории.

2. Насосные станции противопожарного и объединенного противопожарного водопровода объектов, указанных в примеч. 1 [п. 2.11](#), допускается относить к II категории.

3. Насосные станции, подающие воду по одному трубопроводу, а также на поливку или орошение, следует относить к III категории.



4. Для установленной категории насосной станции следует принимать такую же категорию надежности электроснабжения по «Правилам устройств электроустановок» (ПУЭ).

**7.2.** Выбор типа насосов и количества рабочих агрегатов надлежит производить на основании расчетов совместной работы насосов, водоводов, сетей, регулирующих емкостей, суточного и часового графиков водопотребления, условий пожаротушения, очередности ввода в действие объекта.

При выборе типа насосных агрегатов надлежит обеспечивать минимальную величину избыточных напоров, развиваемых насосами при всех режимах работы, за счет использования регулирующих емкостей, регулирования числа оборотов, изменения числа и типов насосов, обрезки или замены рабочих колес в соответствии с изменением условий их работы в течение расчетного срока.

**Примечания:** 1. В машинных залах допускается установка групп насосов различного назначения.

2. В насосных станциях, подающих воду на хозяйственно-питьевые нужды, установка насосов, перекачивающих пахучие и ядовитые жидкости, запрещается, за исключением насосов, подающих раствор пенообразователя в систему пожаротушения.

**7.3\*.** В насосных станциях для группы насосов одного назначения, подающих воду в одну и ту же сеть или водоводы, количество резервных агрегатов следует принимать согласно табл. 32.

Таблица 32

Количество рабочих агрегатов одной группы	Количество резервных агрегатов в насосных станциях для категории		
	I	II	III
До 6	2	1	1
Св. 6 до 9	2	1	—
Св. 9	2	2	—

**Примечания\*:** 1. В количество рабочих агрегатов включаются пожарные насосы.

2. Количество рабочих агрегатов одной группы, кроме пожарных, должно быть не менее двух. В насосных станциях II и III категорий при обосновании допускается установка одного рабочего агрегата.

3. При установке в одной группе насосов с разными характеристиками количество резервных агрегатов следует принимать для насосов большей производительности по табл. 32, а резервный насос меньшей производительности хранить на складе.

4. В насосных станциях объединенных противопожарных водопроводов высокого давления или при установке только пожарных насосов следует предусматривать один резервный пожарный агрегат, независимо от количества рабочих агрегатов.

5. В насосных станциях водопроводов населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. чел. при одном источнике электроснабжения следует устанавливать резервный пожарный насос с двигателем внутреннего сгорания и автоматическим запуском (от аккумуляторов).

6. В насосных станциях II категории при количестве рабочих агрегатов десять и более один резервный агрегат допускается хранить на складе.

7. Для увеличения производительности заглубленных насосных станций до 20—30 % следует предусматривать возможность замены насосов на большую производительность или устройство резервных фундаментов для установки дополнительных насосов.

**7.4.** Отметку оси насосов следует определять, как правило, из условия установки корпуса насосов под заливом:

в емкости — от верхнего уровня воды (определяемого от дна) пожарного объема при одном пожаре, среднего — при двух и более пожарах; от уровня воды аварийного объема при отсутствии пожарного объема; от среднего уровня воды при отсутствии пожарного и аварийного объемов;

в водозаборной скважине — от динамического уровня подземных вод при максимальном водоотборе;

в водотоке или водоеме — от минимального уровня воды в них по [табл. 11](#) в зависимости от категории водозабора.

При определении отметки оси насосов следует учитывать допустимую вакуумметрическую высоту всасывания (от расчетного минимального уровня воды) или требуемый заводом-изготовителем необходимый подпор со стороны всасывания, а также потери напора во всасывающем трубопроводе, температурные условия и барометрическое давление.

**Примечания:** 1. В насосных станциях II и III категорий допускается установка насосов не под заливом, при этом следует предусматривать вакуум-насосы и вакуум-котел.

2. Отметку пола машинных залов заглубленных насосных станций следует определять исходя из установки насосов большей производительности или габаритов с учетом примеч. 7 [п. 7.3](#).

3. В насосных станциях III категории допускается установка на всасывающем трубопроводе приемных клапанов диаметром до 200 мм.

**7.5.** Количество всасывающих линий к насосной станции независимо от числа и групп установленных насосов, включая пожарные, должно быть не менее двух.

При выключении одной линии остальные должны быть рассчитаны на пропуск полного расчетного расхода для насосных станций I и II категорий и 70 % расчетного расхода для III категории.

Устройство одной всасывающей линии допускается для насосных станций III категории.

**7.6.** Количество напорных линий от насосных станций I и II категорий должно быть не менее двух. Для насосных станций III категории допускается устройство одной напорной линии.

**7.7.** Размещение запорной арматуры на всасывающих и напорных трубопроводах должно обеспечивать возможность замены или ремонта любого из насосов, обратных клапанов и основной запорной арматуры, а также проверки характеристики насосов без нарушения требований [п. 4.4](#) по обеспеченности подачи воды.

**7.8.** Напорная линия каждого насоса должна быть оборудована запорной арматурой и, как правило, обратным клапаном, устанавливаемым между насосом и запорной арматурой.

При установке монтажных вставок их следует размещать между запорной арматурой и обратным клапаном.

На всасывающих линиях каждого насоса запорную арматуру следует устанавливать у насосов, расположенных под заливом или присоединенных к общему всасывающему коллектору.

**7.9.** Диаметр труб, фасонных частей и арматуры следует принимать на основании технико-экономического расчета исходя из скоростей движения воды в пределах, указанных в табл. 33.

Таблица 33

Диаметр труб, мм	Скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с	
	всасывающие	напорные
До 250	0,6 — 1	0,8 — 2
Св. 250 до 800	0,8 — 1,5	1 — 3
Св. 800	1,2 — 2	1,5 — 4

**7.10.** Размеры машинного зала насосной станции надлежит определять с учетом требований [разд. 12](#).

**7.11.** Для уменьшения габаритов станции в плане допускается устанавливать насосы с правым и левым вращением вала, при этом рабочее колесо должно вращаться только в одном направлении.

**7.12.** Всасывающие и напорные коллекторы с запорной арматурой следует располагать в здании насосной станции, если это не вызывает увеличения пролета машинного зала.

**7.13.** Трубопроводы в насосных станциях, а также всасывающие линии за пределами машинного зала, как правило, следует выполнять из стальных труб на сварке с применением фланцев для присоединения к арматуре и насосам.

**7.14.** Всасывающий трубопровод, как правило, должен иметь непрерывный подъем к насосу не менее 0,005. В местах изменения диаметров трубопроводов следует применять эксцентрические переходы.

**7.15.** В заглубленных и полузаглубленных насосных станциях должны быть предусмотрены мероприятия против возможного затопления агрегатов при аварии в пределах машинного зала на самом крупном по производительности насосе, а также запорной арматуре или трубопроводе путем: расположения электродвигателей насосов на высоте не менее 0,5 м от пола машинного зала; самотечного выпуска аварийного количества воды в канализацию или на поверхность земли с установкой клапана или задвижки; откачки воды из приемка основными насосами производственного назначения.

При необходимости установки аварийных насосов производительность их надлежит определять из условия откачки воды из машинного зала при ее слое 0,5 м не более 2 ч и предусматривать один резервный агрегат.

**7.16.** Для стока воды полы и каналы машинного зала надлежит проектировать с уклоном к сборному приемку. На фундаментах под насосы следует предусматривать бортики, желобки и трубки для отвода воды. При невозможности самотечного отвода воды из приемка следует предусматривать дренажные насосы.

**7.17.** В заглубленных насосных станциях, работающих в автоматическом режиме, при заглублении машинного зала 20 м и более, а также в насосных станциях с постоянным обслуживающим персоналом при заглублении 15 м и более следует предусматривать устройство пассажирского лифта.

**7.18.** Насосные станции размером машинного зала 6×9 м и более должны оборудоваться внутренним противопожарным водопроводом с расходом воды 2,5 л/с.

Кроме того, следует предусматривать:

при установке электродвигателей напряжением до 1000 В и менее: два ручных пенных огнетушителя, а при двигателях внутреннего сгорания до 300 л.с. — четыре огнетушителя;

при установке электродвигателей напряжением свыше 1000 В или двигателя внутреннего сгорания мощностью более 300 л.с. следует предусматривать дополнительно два углекислотных огнетушителя, бочку с водой вместимостью 250 л, два куска войлока, асбестового полотна или кошмы размером 2×2 м.

**Примечания:** 1. Пожарные краны следует присоединять к напорному коллектору насосов.

2. В насосных станциях на водозаборных скважинах противопожарный водопровод предусматривать не требуется.

**7.19.** В насосной станции независимо от степени ее автоматизации следует предусматривать санитарный узел (унитаз и раковину), помещение и шкафчик для хранения одежды эксплуатационного персонала (дежурной ремонтной бригады).

При расположении насосной станции на расстоянии не более 50 м от производственных зданий, имеющих санитарно-бытовые помещения, санитарный узел допускается не предусматривать.

В насосных станциях над водозаборными скважинами санитарный узел предусматривать не следует.

Для насосной станции, расположенной вне населенного пункта или объекта, допускается устройство выгреба.

**7.20.** В отдельно расположенной насосной станции для производства мелкого ремонта следует предусматривать установку верстака.

**7.21.** В насосных станциях с двигателями внутреннего сгорания допускается размещать расходные емкости с жидким топливом (бензина до 250 л, дизельного топлива до 500 л) в помещениях, отделенных от машинного зала несгораемыми конструкциями с пределом огнестойкости не менее 2 ч.

**7.22.** В насосных станциях должна быть предусмотрена установка контрольно-измерительной аппаратуры в соответствии с указаниями [разд. 13](#).

**7.23.** Насосные станции противопожарного водоснабжения допускается размещать в производственных зданиях, при этом они должны быть отделены противопожарными перегородками.

## **8. ВОДОВОДЫ, ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ НА НИХ**

**8.1.** Количество линий водоводов надлежит принимать с учетом категории системы водоснабжения и очередности строительства.

**8.2.** При прокладке водоводов в две или более линии необходимость устройства переключений между водоводами определяется в зависимости от количества независимых водозаборных сооружений или линий водоводов, подающих воду потребителю, при этом в случае отключения одного водовода или его участка общую подачу воды объекту на хозяйственно-питьевые нужды допускается снижать не более чем на 30 % расчетного расхода, на производственные нужды — по аварийному графику.

**8.3.** При прокладке водовода в одну линию и подаче воды от одного источника должен быть предусмотрен объем воды на время ликвидации аварии на водоводе в соответствии с [п. 9.6](#). При подаче воды от нескольких источников аварийный объем воды может быть уменьшен при условии выполнения требований [п. 8.2](#).

**8.4.** Расчетное время ликвидации аварии на трубопроводах систем водоснабжения I категории следует принимать согласно [табл. 34](#). Для систем водоснабжения II и III категорий указанное в таблице время следует увеличивать соответственно в 1,25 и в 1,5 раза.

Таблица 34

Диаметр труб, мм	Расчетное время ликвидации аварий на трубопроводах, ч, при глубине заложения труб, м	
	до 2	более 2
До 400	8	12
Св. 400 до 1000	12	18
Св. 1000	18	24

**Примечания:** 1. В зависимости от материала и диаметра труб, особенностей трассы водоводов, условий прокладки труб, наличия дорог, транспортных средств и средств ликвидации аварии указанное время может быть изменено, но должно приниматься не менее 6 ч.

2. Допускается увеличивать время ликвидации аварии при условии, что длительность перерывов подачи воды и снижения ее подачи не будет превосходить пределов, указанных в [п. 4.4](#).

3. При необходимости дезинфекции трубопроводов после ликвидации аварии указанное в таблице время следует увеличивать на 12 ч.

**8.5.** Водопроводные сети должны быть кольцевыми. Тупиковые линии водопроводов допускается применять:

для подачи воды на производственные нужды — при допустимости перерыва в водоснабжении на время ликвидации аварии;

для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды — при диаметре труб не свыше 100 мм;

для подачи воды на противопожарные или на хозяйственно-противопожарные нужды независимо от расхода воды на пожаротушение — при длине линий не свыше 200 м.

Кольцевание наружных водопроводных сетей внутренними водопроводными сетями зданий и сооружений не допускается.

**Примечание.** В населенных пунктах с числом жителей до 5 тыс. чел. и расходом воды на наружное пожаротушение до 10 л/с или при количестве внутренних пожарных кранов в здании до 12 допускаются тупиковые линии длиной более 200 м при условии устройства противопожарных резервуаров или водоемов, водонапорной башни или контррезервуара в конце тупика.

**8.6.** При выключении одного участка (между расчетными узлами) суммарная подача воды на хозяйственно-питьевые нужды по остальным линиям должна быть не менее 70 % расчетного расхода, а подача воды к наиболее неблагоприятно расположенным местам водоотбора — не менее 25 % расчетного расхода воды, при этом свободный напор должен быть не менее 10 м.

**8.7.** Устройство сопроводительных линий для присоединения попутных потребителей допускается при диаметре магистральных линий и водоводов 800 мм и более и транзитном расходе не менее 80 % суммарного расхода; для меньших диаметров — при обосновании.

При ширине проездов более 20 м допускается прокладка дублирующих линий, исключаящих пересечение проездов вводами.

В этих случаях пожарные гидранты следует устанавливать на сопроводительных или дублирующих линиях.

При ширине улиц в пределах красных линий 60 м и более следует рассматривать также вариант прокладки сетей водопровода по обеим сторонам улиц.

**8.8.** Соединение сетей хозяйственно-питьевых водопроводов с сетями водопроводов, подающих воду непитьевого качества, не допускается.

**Примечание.** В исключительных случаях, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, допускается использование хозяйственно-питьевого водопровода в качестве резерва для водопровода, подающего воду непитьевого качества. Конструкция перемычки в этих случаях должна обеспечивать воздушный разрыв между сетями и исключать возможность обратного тока воды.

**8.9.** На водоводах и линиях водопроводной сети в необходимых случаях надлежит предусматривать установку:

- поворотных затворов (здвижек) для выделения ремонтных участков;
- клапанов для впуска и выпуска воздуха при опорожнении и заполнении трубопроводов;
- клапанов для впуска и заземления воздуха;
- вантузов для выпуска воздуха в процессе работы трубопроводов;
- выпусков для сброса воды при опорожнении трубопроводов;
- компенсаторов;
- монтажных вставок;
- обратных клапанов или других типов клапанов автоматического действия для выключения ремонтных участков;
- регуляторов давления;
- аппаратов для предупреждения повышения давления при гидравлических ударах или при неисправности регуляторов давления.

На трубопроводах диаметром 800 мм и более допускается устройство лазов (для осмотра и чистки труб, ремонта запорно-регулирующей арматуры и др.).

На самотечно-напорных водоводах следует предусматривать устройство разгрузочных камер или установку аппаратуры, предохраняющих водоводы при всех возможных

режимах работы от повышения давления выше предела, допустимого для принятого типа труб.

**Примечание.** Применение задвижек взамен поворотных затворов допускается в случае необходимости систематической очистки внутренней поверхности трубопроводов специальными агрегатами.

**8.10.** Длину ремонтных участков водоводов следует принимать: при прокладке водоводов в две и более линии и при отсутствии переключений — не более 5 км; при наличии переключений — равной длине участков между переключениями, но не более 5 км; при прокладке водоводов в одну линию — не более 3 км.

**Примечание.** Разделение водопроводной сети на ремонтные участки должно обеспечивать при выключении одного из участков отключение не более пяти пожарных гидрантов и подачу воды потребителям, не допускающим перерыва в водоснабжении.

При обосновании длина ремонтных участков водоводов может быть увеличена.

**8.11.** Клапаны автоматического действия для впуска и выпуска воздуха должны предусматриваться в повышенных переломных точках профиля и в верхних граничных точках ремонтных участков водоводов и сети для предотвращения образования в трубопроводе вакуума, величина которого превосходит допустимую для принятого вида труб, а также для удаления воздуха из трубопровода при его заполнении.

При величине вакуума, не превосходящей допустимую, могут применяться клапаны с ручным приводом.

Взамен клапанов автоматического действия для впуска и выпуска воздуха допускается предусматривать клапаны автоматического действия для впуска и заземления воздуха с клапанами (затворами, задвижками) с ручным приводом или вантузами — в зависимости от расхода удаляемого воздуха.

**8.12.** Вантузы надлежит предусматривать в повышенных переломных точках профиля на воздухоотборниках. Диаметр воздухоотборника следует принимать равным диаметру трубопровода, высоту — 200—500 мм в зависимости от диаметра трубопровода.

При обосновании допускается применять воздухоотборники других размеров.

Диаметр запорной арматуры, отключающей вантуз от воздухоотборника, следует принимать равным диаметру присоединительного патрубка вантуза.

Требуемая пропускная способность вантузов должна определяться расчетом или приниматься равной 4 % максимального расчетного расхода воды, подаваемого по трубопроводу, считая по объему воздуха при нормальном атмосферном давлении.

Если на водоводе имеется несколько повышенных переломных точек профиля, то во второй и последующих точках (считая по ходу движения воды) требуемую пропускную способность вантузов допускается принимать равной 1 % максимального расчетного расхода воды при условии расположения данной переломной точки ниже первой или выше ее не более чем на 20 м на расстоянии от предшествующей не более 1 км.

**Примечание.** При уклоне нисходящего участка трубопровода (после переломной точки профиля) 0,005 и менее вантузы не предусматриваются; при уклоне в пределах 0,005—0,01 в переломной точке профиля взамен вантуза допускается предусматривать на воздухоотборнике кран (вентиль).

**8.13.** Водоводы и водопроводные сети надлежит проектировать с уклоном не менее 0,001 по направлению к выпуску; при плоском рельефе местности уклон допускается уменьшать до 0,0005.

**8.14.** Выпуски следует предусматривать в пониженных точках каждого ремонтного участка, а также в местах выпуска воды от промывки трубопроводов.

Диаметры выпусков и устройств для впуска воздуха должны обеспечивать опорожнение участков водоводов или сети не более чем за 2 ч.

Конструкция выпусков для промывки трубопроводов должна обеспечивать возможность создания в трубопроводе скорости движения воды не менее 1,1 максимальной расчетной.

В качестве запорной арматуры на выпусках надлежит использовать поворотные затворы.

**Примечание.** При гидропневматической промывке минимальная скорость движения смеси (в местах наибольших давлений) должна быть не менее 1,2 максимальной скорости движения воды, расход воды — 10—25 % объемного расхода смеси.

**8.15.** Отвод воды от выпусков следует предусматривать в ближайший водосток, канаву, овраг и т.п. При невозможности отвода всей выпускаемой воды или части ее самотеком допускается сбрасывать воду в колодец с последующей откачкой.

**8.16.** Пожарные гидранты надлежит предусматривать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен зданий; допускается располагать гидранты на проезжей части. При этом установка гидрантов на ответвлении от линии водопровода не допускается.

Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания, сооружения или его части не менее чем от двух гидрантов при расходе воды на наружное пожаротушение 15 л/с и более и одного — при расходе воды менее 15 л/с с учетом прокладки рукавных линий длиной, не более указанной в п. 9.30 по дорогам с твердым покрытием.

Расстояние между гидрантами определяется расчетом, учитывающим суммарный расход воды на пожаротушение и пропускную способность устанавливаемого типа гидрантов по ГОСТ 8220—85\* Е.

Потери напора  $h$ , м, на 1 м длины рукавных линий следует определять по формуле

$$h = 0,0038q_n^2, \quad (31)$$

где  $q_n$  — производительность пожарной струи, л/с.

**Примечание.** На сети водопровода населенных пунктов с числом жителей до 500 чел. вместо гидрантов допускается устанавливать стояки диаметром 80 мм с пожарными кранами.

**8.17.** Компенсаторы надлежит предусматривать:

на трубопроводах, стыковые соединения которых не компенсируют осевые перемещения, вызываемые изменением температуры воды, воздуха, грунта;

на стальных трубопроводах, прокладываемых в тоннелях, каналах или на эстакадах (опорах);

на трубопроводах в условиях возможной просадки грунта.

Расстояния между компенсаторами и неподвижными опорами следует определять расчетом, учитывающим их конструкцию. При подземной прокладке водопроводов, магистралей и линии сети из стальных труб со сварными стыками компенсаторы следует предусматривать в местах установки чугунной фланцевой арматуры. В тех случаях, когда чугунная фланцевая арматура защищена от воздействия осевых растягивающих усилий путем жесткой заделки стальных труб в стенки колодца, устройством специальных упоров или обжатием труб уплотненным грунтом, компенсаторы допускается не предусматривать.

При обжатии труб грунтом перед фланцевой чугунной арматурой следует применять подвижные стыковые соединения (удлиненный раструб, муфту и др.). Компенсаторы и подвижные стыковые соединения при подземной прокладке трубопроводов надлежит располагать в колодцах.



**8.18.** Монтажные вставки надлежит принимать для демонтажа, профилактического осмотра и ремонта фланцевой запорной, предохранительной и регулирующей арматуры.

**8.19.** Запорная арматура на водоводах и линиях водопроводной сети должна быть с ручным или механическим приводом (от передвижных средств).

Применение на водоводах запорной арматуры с электрическим или гидравлическим приводом допускается при дистанционном или автоматическом управлении.

**8.20.** Радиус действия водозаборной колонки следует принимать не более 100 м. Вокруг водозаборной колонки надлежит предусматривать отмостку шириной 1 м с уклоном 0,1 от колонки.

**8.21.** Выбор материала и класса прочности труб для водоводов и водопроводных сетей надлежит принимать на основании статического расчета, агрессивности грунта и транспортируемой воды, а также условий работы трубопроводов и требований к качеству воды.

Для напорных водоводов и сетей, как правило, следует применять неметаллические трубы (железобетонные напорные, асбестоцементные напорные, пластмассовые и др.). Отказ от применения неметаллических труб должен быть обоснован.

Применение чугунных напорных труб допускается для сетей в пределах населенных пунктов, территорий промышленных, сельскохозяйственных предприятий.

Применение стальных труб допускается:

на участках с расчетным внутренним давлением более 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>);

для переходов под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги;

в местах пересечения хозяйственно-питьевого водопровода с сетями канализации;

при прокладке трубопроводов по автодорожным и городским мостам, по опорам эстакад и в туннелях.

Стальные трубы должны приниматься экономичных сортаментов со стенкой, толщина которой должна определяться расчетом (но не менее 2 мм) с учетом условий работы трубопроводов.

Для железобетонных и асбестоцементных трубопроводов допускается применение металлических фасонных частей.

Материал труб в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения должен отвечать требованиям [п. 1.3](#).

**8.22.** Величину расчетного внутреннего давления надлежит принимать равной наибольшему возможному по условиям эксплуатации давлению в трубопроводе на различных участках по длине (при наиболее невыгодном режиме работы) без учета повышения давления при гидравлическом ударе или с повышением давления при гидравлическом ударе с учетом действия противоударной арматуры, если это давление в сочетании с другими нагрузками ([п. 8.26](#)) окажет на трубопровод большее воздействие.

Статический расчет надлежит производить на воздействие расчетного внутреннего давления, давления грунта, временных нагрузок, собственной массы труб и массы транспортируемой жидкости, атмосферного давления при образовании вакуума и внешнего гидростатического давления грунтовых вод в тех комбинациях, которые оказываются наиболее опасными для труб данного материала.

Трубопроводы или их участки должны подразделяться по степени ответственности на следующие классы:

1 — трубопроводы для объектов I категории обеспеченности подачи воды, а также участки трубопроводов в зонах перехода через водные преграды и овраги, железные и автомобильные дороги I и II категорий и в местах, труднодоступных для устранения возможных повреждений, для объектов II и III категорий обеспеченности подачи воды;

2 — трубопроводы для объектов II категории обеспеченности подачи воды (за исключением участков I класса), а также участки трубопроводов, прокладываемые под

усовершенствованными покрытиями автомобильных дорог, для объектов III категории обеспеченности подачи воды;

3 — все остальные участки трубопроводов для объектов III категории обеспеченности подачи воды.

В расчете труб следует учитывать коэффициент условий работы  $m_c$ , определяемый по формуле

$$m_c = m_1 m_2 / \gamma_n, \quad (32)$$

где  $m_1$ , — коэффициент, учитывающий кратковременность испытания, которому подвергаются трубы после их изготовления;

$m_2$  — коэффициент, учитывающий снижение прочностных показателей труб в процессе эксплуатации в результате старения материала труб, коррозии или абразивного износа;

$\gamma_n$  — коэффициент надежности, учитывающий класс участка трубопровода по степени ответственности.

Значение коэффициента  $m_1$  следует устанавливать в соответствии с ГОСТ или техническими условиями на изготовление данного типа труб.

Для трубопроводов, стыковые соединения которых равнопрочны самим трубам, значение коэффициента  $m_1$  надлежит принимать равным:

0,9 — для чугунных, стальных, асбестоцементных, бетонных, железобетонных и керамических труб;

1 — для полиэтиленовых труб.

Значение коэффициента  $m_2$  надлежит принимать равным:

1 — для керамических труб, а также чугунных, стальных, асбестоцементных, бетонных и железобетонных труб, при отсутствии опасности коррозии или абразивного износа в соответствии с ГОСТ или техническими условиями на изготовление данного типа труб — для пластмассовых труб.

Значение коэффициента  $\gamma_n$  следует принимать: для участков трубопроводов 1-го класса — 1; 2-го класса — 0,95; 3-го класса — 0,9.

**8.23.** Величину испытательного давления на различных испытательных участках, которому должны подвергаться трубопроводы перед сдачей в эксплуатацию, надлежит указывать в проектах организации строительства, исходя из прочностных показателей материала и класса труб, принятых для каждого участка трубопровода, расчетного внутреннего давления воды и величин внешних нагрузок, воздействующих на трубопровод в период испытания.

Расчетная величина испытательного давления не должна превышать следующих величин для трубопроводов из труб:

чугунных — заводского испытательного давления с коэффициентом 0,5;

железобетонных и асбестоцементных — гидростатического давления, предусмотренного ГОСТ или техническими условиями для соответствующих классов труб при отсутствии внешней нагрузки;

стальных и пластмассовых — внутреннего расчетного давления с коэффициентом 1,25.

**8.24.** Чугунные, асбестоцементные, бетонные, железобетонные и керамические трубопроводы должны быть рассчитаны на совместное воздействие расчетного внутреннего давления и расчетной приведенной внешней нагрузки.

Стальные и пластмассовые трубопроводы должны быть рассчитаны на воздействие внутреннего давления в соответствии с [п. 8.23](#) и на совместное действие внешней приведенной нагрузки, атмосферного давления, а также на устойчивость круглой формы поперечного сечения труб.

Укорочение вертикального диаметра стальных труб без внутренних защитных покрытий не должно превышать 3 %, а для стальных труб с внутренними защитными

покрытиями и пластмассовых труб должно приниматься по стандартам или техническим условиям на эти трубы.

При определении величины вакуума следует учитывать действие предусмотренных на трубопроводе противовакуумных устройств.

**8.25.** В качестве временных нагрузок надлежит принимать:

для трубопроводов, укладываемых под железнодорожными путями, — нагрузку, соответствующую классу данной железнодорожной линии;

для трубопроводов, укладываемых под автомобильными дорогами, — от колонны автомобилей Н-30 или колесного транспорта НК-80 (по большему силовому воздействию на трубопровод);

для трубопроводов, укладываемых в местах, где возможно движение автомобильного транспорта, — от колонны автомобилей Н-18 или гусеничного транспорта НГ-60 (по большему силовому воздействию на трубопровод);

для трубопроводов, укладываемых в местах, где движение автомобильного транспорта невозможно, — равномерно распределенную нагрузку 5 кПа (500 кгс/м<sup>2</sup>).

**8.26.** При расчете трубопроводов на повышение давления при гидравлическом ударе (определенное с учетом противоударной арматуры или образования вакуума) внешнюю нагрузку следует принимать не более нагрузки от колонны автомобилей Н-18.

**8.27.** Повышение давления при гидравлическом ударе надлежит определять расчетом и на его основании принимать меры защиты.

Меры защиты систем водоснабжения от гидравлических ударов надлежит предусматривать для случаев:

внезапного выключения всех или группы совместно работающих насосов вследствие нарушения электропитания;

выключения одного из совместно работающих насосов до закрытия поворотного затвора (задвижки) на его напорной линии;

пуска насоса при открытом поворотном затворе (задвижке) на напорной линии, оборудованной обратным клапаном;

механизированного закрытия поворотного затвора (задвижки) при выключении водовода в целом или его отдельных участков;

открытия или закрытия быстродействующей водоразборной арматуры.

**8.28.** В качестве мер защиты от гидравлических ударов, вызываемых внезапным выключением или включением насосов, следует принимать:

установку на водоводе клапанов для впуска и заземления воздуха;

установку на напорных линиях насосов обратных клапанов с регулируемым открытием и закрытием;

установку на водоводе обратных клапанов, расчленяющих водовод на отдельные участки с небольшим статическим напором на каждом из них;

сброс воды через насосы в обратном направлении при их свободном вращении или полном торможении;

установку в начале водовода (на напорной линии насоса) воздушно-водяных камер (колпаков), смягчающих процесс гидравлического удара.

**Примечание.** Для защиты от гидравлического удара, допускается применять: установку предохранительных клапанов и клапанов-гасителей, сброс воды из напорной линии во всасывающую, впуск воды в местах возможного образования разрывов сплошности потока в водоводе, установку глухих диафрагм, разрушающихся при повышении давления сверх допустимого предела, устройство водонапорных колонн, использование насосных агрегатов с большей инерцией вращающихся масс.

**8.29.** Защита трубопроводов от повышения давления, вызываемого закрытием поворотного затвора (задвижки), должна обеспечиваться увеличением времени этого закрытия. При недостаточном времени закрытия затвора с принятым типом привода

следует принимать дополнительные меры защиты (установка предохранительных клапанов, воздушных колпаков, водонапорных колонн и др.).

**8.30.** Водопроводные линии, как правило, надлежит принимать подземной прокладки. При теплотехническом и технико-экономическом обосновании допускаются наземная и надземная прокладки, прокладка в туннелях, а также прокладка водопроводных линий в туннелях совместно с другими подземными коммуникациями, за исключением трубопроводов, транспортирующих легковоспламеняющиеся и горючие жидкости и горючие газы. При прокладке линий противопожарных и объединенных с противопожарными водопроводов в туннелях, наземно или надземно пожарные гидранты должны устанавливаться в колодцах.

При подземной прокладке запорная, регулирующая и предохранительная трубопроводная арматура должна устанавливаться в колодцах (камерах).

Бесколодезная установка запорной арматуры допускается при обосновании.

**8.31.** Тип основания под трубы необходимо принимать в зависимости от несущей способности грунтов и величины нагрузок.

Во всех грунтах, за исключением скальных, заторфованных и илов, трубы следует укладывать на естественный грунт ненарушенной структуры, обеспечивая при этом выравнивание, а в необходимых случаях профилирование основания.

Для скальных грунтов следует предусматривать выравнивание основания слоем песчаного грунта толщиной 10 см над выступами. Допускается использование для этих целей местного грунта (супесей и суглинков) при условии уплотнения его до объемного веса скелета грунта  $1,5 \text{ т/м}^3$ .

При прокладке трубопроводов в мокрых связных грунтах (суглинков, глины) необходимость устройства песчаной подготовки устанавливается проектом производства работ в зависимости от предусматриваемых мер по водопонижению, а также от типа и конструкции труб.

В илах, заторфованных и других слабых водонасыщенных грунтах трубы необходимо укладывать на искусственное основание.

**8.32.** В случаях применения стальных труб должна предусматриваться защита их внешней и внутренней поверхности от коррозии. При этом надлежит применять материалы, указанные в [п. 1.3](#).

**8.33.** Выбор методов защиты внешней поверхности стальных труб от коррозии должен быть обоснован данными о коррозионных свойствах грунта, а также данными о возможности коррозии, вызываемой блуждающими токами.

**8.34\*.** В целях исключения коррозии и зарастания стальных водоводов и водопроводной сети диаметром 300 мм и более должна предусматриваться защита внутренней поверхности таких трубопроводов покрытиями: песчано-цементным, лакокрасочным, цинковым и др.

**Примечание.** Вместо покрытий допускается применение стабилизационной обработки воды или обработки ее ингибиторами согласно рекомендуемому приложению 5 в тех случаях, когда технико-экономическими расчетами с учетом качества, расхода и назначения воды подтверждается целесообразность такой защиты трубопроводов от коррозии.

**Пункт 8.35** исключен.

**8.36.** Защиту от коррозии бетона цементно-песчаных покрытий труб со стальным сердечником от воздействия сульфат-ионов следует предусматривать изоляционными покрытиями согласно [СНиП 2.03.11-85](#).

**8.37.** Защиту труб со стальным сердечником от коррозии, вызываемой блуждающими токами, следует предусматривать в соответствии с требованиями Инструкции по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

**8.38.** Для труб со стальным сердечником, имеющих наружный слой бетона плотностью ниже нормальной с допустимой шириной раскрытия трещин при расчетных нагрузках 0,2

мм, необходимо предусматривать электрохимическую защиту трубопроводов катодной поляризацией при концентрации хлор-ионов в грунте более 150 мг/л; при нормальной плотности бетона и допустимой ширине раскрытия трещин 0,1 мм — более 300 мг/л.

**8.39.** При проектировании трубопроводов из стальных и железобетонных труб всех видов необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие непрерывную электрическую проводимость этих труб для возможности устройства электрохимической защиты от коррозии.

**8.40.** Катодную поляризацию труб со стальным сердечником надлежит проектировать так, чтобы создаваемые на поверхности металла защитные поляризационные потенциалы, измеренные в специально устраиваемых контрольно-измерительных пунктах, были не ниже 0,85 В и не выше 1,2 В по медно-сульфатному электроду сравнения.

**8.41.** При электрохимической защите труб со стальным сердечником с помощью протекторов величину поляризационного потенциала следует определять по отношению к медно-сульфатному электроду сравнения, установленному на поверхности трубы, а при защите с помощью катодных станций — по отношению к медно-сульфатному электроду сравнения, расположенному в грунте.

**8.42.** Глубина заложения труб, считая до низа, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры.

При прокладке трубопроводов в зоне отрицательных температур материал труб и элементов стыковых соединений должен удовлетворять требованиям морозостойчивости.

**Примечание.** Меньшую глубину заложения труб допускается принимать при условии принятия мер, исключаящих: замерзание арматуры, устанавливаемой на трубопроводе; недопустимое снижение пропускной способности трубопровода в результате образования льда на внутренней поверхности труб; повреждение труб и их стыковых соединений в результате замерзания воды, деформации грунта и температурных напряжений в материале стенок труб; образование в трубопроводе ледяных пробок при перерывах подачи воды, связанных с повреждением трубопроводов.

**8.43.** Расчетную глубину проникания в грунт нулевой температуры следует устанавливать на основании наблюдений за фактической глубиной промерзания в расчетную холодную и малоснежную зиму и опыта эксплуатации трубопроводов в данном районе с учетом возможного изменения ранее наблюдавшейся глубины промерзания в результате намечаемых изменений в состоянии территории (удаление снежного покрова, устройство усовершенствованных дорожных покрытий и т.п.).

При отсутствии данных наблюдений глубину проникания в грунт нулевой температуры и возможное ее изменение в связи с предполагаемыми изменениями в благоустройстве территории следует определять теплотехническими расчетами.

**8.44.** Для предупреждения нагревания воды в летнее время глубину заложения трубопроводов хозяйственно-питьевых водопроводов надлежит, как правило, принимать не менее 0,5 м, считая до верха труб. Допускается принимать меньшую глубину заложения водоводов или участков водопроводной сети при условии обоснования теплотехническими расчетами.

**8.45.** При определении глубины заложения водоводов и водопроводных сетей при подземной прокладке следует учитывать внешние нагрузки от транспорта и условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

**8.46.** Выбор диаметров труб водоводов и водопроводных сетей надлежит производить на основании технико-экономических расчетов, учитывая при этом условия их работы при аварийном выключении отдельных участков.

Диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным, в населенных пунктах и на промышленных предприятиях должен быть не менее 100 мм, в сельских населенных пунктах — не менее 75 мм.

**8.47.** Величину гидравлического уклона для определения потерь напора в трубопроводах при транспортировании воды, не имеющей резко выраженных

коррозионных свойств и не содержащей взвешенных примесей, отложение которых может приводить к интенсивному зарастанию труб, следует принимать согласно обязательному прил. 10.

**8.48.** Для существующих сетей и водоводов при необходимости следует предусматривать мероприятия по восстановлению и сохранению пропускной способности путем очистки внутренней поверхности стальных труб и нанесения антикоррозионного защитного покрытия; в исключительных случаях по согласованию с госстроями союзных республик при технико-экономическом обосновании допускается принимать фактические потери напора.

**8.49.** При проектировании новых и реконструкции существующих систем водоснабжения следует предусматривать приспособления и устройства для систематического определения гидравлического сопротивления трубопроводов на контрольных участках водоводов и сети.

**8.50.** Расположение линий водопровода на генеральных планах, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных сетей должны приниматься согласно [СНиП II-89-80\\*](#).

**8.51.** При параллельной прокладке нескольких линий водоводов (заново или дополнительно к существующим) расстояние в плане между наружными поверхностями труб следует устанавливать с учетом производства и организации работ и необходимости защиты от повреждений смежных водоводов при аварии на одном из них:

при допуске снижении подачи воды потребителям, предусмотренном [п. 8.2](#), — по [табл. 35](#) в зависимости от материала труб, внутреннего давления и геологических условий;

при наличии в конце водоводов запасной емкости, допускающей перерывы в подаче воды, объем которой отвечает требованиям [п. 9.6](#), — по [табл. 35](#) как для труб, укладываемых в скальных грунтах.

На отдельных участках трассы водоводов, в том числе на участках прокладки водоводов по застроенной территории и на территории промышленных предприятий, приведенные в [табл. 35](#) расстояния допускается уменьшать при условии укладки труб на искусственное основание, в туннеле, футляре или при применении других способов прокладки, исключающих возможность повреждения соседних водоводов при аварии на одном из них. При этом расстояния между водоводами должны обеспечивать возможность производства работ как при прокладке, так и при последующих ремонтах.

**8.52.** При прокладке водопроводных линий в туннелях расстояния от стенки трубы до внутренней поверхности ограждающих конструкций и стенок других трубопроводов надлежит принимать не менее 0,2 м; при установке на трубопроводе арматуры расстояния до ограждающих конструкций следует принимать согласно п. 8.63.

**8.53.** Переходы трубопроводов под железными дорогами I, II и III категорий, общей сети, а также под автомобильными дорогами I и II категорий надлежит принимать в футлярах, при этом, как правило, следует предусматривать закрытый способ производства работ. При обосновании допускается предусматривать прокладку трубопроводов в туннелях.

Под остальными железнодорожными путями и автодорогами допускается устройство переходов трубопроводов без футляров, при этом, как правило, должны применяться стальные трубы и открытый способ производства работ.



Таблица 35

Материал труб	Диаметр, мм	Вид грунта (по номенклатуре <a href="#">СНиП 2.02.01-83*</a> )					
		скальные		крупнообломочные породы, песок гравелистый, песок крупный, глины		песок средней крупности, песок мелкий, песок пылеватый, супеси, суглинки, грунты с примесью растительных остатков, заторфованные грунты	
		Давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )					
		≤ 1 (10)	> 1 (10)	≤ 1 (10)	> 1 (10)	≤ 1 (10)	> 1 (10)
Расстояния в плане между наружными поверхностями труб, м							
Стальные	До 400	0,7	0,7	0,9	0,9	1,2	1,2
Стальные	Св. 400 до 1000	1	1	1,2	1,5	1,5	2
Стальные	Св. 1000	1,5	1,5	1,7	2	2	2,5
Чугунные	До 400	1,5	2	2	2,5	3	4
Чугунные	Св. 400	2	2,5	2,5	3	4	5
Железобетонные	До 600	1	1	1,5	2	2	2,5
Железобетонные	Св. 600	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3
Асбестоцементные	До 500	1,5	2	2,5	3	4	5
Пластмассовые	До 600	1,2	1,2	1,4	1,7	1,7	2,2
Пластмассовые	Св. 600	1,6	—	1,8	—	2,2	—

**Примечания:** 1. При параллельной прокладке водоводов на разных уровнях указанные в таблице расстояния надлежит соблюдать исходя из разности отметок заложения труб.  
2. Для водоводов, различающихся по диаметру и материалу труб, расстояния следует принимать по тому виду труб, для которого они оказываются большими.

**Примечания:** 1. Прокладка трубопроводов по железнодорожным мостам и путепроводам, пешеходным мостам над путями, в железнодорожных, автодорожных и пешеходных тоннелях, а также в водопропускных трубах не допускается.

2. Футляры и тоннели под железными дорогами при открытом способе производства работ следует проектировать согласно [СНиП 2.05.03-84\\*](#).

**8.54.** Расстояние по вертикали от подошвы рельса железнодорожного пути или от покрытия автомобильной дороги до верха трубы, футляра или тоннеля должно приниматься согласно [СНиП II-89-80\\*](#).

Заглубление трубопроводов в местах переходов при наличии пучинистых грунтов должно определяться теплотехническим расчетом с целью исключения морозного пучения грунта.

**8.55.** Расстояние в плане от обреза футляра, а в случае устройства в конце футляра колодца — от наружной поверхности стены колодца должно приниматься:

при пересечении железных дорог — 8 м от оси крайнего пути, 5 м от подошвы насыпи, 3 м от бровки выемки и от крайних водоотводных сооружений (кюветов, нагорных канав, лотков и дренажей);

при пересечении автомобильных дорог — 3 м от бровки земляного полотна или подошвы насыпи, бровки выемки, наружной бровки нагорной канавы или другого водоотводного сооружения.

Расстояние в плане от наружной поверхности футляра или тоннеля следует принимать не менее:

3 м — до опор контактной сети;

10 м — до стрелок, крестовин и мест присоединения отсасывающего кабеля к рельсам электрифицированных дорог;



30 м — до мостов, водопропускных труб, туннелей и других искусственных сооружений.

**Примечание.** Расстояние от обреза футляра (туннеля) следует уточнять в зависимости от наличия кабелей междугородной связи, сигнализации и др., уложенных вдаль дорог.

**8.56.** Внутренний диаметр футляра надлежит принимать при производстве работ: открытым способом — на 200 мм больше наружного диаметра трубопровода; закрытым способом — в зависимости от длины перехода и диаметра трубопровода согласно [СНиП III-4-80\\*](#).

**Примечание.** В одном футляре или туннеле допускаются укладка нескольких трубопроводов, а также совместная прокладка трубопроводов и коммуникаций (электрокабели, связь и т.д.).

**8.57.** Переходы трубопроводов над железными дорогами должны предусматриваться в футлярах на специальных эстакадах с учетом требований п.п. [8.55](#) и [8.59](#).

**8.58.** При пересечении электрифицированной железной дороги должны быть предусмотрены мероприятия по защите труб от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

**8.59.** При проектировании переходов через железные дороги I, II и III категорий общей сети, а также автомобильные дороги I и II категорий должны предусматриваться мероприятия по предотвращению подмыва или подтопления дорог при повреждении трубопроводов.

При этом на трубопроводе с обеих сторон перехода под железными дорогами следует, как правило, предусматривать колодцы с установкой в них запорной арматуры.

**8.60.** Проект перехода через железные и автомобильные дороги должен согласовываться с органами Министерства путей сообщения или Министерства строительства и эксплуатации автомобильных дорог союзных республик.

**8.61.** При переходе трубопроводов через водотоки количество линий дюкера должно быть не менее двух; при выключении одной линии по остальным. Должна обеспечиваться подача 100 %-го расчетного расхода воды. Линии дюкера должны укладываться из стальных труб с усиленной антикоррозионной изоляцией, защищенной от механических повреждений.

Проект дюкера через судоходные водотоки должен согласовываться с органами управления речным флотом союзных республик.

Глубина укладки подводной части трубопровода до верха трубы должна быть не менее 0,5 м ниже дна водотока, а в пределах фарватера на судоходных водотоках — не менее 1 м. При этом надлежит учитывать возможность размыва и переформирования русла водотока.

Расстояние между линиями дюкера в свету должно быть не менее 1,5 м.

Уклон наклона восходящей части дюкера следует принимать не более 20° к горизонту.

По обе стороны дюкера необходимо предусматривать устройство колодцев и переключений с установкой запорной арматуры.

Отметка планировки у колодцев дюкера должна приниматься на 0,5 м выше максимального уровня воды в водотоке обеспеченностью 5 %.

**8.62.** На поворотах в горизонтальной или вертикальной плоскости трубопроводов из раструбных труб или соединяемых муфтами, когда возникающие усилия не могут быть восприняты стыками труб, должны предусматриваться упоры.

На сварных трубопроводах упоры следует предусматривать при расположении поворотов в колодцах или угле поворота в вертикальной плоскости выпуклости вверх 30° и более.

**Примечание.** На трубопроводах из раструбных труб или соединяемых муфтами с рабочим давлением до 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) при углах поворота до 10° упоры допускаются не предусматривать.

**8.63.** При определении размеров колодцев минимальные расстояния до внутренних поверхностей колодца надлежит принимать:

от стенок труб при диаметре труб до 400 мм — 0,3 м, от 500 до 600 мм — 0,5 м, более 600 мм — 0,7 м;

от плоскости фланца при диаметре труб до 400 мм — 0,3 м, более 400 мм — 0,5 м;

от края раструба, обращенного к стене, при диаметре труб до 300 мм — 0,4 м, более 300 мм — 0,5 м;

от низа трубы до дна при диаметре труб до 400 мм — 0,25 м, от 500 до 600 мм — 0,3 м, более 600 мм — 0,35 м;

от верха штока задвижки с выдвижным шпинделем — 0,3 м, от маховика задвижки с невыдвижным шпинделем — 0,5 м.

Высота рабочей части колодцев должна быть не менее 1,5 м.

**8.64.** В случаях установки на водоводах клапанов для впуска воздуха, размещаемых в колодцах, необходимо предусматривать устройство вентиляционной трубы, которая в случае подачи по водоводам воды питьевого качества должна оборудоваться фильтром.

**8.65.** Для спуска в колодец на горловине и стенках колодца надлежит предусматривать установку рифленых стальных или чугунных скоб, допускается применение переносных металлических лестниц.

Для обслуживания арматуры в колодцах при необходимости следует предусматривать площадки согласно [п. 12.7](#).

**8.66.** В колодцах (при обосновании) необходимо предусматривать установку вторых утепляющих крышек; в случае необходимости надлежит предусматривать люки с запорными устройствами.

## 9. ЕМКОСТИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДЫ

### Общие указания

**9.1.** Емкости в системах водоснабжения в зависимости от назначения должны включать регулирующий, пожарный, аварийный и контактный объемы воды.

**9.2.** Регулирующий объем воды  $W_p$ , м<sup>3</sup>, в емкостях (резервуарах, баках водонапорных башен, контррезервуарах и др.) должен определяться на основании графиков поступления и отбора воды, а при их отсутствии по формуле

$$W_p = Q_{\text{сут. max}} \left[ 1 - K_n + (K_n - 1) \left( K_n / K_q \right)^{K_q / (K_q - 1)} \right] \quad (33)$$

где  $Q_{\text{сут. max}}$  — расход воды в сутки максимального водопотребления, м<sup>3</sup>/сут;

$K_n$  — отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления;

$K_q$  — коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости или сети водопровода с регулирующей емкостью, определяемый как отношение максимального часового отбора к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления.

Максимальный часовой отбор воды непосредственно на нужды потребителей, не имеющих регулирующих емкостей, следует принимать равным максимальному часовому водопотреблению. Максимальный часовой отбор воды из регулирующей емкости насосами для подачи в водопроводную сеть при наличии на сети регулирующей емкости определяется по максимальной часовой производительности насосной станции.

В емкостях на станциях водоподготовки следует предусматривать дополнительно объем воды на промывку фильтров, определяемый согласно [п. 6.117](#).

**Примечание.** При обосновании в емкостях допускается предусматривать объем воды для регулирования суточной неравномерности водопотребления.

**9.3.** Пожарный объем воды надлежит предусматривать в случаях когда получение необходимого количества воды для тушения пожара непосредственно из источника водоснабжения технически невозможно или экономически нецелесообразно.

**9.4.** Пожарный объем воды в резервуарах должен определяться из условия обеспечения:

пожаротушения из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов согласно п. [п. 2.12—2.17, 2.20, 2.22— 2.24](#);

специальных средств пожаротушения (спринклеров, дренчеров и др., не имеющих собственных резервуаров) согласно п. [п. 2.18](#) и [2.19](#);

максимальных хозяйственно-питьевых и производственных нужд на весь период пожаротушения с учетом требований [п. 2.21](#).

**Примечание.** При определении пожарного объема воды в резервуарах допускается учитывать пополнение его во время тушения пожара, если подача воды в них осуществляется системами водоснабжения I и II категорий.

**9.5.** Пожарный объем воды в баках водонапорных башен должен рассчитываться на десятиминутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожаров при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды.

**Примечание.** При обосновании допускается хранение в баках водонапорных башен полного пожарного объема воды, определенного по [п. 9.4](#).

**9.6.** При подаче воды по одному водоводу в емкостях следует предусматривать: аварийный объем воды, обеспечивающий в течение времени ликвидации аварии на водоводе ([п. 8.4](#)) расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в размере 70 % расчетного среднечасового водопотребления и производственные нужды по аварийному графику;

дополнительный объем воды на пожаротушение в размере, определенном согласно [п. 9.4](#).

**Примечания:** 1. Время, необходимое для восстановления аварийного объема воды, надлежит принимать 36-48 ч.

2. Восстановление аварийного объема воды следует предусматривать за счет снижения водопотребления или использования резервных насосных агрегатов.

3. Дополнительный объем воды на пожаротушение допускается не предусматривать при длине одной линии водовода не более 500 м до населенных пунктов с числом жителей до 5000 чел., а также до промышленных и сельскохозяйственных предприятий при расходе воды на наружное пожаротушение не более 40 л/с.

**9.7.** Объем воды в емкостях перед насосными станциями подкачки или обратного водоснабжения, работающими равномерно, следует принимать из расчета 5—10-минутной производительности насоса большей производительности.

**9.8.** Контактный объем воды для обеспечения требуемого времени контакта воды с реагентами надлежит определять согласно [п. 6.167](#). Контактный объем допускается уменьшать на величину пожарного и аварийного объемов в случае их наличия.

**9.9.** Емкости и их оборудование должны быть защищены от замерзания воды.

**9.10.** В емкостях для питьевой воды должен быть обеспечен обмен пожарного и аварийного объемов воды в срок не более 48 ч.

**Примечание.** При обосновании срок обмена воды в емкостях допускается увеличивать до 3—4 сут. При этом следует предусматривать установку циркуляционных насосов, производительность которых должна определяться из условия замены воды в емкостях в срок не более 48 ч с учетом поступления воды из источника водоснабжения.

**9.11.** Конструкции резервуаров и водонапорных башен следует принимать по [п. 14.18](#).

### **Оборудование емкостей**

**9.12.** Резервуары для воды и баки водонапорных башен должны быть оборудованы: подводящими и отводящими трубопроводами или объединенным подводяще-отводящим трубопроводом, переливным устройством, спускным трубопроводом, вентиляционным устройством, скобами или лестницами, люками-лазами для прохода людей и транспортирования оборудования.

В зависимости от назначения емкости дополнительно следует предусматривать:  
устройства для изменения уровня воды, контроля вакуума и давления согласно [п. 13.36](#);  
световые люки диаметром 300 мм (в резервуарах для воды непитьевого качества);  
промывочный водопровод (переносной или стационарный);  
устройство для предотвращения перелива воды из емкости (средства автоматики или установка на подающем трубопроводе поплавкового запорного клапана);  
устройство для очистки поступающего в емкость воздуха (в резервуарах для воды питьевого качества).

**9.13.** На конце подводящего трубопровода в резервуарах и баках водонапорных башен следует предусматривать диффузор с горизонтальной кромкой или камеру, верх которых должен располагаться на 50—100 мм выше максимального уровня воды в емкости.

**9.14.** На отводящем трубопроводе в резервуаре надлежит предусматривать конфузор, при диаметре трубопровода до 200 мм допускается применять приемный клапан, размещаемый в приемке (см. [п. 7.4](#)).

Расстояние от кромки конфузора до дна и стен емкости или приемка следует определять из расчета скорости подхода воды к конфузору не более скорости движения воды во входном сечении.

Горизонтальная кромка конфузора, устраиваемого в днище резервуара, а также верх приемка должны быть на 50 мм выше набетонки днища.

На отводящем трубопроводе или приемке необходимо предусматривать решетку.

Вне резервуара или водонапорной башни на отводящем (подводяще-отводящем) трубопроводе следует предусматривать устройство для отбора воды автоцистернами и пожарными машинами.

**9.15.** Переливное устройство должно быть рассчитано на расход, равный разности максимальной подачи и минимального отбора воды. Слой воды на кромке переливного устройства должен быть не более 100 мм.

В резервуарах и водонапорных башнях, предназначенных для питьевой воды, на переливном устройстве должен быть предусмотрен гидравлический затвор.

**9.16.** Спускной трубопровод надлежит проектировать диаметром 100—150 мм в зависимости от объема емкости. Днище емкости должно иметь уклон не менее 0,005 в сторону спускного трубопровода.

**9.17.** Спускные и переливные трубопроводы следует присоединять (без подтопления их концов):

от емкостей для воды непитьевого качества — к канализации любого назначения с разрывом струи или к открытой канаве;

от емкостей для питьевой воды — к дождевой канализации или к открытой канаве с разрывом струи.

При присоединении переливного трубопровода к открытой канаве необходимо предусматривать установку на конце трубопровода решетки с прозорами 10 мм.

При невозможности или нецелесообразности сброса воды по спускному трубопроводу самотеком следует предусматривать колодец для откачки воды передвижными насосами.

**9.18.** Впуск и выпуск воздуха при изменении положения уровня воды в емкости, а также обмен воздуха в резервуарах для хранения пожарного и аварийного объемов

надлежит предусматривать через вентиляционные устройства, исключая возможность образования вакуума, превышающего 80 мм вод. ст.

В резервуарах воздушное пространство над максимальным уровнем до нижнего ребра плиты или плоскости перекрытия следует принимать от 200 до 300 мм. Ригели и опоры плит могут быть подтоплены, при этом необходимо обеспечить воздухообмен между всеми отсеками покрытия.

**9.19.** Люки-лазы должны располагаться вблизи от концов подводящего, отводящего и переливного трубопроводов. Крышки люков в резервуарах для питьевой воды должны иметь устройства для запираания и пломбирования. Люки резервуаров должны возвышаться над утеплением перекрытия на высоту не менее 0,2 м.

В резервуарах для питьевой воды должна быть обеспечена полная герметизация всех люков.

**9.20.** Напорные резервуары и водонапорные башни при системе пожаротушения высокого давления должны быть оборудованы автоматическими устройствами, обеспечивающими их отключение при пуске пожарных насосов.

### **Резервуары**

**9.21.** Общее количество резервуаров одного назначения в одном узле должно быть не менее двух.

Во всех резервуарах в узле наинизшие и наивысшие уровни пожарных, аварийных и регулирующих объемов должны быть соответственно на одинаковых отметках.

При выключении одного резервуара в остальных должно храниться не менее 50 % пожарного и аварийного объемов воды.

Оборудование резервуаров должно обеспечивать возможность независимого включения и опорожнения каждого резервуара.

Устройство одного резервуара допускается в случае отсутствия в нем пожарного и аварийного объемов.

**9.22.** Конструкции камер задвижек при резервуарах не должны быть жестко связаны с конструкцией резервуаров.

### **Водонапорные башни**

**9.23.** Водонапорные башни допускается проектировать с шатром вокруг бака или без шатра в зависимости от режима работы башни, объема бака, климатических условий и температуры воды в источнике водоснабжения.

**9.24.** Ствол водонапорной башни допускается использовать для размещения производственных помещений системы водоснабжения, исключающих образование пыли, дыма и газовой выделений.

**9.25.** При жесткой заделке труб в днище бака водонапорной башни на стояках трубопроводов надлежит предусматривать компенсаторы.

**9.26.** Водонапорная башня, не входящая в зону молниезащиты других сооружений, должна быть оборудована собственной молниезащитой.

### **Пожарные резервуары и водоемы**

**9.27.** Хранение пожарного объема воды в специальных резервуарах или открытых водоемах допускается для предприятий и населенных пунктов, указанных в [примеч. 1 к п. 2.11](#).

**9.28.** Объем пожарных резервуаров и водоемов надлежит определять исходя из расчетных расходов воды и продолжительности тушения пожаров согласно п.п. [2.13](#)—[2.17](#) и [2.24](#).



**Примечания:** 1. Объем открытых водоемов необходимо рассчитывать с учетом возможного испарения воды и образования льда. Превышение кромки открытого водоема над наивысшим уровнем воды в нем должно быть не менее 0,5 м.

2. К пожарным резервуарам, водоемам и приемным колодцам должен быть обеспечен свободный подъезд пожарных машин с покрытием дорог согласно [п. 14.6](#).

3. У мест расположения пожарных резервуаров и водоемов должны быть предусмотрены указатели по [ГОСТ 12.4.009-83](#).

**9.29.** Количество пожарных резервуаров или водоемов должно быть не менее двух, при этом в каждом из них должно храниться 50 % объема воды на пожаротушение.

Расстояние между пожарными резервуарами или водоемами следует принимать согласно [п. 9.30](#), при этом подача воды в любую точку пожара должна обеспечиваться из двух соседних резервуаров или водоемов.

**9.30.** Пожарные резервуары или водоемы надлежит размещать из условия обслуживания ими зданий, находящихся в радиусе:

при наличии автонасосов — 200 м;

при наличии мотопомп — 100—150 м в зависимости от типа мотопомп.

Для увеличения радиуса обслуживания допускается прокладка от резервуаров или водоемов тупиковых трубопроводов длиной не более 200 м с учетом требований [п. 9.32](#).

Расстояние от точки забора воды из резервуаров или водоемов до зданий III, IV и V степеней огнестойкости и до открытых складов сгораемых материалов должно быть не менее 30 м, до зданий I и II степеней огнестойкости — не менее 10 м.

**9.31\*.** Подачу воды для заполнения пожарных резервуаров и водоемов следует предусматривать по пожарным рукавам длиной до 250 м, а по согласованию с органами Государственного пожарного надзора — длиной до 500 м.

**9.32.** Если непосредственный забор воды из пожарного резервуара или водоема автонасосами или мотопомпами затруднен, надлежит предусматривать приемные колодцы объемом 3—5 м<sup>3</sup>. Диаметр трубопровода, соединяющего резервуар или водоем с приемным колодцем, следует принимать из условия пропуск расчетного расхода воды на наружное пожаротушение, но не менее 200 мм. Перед приемным колодцем на соединительном трубопроводе следует устанавливать колодец с задвижкой, штурвал которой должен быть выведен под крышку люка.

На соединительном трубопроводе со стороны водоема следует предусматривать решетку.

**9.33.** Пожарные резервуары и водоемы оборудовать переливными и спускными трубопроводами не требуется.

## 10. ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ

### Общие указания

**10.1.** Зоны санитарной охраны<sup>1</sup> должны предусматриваться на всех проектируемых и реконструируемых водопроводах хозяйственно-питьевого назначения в целях обеспечения их санитарно-эпидемиологической надежности.

**10.2.** Зоны водопровода должны включать зону источника водоснабжения в месте забора воды (включая водозаборные сооружения), зону и санитарно-защитную полосу<sup>2</sup> водопроводных сооружений (насосных станций, станций подготовки воды, емкостей) и санитарно-защитную полосу водоводов.

<sup>1</sup> В дальнейшем — «зона».

<sup>2</sup> В дальнейшем — «полоса».

Зона источника водоснабжения в месте забора воды должна состоять из трех поясов: первого — строгого режима, второго и третьего — режимов ограничения. Зона водопроводных сооружений должна состоять из первого пояса и полосы (при

расположении водопроводных сооружений за пределами второго пояса зоны источника водоснабжения).

**10.3.** Проект зон санитарной охраны водопровода должен разрабатываться с использованием данных санитарно-топографического обследования территорий, намеченных к включению в зоны и полосы, а также соответствующих гидрологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и топографических материалов.

**10.4.** Проектом зон санитарной охраны водопровода должны быть определены: границы поясов зоны источника водоснабжения, зоны и полосы водопроводных сооружений и полосы водоводов, перечень инженерных мероприятий по организации зон (объекты строительства, снос строений, благоустройство и т.п.) и описание санитарного режима в зонах и полосах.

**10.5.** Проект зон санитарной охраны водопровода должен согласовываться с органами санитарно-эпидемиологической службы, геологии (при использовании подземных вод), а также с другими заинтересованными министерствами и ведомствами и утверждаться в установленном порядке.

**10.6.** Инженерные мероприятия по ликвидации загрязнений территорий, водотоков, водоемов и водоносных горизонтов во втором и третьем поясах зон, а также в пределах полос должны выполняться за счет средств предприятий, являющихся источниками этих загрязнений.

**10.7.** Проект зон водопровода должен разрабатываться с учетом развития системы водоснабжения на перспективу.

## **ГРАНИЦЫ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ**

### **Поверхностные источники водоснабжения**

**10.8.** Границы первого пояса зоны поверхностного источника водоснабжения, в том числе водоподводящего канала, должны устанавливаться на расстояниях от водозабора:

а) для водотоков (реки, каналы):

вверх по течению — не менее 200 м;

вниз по течению — не менее 100 м;

по прилегающему к водозабору берегу — не менее 100 м от уреза воды при летне-осенней межени;

в направлении к противоположному берегу: при ширине водотока менее 100 м — вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от уреза воды при летне-осенней межени и при ширине водотока более 100 м — полоса акватории шириной не менее 100 м;

на водозаборах ковшевого типа в границы первого пояса включается вся акватория ковша и территория вокруг него полосой не менее 100 м;

б) для водоемов (водохранилище, озеро):

по акватории во всех направлениях — не менее 100 м;

по прилегающему к водозабору берегу — не менее 100 м от уреза воды при нормальном подпорном уровне в водохранилище и летне-осенней межени в озере.

**10.9.** Границы второго пояса зоны водотока надлежит устанавливать:

вверх по течению, включая притоки, — исходя из скорости течения воды, усредненной по ширине и длине водотока или на отдельных его участках и времени протекания воды от границы пояса до водозабора при среднемесячном расходе воды летне-осенней межени 95 % обеспеченности не менее 5 сут. для IА, Б, В, Г, IIА климатических районов и не менее 3 сут. для остальных климатических районов;

вниз по течению — не менее 250 м;

боковые границы — на расстоянии от уреза воды при летне-осенней межени — при равнинном рельефе — 500 м, при гористом рельефе местности — до вершины первого



склона, обращенного в сторону водотока, но не более 750 м при пологом склоне и 1000 м при крутом склоне.

При наличии в реке подпора или обратного течения расстояние нижней границы второго пояса от водозабора должно устанавливаться в зависимости от гидрологических и метеорологических условий, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

На судоходных реках и каналах в границы второго пояса зоны следует включать акваторию, прилегающую к водозабору в пределах фарватера.

**Примечание.** В отдельных случаях в зависимости от местных условий боковые границы второго пояса допускается увеличивать по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

**10.10.** Границы второго пояса зоны водоема, включая притоки, надлежит устанавливать от водозабора:

по акватории во всех направлениях — на расстоянии 3 км при количестве ветров до 10 % в сторону водозабора и 5 км при количестве ветров более 10 %;

боковые границы — от уреза воды при нормальном подпорном уровне в водохранилище и летне-осенней межени в озере на расстоянии согласно [п. 10.9](#).

**10.11.** Границы третьего пояса зоны поверхностного источника водоснабжения должны быть вверх и вниз по течению водотока или во все стороны по акватории водоема такими же, как для второго пояса; боковые границы — по водоразделу, но не более 3—5 км от водотока или водоема.

### Подземные источники водоснабжения

**10.12.** Границы первого пояса зоны подземного источника водоснабжения должны устанавливаться от одиночного водозабора (скважина, шахтный колодец, каптаж) или от крайних водозаборных сооружений группового водозабора на расстояниях:

30 м при использовании защищенных подземных вод;

50 м при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

В границы первого пояса зоны инфильтрационных водозаборов следует включать прибрежную территорию между водозабором и поверхностным источником водоснабжения, если расстояние между ними менее 150 м.

Для подрусловых водозаборов и участка поверхностного источника, питающего инфильтрационный водозабор или используемого для искусственного пополнения запасов подземных вод, границы первого пояса зоны следует предусматривать как для поверхностных источников водоснабжения согласно [п. 10.8](#).

**Примечания:** 1. Для водозаборов, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, а также для водозаборов, расположенных в благоприятных санитарных, топографических и гидрогеологических условиях, размеры первого пояса зоны допускается уменьшать по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы, но должны быть не менее 15 и 25 м соответственно.

2. К защищенным подземным водам относятся воды напорных и безнапорных водоносных пластов, имеющих в пределах всех поясов зоны сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных пластов.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного пласта, получающего питание на площади его распространения;

воды напорных и безнапорных водоносных пластов, которые в естественных условиях или в результате эксплуатации водозабора получают питание на площади зоны из вышележащих недостаточно защищенных водоносных пластов через гидрогеологические окна или проницаемые породы, кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

**10.13.** При искусственном пополнении запасов подземных вод границы первого пояса зоны должны устанавливаться от инфильтрационных сооружений закрытого типа (скважин, шахтных колодцев) — 50 м, открытого типа (бассейнов и др.) — 100 м.

**10.14.** Границы второго пояса зоны подземного источника водоснабжения устанавливаются расчетом, учитывающим время продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, принимаемое в зависимости от климатических районов и защищенности подземных вод от 100 до 400 сут.

**10.15.** Граница третьего пояса зоны подземного источника водоснабжения определяется расчетом, учитывающим время продвижения химического загрязнения воды до водозабора, которое должно быть больше принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет.

**10.16.** При инфильтрационном питании водоносного пласта, а также при искусственном пополнении запасов подземных вод из поверхностного источника второй и третий пояса зоны поверхностного источника водоснабжения следует принимать согласно п.п. [10.9](#)—[10.11](#).

### **Площадки водопроводных сооружений**

**10.17.** Граница первого пояса зоны водопроводных сооружений должна совпадать с ограждением площадки сооружений и предусматриваться на расстоянии:

от стен резервуаров фильтрованной (питьевой) воды, фильтров (кроме напорных), контактных осветлителей с открытой поверхностью воды — не менее 30 м;

от стен остальных сооружений и стволов водонапорных башен — не менее 15 м.

**Примечания:** 1. По согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы первый пояс зоны отдельно стоящих водонапорных башен, а также насосных станций, работающих без разрыва струи, допускается не предусматривать.

2. При расположении водопроводных сооружений на территории предприятия указанные расстояния допускается уменьшать по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы, но должны быть не менее 10 м.

**10.18.** Санитарно-защитная полоса вокруг первого пояса зоны водопроводных сооружений, расположенных за пределами второго пояса зоны источника водоснабжения, должна иметь ширину не менее 100 м.

**Примечание.** При расположении площадок водопроводных сооружений на территории объекта ширину полосы допускается уменьшать по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, но должна быть не менее 30 м.

**10.19.** Санитарно-защитную зону от промышленных и сельскохозяйственных предприятий до сооружений станций подготовки питьевой воды надлежит принимать как для населенных пунктов в зависимости от класса вредности производства.

### **Водоводы**

**10.20.** Ширину санитарно-защитной полосы водоводов, проходящих по незастроенной территории, надлежит принимать от крайних водоводов:

при прокладке в сухих грунтах — не менее 10 м при диаметре до 1000 мм и не менее 20 м при больших диаметрах; в мокрых грунтах — не менее 50 м независимо от диаметра.

При прокладке водоводов по застроенной территории ширину полосы по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается уменьшать.

## САНИТАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗОН

### Поверхностные источники водоснабжения

**10.21.** Территория первого пояса зоны поверхностного источника водоснабжения должна быть спланирована, огорожена и озеленена, при этом ограждение следует предусматривать согласно [п. 14.4.](#)

**10.22.** Границы акватории первого пояса зоны обозначаются предупредительными наземными знаками и буями. Над затопленными водоприемниками водозабора, расположенными в несудоходной части водотока или водоема, должны устанавливаться буи с освещением; при расположении их в судоходной части буи устанавливаются вне судового хода.

**10.23.** Для территории первого пояса зоны должна предусматриваться сторожевая (тревожная) сигнализация.

**10.24.** На территории первого пояса зоны:

а) запрещаются:

все виды строительства, за исключением реконструкции или расширения основных водопроводных сооружений (подсобные здания, непосредственно не связанные с подачей и обработкой воды, должны быть размещены за пределами первого пояса зоны);

размещение жилых и общественных зданий, проживание людей, в том числе работающих на водопроводе;

прокладка трубопроводов различного назначения, за исключением трубопроводов, обслуживающих водопроводные сооружения;

выпуск в поверхностные источники сточных вод, купание, водопой и выпас скота, стирка белья, рыбная ловля, применение для растений ядохимикатов и удобрений;

б) здания должны быть канализованы с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации или на местные очистные сооружения, расположенные за пределами первого пояса зоны с учетом санитарного режима во втором поясе. При отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые выгребы, расположенные в местах, исключающих загрязнение территории первого пояса при вывозе нечистот;

в) должно быть обеспечено отведение поверхностных вод за пределы первого пояса;

г) допускаются только рубки ухода за лесом и санитарные рубки леса.

**10.25.** На территории второго пояса зоны поверхностного источника водоснабжения надлежит:

а) осуществлять регулирование отведения территорий для населенных пунктов, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также возможных изменений технологии промышленных предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами;

б) благоустраивать промышленные, сельскохозяйственные и другие предприятия, населенные пункты и отдельные здания, предусматривать организованное водоснабжение, канализование, устройство водонепроницаемых выгребов, организацию отвода загрязненных поверхностных сточных вод и др.;

в) принимать степень очистки бытовых, производственных и дождевых сточных вод, сбрасываемых в водотоки и водоемы, отвечающую требованиям «Основ водного законодательства СССР и союзных республик» и «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами»;

г) производить только рубки ухода за лесом и санитарные рубки леса.

**10.26.** Во втором поясе зоны поверхностного источника водоснабжения запрещается:

а) загрязнение территорий нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами и др.;

б) размещение складов горючесмазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения источников водоснабжения;

в) размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, земледельческих полей орошения, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, которые могут вызвать микробные загрязнения источников водоснабжения;

г) применение удобрений и ядохимикатов.

**10.27.** В пределах второго пояса зоны поверхностного источника водоснабжения в дополнение к требованиям п.п. [10.25](#) и [10.26](#):

допускаются птицеразведение, стирка белья, купание, туризм, водный спорт, устройство пляжей и рыбная ловля в установленных местах при обеспечении специального режима, согласованного с органами санитарно-эпидемиологической службы;

следует устанавливать места переправ, мостов и пристаней;

надлежит при наличии судоходства оборудовать суда специальными устройствами для сбора бытовых, подсланевых вод и твердых отходов, на пристанях предусматривать сливные станции и приемники для сбора твердых отходов, а дебаркадеры и брандвахты — оборудовать приемниками для сбора нечистот;

запрещаются добыча песка и гравия из водотока или водоема, а также дноуглубительные работы;

запрещается в прибрежной полосе шириной не менее 300 м расположение пастбищ.

**10.28.** На территории третьего пояса зоны поверхностного источника водоснабжения должны предусматриваться санитарные мероприятия, указанные в п. [10.25](#).

**10.29.** В лесах, расположенных на территории третьего пояса зоны, разрешаются проведение рубок леса главного и промежуточного пользования и закрепление за лесозаготовительными предприятиями древесины на корню на определенной площади (лесосырьевых баз), а также лесосечного фонда долгосрочного пользования.

**10.30.** При использовании каналов и водохранилищ в качестве источников водоснабжения должны предусматриваться периодическая очистка их от отложений на дне и удаление водной растительности. Использование химических методов борьбы с зарастанием каналов и водохранилищ допускается при условии применения препаратов, разрешенных органами санитарно-эпидемиологической службы.

### Подземные источники водоснабжения

**10.31.** На территории первого пояса зоны подземного источника водоснабжения должны предусматриваться санитарные мероприятия, указанные в п.п. [10.21](#), [10.23](#) и [10.24](#).

**Примечание.** На водозаборах подземных вод объектов сельского хозяйства сторожевую сигнализацию допускается не предусматривать.

**10.32.** На территории второго пояса зоны подземных источников водоснабжения должны предусматриваться санитарные мероприятия, указанные в п.п. [10.25](#), а, б, г и [10.26](#).

**10.33.** В санитарные мероприятия, проводимые во втором поясе зоны, кроме указанных в п. [10.32](#), следует включать:

выявление, тампонаж или восстановление всех старых, бездействующих, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин и шахтных колодцев, создающих опасность загрязнения используемого водоносного горизонта;

регулирование бурения новых скважин;  
запрещение закачки отработавших вод в подземные пласты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли, а также ликвидацию поглощающих скважин и шахтных колодцев, которые могут загрязнить водоносные пласты.

**10.34.** На территории третьего пояса зоны подземного источника водоснабжения следует предусматривать санитарные мероприятия, указанные в п.п. [10.25, а](#); [10.26, б](#) и [10.33](#).

**Примечание.** При использовании защищенных подземных вод и по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается в пределах третьего пояса зоны размещение объектов, указанных в п. [10.26, б](#).

**10.35.** Санитарные мероприятия во всех поясах зоны подрусловых водозаборов и участков поверхностного источника, питающего инфильтрационный водозабор или используемого для искусственного пополнения запасов подземных вод, должны приниматься такими же, как для поверхностных источников водоснабжения.

### **Площадки водопроводных сооружений**

**10.36.** На территории первого пояса зоны площадки водопроводных сооружений должны предусматриваться санитарные мероприятия, указанные в п.п. [10.21](#), [10.24](#), сторожевая охрана и технические средства охраны согласно п. [14.5](#).

**10.37.** В пределах санитарно-защитной полосы площадок водопроводных сооружений должны предусматриваться санитарные мероприятия, предусмотренные п. [10.32](#).

### **Водоводы**

**10.38.** В пределах санитарно-защитной полосы водоводов должны отсутствовать источники загрязнения почвы и грунтовых вод (уборные, помойные ямы, навозохранилища, приемники мусора и др.).

На участках водоводов, где полоса граничит с указанными загрязнителями, следует применять пластмассовые или стальные трубы.

**10.39.** Запрещается прокладка водоводов по территории свалок, полей ассенизации, полей фильтрации, сельскохозяйственных палей орошения, кладбищ, скотомогильников, а также по территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

## **11. ОХЛАЖДАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

### **Общие указания**

**11.1.** Схема водоснабжения должна приниматься с оборотом воды, общим для всего промышленного предприятия, или в виде замкнутых циклов для отдельных производств, цехов или установок.

Количество охлаждающих систем оборотного водоснабжения на предприятии надлежит устанавливать с учетом технологии производства, требований, предъявляемых к качеству, температуре, давлению воды, размещения потребителей воды на генплане и очередности строительства.

Для уменьшения диаметра и протяженности труб водопроводных сетей надлежит применять на промышленном предприятии отдельные системы оборотного водоснабжения по отдельным производствам, цехам или установкам с максимально возможным приближением их к потребителям воды.

**11.2.** При проектировании охлаждающих систем оборотного водоснабжения должна учитываться возможность использования низкопотенциального тепла подогретой воды.

**11.3.** Систему оборотного водоснабжения надлежит проектировать с отводом воды от технологических установок без разрыва струи с напором, достаточным для подачи воды на охладители, за исключением случаев, когда разрыв струи обусловлен конструкцией установок.

**11.4.** В системах оборотного водоснабжения следует использовать природные и сточные воды при соответствующей очистке и обработке. Использование очищенных сточных вод должно согласовываться с органами санитарно-эпидемиологической службы.

**11.5.** При проектировании сооружений оборотного водоснабжения следует учитывать требования [разделов 7, 12 и 13](#).

**11.6.**оборотная вода не должна вызывать коррозии труб, оборудования и теплообменных аппаратов, биологических обрастаний, выпадения взвесей и солевых отложений на поверхностях теплообмена.

Для обеспечения указанных требований надлежит предусматривать соответствующую очистку и обработку добавочной и оборотной воды.

**11.7.** Выбор состава и размеров сооружений и оборудования для очистки, обработки и охлаждения воды надлежит производить из условий максимальной нагрузки на эти сооружения.

### БАЛАНС ВОДЫ В СИСТЕМАХ

**11.8.** Для систем оборотного водоснабжения должен составляться баланс воды, учитывающий потери, необходимые сбросы и добавления воды в систему для компенсации убыли из нее.

**11.9.** При составлении баланса в состав общей убыли воды из системы необходимо включать:

- а) безвозвратное потребление (отбор воды из системы на технологические нужды);
- б) потери воды на испарение при охлаждении  $q_{исп}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяемые по формуле

$$q_{исп} = K_{исп} \Delta t q_{охл}, \quad (34)$$

где  $\Delta t = t_1 - t_2$  — перепад температуры воды в градусах, определяемый как разность температур воды, поступающей на охладитель (пруд, брызгальный бассейн или градирню),  $t_1$  и охлажденной воды  $t_2$ ;

$q_{охл}$  — расход оборотной воды, м<sup>3</sup>/ч;

$K_{исп}$  — коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи испарением в общей теплоотдаче, принимаемый для брызгальных бассейнов и градирен в зависимости от температуры воздуха (по сухому термометру) по [табл. 36](#), а для водохранилищ (прудов) - охладителей — в зависимости от естественной температуры в водотоке по [табл. 37](#).

Таблица 36

Температура воздуха, °С	0	10	20	30	40
Значения коэффициента $K_{исп}$ для градирен и брызгальных бассейнов	0,001	0,0012	0,0014	0,0015	0,0016



Таблица 37

Температура воды, °С, в реке или канале, впадающих в водохранилище (пруд)	0	10	20	30	40
Значения коэффициента $K_{исп}$ для водохранилищ (прудов) - охладителей	0,0007	0,0009	0,0011	0,0013	0,0015

**Примечания:** 1. Для промежуточных значений температур значение определяется интерполяцией.  
2. Потери воды на естественное испарение в водохранилищах (прудах)- охладителях следует определять по нормам для расчета водохранилищ.

Таблица 38

Охладитель	Потери воды $P_2$ вследствие уноса ветром, % расхода охлаждаемой воды
Вентиляторные градирни с водоуловительными устройствами: при отсутствии в оборотной воде токсичных веществ при наличии токсичных веществ	0,1–0,2 0,05
Башенные градирни без водоуловительных устройств и оросительные теплообменные аппараты	0,5–1
Башенные градирни с водоуловительными устройствами	0,01–0,05
Открытые и брызгальные градирни	1–1,5
Брызгальные бассейны производительностью, м <sup>3</sup> /ч: до 500 св. 500 до 5000 св. 5000	2–3 1,5–2 0,75–1

**Примечание.** Меньшие значения потерь надлежит принимать для охладителей большей производительности, а также для расчетов обработки охлаждающей воды в целях предотвращения карбонатных отложений.

При охлаждении продукта в теплообменных аппаратах оросительного типа потери воды на испарение, вычисленные по формуле, следует увеличивать вдвое;

в) потери воды в брызгальных бассейнах, градирнях и оросительных теплообменных аппаратах вследствие уноса ветром  $P_2$  принимаемые по [табл. 38](#);

г) потери воды на очистных сооружениях, определяемые расчетами с учетом указаний [разд. 6](#);

д) потери воды на фильтрацию из водохранилищ (прудов)- охладителей при водопроницаемых основаниях и фильтрующих ограждающих дамбах, определяемые расчетом на основании данных гидрогеологических изысканий. Потери воды на фильтрацию из брызгальных бассейнов и водосборных резервуаров градирен в расчетах не учитываются;

е) сброс воды из системы (продувка), определяемый в зависимости от качества оборотной и добавочной воды, а также способа ее обработки.

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

**11.10.** Возможность и интенсивность образования механических отложений в резервуарах градирен и в теплообменных аппаратах надлежит определять на основе опыта эксплуатации систем оборотного водоснабжения, расположенных в данном районе, работающих на воде данного источника, или исходя из данных о концентрации, гранулометрическом составе (гидравлической крупности) механических загрязнений воды и воздуха.



Для предотвращения и удаления механических отложений в теплообменных аппаратах следует предусматривать периодическую гидроимпульсную или гидропневматическую очистку их в процессе работы, а также частичное осветление оборотной воды.

**11.11.** Вода поверхностных источников, используемая в качестве добавочной в системе оборотного водоснабжения, должна подвергаться осветлению в соответствии с [разд. 6](#).

### **БОРЬБА С ЦВЕТЕНИЕМ ВОДЫ И БИОЛОГИЧЕСКИМ ОБРАСТАНИЕМ**

**11.12.** Борьба с цветением воды в водохранилищах и прудах-охладителях должна предусматриваться согласно указаниям рекомендуемого [прил. 11](#) путем разбрызгивания раствора медного купороса по поверхности воды. Применение медного купороса надлежит в каждом случае согласовывать с органами санитарно-эпидемиологической службы и охраны рыбных запасов.

**11.13.** Для предупреждения развития бактериальных биологических обрастаний в теплообменных аппаратах и трубопроводах надлежит применять хлорирование оборотной воды согласно рекомендуемому [прил. 11](#). Дозу хлора следует определять по опыту эксплуатации систем водоснабжения на воде данного источника или исходя из хлоропоглощаемости добавочной воды.

**11.14.** Хлораторные установки для обработки охлаждающей воды и расходные склады надлежит проектировать согласно [разд. 6](#).

Резервные хлораторы предусматривать не следует. Подачу хлорной воды от хлораторов надлежит производить в приемную камеру охлажденной воды.

При высокой хлоропоглощаемости воды и большой протяженности трубопроводов системы оборотного водоснабжения допускается рассредоточенный ввод хлорной воды в нескольких точках системы.

**11.15.** В целях предупреждения обрастания водорослями градирен, брызгальных бассейнов и оросительных теплообменных аппаратов должна применяться периодическая обработка охлаждающей воды раствором медного купороса согласно рекомендуемому [прил. 11](#). Концентрацию раствора медного купороса в растворном баке надлежит принимать 2—4 %.

**11.16.** Для предупреждения биологического обрастания градирен, брызгальных бассейнов и оросительных холодильников надлежит применять дополнительно периодическое хлорирование воды перед сооружениями согласно рекомендуемому [прил. 11](#). Дополнительную обработку воды хлором надлежит производить одновременно или после обработки ее раствором медного купороса.

**11.17.** Баки, лотки, трубопроводы, оборудование и запорная арматура, соприкасающиеся с раствором медного купороса, должны приниматься из коррозионно-стойких материалов.

### **ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

**11.18.** Указания подраздела распространяются на проектирование систем оборотного водоснабжения для охлаждения теплообменных аппаратов, машин и агрегатов, в которых не происходит кипения охлаждающей воды у поверхности теплообмена и нагревание воды не превышает 60 °С при использовании пресных вод источников и очищенных сточных вод.

**Примечание.** При специальных требованиях к охлаждающей воде, нагреве воды св. 60 °С и местном кипении ее у поверхностей теплообмена надлежит принимать смягчение добавочной воды на ионообменных

фильтрах (натрий-катионирование или водород-катионирование с «голодной» регенерацией); допускается применение известкования с последующим подкислением или фосфатированием.

**11.19.** Обработку воды для предотвращения карбонатных отложений следует предусматривать при условии  $Ш_{доб}K_y \geq 3$ ,  $Ш_{доб}$  — щелочность добавочной воды, мг-экв/л,  $K_y$  — коэффициент концентрирования (упаривания) солей, не выпадающих в осадок. При этом надлежит принимать следующие методы обработки воды: подкисление, рекарбонизацию, фосфатирование полифосфатами и комбинированную фосфатно-кислотную обработку. Допускается применение фосфорорганических соединений.

**11.20.** Методы обработки воды для предотвращения карбонатных отложений надлежит принимать:

подкисление — при любых величинах щелочности и общей жесткости природных вод и коэффициентах упаривания воды в системах;

фосфатирование — при щелочности добавочной воды  $Ш_{доб}$  до 5,5 мг-экв/л;

комбинированную фосфатно-кислотную обработку воды — в случаях, когда фосфатирование не предотвращает карбонатных отложений или величина продувки экономически нецелесообразна;

рекарбонизацию дымовыми газами или газообразной углекислотой — при щелочности добавочной воды до 3,5 мг-экв/л и коэффициентах упаривания, не превышающих 1,5.

Дозы кислоты, углекислоты и фосфатных реагентов надлежит определять согласно рекомендуемому [прил. 12](#).

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СУЛЬФАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

11.21. Для предотвращения отложений сульфата кальция производство активных концентраций ионов  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$  в оборотной воде не должно превышать произведения растворимости сульфата кальция (рекомендуемое [прил. 12](#)).

11.22. Для поддержания величин произведения активных концентраций ионов  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$  в указанных пределах следует принимать соответствующий коэффициент упаривания оборотной воды путем изменения величины продувки системы или частичного снижения концентраций ионов  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$  в добавочной воде.

11.23. Для борьбы с сульфатными отложениями в системах оборотного водоснабжения надлежит принимать обработку воды триполифосфатом натрия дозой 10 мг/л по  $PO_4^{3-}$  или карбоксиметилцеллюлозой дозой 5 мг/л.

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КОРРОЗИИ

**11.24.** Для предотвращения коррозии трубопроводов и теплообменных аппаратов следует применять обработку воды ингибиторами, защитные покрытия и электрохимическую защиту.

**11.25.** При применении ингибиторов и защитных покрытий в системах оборотного водоснабжения следует предусматривать тщательную очистку теплообменных аппаратов и трубопроводов от отложений и обрастаний.

**11.26.** В качестве ингибиторов следует применять триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, трехкомпонентную композицию (гексаметафосфат или триполифосфат натрия, сульфат цинка и бихромат калия), силикат натрия и др.

Наиболее эффективный вид ингибитора коррозии должен определяться в каждом конкретном случае опытным путем.

**Примечание.** При обосновании допускается применять нитрит натрия и фосфорорганические соединения.

**11.27.** При использовании триполифосфата и гексаметафосфата натрия для создания защитной фосфатной пленки концентрация ингибиторов в воде оборотной системы в течение 2—3 сут должна приниматься 100 мг/л (в расчете на  $P_2O_5$ ), в добавочной воде для поддержания фосфатной пленки — 7—15 мг/л по  $P_2O_5$ . При этом скорость движения воды в теплообменных аппаратах должна быть не менее 0,3 м/с.

**11.28.** При применении трехкомпонентного ингибитора дозу бихромата калия следует принимать 2—4 мг/л по  $CrO_4^{2-}$ , сульфата цинка — 1,5—3 мг/л по  $Zn^{2+}$  и гексаметафосфата или триполифосфата натрия — 3—5 мг/л по  $PO_4^{3-}$ .

При этом необходимо определять концентрации хрома в водоеме при сбросе продувочной воды и в атмосферном воздухе рабочей зоны при уносе ветром капель воды из градирен. Эти концентрации не должны превышать предельно допустимые (ПДК).

Скорость движения воды в системе должна быть не менее 0,5 м/с.

**11.29.** При использовании силиката натрия дозу жидкого стекла в расчете на  $SiO_2$  следует принимать равной 10 мг/л, при высоких концентрациях хлоридов и сульфатов (500 мг/л и более) дозу необходимо увеличивать до 30-40 мг/л.

**11.30.** Защитные покрытия и электрохимическую защиту трубопроводов следует проектировать согласно п.п. [8.32](#)—[8.41](#).

## ОХЛАЖДЕНИЕ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ

**11.31.** Тип и размеры охладителя должны приниматься с учетом:

- расчетных расходов воды;
- расчетной температуры охлажденной воды, перепада температур воды в системе и требований технологического процесса к устойчивости охладительного эффекта;
- режима работы охладителя (постоянный или периодический);
- расчетных метеорологических параметров;
- условий размещения охладителя на площадке предприятия, характера застройки окружающей территории, допустимого уровня шума, влияния уноса ветром капель воды из охладителей на окружающую среду;
- химического состава добавочной и оборотной воды и др.

**11.32.** Область применения охладителей воды надлежит принимать по табл. 39.

Таблица 39

Охладитель	Область применения охладителя воды		
	Удельная тепловая нагрузка, тыс. ккал/ (м <sup>2</sup> /ч)	Перепад температур воды, °С	Разность температуры охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по смоченному термометру, °С
Вентиляторные градирни	80—100 и выше	3—20	4—5
Башенные градирни	60—100	5—15	8—10
Брызгальные бассейны	5—20	5—10	10—12
Водохранилища-охладители	0,2—0,4	5—10	6—8
Радиаторные (сухие) градирни	—	5—10	20—35
Открытые и брызгальные	7—15	5—10	10—12

**Примечание.** Показатели в таблице даны для воды поступающей на охладитель, с температурой не более 45 °С.

**11.33.** Технологические расчеты градирен и брызгальных бассейнов надлежит производить исходя из среднесуточных температур атмосферного воздуха по сухому и влажному термометрам (или относительной влажности воздуха) по замерам в 7, 13 и 19 ч за летний период года по многолетним наблюдениям при обеспеченности 1—10 %. Для тепловых и атомных электростанций расчеты надлежит производить исходя из среднесуточных температур атмосферного воздуха, по сухому и влажному термометрам за летний период среднего и жаркого года. Выбор обеспеченности производится в зависимости от категории водопотребителя по табл. 40.

Таблица 40

Категория водопотребителя	Степень ухудшения технологического процесса производства или ухудшения работы оборудования в результате превышения температуры охлажденной воды над расчетной	Обеспеченность метеорологических параметров при расчете охладителей воды, %
I	Нарушение технологического процесса производства в целом и, как следствие, значительные убытки	1
II	Допускаемое временное нарушение технологического процесса отдельных установок	5
III	Временное снижение экономичности технологического процесса производства в целом и отдельных установок	10

При отсутствии данных о среднесуточных температурах и влажности атмосферного воздуха с указанной обеспеченностью следует принимать средние температуры и влажности в 13 ч для наиболее жаркого месяца согласно [СНиП 2.01.01-82](#) с добавлением к температуре воздуха по влажному термометру 1—3 °С при неизменной величине влажности в зависимости от категории водопотребителя.

**11.34.** Технологические расчеты градирен должны выполняться по методике, учитывающей теплообмен в активной зоне охлаждения и аэродинамические сопротивления градирни, или по графикам, составленным на основании экспериментов.

**11.35.** Технологические расчеты охлаждающей способности брызгальных бассейнов и открытых градирен должны выполняться по экспериментальным графикам.

**11.36.** Технологические расчеты радиаторных градирен должны выполняться по методике, принятой для расчета теплообменных аппаратов с оребренными трубами, охлаждаемых воздухом.

**11.37.** Технологические расчеты водохранилищ-охладителей для тепловых и атомных электростанций должны выполняться исходя из среднемесячных гидрологических и метеорологических факторов среднего года с учетом теплоаккумулирующей способности водохранилища, графиков нагрузки и ремонта оборудования. Для летнего периода среднего и жаркого года обеспеченностью 10 % проверяется мощность оборудования, устанавливаются пределы и длительность ограничения мощности по максимальным суточным температурам охлаждающей воды. При использовании для охлаждения воды существующих водоемов другого назначения необходимо учитывать особенности пространственного формирования температурного режима в естественных условиях и при сбросе подогретой воды.

**11.38.** При наличии в оборотной воде примесей, агрессивных по отношению к материалам конструкций градирен и брызгальных бассейнов, должны предусматриваться обработка воды или защитные покрытия конструкций.

**11.39.** Глубина воды в брызгальных бассейнах и водосборных резервуарах градирен должна приниматься не менее 1,7 м, расстояние от уровня воды до борта бассейна или резервуара — не менее 0,3 м.

Для градирен, располагаемых на покрытиях зданий, допускается устройство поддонов с глубиной воды не менее 0,15 м.

**11.40.** Водосборные резервуары градирен и брызгальные бассейны должны оборудоваться отводящими, спускными и переливными трубопроводами, а также сигнализацией минимального и максимального уровней воды. На отводящем трубопроводе надлежит предусматривать сороудерживающую решетку с прозорами не более 30 мм.

Днища водосборных резервуаров и брызгальных бассейнов должны иметь уклон не менее 0,01 в сторону приямка со спускной трубой.

**11.41.** На подающем и отводящем трубопроводах брызгальных бассейнов следует предусматривать запорные устройства для выключения бассейнов на период очистки и ремонта.

**11.42.** Вокруг водосборных резервуаров градирен и брызгальных бассейнов следует предусматривать водонепроницаемое покрытие шириной не менее 2,5 м с уклоном от сооружений, обеспечивающим отвод воды, выносимой ветром из входных окон градирен и брызгальных бассейнов.

### Градирни

**11.43.** Градирни надлежит применять в системах оборотного водоснабжения, требующих устойчивого и глубокого охлаждения воды при высоких удельных гидравлических и тепловых нагрузках.

При необходимости сокращения объемов строительных работ, маневренного регулирования температуры охлажденной воды, автоматизации для поддержания заданной температуры охлажденной воды или охлаждаемого продукта следует применять вентиляторные градирни.

На застроенных территориях следует преимущественно применять вентиляторные градирни на покрытиях зданий.

В южных районах допускается применять поперечно-точные вентиляторные градирни.

В районах с ограниченными водными ресурсами, а также для предотвращения загрязнения оборотной воды токсичными веществами и защиты окружающей среды от их воздействия следует рассматривать возможность применения радиаторных (сухих) градирен или смешанных (сухих и вентиляторных) градирен.

**11.44.** Для обеспечения наиболее высокого эффекта охлаждения оборотной воды надлежит применять градирни с пленочным оросителем.

При наличии в оборотной воде жиров, смол и нефтепродуктов следует применять градирни с капельным оросителем; при наличии взвешенных веществ, образующих отложения, не смываемые водой, — брызгальные градирни.

**11.45.** Оросители надлежит предусматривать в виде блоков, конструкция и расстановка которых должны обеспечивать равномерное распределение потоков воды и воздуха по площади градирни.

**11.46.** Систему распределения воды надлежит принимать напорной трубчатой, допускается применение лотков. При установке разбрызгивающих сопел факелами, направленными вниз, расстояние от сопел до оросителя следует принимать 0,8—1 м, при направлении факелов вверх — 0,3—0,5 м.

**11.47.** Расположение сопел на трубах распределительной системы должно обеспечивать равномерное распределение воды по площади градирни над оросителем.

**11.48.** Для предотвращения выноса из градирни капель воды в зоне воздухораспределителя надлежит устанавливать ветровые перегородки, а над водораспределительными системами — водоуловительные устройства.

**11.49.** Конструкция и расстановка водоуловительных устройств должны обеспечивать отсутствие сквозных вертикальных щелей (оптическую плотность) по всей площади градирни, при этом вынос капель воды не должен превышать: 0,1—0,2 % расхода

оборотной воды при отсутствии в ней токсичных веществ, 0,05 % — при наличии токсичных веществ.

В вентиляторных градирнях водоуловительные устройства надлежит размещать на расстоянии не менее 0,5 диаметра вентилятора от его рабочего колеса.

**11.50.** При расположении градирен на покрытиях зданий необходимо предусматривать жалюзи на воздухоходных окнах градирен.

**11.51.** Конструкция обшивки каркаса градирни должна исключать возможность подсасывания наружного воздуха.

**11.52.** Вентиляторные градирни надлежит принимать секционными с забором воздуха с двух сторон или односекционными с забором воздуха по всему периметру.

**11.53.** Площадь входных окон градирни должна составлять 34—45 % площади градирни в плане.

**11.54.** Форму градирен в плане следует принимать: у секционных вентиляторных градирен — квадратную или прямоугольную с соотношением сторон не более 4:3, у односекционных и башенных — круглую, многоугольную или квадратную.

**11.55.** Для предотвращения обледенения градирен в зимнее время необходимо предусматривать возможность повышения тепловой и гидравлической нагрузок за счет отключения части секций или градирен, уменьшения подачи холодного воздуха в ороситель.

**11.56.** Для поддержания необходимой температуры охлажденной воды в зимнее время следует предусматривать устройства для сброса теплой воды в водосборный резервуар градирни.

**11.57.** Конструкции градирен надлежит принимать:

каркас — из железобетона, стали или дерева;

обшивку — из дерева, асбестоцементных или пластмассовых листов;

ороситель — из дерева, асбестоцемента или пластмассы;

водоуловительные устройства — из дерева, пластмассы или асбестоцемента;

водосборные резервуары — из железобетона.

Деревянные конструкции должны быть антисептированы невымываемыми антисептиками, при применении древесины мягколиственных пород — модифицированы (пропитаны специальными растворами).

Металлические конструкции должны быть защищены антикоррозионными покрытиями согласно [СНиП 2.03.11-85](#).

Железобетонные конструкции должны выполняться из марок бетона по морозостойкости и водопроницаемости, указанных в [п. 14.24](#).

### Водохранилища-охладители

**11.58.** Водохранилища-охладители надлежит применять при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, наличии свободных малоценных земельных площадей вблизи предприятий, наличии естественных водоемов или искусственных водохранилищ.

**11.59.** Глубина водохранилищ-охладителей при летних уровнях воды должна быть не менее 3,5 м на 80 % площади зоны циркуляции водохранилища. Следует предусматривать мероприятия по ликвидации мелководий, удалению всплывающего торфа, а также обеспечению требуемого качества воды.

**11.60.** Плотины, дамбы, водосбросы, водовыпуски и каналы для водохранилищ-охладителей надлежит проектировать по нормативным документам на проектирование гидротехнических сооружений.

**11.61.** Водохозяйственные расчеты водохранилищ-охладителей надлежит выполнять аналогично водохозяйственным расчетам водохранилищ с учетом потерь на дополнительные испарения.

**11.62.** Коэффициенты использования водохранилищ-охладителей должны определяться по аналогам на основании модельных лабораторных исследований, а при расширении предприятий — на основании натурных исследований.

**11.63.** Расположение и конструкции водозаборных и водовыпускных сооружений, а также сооружений, повышающих охлаждение воды (струераспределительные сооружения, струенаправляющие дамбы), необходимо принимать с учетом ветрового влияния, гидрологических особенностей водоемов (стоковых, ветровых, плотностных и других течений), а также возможностей использования и создания вертикальной циркуляции охлаждаемой воды.

С целью снижения температуры, повышения качества забираемой воды и защиты рыбной молоди следует рассматривать целесообразность устройства глубинных водозаборов.

**11.64.** Для водохранилищ-охладителей с притоком свежей воды следует предусматривать сброс части отработавшей воды в нижний бьеф водохранилища.

**11.65.** При проектировании водохранилищ надлежит предусматривать мероприятия по подготовке их ложа (расчистку от деревьев, кустарников и пр.). Состав и объем мероприятий определяются в каждом конкретном случае.

**11.66.** Для предотвращения размыва берегов водохранилища-охладителя и его заиления должны предусматриваться: укрепление берегов, организация стока поверхностных вод, устройство в устьях оврагов дамб, установление запретных зон запашки, травосеяние, насаждение кустарника на склонах водохранилища.

**11.67.** При заболачивании прилегающих к водохранилищу территорий необходимо предусматривать мелиоративные мероприятия.

**11.68.** Для уменьшения концентраций солей в воде водохранилища в случае необходимости надлежит предусматривать устройство сброса воды из нижних слоев водохранилища и подачу воды из других водотоков.

### **Брызгальные бассейны**

**11.69.** Брызгальные бассейны надлежит применять при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, наличии открытой площади для доступа воздуха. Их следует располагать длинной стороной перпендикулярно направлению господствующих ветров. При размещении брызгальных бассейнов следует учитывать возможность образования тумана и обледенения соседних сооружений и дорог.

**11.70.** Брызгальные бассейны надлежит проектировать не менее чем из двух секций, одна секция допускается для оборотных систем с периодическим режимом работы.

**11.71.** Расположение разбрызгивающих сопел на трубах распределительной системы должно обеспечивать равномерное распределение воды по площади брызгального бассейна.

**11.72.** Ширина брызгального бассейна в осях крайних сопел должна быть не более 50 м.

Для уменьшения уноса капель воды ветром крайние сопла устанавливаются на расстоянии 7—10 м от границы бассейна в зависимости от величины напора у сопел и скорости ветра.

**11.73.** В целях поддержания необходимого температурного режима в зимнее время в каждой секции брызгального бассейна необходимо предусматривать трубопровод для сброса воды без разбрызгивания.

**11.74.** Конструкцию брызгальных бассейнов надлежит принимать из бетона или железобетонных плит с устройством гидроизоляционного экрана.

**11.75.** Брызгальные устройства допускается располагать над естественными водоемами. При этом следует предусматривать планировку и крепление берегового откоса.



## **Размещение охладителей на площадках предприятий**

**11.76.** Размещение охладителей на площадках предприятий необходимо предусматривать из условий обеспечения свободного доступа к ним воздуха, а также наименьшей протяженности трубопроводов и каналов. При этом надлежит учитывать направления зимних ветров для исключения обмерзания зданий и сооружений (для градирен и брызгальных бассейнов).

**11.77.** Минимальное расстояние между охладителями воды, зданиями и сооружениями, а также между охладителями необходимо принимать согласно [СНиП II-89-80\\*](#).

## **12. ОБОРУДОВАНИЕ, АРМАТУРА И ТРУБОПРОВОДЫ**

**12.1.** Указания раздела следует учитывать при определении габаритов помещений, установке технологического и подъемно-транспортного оборудования, арматуры, а также укладке трубопроводов в зданиях и сооружениях водоснабжения.

**12.2.** При определении площади производственных помещений ширину проходов следует принимать, не менее:

между насосами или электродвигателями — 1 м;

между насосами или электродвигателями и стеной в заглубленных помещениях — 0,7 м, в прочих — 1 м; при этом ширина прохода со стороны электродвигателя должна быть достаточной для демонтажа ротора;

между компрессорами или воздуходувками — 1,5 м, между ними и стеной — 1 м;

между неподвижными выступающими частями оборудования — 0,7 м;

перед распределительным электрическим щитом — 2 м.

**Примечания:** 1. Проходы вокруг оборудования, регламентируемые заводом-изготовителем, следует принимать по паспортным данным.

2. Для агрегатов с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм включительно допускаются: установка агрегатов у стены или на кронштейнах; установка двух агрегатов на одном фундаменте при расстоянии между выступающими частями агрегатов не менее 0,25 м с обеспечением вокруг сдвоенной установки проходов шириной не менее 0,7 м.

**12.3.** Для эксплуатации технологического оборудования, арматуры и трубопроводов в помещениях должно предусматриваться подъемно-транспортное оборудование, при этом, как правило, следует принимать: при массе груза до 5 т — таль ручную или кран-балку подвесную ручную; при массе груза более 5 т — кран мостовой ручной; при подъеме груза на высоту более 6 м или при длине подкранового пути более 18 м — электрическое крановое оборудование.

**Примечания:** 1. Предусматривать грузоподъемные краны, необходимые только при монтаже технологического оборудования (напорных фильтров, гидромешалок и др.), не требуется.

2. Для перемещения оборудования и арматуры массой до 0,3 т допускается применение такелажных средств.

**12.4.** В помещениях с крановым оборудованием надлежит предусматривать монтажную площадку.

Доставку оборудования и арматуры на монтажную площадку следует производить такелажными средствами или талью на монорельсе, выходящем из здания, а в обоснованных случаях — транспортными средствами.

Вокруг оборудования или транспортного средства, устанавливаемого на монтажной площадке в зоне обслуживания кранового оборудования, должен быть обеспечен проход шириной не менее 0,7 м.

Размеры ворот или дверей следует определять исходя из габаритов оборудования или транспортного средства с грузом.

**12.5.** Грузоподъемность кранового оборудования надлежит определять исходя из максимальной массы перемещаемого груза или оборудования с учетом требований заводов — изготовителей оборудования к условиям его транспортирования.

При отсутствии требований заводов-изготовителей к транспортированию оборудования только в собранном виде грузоподъемность крана допускается определять исходя из детали или части оборудования, имеющей максимальную массу.

**Примечание.** Следует учитывать увеличение массы и габаритов оборудования в случаях предусматриваемой замены его на более мощное.

**12.6.** Определение высоты помещений (от уровня монтажной площадки до низа балок перекрытия), имеющих подъемно-транспортное оборудование, и установку кранов надлежит производить в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

При отсутствии подъемно-транспортного оборудования высоту помещений следует принимать согласно [СНиП 2.09.02-85](#).

**12.7.** При высоте до мест обслуживания и управления оборудования, электроприводов и маховиков задвижек (затворов) более 1,4 м от пола следует предусматривать площадки или мостики, при этом высота до мест обслуживания и управления с площадки или мостика не должна превышать 1 м.

Допускается предусматривать уширение фундаментов оборудования.

**12.8.** Установка оборудования и арматуры под монтажной площадкой или площадками обслуживания допускается при высоте от пола (или мостика) до низа выступающих конструкций не менее 1,8 м. При этом над оборудованием и арматурой следует предусматривать съёмное покрытие площадок или проемы.

**12.9.** Задвижки (затворы) на трубопроводах любого диаметра при дистанционном или автоматическом управлении должны быть с электроприводом. Допускается применение пневматического, гидравлического или электромагнитного приводов.

При отсутствии дистанционного или автоматического управления запорную арматуру диаметром 400 мм и менее следует предусматривать с ручным приводом, диаметром более 400 мм — с электрическим или гидравлическим приводом; в отдельных случаях при обосновании допускается установка арматуры диаметром более 400 мм с ручным приводом.

**12.10.** Трубопроводы в зданиях и сооружениях, как правило, следует укладывать над поверхностью пола (на опорах или кронштейнах) с устройством мостиков над трубопроводами и обеспечением подхода и обслуживания оборудования и арматуры.

Допускается укладка трубопроводов в каналах, перекрываемых съёмными плитами, или в подвалах.

Габариты каналов трубопроводов следует принимать:

при диаметре труб до 400 мм — ширину на 600 мм, глубину на 400 мм больше диаметра;

при диаметре труб 500 мм и выше — ширину на 800 мм, глубину на 600 мм больше диаметра;

В местах установки фланцевой арматуры следует предусматривать уширение канала согласно [п. 8.63](#).

Уклон дна каналов к прямку следует принимать не менее 0,005.

**12.11.** Напорные и самотечно-напорные трубопроводы в зданиях и на территориях водопроводных сооружений в пределах ограждения должны приниматься из стальных труб. Материал труб для транспортирования агрессивных жидкостей следует принимать согласно [разд. 6](#).

## 13. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

### Общие указания

**13.1.** Категории надежности электроснабжения электроприемников сооружений систем водоснабжения следует определять по «[Правилам устройств электроустановок](#)» (ПУЭ) Минэнерго СССР.

Категория надежности электроснабжения насосной станции должна быть такой же, как категория насосной станции, принятая по [п. 7.1](#).

**13.2.** Выбор напряжения электродвигателей следует производить в зависимости от их мощности, принятой схемы электропитания и с учетом перспективы развития проектируемого объекта; выбор исполнения электродвигателей — в зависимости от окружающей среды и характеристики помещения, в котором устанавливается электрооборудование.

Компенсация реактивной мощности должна осуществляться за счет перевозбуждения синхронных электродвигателей, а при их отсутствии с помощью статических компенсирующих устройств (конденсаторов) и с учетом требований «Руководящих указаний по компенсации реактивной мощности» Минэнерго СССР.

**13.3.** Распределительные устройства, трансформаторные подстанции и щиты управления следует размещать во встраиваемых или пристраиваемых помещениях с учетом возможного их расширения и увеличения мощности. Допускается предусматривать отдельно стоящие закрытые распределительные устройства и трансформаторные подстанции.

При установке закрытых щитов в производственных помещениях на балконах следует принимать меры, исключающие попадание на них воды.

**13.4.** В системах технологического контроля необходимо предусматривать: средства и приборы постоянного контроля;

средства периодического контроля (для наладки и проверки работы сооружений и др.).

**13.5.** Технологический контроль качественных параметров воды следует осуществлять непрерывным контролем приборами и анализаторами или лабораторными методами.

**13.6.** В конструкциях сооружений следует предусматривать закладные детали, проемы, камеры и пр., для установки средств электрооборудования и автоматизации.

**13.7.** Системы управления технологическими процессами и объем автоматизации сооружений должны приниматься в зависимости от условий эксплуатации, обосновываться технико-экономическими расчетами и учитывать социальные факторы.

### Водозаборные сооружения поверхностных и подземных вод

**13.8.** В водозаборных сооружениях поверхностных вод необходимо предусматривать контроль перепада уровня воды на решетках и сетках, а также измерение уровня воды в камерах, в водоеме или водотоке.

**13.9.** В водозаборных сооружениях подземных вод следует предусматривать измерения расхода или количества воды, подаваемой из каждой скважины (шахтного колодца), уровня воды в скважинах (колодцах), сборном резервуаре, а также давлений на насосах.

**13.10.** Для скважин (колодцев) следует предусматривать автоматическое отключение насосов при падении уровня воды ниже допустимого.

**13.11.** В водозаборах подземных вод управление насосами следует предусматривать автоматическое в зависимости от уровня воды в водонапорной башне (сборном резервуаре) или дистанционное (телемеханическое) из пункта управления.

## Насосные станции

**13.12.** В насосных станциях следует предусматривать измерение давления в напорных водоводах и у каждого насосного агрегата, расходов воды на напорных водоводах, а также контроль уровня воды в дренажных приемках и вакуум-котле, температуры подшипников агрегатов (при необходимости), аварийного уровня затопления (появления воды в машинном зале на уровне фундаментов электроприводов). При мощности насосного агрегата 100 кВт и более необходимо предусматривать периодическое определение коэффициента полезного действия с погрешностью не более 3 %.

**13.13.** Насосные станции всех назначений должны проектироваться, как правило, с управлением без постоянного обслуживающего персонала: автоматическим — в зависимости от технологических параметров (уровня воды в емкостях, давления или расхода воды в сети); дистанционным (телемеханическим) — из пункта управления; местным — периодически приходящим персоналом с передачей необходимых сигналов на пункт управления или пункт с постоянным присутствием обслуживающего персонала.

При автоматическом или дистанционном (телемеханическом) управлении должно предусматриваться также местное управление.

**13.14.** Для насосных станций с переменным режимом работы должна быть предусмотрена возможность регулирования давления и расхода воды, обеспечивающих минимальный расход электроэнергии. Регулирование может осуществляться ступенчато — изменением числа работающих насосных агрегатов или плавно — изменением частоты вращения насосов, степени открытия регулирующей арматуры и другими способами, а также сочетанием этих способов.

**13.15.** Регулируемым электроприводом следует оборудовать, как правило, один насосный агрегат в группе из 2—3 рабочих агрегатов.

Управление регулируемым электроприводом следует, как правило, осуществлять автоматически в зависимости от давления в диктующих точках сети, расхода воды, подаваемой в сеть, уровня воды в резервуарах.

**13.16.** Для насосных агрегатов мощностью 250 кВт и более следует принимать синхронные электродвигатели, для агрегатов меньшей мощности — асинхронные короткозамкнутые электродвигатели. Для агрегатов, регулируемых по схеме асинхронно-вентильного каскада, надлежит применять асинхронные электродвигатели с фазным ротором.

**13.17.** В автоматизируемых насосных станциях при аварийном отключении рабочих насосных агрегатов следует осуществлять автоматическое включение резервного агрегата.

В телемеханизируемых насосных станциях автоматическое включение резервного агрегата следует осуществлять для насосных станций I категории.

**13.18.** В насосных станциях I категории следует предусматривать самозапуск насосных агрегатов или автоматическое включение их с интервалом по времени при невозможности одновременного самозапуска по условиям электроснабжения.

**13.19.** При установке в насосной станции вакуум-котла для залива насосов должна быть обеспечена автоматическая работа вакуум-насосов в зависимости от уровня воды в котле.

**13.20.** В насосных станциях должна предусматриваться блокировка, исключая сработку пожарного, а также аварийного объема воды в резервуарах.

**13.21.** Управление пожарными насосами следует принимать дистанционным, при этом одновременно с включением пожарного насоса должны автоматически сниматься блокировка, запрещающая сработку пожарного объема воды, а также выключаться промывные насосы (при их наличии). При системе пожаротушения высокого давления одновременно с включением пожарных насосов должны автоматически выключаться все насосы другого назначения и закрываться задвижки на подающем трубопроводе в водонапорную башню или напорные резервуары.

**13.22.** Вакуум-насосы в насосных станциях с сифонным забором воды должны работать автоматически по уровню воды в воздушном колпаке, установленном на сифонной линии.

**13.23.** В насосных станциях должна предусматриваться автоматизация следующих вспомогательных процессов: промывки вращающихся сеток по заданной программе, регулируемой по времени или перепаду уровней, откачки дренажных вод по уровням воды в приемке, электроотопления по температуре воздуха в помещении, а также вентиляции согласно [СНиП 2.04.05-91](#).

### Станции водоподготовки

**13.24.** В станциях водоподготовки следует контролировать:  
расход воды (исходной, обработанной, промывной и повторно используемой);  
расход растворов реагентов и воздуха;  
уровни воды в фильтрах, смесителях, баках реагентов и других емкостях;  
уровни осадка в отстойниках и осветлителях;  
расходы воды и потери напора в фильтрах (при необходимости);  
величину остаточного хлора или озона;  
величину рН исходной и обработанной воды;  
концентрации растворов реагентов (допускается измерение переносными приборами и лабораторным методом);  
другие технологические параметры, которые требуют оперативного контроля и обеспечены соответствующими техническими средствами.

**13.25.** Следует предусматривать автоматизацию:

- дозирования коагулянтов и других реагентов;
- процесса обеззараживания хлором, озоном и хлор-реагентами;
- процесса фторирования и обесфторивания реагентным методом.

При переменных расходах воды автоматизацию дозирования растворов реагентов надлежит предусматривать по соотношению расходов обрабатываемой воды и реагента постоянной концентрации с местной или дистанционной коррекцией этого соотношения, при обосновании — по качественным показателям исходной воды и реагентов.

**13.26.** На фильтрах и контактных осветлителях необходимо предусматривать регулирование скорости фильтрования по расходу воды или по уровню воды на фильтрах с обеспечением равномерного распределения воды между ними.

**13.27.** Промывку фильтров и контактных осветлителей (при количестве более 10) следует автоматизировать.

Вывод фильтров на промывку следует предусматривать по уровню воды, величине потери напора в загрузке фильтра или качеству фильтрата; вывод на промывку контактных осветлителей — по величине потери напора или уменьшению расхода при полностью открытой регулирующей арматуре.

**13.28.** На фильтрах должно быть предусмотрено автоматическое удаление воздуха из трубопровода, подающего воду на промывку.

**13.29.** Промывку барабанных сеток и микрофильтров следует принимать автоматической по заданной программе или по величине перепада уровней воды.

**13.30.** Насосы, перекачивающие растворы реагентов, должны иметь местное управление с автоматическим отключением их при заданных уровнях растворов в баках.

**13.31.** На установках для реагентного умягчения воды следует автоматизировать дозирование реагентов по величине рН и электропроводности.

На установках для удаления карбонатной жесткости и рекарбонизации воды следует автоматизировать дозирование реагентов (извести, соды, дымовых газов) по величине рН, удельной электропроводности и т. п.

**13.32.** Регенерацию ионообменных фильтров следует автоматизировать: катионитных — по остаточной жесткости воды, анионитных — по электропроводности обработанной воды.

### **Водоводы и водопроводные сети**

**13.33.** На водоводах следует предусматривать устройства для сигнализации аварий.

**13.34.** На линиях водопроводных сетей в контролируемых точках следует предусматривать установку приборов для измерения давления и при необходимости расхода воды и сигнализацию заданных параметров.

**13.35.** При необходимости регулирования расходов воды следует предусматривать установку на сети поворотных затворов с дистанционным или телемеханическим управлением из пункта управления.

### **Емкости для хранения воды**

**13.36.** В резервуарах и баках всех назначений следует предусматривать измерение уровней воды и их контроль (при необходимости) для использования в системах автоматизации или передачи сигналов в насосную станцию или пункт управления.

### **Системы оборотного водоснабжения**

**13.37.** В системах оборотного водоснабжения кроме требований [п. 13.12](#) следует предусматривать контроль:

- расхода добавочной воды;
- уровней в камерах нагретой и охлажденной воды;
- температур нагретой и охлажденной воды;
- значения рН охлажденной воды;
- концентрации остаточного хлора в охлажденной воде;
- концентрации солей в нагретой воде.

**13.38.** Управление насосными станциями оборотного водоснабжения следует принимать согласно [п.п. 13.13—13.19](#).

**13.39.** Включение и отключение насосов нагретой воды следует автоматизировать в зависимости от уровня воды в приемной камере.

**13.40.** Автоматическое регулирование подачи добавочной воды в оборотную систему должно приниматься по уровню в камере охлажденной воды.

**13.41.** В секционных градирнях в зависимости от температуры охлажденной воды должно предусматриваться изменение числа работающих вентиляторов: на автоматизируемых насосных станциях — средствами автоматизации, на остальных — из пункта управления средствами дистанционного (телемеханического) управления.

**13.42.** При стабилизационной обработке воды необходимо автоматизировать дозирование растворов:

- фосфата — по расходу добавочной воды;
- кислоты — по заданной величине рН;
- хлора и купороса — по заданной программе.

### **Системы управления**

**13.43.** В целях обеспечения подачи воды потребителям в необходимом количестве и требуемого качества следует, как правило, предусматривать централизованную систему управления водопроводными сооружениями.

**13.44.** Системы управления технологическими процессами следует принимать:

диспетчерскую — обеспечивающую контроль и поддержание заданных режимов работы водопроводных сооружений на основе использования средств контроля, передачи, преобразования и отображения информации;

автоматизированную (АСУ ТП) — включающую диспетчерскую систему управления с применением средств вычислительной техники для оценки экономичности, качества работы и расчета оптимальных режимов эксплуатации сооружений.

АСУ ТП должны применяться при условии их окупаемости.

**13.45.** Структуру диспетчерского управления следует предусматривать одноступенчатой, с одним пунктом управления. Для крупных систем водоснабжения с большим количеством сооружений, располагаемых на разных площадках, допускается двух- или многоступенчатая структура диспетчерского управления с центральным и местными пунктами управления. Необходимость такой структуры следует в каждом случае обосновывать.

**13.46.** Диспетчерское управление системой водоснабжения должно быть составной частью диспетчеризации энергохозяйства промышленного предприятия или диспетчеризации коммунального хозяйства населенного пункта.

Пункт управления системы водоснабжения должен оперативно подчиняться пункту управления промышленного предприятия или населенного пункта.

Допускается предусматривать управление системой водоснабжения из объединенного для промышленного предприятия и коммунального хозяйства пункта управления при условии оснащения этого пункта самостоятельными диспетчерскими щитами и пультами управления системами водоснабжения.

**13.47.** Диспетчерское управление необходимо сочетать с частичной или полной автоматизацией контролируемых сооружений. Объемы диспетчерского управления должны быть минимальными, но достаточными для исчерпывающей информации о протекании технологического процесса и состоянии технологического оборудования, а также оперативного управления сооружениями.

**13.48.** На сооружениях, не оснащенных полностью средствами автоматизации и требующих присутствия постоянного дежурного персонала для местного управления и контроля, допускается устройство операторских пунктов с подчинением их службе диспетчерского управления.

**13.49.** Диспетчерское управление системой водоснабжения должно обеспечиваться прямой телефонной связью пункта управления с контролируемыми сооружениями, различными службами эксплуатации сооружений, энергодиспетчером, управлением водопроводного хозяйства и пожарной охраной.

Пункты управления и отдельные контролируемые сооружения должны также включаться в систему административно-хозяйственной телефонной связи.

Пункты управления и контролируемые сооружения должны быть радиофицированы и, как правило, оснащены средствами часификации.

**13.50.** В пунктах управления следует предусматривать:

диспетчерскую — для размещения диспетчерского персонала, щита пульта, мнемосхемы, других средств отображения информации и средств связи;

аппаратную — для размещения устройств телемеханики, электропитания, коммутации линии связи (кросс) каналобразующей и релейной телефонной аппаратуры;

комнату отдыха персонала;

мастерскую текущего ремонта аппаратуры;

аккумуляторную и зарядную.

Для размещения специальных технических средств АСУ ТП необходимо дополнительно предусматривать:

машинный зал для ЭВМ;

помещение подготовки и хранения данных;

помещение для программистов и операторов.



В зависимости от состава оборудования, предусмотренного для систем управления, отдельные помещения допускается объединять или исключать.

**13.51.** Пункты управления системы водоснабжения следует размещать на площадках водопроводных сооружений в административно-бытовых зданиях, зданиях фильтров или насосных станций (при создании необходимых условий по уровню шума, вибрации и т. п.), а также в здании управления водопроводного хозяйства.

**13.52.** При телемеханизации необходимо предусматривать диспетчерское управление: неавтоматизированными насосными агрегатами, для которых необходимо оперативное вмешательство диспетчера;

автоматизированными насосными агрегатами на станциях, не допускающих перерыва в подаче воды и требующих дублированного управления;

пожарными насосными агрегатами;

задвижками на сетях и водоводах для оперативных переключений.

**13.53.** При телемеханизации диспетчерского управления необходимо предусматривать передачу на пункты управления данных измерений основных технологических параметров подачи, распределения и обработки воды.

В отдельных случаях допускается предусматривать только сигнализацию параметров.

**13.54.** При телемеханизации диспетчерского управления необходимо предусматривать сигнализацию:

состояния всех телеуправляемых насосных агрегатов и задвижек, а также механизмов с местным или автоматическим управлением для информации диспетчера;

аварийного отключения оборудования;

затопления станции;

общего предупреждения и общего аварийного состояния по каждому сооружению или технологической линии;

характерных и предельно допустимых значений технологических параметров;

тревоги (открытия дверей и люков) на неохраняемых объектах;

пожарной опасности.

**13.55.** При создании АСУ ТП система управления должна выполнять информационно-вычислительные и управляющие функции.

## **14. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ И КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **Генеральный план**

**14.1.** Выбор площадок для строительства водопроводных сооружений, а также планировка и застройка их территорий должны выполняться в соответствии с технологическими требованиями, указаниями [СНиП II-89-80\\*](#) и требованиями [разделов 10](#) и [11](#).

**14.2.** Планировочные отметки площадок водопроводных сооружений, размещаемых на прибрежных участках водотоков и водоемов, должны приниматься не менее чем на 0,5 м выше расчетного максимального уровня воды, обеспеченность которого принимается по [табл. 11](#), с учетом ветрового нагона волны и высоты наката ветровой волны на откос, определяемых согласно [СНиП 2.06.04-82\\*](#).

**14.3.** Расходные склады для хранения сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) на площадке водопроводных сооружений надлежит размещать от зданий и сооружений (не относящихся к складскому хозяйству) с постоянным пребыванием людей и от водоемов и водотоков на расстоянии не менее 30 м; от зданий без постоянного пребывания людей — согласно [СНиП II-89-80\\*](#) от жилых, общественных и производственных зданий (вне площадки) при хранении СДЯВ в стационарных емкостях

(цистернах, танках) — не менее 300 м и при хранении в контейнерах или баллонах — не менее 100 м.

**14.4.** Водопроводные сооружения должны ограждаться. Для площадок станций водоподготовки, насосных станций, резервуаров и водонапорных башен с зонами санитарной охраны первого пояса следует, как правило, принимать глухое ограждение высотой 2,5 м. Допускается предусматривать ограждение на высоту 2 м — глухое и на 0,5 м — из колючей проволоки или металлической сетки, при этом во всех случаях должна предусматриваться колючая проволока в 4—5 нитей на кронштейнах с внутренней стороны ограждения.

Примыкание к ограждению строений, кроме проходных и административно-бытовых зданий, не допускается.

Для площадок сооружений забора подземной и поверхностной воды, насосных станций первого подъема и подкачки необработанной воды, а также для площадок сооружений хозяйственно-питьевого водопровода, размещаемых на территории предприятий, имеющих ограждение и сторожевую охрану, тип ограждений принимается с учетом местных условий, а также требований «Указаний по проектированию ограждений площадок и участков предприятий, зданий и сооружений» ([СН 441-72\\*](#))

**Примечание.** Ограждение насосных станций, работающих без разрыва струи (при отсутствии резервуаров), и водонапорных башен с глухим стволом, расположенных на территории предприятий или населенных пунктов, а также шламонакопителей станций водоподготовки допускается не предусматривать.

**14.5.** На площадках водопроводных сооружений с зоной санитарной охраны первого пояса должны предусматриваться технические средства охраны:

запретная зона шириной 5—10 м вдоль внутренней стороны ограждения площадки, ограждаемая колючей или гладкой проволокой на высоту 1,2 м;

тропа наряда внутри запретной зоны шириной 1 м на расстоянии 1 м от ограждения запретной зоны;

столбы-указатели, обозначающие границы запретной зоны и устанавливаемые не более чем через 50 м;

охранное освещение по периметру ограждения, при этом светильники надлежит устанавливать над ограждением из расчета освещения подступов к ограждению, самого ограждения и части запретной зоны до тропы наряда;

постовая телефонная связь и двухсторонняя электрозвонковая сигнализация постов с пунктом управления или караульным помещением, которое следует предусматривать при необходимости на водопроводах I категории ([п. 4.4](#)).

Для площадок станций водоподготовки с зоной санитарной охраны первого пояса должен приниматься полный объем технических средств охраны; для площадок станций водоподготовки с напорными фильтрами, насосных станций, резервуаров и водонапорных башен — ограждение согласно [п. 14.4](#) и охранное освещение; для площадок сооружений забора подземной и поверхностной воды и насосных станций первого подъема, а также для площадок станций водоподготовки, насосных станций, резервуаров и водонапорных башен, размещаемых на предприятиях, территория которых имеет ограждение и сторожевую охрану, — ограждение, предусмотренное [п. 14.4](#).

**14.6.** К зданиям и сооружениям водопровода, расположенным вне населенных пунктов и предприятий, а также в пределах первого пояса зоны санитарной охраны водозаборов подземных вод, следует предусматривать подъезды и проезды с облегченным усовершенствованным покрытием.

## Объемно-планировочные решения

**14.7.** Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений водоснабжения надлежит принимать согласно [СНиП 2.09.02-85](#), [СНиП 2.09.04-87](#) и [СНиП 2.01.02-85](#).

**14.8.** При проектировании станций водоподготовки следует, как правило, предусматривать блокировку емкостных сооружений и помещений, связанных общим технологическим процессом.

**14.9.** Класс ответственности и степень огнестойкости зданий и сооружений надлежит принимать по табл. 41.

Таблица 41

Сооружения	Категория сооружений по степени обеспеченности подачи воды по п. 4.4	Класс ответственности зданий, сооружений и конструкций	Степень огнестойкости
1. Водозаборы	I	I	II
	II	II	III
	III	II	IV
2. Насосные станции	I	II	I
	II	II	II
	III	II	III
3. Станции водоподготовки	II	II	II—III
4. Отдельно стоящие хлораторные	I	II	II
5. Емкости для хранения воды при количестве: до 2 или при наличии пожарного объема воды	I	II	Не нормируется
	II	II	То же
6. Водоводы	I—III	I—III	«
7. Водопроводные сети, колодцы	III	III	«
8. Водонапорные башни	III	II	II
9. Охладители оборотной воды: градирни	II	II	II—V
	II	II	Не нормируется
	II	II	II
10. Отделения приготовления реагентов, склады	II	II	II
11. Помещения электроустановок, трансформаторов, РУ, КТП, помещения щитов, диспетчерские	III	II	II

**Примечание.** Вспомогательные здания и бытовые помещения следует относить ко II классу ответственности и II степени огнестойкости.

По степени пожарной опасности здания и сооружения водоснабжения надлежит относить к производству категории Д, отделения углевания и аммиачных — к производству категории В.

**14.10.** Группы санитарной характеристики производственных процессов, данные для расчета отопления, вентиляции и освещения зданий и помещений следует принимать по [табл. 44](#).

**14.11.** Размеры прямоугольных и диаметры круглых в плане емкостных сооружений надлежит принимать кратными 3 м, а по высоте — 0,6 м. При длине стороны или диаметре сооружений до 9 м, а также для емкостных сооружений, встроенных в здания (независимо от их размеров), допускается принимать размеры прямоугольных сооружений кратными 1,5 м, круглых — 1 м.

**14.12.** Подземные емкостные сооружения, имеющие обвалование грунтом высотой менее 0,5 м над спланированной поверхностью территории, должны иметь ограждение от возможного заезда транспорта или механизмов.

**14.13.** Открытые емкостные сооружения, если их стены возвышаются над отметкой пола, площадки или планировки менее чем на 0,75 м, должны иметь по внешнему периметру дополнительное ограждение, при этом общая высота до верха ограждения должна быть не менее 0,75 м. Для стен, ширина верхней части которых более 300 мм, допускается возвышение над полом, площадкой или планировкой не менее 0,6 м без ограждения. Отметка пола или планировки должна быть ниже верха стен открытых емкостных сооружений не менее чем на 0,15 м.

**14.14.** Допускается опирание ограждающих и несущих конструкций здания на стены встроенных емкостей, не предназначенных для хранения агрессивных жидкостей.

**14.15.** Лестницы для выхода из заглубленных помещений должны быть шириной не менее 0,9 м с углом наклона не более 45°, из помещений длиной до 12 м — не более 60°. Для подъема на площадки обслуживания ширина лестниц должна быть не менее 0,7 м, угол наклона не более 60°.

Для одиночных переходов через трубы и для подъема к отдельным задвижкам и затворам допускается применять лестницы шириной 0,5 м с углом наклона более 60° или стремянки.

**14.16.** Спуск в колодцы, прямки и емкостные сооружения на глубину до 10 м допускается устраивать вертикальным по ходовым скобам или стремянкам. При этом на стремянках высотой более 4 м следует предусматривать защитные ограждения. В колодцах защитные ограждения допускается не предусматривать.

**14.17.** Внутренняя отделка помещений должна приниматься согласно рекомендуемому [прил. 13](#).

## Конструкции и материалы

**14.18.** Емкостные сооружения надлежит проектировать, как правило, из сборно-монолитного железобетона. При обосновании допускается применение других материалов, обеспечивающих надлежащие эксплуатационные качества сооружений. Стены железобетонных цилиндрических емкостных сооружений диаметром более 9 м следует проектировать, как правило, предварительно обжатыми.

Для стволов водонапорных башен допускается применять сталь или местные несгораемые материалы, а для баков — сталь.

Для резервуаров применение стали не допускается, кроме районов, оговоренных в ТП 101-81\*.

**14.19.** В емкостных сооружениях длиной до 50 м, располагаемых в неотопливаемых зданиях или на открытом воздухе, и длиной до 70 м, располагаемых в отопливаемых зданиях или полностью обвалованных грунтом, температурно-усадочные швы допускается не предусматривать при условии, если температура наружного воздуха наиболее холодных суток не ниже минус 40 °С и температура воды в емкостном сооружении не превышает 40 °С.

При этом в сооружениях длиной соответственно более 25 и 40 м следует предусматривать устройство одного-двух временных швов шириной 0,5—1 м, замоноличиваемых при положительной температуре в самое холодное время

строительного периода; бетонирование днища между этими швами должно производиться непрерывно.

**14.20.** Герметичность ограждающих конструкций подземных частей зданий не должна допускать наличия увлажненных участков (без выделения капельной влаги) площадью более 20 % внутренней поверхности ограждающих конструкций.

Ограждающие конструкции емкостных сооружений должны обеспечивать требования, предъявляемые при гидравлических испытаниях этих сооружений.

Ограждающие конструкции резервуаров для питьевой воды, кроме того, должны полностью исключать возможность попадания в резервуар атмосферной и грунтовой воды, а также пыли.

**14.21.** Для закрытых емкостных сооружений необходимо проектировать утепление стен и покрытий в зависимости от климатических условий, температуры поступающей воды и технологического режима их работы.

Утепление следует предусматривать, как правило, обсыпкой грунтом, при этом толщина слоя грунта на покрытии должна быть не менее 0,5 м. Допускается применение утеплителей из искусственных материалов.

Следует предусматривать мероприятия, предохраняющие от промерзания грунт основания под днищами при опорожнении емкости в зимнее время, а также во время строительства.

**14.22.** В резервуарах, предназначенных для хранения питьевой воды, внутренние поверхности бетонных и железобетонных конструкций, соприкасающиеся с водой, должны отвечать требованиям не ниже категории АІ по ГОСТ 13015—81.

**14.23.** При проектировании контактных осветлителей для подготовки воды на хозяйственно-питьевые нужды следует предусматривать остекленные перегородки высотой от пола площадок обслуживания не менее 2,5 м, отделяющие осветлители от коридора управления; при этом нижняя часть перегородки на высоту 1—1,2 м должна быть глухой.

Для днищ контактных осветлителей без поддерживающих слоев следует применять бетоны не ниже класса В25.

**14.24.** Марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости для железобетонных конструкций емкостных сооружений и градирен должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 42.

Таблица 42

Конструкции и условия их эксплуатации	Требуемая марка бетона				по водонепроницаемости
	по морозостойкости при расчетной температуре наружного воздуха				
	минус 5 °С и выше	ниже минус 5 °С до минус 20 °С	ниже минус 20 °С до минус 40 °С	ниже минус 40 °С	
<i>1. Емкостные сооружения</i>					
1. Конструкции, подвергающиеся чередующемуся замораживанию при переменном уровне воды, с постоянным воздействием воздушной среды:					
а) тонкостенные конструкции типа лотков	F 150	F 200	F 300	F 400	При градиентах напора: до 30 – W4 от 30 до 50 – W6 свыше 50 – W8 То же
б) прочие конструкции открытых сооружений (облицовка откосов водоемов, водозаборных сооружений)	F 100	F 150	F 200	F 300	
2. То же, при постоянном уровне воды (стены открытых емкостных сооружений)	F 75	F 100	F 150	F 200	«
3. Конструкции, заглубленные в грунт или обсыпанные грунтом и находящиеся в зоне сезонного промерзания (ограждающие конструкции емкостей и колодцев)	F 50	F 75	F 100	F 150	«
4. Конструкции, расположенные в отапливаемых помещениях (фильтры, осветлители, баки для реагентов), постоянно находящиеся под водой (водоприемники, днища емкостных сооружений) или	—	—	F 50	F 75	«

заглубленные ниже глубины промерзания					
<i>II. Градирни</i>					
5. Надземные конструкции (кроме вытяжных башен) и стены водосборных бассейнов при тепловой нагрузке в зимнее время на 1 м <sup>2</sup> площади орошения 50 тыс. ккал/ч и более	F 100	F 200	F 300	F 400	W8
6. То же, при тепловой нагрузке менее 50 тыс. ккал/ч	F 200	F 300	F 400	F 400	W8
7. Вытяжные башни	F 300	F 400	Не применяются		W8
8. Днища водосборных бассейнов при тепловой нагрузке на 1 м <sup>2</sup> площади орошения 50 тыс. ккал/ч и более	F 50	F 100	F 150	F 200	W6
9. То же, при тепловой нагрузке менее 50 тыс. ккал/ч	F 100	F 150	F 200	F 300	Для температур до минус 40 °С – W6; ниже минус 40 °С – W8
<b>Примечания:</b> 1. Марки бетона по морозостойкости даны для сооружений II класса ответственности. Для сооружений I класса марки бетона по морозостойкости должны быть повышены на одну ступень, а для сооружений III класса понижены на одну ступень, но не ниже F 50. 2. При наличии агрессивной среды марки бетона по водонепроницаемости следует назначать с учетом требований <a href="#">СНиП 2.03.11-85</a> . 3. На емкостные сооружения водоснабжения требования на бетон гидротехнический не распространяются. 4. Под градиентом напора понимается отношение величины гидростатического напора к толщине конструкции.					

**14.25.** Заделка трубопроводов в ограждающих конструкциях емкостных сооружений и подземных частей зданий должна обеспечить водонепроницаемость ограждающих конструкций.

При жесткой заделке труб следует учитывать возможность передачи усилий от них на ограждающие конструкции и принимать меры к исключению или уменьшению этих усилий; при применении сальников необходимо обеспечивать доступ к ним для осмотра и возобновления уплотняющей набивки.

Во всех случаях заделки трубопроводов необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие сохранность сопряженного с ними оборудования и ограждающих конструкций от температурных и сейсмических воздействий, а также от разности осадок зданий или сооружений и наружных трубопроводов.

**Примечание.** Проход труб через днище допускается предусматривать при помощи стальных ребристых патрубков, жестко заделываемых в днище с обетонированием участка трубопровода под днищем.

**14.26.** Гидравлические испытания емкостных сооружений на прочность и водонепроницаемость согласно [СНиП 3.05.04-85](#) должны производиться при положительной температуре поверхности наружных стен, при этом сооружения с антикоррозионным покрытием должны испытываться до нанесения покрытия.



Резервуары для питьевой воды должны дополнительно испытываться на герметичность всех ограждающих конструкций.

**14.27.** Высоту засыпки от верха покрытия колодцев до ее поверхности надлежит определять с учетом вертикальной планировки и принимать не менее 0,5 м.

Вокруг люков колодцев, размещаемых на застроенных территориях без дорожных покрытий, следует предусматривать отмостки шириной 0,5 м с уклоном от люков. На проезжей части с усовершенствованными покрытиями крышки люков должны быть на одном уровне с поверхностью проезжей части.

Крышки люков колодцев на водоводах, прокладываемых по незастроенной территории, должны быть выше поверхности земли не менее чем на 0,2 м.

### Расчет конструкций

**14.28.** При расчете емкостных сооружений и подземных частей зданий нагрузки, воздействия и коэффициенты перегрузки должны приниматься согласно [СНиП 2.01.07-85](#) и [табл. 43](#), класс ответственности — по [табл. 41](#).

**14.29.** Расчет емкостных сооружений должен производиться на нагрузки и воздействия с учетом коэффициентов перегрузки, указанных в [табл. 43](#), на два сочетания нагрузок:

I — при гидравлических испытаниях, когда заглубленное в грунт сооружение залито водой с наиболее невыгодным по сечению заполнением. Для необсыпанных сооружений это сочетание является эксплуатационным;

II — при эксплуатации, когда сооружение не заполнено водой и обсыпано грунтом. В этом случае необходима проверка на устойчивость против всплывания.

Таблица 43

Нагрузки и воздействия	Коэффициент перегрузки	Заглубленные в грунт или обвалованные сооружения						Емкостные сооружения внутри зданий	
		Емкостные сооружения				Подземные части зданий			
		закрытые		открытые					
		сочетания нагрузок							
		I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Постоянные</i>									
Давление грунта обратной засыпки	1,15	-	+	-	+	-	+	-	-
Вес грунта обсыпки	1,15	-	+	-	-	-	-	-	-
Собственный вес конструкции	1,1 (0,9)	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Временные длительные</i>									
Давление технологической жидкости	1	-	См. примеч. 2	-	См. примеч. 2	-	-	-	+
Давление грунтовых вод	1,1	-	+	-	+	-	+	-	-
Температурные воздействия от технологической жидкости	1,2	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>Кратковременные</i>									
Нагрузки на призме обрушения грунта обратной засыпки в основании обваловки по фактическим данным, но не менее 10 кПа (1000 кгс/м <sup>2</sup> )	1,3	-	+	-	+	-	+	-	-
Давление воды при	1	+	-	+	-	-	-	+	-

гидравлическом испытании									
Нагрузка на покрытие и обваловке, включая временную нагрузку или вакуум, возникающий при опорожнении, а также снеговую, не более 2,5 кПа (250 кгс/м <sup>2</sup> )	1,2	-	+	-	-	-	-	-	-
Вакуум при опорожнении закрытых емкостей по фактическим данным, но не более 1 кПа (100 кгс/м <sup>2</sup> )	1,1	-	+	-	-	-	-	-	-

**Примечания:** 1. Знак «плюс» означает наличие нагрузки или воздействия в данном сочетании.

2. Давление воды на ограждающие конструкции при гидравлических испытаниях учитывается как временная кратковременная нагрузка. Давление технологической жидкости на наружные стены в течение эксплуатации следует учитывать как временное длительное, при этом для сооружений, заглубленных в грунт, необходимо учитывать сочетание с одновременным давлением грунта обсыпки. Давление на внутренние стены многосекционных емкостных сооружений следует учитывать как временную кратковременную нагрузку, если при эксплуатации этих сооружений соседние секции будут опорожняться кратковременно.

3. Нормативная нагрузка на стены и днища емкостных сооружений от давления технологической жидкости (или воды при гидравлическом испытании) должна приниматься равной гидростатическому давлению жидкости при максимальном проектном уровне. Расчетная нагрузка должна приниматься равной гидростатическому давлению жидкости при уровне жидкости на 100 мм выше кромки переливного устройства, а при его отсутствии — до верха стен.

4. На температурные воздействия следует рассчитывать конструкции сооружений, заполненных жидкостью с температурой выше 50 °С или при перепаде температур более 30 °С.

5. Покрытия заглубленных или обвалованных емкостных сооружений надлежит рассчитывать на кратковременную нагрузку от строительных механизмов, перемещающихся по слою грунта толщиной не менее 0,3 м, без учета других временных нагрузок.

6. Расчет элементов покрытия на внецентренное растяжение при эксплуатации от давления технологической жидкости в емкости следует выполнять на максимально возможную нагрузку на покрытие и давление на стены от грунта с коэффициентом перегрузки 0,9 и углом внутреннего трения с коэффициентом 1,1.

7. Перегородки, не рассчитываемые на гидростатическое давление, должны быть проверены на ветровую нагрузку при опорожнении открытых или при строительстве закрытых емкостных сооружений.

**14.30.** Расчетные уровни грунтовых вод на площадках водопроводных сооружений должны устанавливаться согласно долгосрочному прогнозу с учетом максимального уровня воды в водотоке или водоеме в зависимости от принятого процента обеспеченности по [табл. 11](#). Прочность и устойчивость зданий и сооружений, расположенных в поймах водотоков и водоемов, при строительстве следует проверять при расчетном уровне воды 10 % обеспеченности.

**14.31.** Расчет емкостных сооружений на устойчивость против всплывания допускается производить без учета временного повышения грунтовых вод в периоды паводка, если в проектах предусмотрены мероприятия, предотвращающие опорожнение сооружений в этот период, и контроль за уровнем грунтовых вод.

Коэффициент устойчивости против всплывания следует принимать равным 1,1.

**14.32.** Напряжения сжатия в бетоне стен цилиндрических емкостных сооружений от предварительного обжатия, после заполнения их водой при отсутствии обсыпки и с учетом всех потерь в напрягаемой арматуре, должны быть не менее: в нижней части, равной  $\frac{1}{3}$  высоты, — 0,8 МПа (8 кгс/см<sup>2</sup>), в верхней части — 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>).

## Антикоррозионная защита строительных конструкций

**14.33.** Антикоррозионная защита строительных конструкций должна предусматриваться согласно [СНиП 2.03.11-85](#) и [п. 1.3](#).

**14.34.** При проектировании подземных и наземных сооружений, располагаемых в зоне действия блуждающих токов, должны предусматриваться меры защиты железобетонных конструкций от электрохимической коррозии.

**14.35.** Следует предусматривать возможность нанесения и периодического восстановления антикоррозионного покрытия элементов конструкции или принимать конструктивные решения, обеспечивающие сохранность сооружений на весь период эксплуатации.

**14.36.** При проектировании емкостей для хранения агрессивных жидкостей следует предусматривать возможность регулярного наблюдения за состоянием наружных поверхностей стен и контроля герметичности днища.

Не допускаются:

- опирание несущих стен зданий на стены емкостей;
- опирание на стены или днища емкостей междуэтажных перекрытий и колонн;
- устройство разделительных перегородок внутри емкости для хранения различных жидкостей;
- прокладка трубопроводов в толще бетона днищ;
- нарушение цельности антикоррозионных покрытий.

**Примечание.** В случаях копи обеспечен доступ к элементам конструкций емкостей для регулярного осмотра и обеспечена возможность периодического восстановления антикоррозионного покрытия и ремонта конструкций, допускается опирание на стены емкостей площадок обслуживания и ограждающих конструкций помещения насосов для перекачки жидкостей из этих емкостей.

## Отопление и вентиляция

**14.37.** Необходимый воздухообмен в производственных помещениях следует рассчитывать по количеству вредных выделений от открытых емкостных сооружений, оборудования, арматуры и коммуникаций. Количество вредных выделений надлежит принимать по данным технологической части проекта.

При отсутствии данных следует использовать результаты натурных обследований аналогичных действующих сооружений. Для сооружений, по которым нет аналогов, допускается рассчитывать количество воздуха по кратности воздухообмена согласно [табл. 44](#).

**14.38.** Выброс воздуха постоянно действующей вентиляцией из помещения хлордозаторной надлежит осуществлять через трубу высотой на 2 м выше конька кровли самого высокого здания, находящегося в радиусе 15 м, постоянно действующей и аварийной вентиляцией из расходного склада хлора — через трубу высотой 15 м от уровня земли. При необходимости следует предусматривать очистку выбросного воздуха.

**14.39.** В помещении приготовления раствора хлорного железа кроме общеобменной вентиляции необходимо предусматривать местный отсос воздуха из бокса для вымывания хлорного железа из тары.

**14.40.** В помещении приготовления раствора фтористого натрия кроме общеобменной вентиляции необходимо предусматривать местный отсос воздуха из шкафного укрытия для растаривания бочек с фтористым натрием. В сечениях рабочих проемов скорость воздуха должна быть не менее 0,5 м/с.

Таблица 44

Сооружения и помещения	Температура воздуха для систем отопления, °С	Кратность воздухообмена, ч		Группа санитарных характеристик производственных процессов	Нормируемый коэффициент естественного освещения КЕО при боковом освещении	Освещенность при искусственном освещении ЛК
		приток	вытяжка			
1. Машинные залы водозаборных сооружений	5	1	1	I-б	0,3	75
2. Машинные залы насосных станций	5	По расчету на тепловыделения		I-б	0,3	75
3. Станции водоподготовки:						
а) отделение барабанных сеток и микрофильтров	5	По расчету на влаговыведения		I-б	0,3	75
б) отделение фильтровального зала	5	То же	То же	I-б	0,3	75
в) хлордозаторная, озонаторная	16	6	6	II-в	0,3	75
г) дозаторная аммиака	16	6	6	II-в	0,3	75
4. Отделения реагентного хозяйства для приготовления растворов:						
а) сернокислого алюминия, известкового молока, гексаметафосфата, фтористого натрия, полиакриламида, активной кремнекислоты	16	3	3	II-в	0,3	75
б) хлорного железа, гипохлорита	16	6	6	II-в	0,3	75
5. Склады реагентов:						
а) мокрого хранения сернокислого алюминия, извести, соды	5	По расчету на влаговыведения		II-г	0,2	50
б) жидкого хлора	См. примеч. 3	6	6+баварийная	II-г	0,2	50
в) жидкого хлора неотапливаемые	—	—	6+баварийная	II-г	0,2	50
г) аммиака	Не отапливается	—	6	II-г	0,2	50
д) активного угля, фосфатов, сульфоугля, полиакриламида, жидкого стекла, фторсодержащих реагентов	5	3	3	II-в	0,2	50
е) серной кислоты	5	6	6	II-г	0,2	50
ж) хлорного железа	5	6	6	II-г	0,2	50

Примечания: 1. При наличии в производственных помещениях постоянного обслуживающего персонала температура воздуха в них должна быть не менее 16 °С.

2. Температуру воздуха в помещениях, имеющих большие водные поверхности, следует принимать не менее чем на 2 °С выше температуры водной поверхности.

3. В складах жидкого хлора отопление, как правило, не предусматривается. При установке в расходном складе хлора, кроме тары с жидким хлором, технологического оборудования, связанного с эксплуатацией хлорного хозяйства, следует предусматривать отопление для обеспечения расчетной температуры воздуха 5 °С.

4. Нормируемый коэффициент естественного освещения приведен для III пояса светового климата. Значения коэффициентов для других поясов, а также расчет освещенности для зданий и помещений, не указанных в табл. 44, следует принимать согласно [СНиП 23-05-95](#).

## **15. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

### **СЕЙСМИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ**

#### **Общие указания**

**15.1.** Требования настоящего подраздела должны выполняться при проектировании систем водоснабжения в районах с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

**15.2.** В районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов при проектировании систем водоснабжения I категории и, как правило, II категории надлежит предусматривать использование не менее двух источников водоснабжения; допускается использование одного поверхностного источника с устройством водозаборов в двух створах, исключающих возможность одновременного перерыва подачи воды.

Для систем водоснабжения III категории и, при обосновании, для II категории, а также для систем водоснабжения всех категорий в районах с сейсмичностью 7 баллов допускается использование одного источника водоснабжения.

В районах с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов при использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод из трещиноватых и карстовых пород для систем водоснабжения всех категорий следует принимать второй источник — поверхностные или подземные воды из песчаных и гравелистых пород.

**15.3.** В системах водоснабжения при использовании одного источника водоснабжения (в том числе поверхностного при заборе воды в одном створе) в районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов в емкостях надлежит предусматривать объем воды на пожаротушение в два раза больше определяемого по [п. 9.4](#) и аварийный объем воды, обеспечивающий производственные нужды по аварийному графику и хозяйственно-питьевые нужды в размере 70 % расчетного расхода не менее 8 ч в районах с сейсмичностью 8 баллов и не менее 12 ч в районах с сейсмичностью 9 баллов.

**15.4.** Расчетное число одновременных пожаров в районах с сейсмичностью 9 баллов необходимо принимать на один больше, чем указано в [п.п. 2.12](#), [2.22](#) и [2.23](#) (за исключением населенных пунктов, предприятий и отдельно стоящих зданий при расходе воды на наружное пожаротушение не более 15 л/с).

**15.5.** Для повышения надежности работы систем водоснабжения следует рассматривать возможность: рассредоточения напорных резервуаров; замены водонапорных башен напорными резервуарами; устройства по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы перемычек между сетями хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водопровода, а также подачи необработанной обеззараженной воды в сеть хозяйственно-питьевого водопровода.

**15.6.** Насосные станции противопожарного и хозяйственно-питьевого водоснабжения не допускается блокировать с производственными зданиями и сооружениями.

При блокировке насосных станций со зданиями и сооружениями водоснабжения необходимо предусматривать мероприятия, исключающие возможность затопления машинных залов и помещений электроустройств при нарушении герметичности емкостных сооружений.

**15.7.** Заглубленные насосные станции должны располагаться на расстоянии (в свету) не менее 10 м от резервуаров и трубопроводов.

**15.8.** На станциях подготовки воды емкостные сооружения необходимо разделять на отдельные блоки, количество которых должно быть не менее двух.

**15.9.** На станции подготовки воды должны предусматриваться обводные линии для подачи воды в сеть, минуя сооружения. Обводную линию надлежит прокладывать на

расстоянии (в свету) не менее 5 м от других сооружений и коммуникаций. При этом должно быть предусмотрено простейшее устройство для хлорирования подаваемой в сеть питьевой воды.

**15.10.** Количество резервуаров одного назначения в одном узле должно быть не менее двух, при этом соединение каждого резервуара с подающими и отводящими трубопроводами должно быть самостоятельным, без устройства между соседними резервуарами общей камеры переключения.

**15.11.** Жесткая заделка труб в стенах и фундаментах зданий не допускается. Размеры отверстий для прохода труб должны обеспечивать зазор по периметру не менее 10 см; при наличии просадочных грунтов зазор по высоте должен быть не менее 20 см; заделку зазора надлежит принимать из плотных эластичных материалов.

Проход труб через стены подземной части насосных станций и емкостных сооружений надлежит принимать таким, чтобы взаимные сейсмические воздействия стен и трубопроводов исключались. Как правило, для этой цели должны применяться сальники.

**15.12.** На вводах и выходах трубопроводов из зданий или сооружений, в местах присоединения трубопроводов к насосам, водозаборным скважинам, в местах соединения стояков водонапорных башен с горизонтальными трубопроводами, а также в местах резкого изменения профиля или направления трассы трубопроводов необходимо предусматривать гибкие соединения, допускающие угловые и продольные перемещения концов трубопроводов.

### **Водоводы и сети**

**15.13.** При проектировании водоводов и сетей в сейсмических районах допускается применять все виды труб, указанные в [п. 8.21](#) и обеспечивающие надежную работу при воздействии сейсмических нагрузок. При этом глубину заложения труб следует принимать согласно [разд. 8](#).

**15.14.** Выбор класса прочности труб необходимо производить с учетом основных и особых сочетаний нагрузок при сейсмических воздействиях.

Компенсационные способности стыков необходимо обеспечивать применением гибких стыковых соединений.

**15.15.** Количество линий водоводов, как правило, должно быть не менее двух. Количество переключений надлежит назначать, исходя из условия возникновения на водоводах двух аварий, при этом общую подачу воды на хозяйственно-питьевые нужды допускается снижать не более чем на 30 % расчетного расхода, на производственные нужды — по аварийному графику.

В системах водоснабжения III категории и, при обосновании, II категории допускается прокладка водоводов в одну линию, при этом объем емкостей следует принимать по большей величине, определенной по [п. 9.6](#) или [п. 15.3](#).

Водопроводные сети должны проектироваться кольцевыми.

### **Строительные конструкции**

**15.16.** Конструкции зданий и сооружений следует проектировать в соответствии с требованиями [СНиП II-7-81\\*](#) и настоящего раздела.

Расчетная сейсмичность зданий и сооружений систем водоснабжения должна приниматься согласно [табл. 45](#).

**15.17.** Емкостные сооружения и подземные части зданий должны рассчитываться на наиболее опасные возможные сочетания сейсмических воздействий от собственной массы конструкций, массы жидкости, заполняющей емкость, и грунта, включая обваловку. Определение величины сейсмических воздействий от массы жидкости и грунта следует выполнять по разд. 5 [СНиП II-7-81\\*](#).



**Примечание.** При расчете водонапорных башен требования настоящего пункта распространяются только на расчет конструкций бака.

Таблица 45

Класс ответственности зданий и сооружений по <a href="#">табл. 41</a>	Расчетная сейсмичность зданий и сооружений при сейсмичности площадки строительства, балл		
	7	8	9
I — II	7	8	9
III	Без учета сейсмических воздействий	7	7

**Примечание.** Здания и сооружения рассчитываются на нагрузки, соответствующие расчетной сейсмичности. Эти нагрузки для зданий и сооружений, функционирование которых необходимо при ликвидации последствий землетрясения, умножаются на коэффициент 1,2, для водозаборных сооружений поверхностной воды — 1,5.

**15.18.** Сейсмические воздействия на емкостные сооружения и подземные части зданий от собственной массы конструкций и нагрузок на них определяются как для зданий. При этом значения произведения коэффициентов, входящих в формулы (1) и (2) [СНиП II-7-81\\*](#), допускается принимать по табл. 46.

Таблица 46

Расположение зданий и сооружений по отношению к грунту	Значения произведений коэффициентов $\beta_i \eta_{ik}$ в зависимости от категории грунта по <a href="#">табл. 1 СНиП II-7-81*</a>			Значение произведений коэффициентов $K_1 K_2 K_\psi$ в зависимости от класса ответственности зданий и сооружений по <a href="#">табл. 41</a>		
	I	II	III	I	II	III
Наземные	3	2,7	2	0,3	0,25	0,2
Подземные	2	1,8	1,5	0,25	0,2	0,15

**Примечание.** Сооружения, заглубленные в грунт, рассчитываются как подземные, если величина заглубления превышает половину их высоты, и как наземные при меньшем заглублении.

## ПОДРАБАТЫВАЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ

### Общие указания

**15.19.** При проектировании зданий и сооружений, водоводов и сетей необходимо предусматривать защиту их от влияния подземных горных разработок.

**15.20.** Проектирование закрытых резервуаров допускается на подрабатываемых территориях I—IV групп объемом не более 6000 м<sup>3</sup>, на подрабатываемых территориях Iк—IVк большего объема воды следует предусматривать несколько резервуаров.

Объем открытых емкостей не нормируется.

**15.21.** Камеры переключения должны быть отделены от резервуаров деформационными швами.

**15.22.** При проектировании емкостных сооружений необходимо предусматривать свободный доступ к их основным элементам и узлам для обеспечения контроля за работой сооружений и для производства последеформационных ремонтов.

**15.23.** В сооружениях для подготовки воды (осветлители, отстойники, фильтры и т. д.) необходимо предусматривать возможность выравнивания водосливных кромок лотков и желобов после деформаций основания.



Для лотков и желобов с затопленными отверстиями выравнивание кромок предусматривать не требуется.

**15.24.** При проектировании станций подготовки воды необходимо применять раздельную компоновку основных сооружений. Блокировка их допускается для станций производительностью до 30 000 м<sup>3</sup>/сут и в случаях строительства на подрабатываемых территориях IV группы.

**15.25.** В целях повышения надежности работы станций водоподготовки отдельные сооружения надлежит разделять на блоки и секции.

**15.26.** Отметки днища и уровней воды в емкостных сооружениях необходимо назначать с учетом обеспечения самотечности движения воды после деформаций основания.

**15.27.** Трубопроводы и арматура в зданиях и сооружениях водопровода должны приниматься стальными.

Узлы крепления трубопроводов и арматуры к конструкциям сооружения должны проектироваться с учетом их возможных взаимных перемещений и усилий, передаваемых на них трубопроводами.

**Примечание.** Применение чугунной арматуры допускается только в сооружениях II и III категорий по степени обеспеченности подачи воды по [п. 4.4](#).

**15.28.** Для уменьшения усилий в трубопроводах, вызванных перемещениями конструкций сооружений и деформацией грунта вследствие подработки, следует повышать податливость трубопроводов за счет применения компенсирующих устройств, рационального размещения и выбора типа узлов крепления и конструкции пропусков труб через стены сооружений.

## Водоводы и сети

**15.29.** При проектировании трубопроводов на подрабатываемых территориях следует применять все виды труб с учетом назначения трубопроводов, требуемой прочности труб и компенсационной способности стыков.

**15.30.** Стыковые соединения раструбных и муфтовых труб должны быть податливыми с применением уплотнительных упругих колец или мастик.

Прочность сварных соединений стальных и пластмассовых труб должна быть не ниже прочности трубы.

**15.31.** На водоводах места установки вантузов и выпусков необходимо назначать с учетом ожидаемых деформаций оснований.

**15.32.** При проектировании водоводов в две или более линии их следует прокладывать на площадях с разными сроками подработки.

**15.33.** Допускается применять совмещенную прокладку трубопроводов в тоннелях или каналах с учетом воздействия деформаций земной поверхности.

**15.34.** Конструктивные мероприятия по защите трубопроводов следует назначать исходя из расчета деформаций земной поверхности от разработки полезных ископаемых за 20-летний период эксплуатации трубопроводов.

Для трубопроводов систем водоснабжения II и III категорий выполнение конструктивных мероприятий допускается назначать, исходя из деформаций земной поверхности от разработки полезных ископаемых за период менее 20 лет. При этом в проекте должна предусматриваться возможность осуществления дополнительных мер защиты в процессе эксплуатации.

**15.35.** Объем конструктивных мер защиты подземных трубопроводов должен обосновываться расчетом, при этом следует рассматривать:

применение изоляции, снижающей силовое воздействие деформирующегося грунта на трубопровод;

применение малозащемляющих материалов для обсыпки труб;

увеличение толщины стенки трубы;  
применение труб из более прочных материалов;  
установку компенсаторов.

**15.36.** Проверку прочности подземных трубопроводов необходимо производить с учетом совместного действия кольцевых и продольных напряжений. Кольцевые напряжения следует учитывать от воздействия внутреннего давления или вакуума, внешней нагрузки от засыпки и транспортных средств и деформации контура поперечного сечения в зоне уступа.

Продольные напряжения следует учитывать от воздействия внутреннего давления, изменения температуры и деформирующегося грунта.

**15.37.** Для трубопроводов из напорных асбестоцементных, чугунных и железобетонных труб, соединяемых на раструбных муфтах, предельное состояние определяется максимальным раскрытием стыков, при котором сохраняется герметичность.

Предельное раскрытие стыкового соединения напорного трубопровода следует принимать, см:

0,2 — для чугунных труб;  
0,3 — для железобетонных раструбных труб;  
1,5 — для асбестоцементных труб.

### Строительные конструкции

**15.38.** Емкостные сооружения следует проектировать по жестким, податливым или комбинированным конструктивным схемам, определяющим работу сооружения на воздействие деформаций основания, при этом следует предусматривать:

по жесткой конструктивной схеме — исключение возможности взаимного перемещения элементов днища, стен, покрытия и перегородок при всех видах неравномерных деформаций;

по податливой конструктивной схеме — возможность приспособления элементов ко всем видам неравномерных деформаций;

по комбинированной конструктивной схеме — податливость для одних и жесткость для других элементов.

**15.39.** Податливость элементов емкостных сооружений должна достигаться устройством деформационных водонепроницаемых швов, преимущественно на стыках сборных конструкций, в соединениях стен с днищем, покрытием и перегородками, а также при необходимости — в днище.

**15.40.** При проектировании емкостных сооружений по податливым и комбинированным конструктивным схемам на площадках с высоким уровнем грунтовых вод конструкции податливых швов должны обеспечивать восприятие двухстороннего гидростатического давления.

**15.41.** Для емкостных сооружений, запроектированных по податливым и комбинированным схемам, в слабофильтрующих глинистых грунтах необходимо предусматривать устройство дренажной системы.

**15.42.** Резервуары необходимо проектировать:

по жестким конструктивным схемам — объемом 50 и 100 м<sup>3</sup> на I—IV группах и объемом 250 и 500 м<sup>3</sup> на III—IV группах подрабатываемых территорий;

по податливым конструктивным схемам — объемом 1000 м<sup>3</sup> на I группе, объемом 2000 и 3000 м<sup>3</sup> на I—II группах и объемом 6000 м<sup>3</sup> на I—III группах подрабатываемых территорий;

по комбинированным конструктивным схемам объемом 250 и 500 м<sup>3</sup> на I—II группах, объемом 1000 м<sup>3</sup> на II—IV группах, объемом 2000 и 3000 м<sup>3</sup> на III—IV группах и объемом 6000 м<sup>3</sup> на IV группе подрабатываемых территорий.

Резервуары на Iк—IVк группах подрабатываемых территорий следует проектировать по жестким, конструктивным схемам.

**15.43.** Емкостные сооружения станций водоподготовки следует проектировать: осветлители, вертикальные отстойники, смесители, камеры реакции, фильтры — по жесткой схеме;

горизонтальные отстойники — по податливой или комбинированной схеме;

радиальные отстойники — по жесткой или комбинированной схеме, обеспечивающей постоянный зазор между днищем и механизмом для удаления осадка.

**15.44.** Открытые емкостные сооружения следует проектировать по податливой конструктивной схеме в виде емкостей в грунте с облицовкой откосов и днища. Заложение откосов необходимо принимать равным 1:3.

**15.45.** При проектировании открытых емкостных сооружений на площадках, сложенных связными необводненными грунтами ненарушенной структуры при  $C^H \geq 0,25$  кг/см<sup>2</sup> и  $\varphi^H \geq 23^\circ$  облицовку емкостей допускается принимать непосредственно по основанию полимерными листовыми материалами. В других случаях облицовку следует предусматривать железобетонными плитами с устройством деформационных швов.

**15.46.** Днище железобетонных емкостных сооружений следует проектировать монолитным для территорий Iк—IVк групп — однослойным, для территорий I—IV групп — двухслойным.

Однослойное днище в виде железобетонной плиты должно рассчитываться на восприятие основного и особых сочетаний нагрузок.

Двухслойное днище должно включать железобетонную плиту, рассчитанную на основное сочетание нагрузок и деформацию искривления, и армированную подготовку, рассчитанную на горизонтальные деформации растяжения с учетом нелинейной работы основания и трещинообразования железобетона. При этом предельно допустимая ширина раскрытия трещин в армированной подготовке должна приниматься  $a_{т.кр} = 0,3$  мм,  $a_{т.дл} = 0,2$  мм.

Между плитой и подготовкой необходимо предусматривать слой мастичной гидроизоляции.

**15.47.** При необходимости уменьшения лобового давления на стены закрытого емкостного сооружения, возникающего при воздействии горизонтальных деформаций сжатия земной поверхности, следует предусматривать обваловку сооружения песчаным грунтом.

**15.48.** При необходимости уменьшения горизонтальных нагрузок по подошве емкостного сооружения, возникающих при воздействии горизонтальных деформаций растяжения, а также для снижения влияния вертикальных деформаций скального основания, возникающих при уступах и искривлении земной поверхности, следует предусматривать под днищем песчаную или грунтовую подушку.

Толщина подушки должна назначаться по расчету с учетом величин неравномерных деформаций, конструктивной схемы сооружения и его размеров в плане.

## ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

### Общие указания

**15.49.** При проектировании сетей и сооружений водоснабжения следует принимать I или II принцип использования вечномерзлых грунтов в качестве основания согласно [СНиП 2.02.04-88](#).

**15.50.** Расчетные расходы воды допускается увеличивать за счет сброса воды для предохранения сетей и водоводов от замерзания. Целесообразность и расход сбрасываемой воды должны обосновываться.

**15.51.** При использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод (надмерзлотных, межмерзлотных, подмерзлотных) следует использовать источники с более высокой температурой воды.

**15.52.** При определении диаметра водозаборных скважин надлежит (при необходимости) учитывать размеры устройств для их обогрева.

**15.53.** Искусственное регулирование и пополнение запасов подземных вод следует применять:

для внутригодового перераспределения и увеличения запасов надмерзлотных вод;

для создания запасов слабоминерализованных вод путем вытеснения засоленных межмерзлотных и подмерзлотных вод пресными водами;

для получения воды с требуемой температурой.

**15.54.** В составе систем искусственного пополнения подземных вод должны предусматриваться инфильтрационные сооружения, как правило, закрытого типа. Применение сооружений открытого типа допускается при обосновании.

**15.55.** В вечномерзлых грунтах на водотоках, имеющих постоянный поверхностный сток и устойчивое русло, тип водозаборных сооружений должен приниматься с учетом:

степени промерзания водотоков;

формирования зоны оттаивания и изменения в связи с этим качества воды;

мер защиты воды в водоприемных и водоотводящих элементах водозабора от замерзания.

**15.56.** Схемы водозабора надлежит принимать:

с сильно развитым фронтом берегового или затопленного водоприемника, в месте расположения которого русло следует регулировать системой невысоких запруд, размещаемых у противоположного берега;

с фильтрующим водоприемником, входное отверстие которого расположено на уровне русла водотока;

комбинированную, приспособленную для забора поверхностных и подрусловых вод.

**Примечание.** При наличии талых водопроницаемых подрусловых пород с хорошими фильтрационными свойствами устройство водозабора поверхностных вод взамен водозабора подрусловых вод необходимо обосновать.

**15.57.** Водозаборные сооружения из поверхностных источников надлежит располагать на естественно талых или вечномерзлых грунтах, при оттаивании которых деформации грунтов оснований не будут превышать допускаемых величин.

**15.58.** На водотоках, промерзающих до дна, следует принимать водозаборы из подрусловых вод.

**15.59.** Схема водоснабжения должна обеспечивать непрерывное движение воды на всех участках водоводов и сети.

**15.60.** В насосных станциях должна предусматриваться возможность подачи воды в обратном направлении — во всасывающие трубопроводы, при этом количество всасывающих линий должно быть не менее двух.

**15.61.** В насосных станциях независимо от их категории надлежит устанавливать не менее трех насосных агрегатов.

**15.62.** В резервуарах подводящих и отводящих трубопроводов должно предусматриваться постоянное движение воды.

Резервуары вместимостью до 100 м<sup>3</sup> допускается размещать в отапливаемых помещениях с устройством вентилируемого подполья.

## Водоводы и сети

**15.63.** При проектировании водоводов и сетей надлежит предусматривать:  
предохранение транспортируемой воды от замерзания;  
обеспечение устойчивости трубопроводов на вечномёрзлых грунтах с учетом механического воздействия оттаивающих и промерзающих грунтов на трубопроводы и сооружения на них;

защиту вечномёрзлых грунтов оснований от воздействия на них воды при авариях на трубопроводах;

организацию контроля за тепловым режимом водоводов и сетей и тепловым воздействием их на основания трубопроводов и близрасположенных зданий и сооружений.

**15.64.** При размещении сетей водопровода на генеральном плане следует предусматривать:

максимальное совмещение с сетями теплоснабжения;

минимальную протяженность сетей; использование блокировки зданий, позволяющей прокладывать сети на подвесках в вентилируемых подпольях;

сокращение числа подключений к сети водопровода за счет присоединения нескольких зданий к одному вводу водопровода.

**15.65.** Надземная прокладка, исключая тепловое воздействие трубопроводов на грунт основания, должна предусматриваться на лежневых, городковых, подвесных, свайных опорах, на мачтах, эстакадах и по конструкциям зданий и сооружений в вентилируемых подпольях зданий.

В сложных грунтовых условиях и при сейсмической активности вне населенных пунктов следует предусматривать подвесную зигзагообразную прокладку трубопроводов.

**15.66.** При надземной прокладке трубопроводов надлежит принимать кольцевую тепловую изоляцию из нестареющего теплоизоляционного материала с гидроизоляцией и защитой от механических повреждений. Водоводы и сети, прокладываемые надземно, при любых способах компенсации температурных деформаций трубопроводов надлежит прокладывать ближе к поверхности земли в слое снежного покрова.

При расчете тепловых потерь трубопроводов термическое сопротивление снега учитывать не следует.

**15.67.** Подземная бесканальная прокладка трубопроводов должна приниматься на основе теплотехнических расчетов, при этом в летнее время зона протаивания грунта вокруг трубы не должна влиять на устойчивость оснований трубопроводов и близрасположенных зданий и сооружений, а в зимнее время — должна предохранять транспортируемую жидкость от замерзания.

При защите водопроводных труб от замерзания автоматическими выпусками воды или греющим электрическим кабелем допускается прокладка их в слое сезонного промерзания грунта.

**15.68.** Расстояния от подземных трубопроводов до фундаментов и сооружений следует принимать по теплотехническому расчету, но не менее 6 м при бесканальной прокладке трубопроводов.

**15.69.** Каналы допускается предусматривать на коротких участках сети.

**15.70.** Тоннели надлежит принимать при совмещенной прокладке водопровода с другими инженерными коммуникациями.

**15.71.** Вводы трубопроводов в здания, сооружаемые по принципу сохранения мерзлоты в основании фундаментов, надлежит предусматривать надземные, в вентилируемых каналах или подвесными к цокольному перекрытию в подпольях зданий.

Каналы и укладываемые в них трубопроводы должны иметь уклон от зданий.

**15.72.** Переходы трубопроводов через улицы или дороги в каналах или стальных футлярах надлежит ограничивать колодцами с размещением в них вентиляционных шахт

и водосборных приемков и прокладывать только по непросадочным (на расчетную глубину протаивания) грунтам оснований.

**15.73.** При проектировании трубопроводов для предохранения транспортируемой воды от замерзания предусматриваются:

- тепловая изоляция трубопроводов;
- подогрев воды;
- подогрев трубопроводов;
- непрерывное движение воды в трубопроводах;
- повышение гидродинамического трения в трубопроводах;
- применение стальной арматуры в исполнении, устойчивом против замерзания;
- установка автоматических выпусков воды.

**15.74.** Минимальная температура воды в водоводах и сетях должна определяться теплотехническими расчетами, при этом допускается принимать колебание температуры в интервале от нескольких долей градуса до нескольких градусов (3—5 °С).

При отсутствии теплотехнических расчетов температуру воды в концевых участках сети и водоводов допускается принимать для труб диаметром:

- до 300 мм — не менее 5 °С;
- свыше 300 мм — не менее 3 °С.

**15.75.** Для снижения затрат на подогрев воды следует использовать:

тепловые вторичные энергетические ресурсы;

теплоту гидродинамического трения за счет повышения скорости движения воды в трубопроводах, оптимальное значение которых надлежит определять расчетом.

**15.76.** Подогрев трубопроводов надлежит предусматривать с помощью теплового сопровождения или греющего электрокабеля. Греющий кабель при подземной бесканальной прокладке следует располагать над трубопроводом.

**15.77.** Непрерывное движение воды в трубопроводах должно обеспечиваться:

- подключением крупных потребителей воды к концевым участкам тупиковой сети;
- применением минимального числа колец сети, вытянутых по направлению основного потока воды к крупному потребителю;
- принятием схемы водопроводных кольцевых сетей, замкнутых на циркуляционных насосных станциях, совмещенных в необходимых случаях с пунктами подогрева воды;
- сбросом воды на концевом участке тупиковой сети;
- бесперебойным электроснабжением насосной станции от двух независимых источников, установкой на площадке насосной станции резервной электростанции на жидком топливе или установкой дополнительного агрегата с двигателем внутреннего сгорания (при наличии одного источника электроснабжения);
- организацией непрерывного контроля за расходом воды в водоводах и сетях.

**15.78.** Необходимо предусматривать автоматический контроль за температурой воды в начале и в конце водовода, на промежуточных станциях подогрева воды, в резервуарах и других сооружениях, а также на участках сети, наиболее опасных в отношении замерзания, при этом передача показаний должна предусматриваться на диспетчерский пункт.

**15.79.** Для водоводов и сетей необходимо применять стальные и пластмассовые трубы; чугунные трубы допускается применять при прокладке в тоннелях.

**15.80.** В местах пересечений трубопроводами строительных конструкций следует предусматривать эластичные уплотнения, допускающие перемещение труб.

**15.81.** Водоводы и водопроводные сети надлежит укладывать с уклоном не менее 0,002 по направлению к выпуску.

Длину ремонтных участков и диаметр выпусков следует принимать с учетом опорожнения участков за время, определяемое теплотехническим расчетом.

**15.82.** Пожарные гидранты специальной конструкции для районов с вечномерзлыми грунтами надлежит располагать на магистральных участках сети.

**15.83.** Диаметр труб на вводах в здания должен быть не менее 50 мм.

**15.84.** Для восприятия температурных удлинений надземных стальных трубопроводов надлежит применять гнутые и самоуплотняющиеся компенсаторы.

**15.85.** Установка запорной и регулирующей арматуры, сальниковых компенсаторов, спускных и воздушных кранов на трубопроводах, прокладываемых в вентилируемых подпольях зданий, не допускается.

## **Строительные конструкции**

**15.86.** Заглубление емкостных сооружений и отапливаемых частей зданий, а также коммуникаций между ними ниже планировочных отметок земли без обоснований не допускается.

**15.87.** При проектировании емкостных сооружений на нескальных основаниях необходимо предусматривать сохранение грунтов основания в вечномерзлом состоянии. Емкостные сооружения надлежит размещать на насыпи из непучинистых грунтов (крупнозернистый песок, гравелистые грунты и т.д.); в случаях когда устройство насыпи невозможно или нецелесообразно — на свайных фундаментах.

**15.88.** При проектировании емкостных сооружений, тоннелей и каналов допускается просадочные при оттаивании грунты в основании заменять на расчетную величину оттаивания непросадочными грунтами с необходимым их уплотнением.

**15.89.** Под днищем каналов и тоннелей следует предусматривать подготовку из слоя песка толщиной до 0,15 м и глинобетона толщиной до 0,2 м.

**15.90.** При проектировании емкостных сооружений должны предусматриваться мероприятия, исключающие замерзание хранящейся в них воды и намерзание ее на конструкциях путем устройства теплоизолирующей обсыпки, подогрева воды, устройства обогреваемых камер с коридорами по периметру.

**15.91.** В тех случаях, когда грунты основания используются в оттаявшем состоянии, конструктивные решения сооружений должны обеспечивать надежную эксплуатацию их при осадках основания.

**15.92.** Для уменьшения теплового воздействия тоннелей и каналов на грунты оснований следует предусматривать их вентиляцию с устройством приточных и вытяжных шахт, размещаемых в местах, исключающих возможность заноса шахт снегом; кроме того, необходимо обеспечивать контроль температуры и удаление аварийных вод.

Естественную вентиляцию каналов на вводах в здания следует принимать отдельно от вентиляции тоннелей и каналов для магистральных линий водопровода, при этом движение воздуха должно быть от здания.

## **ПРОСАДОЧНЫЕ ГРУНТЫ**

### **Общие указания**

**15.93.** Здания и сооружения водоснабжения, подлежащие строительству на просадочных грунтах, необходимо проектировать с учетом указаний [СНиП 2.02.01-83](#).

**15.94.** При разработке генеральных планов должно обеспечиваться сохранение естественных условий отведения дождевых и талых вод. Емкостные сооружения должны располагаться, как правило, на участках с наличием дренирующего слоя, минимальной величиной толщин просадочных грунтов.

**Примечание.** При расположении площадки строительства на склоне должна предусматриваться нагорная канава для отведения дождевых и талых вод.



**15.95.** Расстояние от емкостных сооружений до зданий различного назначения должно приниматься в грунтовых условиях:

I типа по просадочности — не менее 1,5 толщины слоя просадочного грунта;

II типа по просадочности при дренирующих подстилающих грунтах — не менее 1,5 толщины просадочного слоя, а при недренирующих подстилающих грунтах — не менее трех толщин просадочного слоя, но не более 40 м.

**Примечания\*:** 1. Величину слоя просадочного грунта следует принимать от поверхности естественного рельефа, а при планировке площадки — от уровня срезки.

2. Тип грунтовых условий по просадочности и возможные величины просадок грунтов от их собственной массы следует принимать с учетом возможной срезки и подсыпки грунта при планировке.

3. При полном устранении просадочных свойств грунтов в пределах застраиваемой площадки, а также при устройстве водонепроницаемых поддонов под емкостными сооружениями с отведением с них воды утечек за пределы площадки допускается принимать расстояния от емкостных сооружений до зданий без учета просадочности грунтов.

**15.96.** Расстояния от постоянно действующих источников замачивания систем водоснабжения до строящихся зданий и сооружений допускается уменьшать в 1,5 раза по сравнению с расстояниями, указанными в [п. 15.95](#), при условии полного или частичного устранения просадочных свойств грунтов в пределах деформируемой зоны или прорезки просадочных грунтов свайными фундаментами, столбами из закрепленного грунта и т.п.

**15.97.** При проектировании зданий, сооружений и трубопроводов, подлежащих строительству на просадочных грунтах, необходимо предусматривать герметизацию емкостных сооружений и трубопроводов, мероприятия по предотвращению проникания воды в грунт из трубопроводов и сооружений, по контролю за утечками воды, по сбору и отводу воды в местах возможных утечек, а также по защите котлованов и траншей от замачивания дождевыми и талыми водами.

**15.98.** Укладка трубопроводов в зданиях и сооружениях водоснабжения должна предусматриваться над поверхностью пола; допускается укладка трубопроводов ниже пола в водонепроницаемых каналах с отводом аварийных вод.

**15.99.** При наличии просадочных грунтов опирание ограждающих конструкций зданий на стены емкостных сооружений не допускается.

**15.100.** Для обеспечения контроля за состоянием и работой сооружений водоснабжения необходимо предусматривать возможность свободного доступа к их основным конструктивным элементам и узлам технологического оборудования.

**15.101.** Вводы и выходы из зданий надлежит предусматривать согласно [СНиП 2.04.01-85](#).

При разности осадок здания или сооружения и трубопровода на вводе, вызывающей повреждение труб или ограждающих конструкций, на трубопроводах в колодцах следует предусматривать установку компенсаторов.

Жесткая заделка труб в стены емкостных сооружений и подземных частей зданий не допускается, для пропуска труб через стены следует предусматривать сальники.

**15.102.** В ограждающих конструкциях, к которым не предъявляются требования герметичности, следует назначать увеличенные размеры отверстий для пропуска труб и лотков. Зазоры между верхом и низом трубы или лотка и соответствующим краем отверстия рекомендуется принимать равным 1/3 возможной величины просадки грунта в основании. Зазоры должны заполняться плотным эластичным материалом.

Необходимо предусматривать при этом возможность выравнивания в процессе эксплуатации водосливных кромок лотков и желобов.

**15.103.** Трубопроводы и лотки между отдельными сооружениями должны иметь возможность их относительного поворота и смещения.

Заделка труб и лотков в стенах должна обеспечивать горизонтальное их смещение внутрь и за пределы сооружения на 1/5 от возможной величины просадки грунтов в основании.

**15.104.** Подсыпка при планировке территории, обратные засыпки котлованов и траншей должны предусматриваться из местных глинистых грунтов.

Необходимую степень уплотнения грунта следует принимать в зависимости от возможных нагрузок на уплотненный грунт.

Обратная засыпка должна предусматриваться грунтом с оптимальной влажностью отдельными слоями с уплотнением их до пластности сухого грунта не менее  $1,6 \text{ т/м}^3$ . Толщину слоев надлежит принимать в зависимости от применяемых грунтоуплотняющих механизмов.

**15.105.** Вокруг водопроводных сооружений следует предусматривать водонепроницаемые отмостки с уклоном 0,03 от сооружений. Ширина отмостки должна быть:

1,5 м — для емкостных сооружений в грунтовых условиях I типа и 2 м — для II типа по просадочности;

5 м — для градирен и брызгальных бассейнов;

3 м — для водонапорных башен.

Под отмостками необходимо предусматривать уплотнение грунта.

**15.106.** В местах прохода колонн через водосборные бассейны градирен должна предусматриваться конструкция, исключающая возможность проникания воды в грунт, при этом должна быть обеспечена свободная осадка несущей конструкции.

### Водоводы и сети

**15.107.** Требования к основаниям под напорные трубопроводы в грунтовых условиях I и II типов по просадочности приведены в [табл. 47](#).

**15.108.** Поддоны, днища каналов и тоннелей должны иметь уклон в сторону контрольных колодцев.

**15.109.** При обосновании допускается принимать наземную или надземную прокладку водоводов и водопроводных сетей.

**15.110.** При грунтовых условиях I и II типов с возможной просадкой до 20 см систем водоснабжения всех категорий следует принимать материал труб, указанный в [п. 8.21](#). Для заделки раструбных и муфтовых труб следует применять эластичные материалы.

При грунтовых условиях II типа с возможной просадкой более 20 см для систем водоснабжения I и II категорий водоводы и сети следует проектировать из стальных или пластмассовых труб; применение раструбных труб не допускается;

для систем водоснабжения III категории следует применять пластмассовые или напорные железобетонные трубы с эластичной заделкой стыков; допускается применение чугунных труб под резиновую манжету.

**15.111.** Для наблюдения во время эксплуатации за трубопроводами, прокладка которых предусматривается на поддонах, в каналах или тоннелях, следует предусматривать контрольные колодцы на расстояниях, определяемых местными условиями, но не более 200 м. При этом должен быть обеспечен отвод воды в обход колодцев на сети.

Таблица 47

Тип грунта по просадочности	Категория обеспеченности подачи воды по п. 4.4	Характеристика территории	Требования к основанию под трубопроводы
I	I и II	Застроенная Незастроенная	Уплотнение грунта Без учета просадочности
	III	Застроенная Незастроенная	Без учета просадочности То же
II (величина просадки до 20 см)	I и II	Застроенная Незастроенная	Уплотнение грунта и устройство поддона Уплотнение грунта
	III	Застроенная Незастроенная	Уплотнение грунта Без учета просадочности
II (величина просадки более 20 см)	I и II	Застроенная Незастроенная	Уплотнение грунта, укладка труб в канале или тоннеле Уплотнение грунта
	III	Застроенная Незастроенная	Уплотнение грунта и устройство поддона Уплотнение грунта

**Примечания:** 1. Незастроенная территория — территория, на которой в ближайшие 15 лет не предусматривается строительство населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

2. Уплотнение грунта — трамбование грунта основания на глубину 0,3 м до плотности сухого грунта не менее 1,65 тс/м<sup>3</sup> на нижней границе уплотненного слоя.

3. Поддон — водонепроницаемая конструкция с бортами высотой 0,1—0,15 м, на которую укладывается дренажный слой толщиной 0,1 м.

4. Требования к основаниям под трубопроводы следует уточнять в зависимости от класса ответственности зданий и сооружений, расположенных вблизи трубопровода.

5. Для углубления траншей под стыковые соединения трубопроводов следует применять трамбование грунта.

6. На территории населенных пунктов в системах водоснабжения I и II категорий прокладка трубопроводов в каналах и тоннелях должна приниматься только в случаях, когда расстояние в свету между наружной поверхностью труб и фундаментами зданий менее длины каналов на вводах водопровода в здания по [СНиП 2.04.01-85](#).

**15.112\*.** При траншейной прокладке водопроводных сетей в грунтовых условиях I типа по просадочности расстояние по горизонтали (в свету) от сетей до фундаментов зданий и сооружений должно быть не менее 5 м, в грунтовых условиях II типа по просадочности — согласно табл. 48.

Таблица 48

Толщина слоя просадочного грунта, м	Минимальные расстояния (в свету), м, от сетей до фундаментов зданий и сооружений в грунтовых условиях II типа по просадочности при диаметре труб, мм		
	до 100	св. 100 до 300	св. 300
До 5	Без учета просадочности		
Св. 5 до 12	5	7,5	10
Св. 12	7,5	10	15

**Примечания:** 1. При возведении зданий и сооружений в грунтовых условиях II типа, просадочные свойства которых полностью устранены, расстояния от сетей до фундаментов зданий и сооружений надлежит принимать без учета просадочности.

2. При прокладке водопроводных линий, работающих при давлении свыше 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>), указанные расстояния следует увеличивать на 30 %.

3. При невозможности соблюдения указанных в табл. 48 расстояний прокладка трубопроводов должна предусматриваться в водонепроницаемых каналах, тоннелях или на поддонах с обязательным устройством выпусков аварийных вод в контрольные колодцы.

При невозможности соблюдения этих расстояний, а также на вводах водопровода в здания и сооружения прокладка трубопроводов должна предусматриваться в грунтовых условиях I категории по просадочности на водонепроницаемых поддонах, II категории — в каналах или тоннелях.

**15.113.** На водоводах и водопроводных сетях перед фланцевой арматурой следует предусматривать установку в колодцах, каналах и тоннелях подвижных стыковых соединений.

**15.114.** Колодцы на сетях водопровода надлежит проектировать в грунтовых условиях I типа по просадочности с уплотнением грунта в основании на глубину 0,3 м, в грунтовых условиях II типа — с уплотнением грунта на глубину 1 м и устройством водонепроницаемых днища и стен колодца ниже трубопровода.

Поверхность земли вокруг люков колодцев на 0,3 м шире пазух должна быть спланирована с уклоном 0,03 от колодца.

**15.115.** Водозаборные колонки надлежит размещать на пониженных участках на расстоянии не менее 20 м от зданий и сооружений.

**15.116.** Нижняя часть контрольных колодцев должна быть водонепроницаемой.

Отвод воды из контрольных колодцев следует предусматривать согласно п. 8.15. При (отсутствии отвода воды объем и заглубление нижней части колодца должны обеспечивать необходимость ее опорожнения не чаще одного раза в сутки.

При необходимости контрольные колодцы должны быть оборудованы водоизмерительным устройством или автоматической сигнализацией уровня воды с подачей сигнала на диспетчерский пункт.

## Строительные конструкции

**15.117.** При грунтовых условиях I типа по просадочности основание под емкостными сооружениями следует принимать:

а) естественное, если в пределах слоя просадочного грунта суммарное давление от сооружения  $\sigma_{гр}$  и собственной массы грунта  $\sigma_{гг}$  меньше или равно начальному просадочному  $P_{sb}$ , т.е.  $\sigma_{гр} + \sigma_{гг} \leq P_{sl}$  или суммарная величина осадки  $S$  и просадки  $S_{sl}$  фундамента сооружения меньше или равна предельно допустимой  $S_{max.u}$  для рассматриваемого сооружения величине, т.е.  $S + S_{sl} \leq S_{max.u}$ ;

б) уплотненные просадочные грунты при  $\sigma_{гр} + \sigma_{гг} > P_{sl}$  или  $S + S_{sl} > S_{max.u}$ .

**15.118.** Уплотнение грунтов оснований I типа по просадочности следует предусматривать тяжелыми трамбовками на глубину не менее 1,5 м в пределах площадки, превышающей размеры сооружений на 2 м в каждую сторону от наружных граней фундаментов. Плотность сухого грунта на нижней границе уплотненной зоны должна быть не менее 1,65 т/м<sup>3</sup>.

**Примечание.** При невозможности уплотнения просадочных грунтов тяжелыми трамбовками до заданной степени плотности следует предусматривать грунтовую подушку толщиной 1,5 м из местных глинистых грунтов с уплотнением их до плотности сухого грунта не менее 1,65 т/м<sup>3</sup>.

**15.119.** Под емкостные сооружения с конусообразными днищами уплотнение грунтов I типа по просадочности следует принимать в несколько этапов (слоев).

Каждым этапом следует предусматривать уплотнение слоя грунта с последующим рытьем (углублением) котлована на глубину 0,8 м мощности уплотненного грунта на данном этапе. При этом контур дна котлована на каждом этапе должен быть на 0,2 м больше габаритов конусной части сооружения в данном сечении.

Уплотнение последнего слоя надлежит принимать конусной трамбовкой методом вытрамбовывания.

**15.120.** Под фундаментами стен и колонн зданий, в которых размещены емкостные сооружения, а также под полами в насосных станциях, помещениях с мокрым

технологическим процессом и под емкостями необходимо предусматривать уплотнение грунта в пределах площади, превышающей размеры сооружений на 2 м в каждую сторону от наружных граней фундаментов на глубину 1,5 м для грунтовых условий I типа по просадочности и 2 м — для грунтовых условий II типа до плотности сухого грунта не менее 1,7 т/м<sup>3</sup> на нижней границе уплотненной зоны.

**15.121.** Полы в помещениях, где возможен разлив воды, должны быть водонепроницаемыми, иметь бортики высотой 0,1 м по периметру примыкания к стенам, колоннам, фундаментам оборудования. Уклон пола следует принимать не менее 0,01 к водосборному водонепроницаемому приямку.

В заглубленных машинных залах нижняя часть ограждающих конструкций на высоту не менее 0,6 м должна быть водонепроницаемой.

**15.122.** При грунтовых условиях II типа по просадочности под емкостными сооружениями следует предусматривать:

частичное устранение просадочных свойств грунтов;

полное устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи или прорезку просадочных грунтов.

**Примечание.** Частичное устранение просадочных свойств грунтов в пределах деформируемой зоны допускается при условии, если суммарные величины осадок и просадок не превышают предельно допустимых значений для проектируемых сооружений.

**15.123.** Частичное устранение просадочных свойств грунтов II типа при величине просадки до 20 см надлежит принимать поверхностным уплотнением грунтов тяжелыми трамбовками или устройством грунтовых подушек.

Толщину уплотненного слоя следует принимать равной 2—5 см в зависимости от конструктивных особенностей сооружений и толщины слоя просадочных грунтов.

**15.124.** При частичном устранении просадочных свойств грунтов II типа под днищем емкостного сооружения по уплотненному грунту необходимо предусматривать противодиффузионный поддон с дренажным слоем и пристенный дренаж с отводом воды в контрольный колодец.

Емкостные сооружения с конусообразными днищами должны проектироваться на колоннах, опирающихся на железобетонную водонепроницаемую плиту, с которой должен быть предусмотрен отвод аварийной воды в контрольный колодец.

**15.125.** Под водонапорными башнями независимо от типа грунтовых условий по просадочности надлежит предусматривать уплотнение грунта согласно [п. 15.117](#).

В грунтовых условиях II типа фундамент водонапорной башни надлежит принимать в виде сплошной железобетонной плиты и предусматривать устройство для отвода с нее аварийной воды в контрольный колодец.

**15.126.** В грунтовых условиях II типа при возможных просадках более 20 см под емкостными сооружениями следует предусматривать полное устранение просадочных свойств всей просадочной толщи грунта основания или ее прорезку.

**15.127.** Полное устранение просадочных свойств грунта в пределах всей просадочной толщи под емкостные сооружения надлежит принимать уплотнением просадочных грунтов предварительным замачиванием или замачиванием с глубинными взрывами, которые комбинируются с доуплотнением верхнего слоя просадочных грунтов тяжелыми трамбовками.

**15.128.** При невозможности применения предварительного замачивания (отсутствие воды для замачивания, близкое расположение существующих зданий и сооружений и т.п.) полное устранение просадочных свойств грунтов следует принимать глубинным уплотнением грунтовыми сваями на всю величину просадочной толщи.

**15.129.** Прорезку просадочных грунтов надлежит предусматривать:

устройством свайных фундаментов из забивных, набивных, буронабивных и других видов свай;

применением столбов или лент из грунта, закрепленного химическим, термическим или другим способом;  
заглублением фундаментов.

Прорезку просадочных грунтов свайными фундаментами следует принимать только при отсутствии возможности полного устранения просадочных свойств грунтов под емкостными сооружениями.

**15.130.** Для емкостных сооружений при грунтовых условиях II типа должны быть предусмотрены наблюдения за осадками сооружений, утечками воды и уровнем грунтовых вод в период строительства и эксплуатации до стабилизации деформаций.

**15.131\*.** Особенности проектирования систем водоснабжения для Западно-Сибирского нефтегазового комплекса приведены в рекомендуемом [приложении 14](#).

*Приложение 1*  
*Рекомендуемое*

## **СПОСОБЫ БУРЕНИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН**

1. При проектировании водозаборов подземных вод выбор способа бурения скважин надлежит принимать в зависимости от местных гидрогеологических условий, глубины и диаметра скважин.

2. Для крепления скважин надлежит применять обсадные стальные муфтовые и электросварные трубы.

Для крепления скважин глубиной до 250 м при свободной посадке обсадных труб допускается применение неметаллических труб с обязательной затрубной цементацией.

3. В конструкциях скважин колонны обсадных труб должны приниматься телескопическими.

Разница между диаметрами предыдущей и последующей колонн обсадных труб должна быть не менее 50 мм.

4. В сложных гидрогеологических условиях для перекрытия не закрепленных направляющей колонной водоносных пластов или пород, склонных к обвалам и поглощению промывочной жидкости, в конструкции скважины надлежит предусматривать установку дополнительных колонн обсадных труб.

5. Колонны обсадных труб для временного (при бурении) закрепления стенок скважины должны извлекаться. В колоннах обсадных труб для постоянной эксплуатации скважин должно производиться извлечение свободного конца труб, при этом верхний обрез обсадной трубы, остающейся в скважине, должен находиться выше башмака предыдущей колонны не менее чем на 3 м. Кольцевой зазор между оставшейся частью колонны и предыдущей колонной обсадных труб должен быть зацементирован или заделан путем установки сальника.

6. Для предотвращения проникания поверхностных загрязнений и воды неиспользуемых водоносных пластов должна предусматриваться изоляция скважин.

7. Качество изоляции должно проверяться откачкой или наливом воды при бурении ударным способом и нагнетанием воды под давлением при роторном бурении, а также геофизическими методами.

8. Для цементации в водозаборных скважинах надлежит применять цемент по ГОСТ 25597-83.

9. При наличии агрессивных вод в используемых и гидравлически связанных с ними водоносных пластах должна предусматриваться антикоррозионная защита обсадных труб или применяться трубы из материалов, стойких к коррозии.



## ТРЕБОВАНИЯ К ФИЛЬТРАМ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

1. Типы и конструкции фильтров водозаборных скважин должны приниматься согласно табл. 1.

Таблица 1

Породы водоносных пластов	Типы и конструкции фильтров
1. Скальные и полускальные неустойчивые породы, щебенистые и галечниковые отложения с преобладающим размером частиц 20—100 мм (более 50 % по массе)	Фильтры-каркасы (без дополнительной фильтрующей поверхности) стержневые, трубчатые с круглой и щелевой перфорацией, штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием, спирально-стержневые
2. Гравий, гравелистый песок с преобладающим размером частиц 2—5 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки или штампованного листа из нержавеющей стали. Фильтры штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием, спирально-стержневые
3. Пески крупные с преобладающим размером частиц 1—2 мм (более 50 % по массе)	То же
4. Пески среднезернистые с преобладающим размером частиц 0,25—0,5 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток квадратного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с песчано-гравийной обсыпкой, спирально-стержневые
5. Пески мелкозернистые с преобладающим размером частиц 0,1—0,25 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток галунного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с однослойной или двухслойной песчано-гравийной обсыпкой, спирально-стержневые

2. Фильтры (блочного типа из пористого бетона, гравия на цементной связке) могут применяться для отбора небольших количеств воды при создании в пласте двухслойной обсыпки.

3. При агрессивных водах фильтры надлежит принимать из нержавеющей стали, пластмассы или других материалов, стойких к коррозии и обладающих необходимой прочностью.

4. Размеры отверстий фильтров без устройства гравийной обсыпки надлежит принимать по табл. 2.

Таблица 2

Тип фильтра	Размеры отверстий фильтров	
	в однородных породах $K_H \leq 2$	в неоднородных породах $K_H \geq 2$
С круглой перфорацией	$(2,5 \div 3)d_{50}$	$(3 \div 4)d_{50}$
Сетчатый	$(1,5 \div 2)d_{50}$	$(2 \div 2,25)d_{50}$
С щелевой перфорацией	$(1,25 \div 1)d_{50}$	$(1,5 \div 2)d_{50}$
Проволочный	$1,25d_{50}$	$1,5d_{50}$

**Примечания:** 1. В табл. 2  $K_H = d_{60}/d_{10}$ , где  $d_{10}$ ;  $d_{50}$ ;  $d_{60}$  — размеры частиц, меньше которых в породе водоносного пласта содержится соответственно 10, 50 и 60 % (определяется по графику гранулометрического состава).

2. Меньшие значения коэффициентов при  $d_{50}$  относятся к мелкозернистым породам, большие — к крупнозернистым.



5. Размеры отверстий фильтров при устройстве гравийной обсыпки должны приниматься равными среднему диаметру частиц слоя обсыпки, примыкающего к стенкам фильтра.

6. Сквозность трубчатых фильтров с круглой или щелевой перфорацией должна быть 20—25 %, фильтров из проволочной обмотки или штампованного стального листа — не более 30—60 %.

7. В качестве обсыпки фильтров надлежит применять песок, гравий и песчано-гравийные смеси.

Подбор механического состава материалов обсыпок производится по соотношению

$$D_{50} / d_{50} = 8 \div 12,$$

где  $D_{50}$  — диаметр частиц, меньше которого в обсыпке содержится 50 %.

8. В многослойных гравийных фильтрах толщина каждого слоя обсыпки должна приниматься для фильтров:

собираемых на поверхности земли, не менее 30 мм;

создаваемых в забое скважины, не менее 50 мм.

9. Подбор механического состава материала при устройстве двух- и трехслойных гравийных обсыпок фильтров надлежит производить по соотношению

$$D_2 / D_1 = 4 \div 6,$$

где  $D_1$  и  $D_2$  — средние диаметры частиц материала соседних слоев обсыпки.

10. При подборе гравийного материала фильтров надлежит выдерживать соотношение: для блочных из пористого бетона или из пористой керамики

$$D_{\text{ср}} / d_{50} = 10 \div 16;$$

для клеевых

$$D_{\text{ср}} / d_{50} = 8 \div 12,$$

где  $D_{\text{ср}}$  — средний диаметр частиц гравия в блоке фильтра.

11. Материал, используемый для фильтров в скважинах, следует обеззараживать.

*Приложение 3*  
*Рекомендуемое*

### **ОПРОБОВАНИЕ И РЕЖИМНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

1. Для установления соответствия фактического дебита водозабора подземных вод принятому в проекте надлежит предусматривать их опробование откачками.

2. Откачки должны производиться при двух понижениях: с дебитом, равным принятому в проекте, и на 25—30 % больше его.

3. Общая продолжительность откачек должна составлять 1—2 сут на каждое понижение после установления постоянного динамического уровня при заданном дебите.

В случае неустановившегося режима продолжительность откачки должна быть достаточной для установления закономерности снижения дебита при постоянном уровне или уровня при постоянном дебите.

4. В проектах водозаборов подземных вод должна предусматриваться режимная сеть наблюдательных скважин или водомерных постов (при каптаже родников) для наблюдения за уровнями, дебитом, температурой и качеством воды. При этом следует

использовать эксплуатационные скважины и другие водозаборные сооружения, оборудованные по проекту с учетом производства по ним полного комплекса режимных наблюдений.

5. Конструкция наблюдательных скважин, их количество и расположение должны приниматься в соответствии с гидрогеологическими условиями, при этом наблюдательные скважины необходимо оборудовать фильтром диаметром 89—110 мм.

6. Глубина наблюдательных скважин должна приниматься из условия расположения: в водоносном пласте со свободной поверхностью при глубине эксплуатационных скважин до 15 м — фильтра на той же глубине, что и в эксплуатационных скважинах;

в водоносном пласте со свободной поверхностью при глубине эксплуатационных скважин более 15 м — верха рабочей части фильтра на 2—3 м ниже возможного наинизшего динамического уровня в водоносном пласте;

в напорном водоносном пласте при динамическом уровне выше кровли пласта — рабочей части фильтра в верхней трети водоносного пласта; при осушении части пласта — верха фильтра на 2—3 м ниже динамического уровня,

в водоносных пластах, эксплуатация которых рассчитана на сработку статических запасов, — верха рабочей части фильтра на 2—3 м ниже положения динамического уровня к концу расчетного срока эксплуатации водозабора.

7. Глубину наблюдательных скважин на водозаборах из шахтных колодцев, лучевых и горизонтальных водозаборах надлежит принимать равной глубине заложения водоприемных частей водозаборов.

8. В наблюдательных скважинах верховодка и водоносные пласты, залегающие выше эксплуатационного водоносного пласта, должны быть изолированы.

9. При необходимости надлежит предусматривать устройство скважин для наблюдения за верхними неэксплуатируемыми водоносными пластами.

10. Для предохранения наблюдательных скважин от засорения верх фильтровой колонны или обсадной трубы должен быть закрыт крышкой.

11. На участках инфильтрационных водозаборов наблюдательные скважины надлежит размещать также между водозабором и поверхностным водотоком или водоемом и при необходимости на их противоположном берегу в зоне действия водозабора. При наличии очагов возможного загрязнения подземных вод в районе водозабора (мест сброса промышленных сточных вод, водоемов с высокоминерализованными водами, заболоченных торфяников и т.п.) между ними и водозаборами надлежит предусматривать дополнительные наблюдательные скважины.

*Приложение 4*  
*Рекомендуемое*

#### **УДАЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ПРИВКУСОВ И ЗАПАХОВ**

1. Для удаления органических веществ из воды, снижения интенсивности привкусов и запахов в качестве окислителей следует применять хлор, перманганат калия, озон или их комбинации. Вид окислителя и его дозу следует устанавливать на основании данных технологических изысканий. Ориентировочно дозы окислителей допускается принимать по табл. 1.

Таблица 1

Перманганатная окисляемость воды, мг О/л	Доза окислителя, мг/л		
	хлора	перманганата калия	озона
8-10	4-8	2-4	1-3
10-15	8-12	4-6	3-5
15-25	12-14	6-10	5-8

2. Основные места ввода окислителей и последовательность введения реагентов надлежит принимать по табл. 2.

Таблица 2

Место ввода окислителей	Последовательность введения реагентов в воду
1. Хлор перед сорбционной очисткой	Хлорирование не менее чем за 2 мин до фильтрования через гранулированный активный уголь или введения порошкообразного активного угля
2. Озон непосредственно перед сорбционной очисткой	Озонирование с последующим фильтрованием через гранулированный активный уголь или обработкой порошкообразным активным углем
3. Хлор перед коагулированием	Первичное хлорирование, через 2—3 мин — коагулирование
4. Хлор и перманганат калия перед коагулированием	Первичное хлорирование, через 10 мин введение перманганата калия, через 2—3 мин — коагулирование
5. Озон перед коагулированием	Озонирование, последующее коагулирование
6. Хлор и озон перед коагулированием	Первичное хлорирование с дозой в пределах хлоропоглощаемости воды, через 0,5—1 ч — озонирование и последующее коагулирование
7. Озон перед осветлительными фильтрами или в очищенную воду	

**Примечание.** Должна быть предусмотрена возможность изменения места ввода реагентов при эксплуатации сооружений.

Допускается введение частей дозы окислителей перед сооружениями разного типа.

3. При невозможности введения реагентов с требуемыми разрывами во времени в трубопроводы или в основные технологические сооружения должны быть предусмотрены специальные контактные камеры.

4. Применение озона и перманганата калия в хозяйственно-питьевом водоснабжении не исключает необходимости хлорирования очищенной воды для ее обеззараживания.

5. Гранулированный активный уголь следует применять в качестве загрузки сорбционных фильтров, располагаемых после осветлительных фильтров или других сооружений, обеспечивающих очистку воды от взвеси до 1,5 мг/л.

При обосновании допускается применять совмещенные осветлительно-сорбционные фильтры.

6. Высота угольной загрузки  $H_{y.z}$ , м, должна приниматься не менее

$$H_{y.z} = v_{p.f} \tau_y / 60,$$

где  $v_{p.f}$  — расчетная скорость фильтрования, принимаемая 10—15 м/ч;

$\tau_y$  — время прохождения воды через слой угля, принимаемое 10—15 мин в зависимости от сорбционных свойств угля, концентрации и вида загрязнений воды и других факторов и уточняемое технологическими изысканиями.

7. Для загрузки сорбционных фильтров следует применять гранулированные активные угли марок АГ-З, АГ-М и др. с учетом требований [п. 1.3](#).

Интенсивность промывки водой сорбционной загрузки фильтра следует принимать в зависимости от требуемого относительного расширения активного угля по табл. 3.

Таблица 3

Тип активного угля	Требуемая величина относительного расширения загрузки, %	Интенсивность промывки фильтров, л/(с·м <sup>2</sup> )	Продолжительность промывки фильтров, мин
АГ-З	25	12—14	8—7
	35	14—16	7—6
	45	16—18	6—5
АГ-М	30	8—9	12—10
	45	9—10	10—8
	60	11—12	8—7

8. Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до кромок желобов надлежит определять согласно [п. 6.113](#) и [табл. 23](#).

9. Определение потери напора в сорбционном слое из активного угля, расчет и конструирование распределительной системы устройств для подачи промывной воды, желобов и других элементов сорбционных фильтров следует производить согласно [п.п. 6.103—6.112](#).

10. Порошкообразный активный уголь надлежит вводить в воду до коагулянта с интервалом времени не менее 10 мин. Дозу угля перед фильтрами следует принимать до 5 мг/л.

11. Транспортирование угольного порошка со склада реагента к установке приготовления угольной пульпы допускается осуществлять гидро- и пневмоспособами. При применении пневмоспособа установка транспортирования угольного порошка должна быть герметизирована и обеспечена средствами пожарной безопасности, местным противозрывным клапаном и заземлена.

Для дозирования угольной пульпы следует предусмотреть замачивание угля в течение 1 ч в баках с гидравлическим или механическим перемешиванием. Насосы для перекачивания угольной пульпы должны быть стойкими к абразивному воздействию угля. Производительность циркуляционных насосов должна обеспечивать 4—5-кратный обмен замачиваемого реагента в течение времени замачивания.

Концентрацию угольной пульпы следует принимать до 8 %.

12. Трубопроводы для подачи угольной пульпы надлежит рассчитывать при скорости движения пульпы не менее 1,5 м/с; на трубопроводах должны быть предусмотрены ревизии для прочистки, плавные повороты и уклоны согласно [п. 6.38](#).

13. Конструкция дозаторов должна обеспечивать гидравлическое перемешивание пульпы при постоянном уровне ее в дозаторе.

14. Вместимость баков с мешалкой для приготовления раствора перманганата калия следует определять исходя из концентрации раствора реагента 0,5—2 % (по товарному продукту), при этом время полного растворения реагента следует принимать равным 4—6 ч при температуре воды 20 °С и 2—3 ч при температуре воды 40 °С.

15. Количество растворных или растворно-расходных баков для перманганата калия должно быть не менее двух (один резервный). Для дозирования раствора перманганата калия следует принимать дозаторы, предназначенные для работы на отстоенных растворах.

## СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ, ОБРАБОТКА ИНГИБИТОРАМИ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ТРУБ

1. При отсутствии данных технологических анализов стабильность воды допускается определять по индексу насыщения карбонатом кальция  $J$

$$J = pH_0 - pH_s, \quad (1)$$

где  $pH_0$  — водородный показатель, измеренный с помощью рН-метра;

$pH_s$  — водородный показатель в условиях насыщения воды карбонатом кальция, определяемый по номограмме [рис. 1](#), исходя из значений содержания кальция  $C_{Ca}$ , общего солесодержания  $P$ , щелочности  $Щ$  и температуры воды  $t$ .

2. Для защиты металлических труб от коррозии и образования бугристых коррозионных отложений стабилизационную обработку воды следует предусматривать при индексе насыщения менее 0,3 более трех месяцев в году.

При определении необходимости стабилизационной обработки воды надлежит учитывать изменение ее качества в результате предшествующей обработки (коагулирования, умягчения, аэрации и т.п.).

3. Для вод, подвергаемых обработке минеральными коагулянтами (серноокислым алюминием, хлорным железом и т.п.), при подсчете индекса насыщения следует учитывать снижение  $pH$  и щелочности воды вследствие добавления в нее коагулянта.

Щелочность воды после коагулирования  $Щ_k$ , мг-экв/л, следует определять по формуле

$$Щ_k = Щ_0 - D_k / e_k, \quad (2)$$

где  $Щ_0$  — щелочность исходной воды (до коагулирования), мг-экв/л;

$D_k$  — доза коагулянта в расчете на безводный продукт, мг/л;

$e_k$  — эквивалентная масса безводного вещества коагулянта, мг/мг-экв, принимаемая согласно [п. 6.19](#).

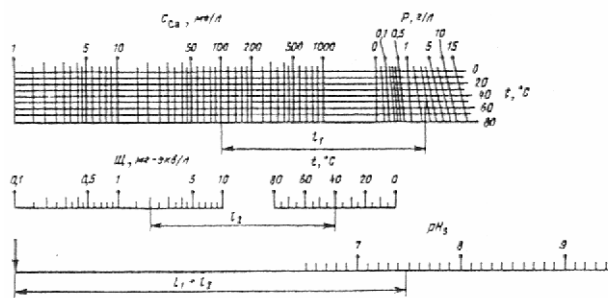
Количество свободной двуокиси углерода в воде после коагулирования следует определять по номограмме [рис. 2](#) при известной величине рН коагулированной воды, а при неизвестном  $pH$  по формуле

$$(CO_2)_{CB} = (CO_2)_0 + 44 D_k / e_k, \quad (3)$$

где  $(CO_2)_0$  — концентрация двуокиси углерода в исходной воде до коагулирования, мг/л.

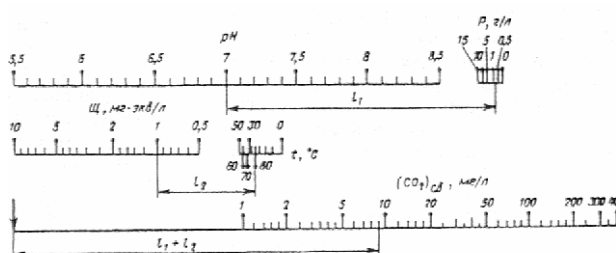
При известном значении  $(CO_2)_{CB}$  по номограмме [рис. 2](#) определяется величина  $pH$  воды после обработки коагулянтам.

4. При положительном индексе насыщения для предупреждения зарастания труб карбонатом кальция воду следует обрабатывать кислотой (серной или соляной), гексаметафосфатом или триполифосфатом натрия.



**Рис. 1. Номограмма для определения рН насыщения воды карбонатом кальция (рН<sub>s</sub>)**

**Пример.** Дано:  $C_{Ca} = 100$  мг/л;  $Щ = 2$  мг-экв/л;  $P = 3$  г/л;  $t = 40$  °С.  
 Ответ:  $pH_s = 7,47$



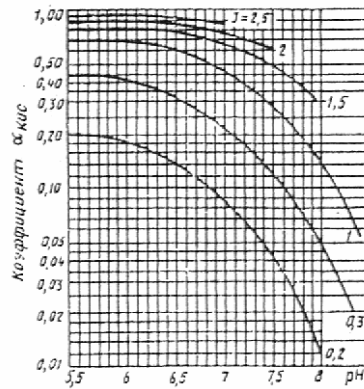
**Рис. 2. Номограмма для определения концентрации свободной двуокиси углерода в природной воде (или рН)**

**Пример.** Дано:  $pH = 7$ ,  $P = 1$  г/л;  $Щ = 1$  мг-экв/л;  $t = 80$  °С.  
 Ответ:  $(CO_2)_{св} = 9,1$  мг/л

Дозу кислоты  $D_{кис}$ , мг/л, (в расчете на товарный продукт) следует определять по формуле

$$D_{кис} = 100 \alpha_{кис} \frac{Щ e_{кис}}{C_{кис}}, \quad (4)$$

- где  $\alpha_{кис}$  — коэффициент, определяемый по номограмме [рис. 3](#);
  - $Щ$  — щелочность воды до стабилизационной обработки, мг-экв/л;
  - $e_{кис}$  — эквивалентная масса кислоты, мг/мг-экв (для серной кислоты — 49, для соляной кислоты — 36,5);
  - $C_{кис}$  — содержание активной части в товарной кислоте, %.
- Дозу гексаметафосфата или триполифосфата натрия (в расчете на  $P_2O_5$ ) надлежит принимать:
- для хозяйственно-питьевых водопроводов — не более 2,5 мг/л (3,5 мг/л в расчете на  $PO_4$ );
  - для производственных водопроводов — до 4 мг/л.



**Рис. 3 Номограмма для определения коэффициента  $\alpha_{\text{кис}}$  при расчете дозы кислоты**

5. При отрицательном индексе насыщения воды карбонатом кальция для получения стабильной воды следует предусматривать ее обработку щелочными реагентами (известью, содой или этими реагентами совместно), гексаметафосфатом или триполифосфатом натрия.

Дозу извести следует определять по формуле

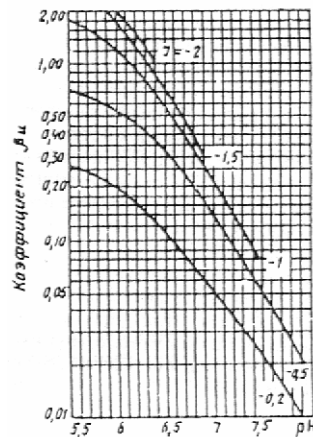
$$D_{\text{и}} = 28\beta_{\text{н}}K_t\text{Щ}, \quad (5)$$

где  $D_{\text{и}}$  — доза извести, мг/л, в расчете на CaO;

$\beta_{\text{н}}$  — коэффициент, определяемый по номограмме [рис. 4](#) в зависимости от pH воды (до стабилизационной обработки) и индекса насыщения  $J$ ;

$K_t$  — коэффициент, зависящий от температуры воды: при  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$  —  $K_t = 1$ , при  $t = 50\text{ }^\circ\text{C}$  —  $K_t = 1,3$ ;

$\text{Щ}$  — щелочность воды до стабилизационной обработки, мг-экв/л.



**Рис. 4. Номограмма для определения коэффициента  $\beta_{\text{н}}$  при расчете дозы щелочи**

Дозу соды в расчете на  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , мг/л, надлежит принимать в 3—3,5 раза больше дозы извести в расчете на CaO, мг/л.

Если по формуле (5) доза извести  $D_{\text{и}}/28$ , мг-экв/л, получается больше величины  $d_{\text{щ}}$ , мг-экв/л, определяемой по формуле

$$d_{\text{щ}} = 0,7[(\text{CO}_2)/22 + \text{Щ}], \quad (6)$$



то в воду кроме извести в количестве  $d_{ш}$ , мг-экв/л, следует вводить также соду, дозу которой  $D_c$ , мг/л, надлежит определять по формуле

$$D_c = (D_u / 28 - d_{ш}) 100. \quad (7)$$

Следует предусматривать возможность одновременно с введением щелочных реагентов дозировать гексаметафосфат или триполифосфат натрия дозой 0,5—1,5 мг/л (в расчете на  $P_2O_5$ ) для повышения степени равномерности распределения защитной карбонатной пленки по длине трубопроводов.

При проектировании систем обработки воды гексаметафосфатом натрия или триполифосфатом натрия (без щелочных реагентов) для борьбы с коррозией стальных и чугунных труб производственных водопроводов следует предусматривать дозы этих реагентов 5—10 мг/л (в расчете на  $P_2O_5$ ). Для хозяйственно-питьевых водопроводов дозы указанных реагентов не должны превышать 2,5 мг/л в расчете на  $P_2O_5$ .

В случаях обработки воды гексаметафосфатом или триполифосфатом натрия без щелочных реагентов при вводе в эксплуатацию участков новых трубопроводов для снижения интенсивности коррозии следует предусматривать заполнение их на 2—3 сут раствором гексаметафосфата или триполифосфата натрия концентрацией 100 мг/л (в расчете на  $P_2O_5$ ) с последующим сбросом этого раствора и промывкой трубопроводов водой с дозами указанных реагентов (в расчете на  $P_2O_5$ ): 5—10 мг/л — для производственных водопроводов и 2,5 мг/л — для хозяйственно-питьевых водопроводов.

6. Приготовление растворов гексаметафосфата и триполифосфата натрия для обработки воды должно производиться в растворорасходных баках с антикоррозионной защитой. Концентрацию растворов надлежит принимать от 0,5 до 3 % в расчете на товарные продукты, при этом продолжительность растворения с применением механических мешалок или сжатого воздуха — 4 ч при температуре воды 20 °С и 2 ч при температуре 50 °С.

7. При стабилизационной обработке воды следует предусматривать возможность введения щелочных реагентов в смеситель, перед фильтрами и в фильтрованную воду перед вторичным хлорированием.

При введении реагента перед фильтрами и в фильтрованную воду должна быть обеспечена высокая степень очистки щелочных реагентов и их растворов. Приготовление известкового молока и раствора соды и их дозирование следует предусматривать согласно п.п. 6.34—6.39

Введение щелочных реагентов перед смесителями и фильтрами допускается производить в тех случаях, когда это не ухудшает эффекта очистки воды (в частности, снижения цветности).

8. Для формирования защитной пленки карбоната кальция на внутренней поверхности трубопровода в первый период его эксплуатации надлежит предусматривать возможность увеличения доз щелочных реагентов по сравнению с определяемыми по формулам (6) и (7) в два раза, а в дальнейшем длительно на 10—20 % больше определяемой по тем же формулам.

9. Уточнение доз щелочных реагентов, а также продолжительности периода формирования защитной карбонатной пленки производится в процессе эксплуатации трубопровода на основе проведения технологических и химических анализов воды, а также наблюдений за индикаторами коррозии. Этими наблюдениями определяется также целесообразность поддержания небольшого пересыщения воды карбонатом кальция после начального периода формирования защитной карбонатной пленки на стенках труб.

10. При формировании защитной карбонатной пленки в трубопроводах систем хозяйственно-питьевого водоснабжения значение  $pH$  обработанной щелочными реагентами воды не должно превышать величины, допускаемой ГОСТ 2874-82.

11. Проектирование стабилизационной обработки маломинерализованных вод с содержанием кальция менее 20—30 мг/л и щелочностью 1—1,5 мг-экв/л следует производить только на основе предпроектных технологических изысканий. При необходимости повышения концентраций в воде кальция  $Ca^{2+}$  и гидрокарбонатов ( $HCO_3$ ) следует предусматривать совместную обработку воды двуокисью углерода ( $CO_2$ ) и известью.

*Приложение 6*  
*Рекомендуемое*

## ФТОРИРОВАНИЕ ВОДЫ

1. В качестве реагентов для фторирования воды следует применять кремнефтористый натрий, фтористый натрий, кремнефтористый аммоний, кремнефтористоводородную кислоту.

**Примечание.** При обосновании допускается по согласованию с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР применение других фторсодержащих реагентов.

2. Дозу реагентов  $D_\phi$ , г/м<sup>3</sup> надлежит определять по формуле

$$D_\phi = 10^4 (m_\phi a_\phi - \Phi) / K_\phi C_\phi, \quad (1)$$

где  $m_\phi$  — коэффициент, зависящий от места ввода реагента в обрабатываемую воду, принимаемый при вводе в чистую воду — 1, при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке воды — 1,1;

$a_\phi$  — необходимое содержание фтора в обрабатываемой воде в зависимости от климатического района расположения населенного пункта, устанавливаемое органами санитарно-эпидемиологической службы, г/м<sup>3</sup>;

$\Phi$  — содержание фтора в исходной воде, г/м<sup>3</sup>.

$K_\phi$  — содержание фтора в чистом реагенте, %, принимаемое для натрия кремнефтористого — 61, для натрия фтористого — 45, для аммония кремнефтористого — 64, для кислоты кремнефтористоводородной — 79;

$C_\phi$  — содержание чистого реагента в товарном продукте, %.

3. Ввод фторсодержащих реагентов надлежит предусматривать, как правило, в чистую воду перед ее обеззараживанием. Допускается введение фторсодержащих реагентов перед фильтрами при двухступенчатой очистке воды.

4. При использовании кремнефтористого натрия следует принимать технологические схемы с приготовлением ненасыщенного раствора реагента в расходных баках или насыщенного раствора реагента в сатураторах одинарного насыщения.

При применении фтористого натрия, кремнефтористого аммония и кремнефтористоводородной кислоты следует принимать технологические схемы с приготовлением, ненасыщенного раствора в расходных баках.

Для порошкообразных реагентов допускается применение схем с сухим дозированием реагентов.

5. Производительность сатуратора  $q_c$ , л/ч (по насыщенному раствору реагента), следует определять по формуле

$$q_c = D_\phi q / n_c P_\phi, \quad (2)$$

где  $q_c$  — расход обрабатываемой воды, м<sup>3</sup>/ч;

$n_c$  — количество сатураторов;

$P_\phi$  — растворимость кремнефтористого натрия, г/л, составляющая при температуре 0 °С — 4,3; 20 °С — 7,3; 40 °С — 10,3.

При определении объема сатураторов время пребывания в них раствора следует принимать не менее 5 ч, скорость восходящего потока воды в сатураторе — не более 0,1 м/с.

6. Концентрацию раствора реагента при приготовлении ненасыщенных растворов в расходных баках следует принимать: для кремнефтористого натрия — 0,25 % при температуре раствора 0 °С и до 0,5 % при 25 °С; фтористого натрия — 2,5 % при 0 °С; кремнефтористого аммония — 7 % при 0 °С; кремнефтористоводородной кислоты — 5 % при 0 °С.

Перемешивание раствора следует производить с помощью механических мешалок или воздуха.

Интенсивность подачи воздуха надлежит принимать 8—10 л/(с·м<sup>2</sup>).

7. Растворы фторсодержащих реагентов должны быть перед использованием отстоены в течение 2 ч.

8. При применении схемы с использованием дозаторов сухого реагента необходимо предусматривать специальную камеру для смешения с водой и растворения отдозированного реагента.

Перемешивание раствора в камере следует предусматривать с помощью гидравлических или механических устройств. При этом концентрацию раствора в камере рекомендуется принимать до 25 % растворимости реагента при данной температуре, а минимальное время пребывания раствора в камере 7 мин.

9. При применении в качестве реагента кремнефтористого натрия, кремнефтористого аммония и кремнефтористоводородной кислоты следует предусматривать мероприятия против коррозии баков, трубопроводов и дозаторов.

10. Фторсодержащие реагенты следует хранить на складе в заводской таре.

Кремнефтористоводородную кислоту следует хранить в баках с выполнением мероприятий, предотвращающих ее замерзание.

11. Помещение фтораторной установки и склада фторсодержащих реагентов должно быть изолировано от других производственных помещений.

Места возможного выделения пыли должны быть оборудованы местными отсосами воздуха, а растаривание кремнефтористого натрия и фтористого натрия должно производиться под защитой шкафного укрытия.

12. При применении фторсодержащих реагентов, учитывая их токсичность, необходимо предусматривать общие и индивидуальные мероприятия по защите обслуживающего персонала.

*Приложение 7*  
*Рекомендуемое*

## УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ

1. Количество воды, подлежащей умягчению,  $q_y$ , выраженное в процентах общего количества воды, следует определять по формуле

$$q_y = 100 \left( \mathcal{J}_{o.исх} - \mathcal{J}_{oc} \right) / \left( \mathcal{J}_{o.исх} - \mathcal{J}_y \right), \quad (1)$$

где  $\mathcal{J}_{o.исх}$  — общая жесткость исходной воды, мг-экв/л;

$\mathcal{J}_{oc}$  — общая жесткость воды, подаваемой в сеть, мг-экв/л;

$\mathcal{J}_y$  — жесткость умягченной воды, мг-экв/л.

## Реагентная декарбонизация воды и известково-содовое умягчение

2. В составе установок для реагентной декарбонизации воды и известково-содового умягчения следует предусматривать: реагентное хозяйство, смесители, осветлители со взвешенным осадком, фильтры и устройства для стабилизационной обработки воды.

В отдельных случаях (см. п. 8) вместо осветлителей со взвешенным осадком могут применяться вихревые реакторы.

3. При декарбонизации остаточная жесткость умягченной воды может быть получена на 0,4—0,8 мг-экв/л больше некарбонатной жесткости, а щелочность 0,8—1,2 мг-экв/л; при известково-содовом умягчении - остаточная жесткость 0,5—1 мг-экв/л и щелочность 0,8—1,2 мг-экв/л. Нижние пределы могут быть получены при подогреве воды до 35—40 °С.

4. При декарбонизации и известково-содовом умягчении воды известь надлежит применять в виде известкового молока. При суточном расходе извести менее 0,25 т (в расчете на  $CaO$ ) известь допускается вводить в умягчаемую воду в виде насыщенного известкового раствора, получаемого в сатураторах.

5. Дозы извести  $D_{и}$ , мг/л, для декарбонизации воды, считая по  $CaO$ , надлежит определять по формулам:

а) при соотношении между концентрацией в воде кальция и карбонатной жесткостью  $(Ca^{2+})/20 > Ж_k$

$$D_u = 28[(CO_2)/22 + Ж_k + D_k/e_k + 0,3]; \quad (2)$$

б) при соотношении между концентрацией в воде кальция и карбонатной жесткостью  $(Ca^{2+})/20 < Ж_k$

$$D_u = 28[(CO_2)/22 + 2Ж_k - (Ca^{2+})/20 + D_k/e_k + 0,5]; \quad (3)$$

где  $(CO_2)$  — концентрация в воде свободной двуокиси углерода, мг/л;

$(Ca^{2+})$  — содержание в воде кальция, мг/л;

$D_k$  — доза коагулянта  $FeCl_3$  или  $FeSO_4$  (в расчете на безводные продукты), мг/л;

$e_k$  — эквивалентная масса активного вещества коагулянта, мг/мг-экв (для  $FeCl_3$  — 54, для  $FeSO_4$  — 76).

6. Дозы извести и соды при известково-содовом умягчении воды следует определять по формулам:

доза извести  $D_{и}$ , мг/л, в расчете на  $CaO$

$$D_u = 28[(CO_2)/22 + Ж_k + (Mg^{2+})/12 + D_k/e_k + 0,5]; \quad (4)$$

доза соды  $D_c$ , мг/л, в расчете на  $Na_2CO_3$

$$D_c = 53(Ж_{н.к} + D_k/e_k + 1), \quad (5)$$

где  $(Mg^{2+})$  — содержание в воде магния, мг/л;

$Ж_{н.к}$  — некарбонатная жесткость воды, мг-экв/л.

7. В качестве коагулянтов при умягчении воды известью или известью и содой следует применять хлорное железо или железный купорос.

Дозы коагулянта в расчете на безводные продукты  $FeCl_3$  или  $FeSO_4$  надлежит принимать 25 — 35 мг/л с последующим уточнением в процессе эксплуатации водоумягчительной установки.

8. При обосновании допускается производить декарбонизацию или известково-содовое умягчение воды в вихревых реакторах с получением крупки карбоната кальция и ее обжигом в целях утилизации в качестве извести-реагента.

Умягчение воды в вихревых реакторах следует принимать при соотношении  $(Ca^{2+})/20$  мг/л  $> Ж_k$ , содержании магния в исходной воде не более 15 мг/л и перманганатной окисляемости не более 10 мг О/л.

Окончательное осветление воды после вихревых реакторов следует производить на фильтрах.

9. Для расчета вихревых реакторов следует принимать: скорость входа в реактор 0,8—1 м/с; угол конусности 15—20°; скорость восходящего движения воды на уровне водоотводящих устройств 4—6 мм/с. В качестве контактной массы для загрузки вихревых реакторов следует применять молотый известняк, размолотую крупку карбоната кальция, образовавшуюся в вихревых реакторах, или мраморную крошку.

Крупность зерен контактной массы должна быть 0,2—0,3 мм, количество ее — 10 кг на 1 м<sup>3</sup> объема вихревого реактора. Контактную массу надлежит догружать при каждом выпуске крупки из вихревого реактора.

Известь следует вводить в нижнюю часть реактора в виде известкового раствора или молока. При обработке воды в вихревых реакторах коагулянт добавлять не следует.

**Примечание.** При  $(Ca^{2+})/20 < Ж_k$  декарбонизацию воды следует производить в осветителях с доосветлением воды на фильтрах.

10. Для выделения взвеси, образующейся при умягчении воды известью, а также известью и содой, следует применять осветлители со взвешенным осадком (специальной конструкции).

Скорость движения воды в слое взвешенного осадка следует принимать 1,3—1,6 мм/с, вода после осветлителя должна содержать взвешенных веществ не более 15 мг/л.

11. Фильтры для осветления воды, прошедшей через вихревые реакторы или осветлители, следует загружать песком или дробленым антрацитом с крупностью зерен 0,5—1,25 мм и коэффициентом неоднородности 2—2,2. Высота слоя загрузки 0,8—1 м, скорость фильтрования — до 6 м/ч.

Допускается применение двухслойных фильтров.

Фильтры надлежит оборудовать устройствами для верхней промывки.

### Натрий-катионитный метод умягчения воды

12. Натрий-катионитный метод следует применять для умягчения подземных вод и вод поверхностных источников с мутностью не более 5—8 мг/л и цветностью не более 30°. При натрий-катионировании щелочность воды не изменяется.

13. При одноступенчатом натрий-катионировании общая жесткость воды может быть снижена до 0,05—0,1 г-эquiv/м<sup>3</sup>, при двухступенчатом — до 0,01 г-эquiv/м<sup>3</sup>.

14. Объем катионита  $W_k$ , м<sup>3</sup> в фильтрах первой ступени следует определять по формуле

$$W_k = 24q_y Ж_{o.исх} / n_p E_{раб}^{Na} \quad (6)$$

где  $q_y$  — расход умягченной воды, м<sup>3</sup>/ч;

$Ж_{o.исх}$  — общая жесткость исходной воды, г-эquiv/м<sup>3</sup>;

$E_{раб}^{Na}$  — рабочая обменная емкость катионита при натрий-катионировании; г-эquiv/м<sup>3</sup>;

$n_p$  — число регенераций каждого фильтра в сутки, принимаемое в пределах от одной до трех.

15. Рабочую обменную емкость катионита при натрий-катионировании, г-экв/м<sup>3</sup> следует определять по формуле

$$E_{\text{раб}}^{\text{Na}} = \alpha_{\text{Na}} \beta_{\text{Na}} E_{\text{полн}} - 0,5q_{\text{уд}} \mathcal{J}_{\text{о.исх}} \quad (7)$$

где  $\alpha_{\text{Na}}$  — коэффициент эффективности регенерации натрий-катионита, учитывающий неполноту регенерации катионита, принимаемый по [табл. 1](#);

$\beta_{\text{Na}}$  — коэффициент, учитывающий снижение обменной емкости катионита по  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  вследствие частичного задержания катионитов  $\text{Na}^+$ , принимаемый по [табл. 2](#), в которой  $C_{\text{Na}}$  — концентрация натрия в исходной воде, г-экв/м<sup>3</sup> ( $C_{\text{Na}} = (\text{Na}^+)/23$ );

$E_{\text{полн}}$  — полная обменная емкость катионита, г-экв/м<sup>3</sup>, определяемая по заводским паспортным данным. При отсутствии таких данных при расчетах допускается принимать: для сульфогля крупностью 0,5—1,1 мм — 500 г-экв/м<sup>3</sup>; для катионита КУ-2 крупностью 0,8—1,2 мм — 1500—1700 г-экв/м<sup>3</sup>.

$q_{\text{уд}}$  — удельный расход воды на отмывку катионита, м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> катионита, принимаемый равным для сульфогля — 4 и для КУ-2 — 6.

Таблица 1

Удельный расход поваренной соли на регенерацию катионита, г на г-экв рабочей обменной емкости	100	150	200	250	300
Коэффициент эффективности регенерации катионита $\alpha_{\text{Na}}$	0,62	0,74	0,81	0,86	0,9

Таблица 2

$C_{\text{Na}}/\mathcal{J}_{\text{о.исх}}$	0,01	0,05	0,1	0,5	1	5	10
$\beta_{\text{Na}}$	0,93	0,88	0,83	0,7	0,65	0,54	0,5

16. Площадь катионитных фильтров первой ступени  $F_k$ , м<sup>2</sup> следует определять по формуле

$$F_k = W_k / H_k \quad (8)$$

где  $H_k$  — высота слоя катионита в фильтре, принимаемая от 2 до 2,5 м (большую высоту загрузки следует принимать при жесткости воды более 10 г-экв/м<sup>3</sup>);

$W_k$  — определяется по формуле [\(6\)](#).

Количество катионитных фильтров первой ступени надлежит принимать: рабочих — не менее двух, резервных — один.

17. Скорость фильтрования воды через катионит для напорных фильтров первой ступени при нормальном режиме не должна превышать при общей жесткости воды:

до 5 г-экв/м<sup>3</sup> — 25 м/ч;

5—10 г-экв/м<sup>3</sup> — 15 м/ч;

10—15 г-экв/м<sup>3</sup> — 10 м/ч.

**Примечание.** Допускается кратковременное увеличение скорости фильтрования на 10 м/ч по сравнению с указанными выше при выключении фильтров на регенерацию или ремонт.

18. Потерю напора в напорных катионитных фильтрах при фильтровании следует определять как сумму потерь напора в коммуникациях фильтра, в дренаже и катионите. Потерю напора в фильтре следует принимать по табл. 3.

Таблица 3

Высота слоя, м, катионита крупностью 0,5–1,1 мм или 0,8–1,2 мм	Потери напора, м, в напорном катионитном фильтре при скорости фильтрования, м/ч				
	5	10	15	20	25
2	4	5	5,5	6	7
2,5	4,5	5,5	6	6,5	7,5

19. В открытых катионитных фильтрах слой воды над катионитом следует принимать 2,5—3 м и скорость фильтрования не более 15 м/ч.

20. Интенсивность подачи воды для взрыхления катионита следует принимать 4 л/(с·м<sup>2</sup>) при крупности зерен катионита 0,5—1,1 мм и 5 л/(с·м<sup>2</sup>) при крупности 0,8—1,2 мм. Продолжительность взрыхления надлежит принимать 20—30 мин. Подачу воды на взрыхление катионита следует предусматривать согласно п. 6.117.

21. Регенерацию загрузки катионитных фильтров следует предусматривать технической поваренной солью. Расход поваренной соли  $P_c$  кг, на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра первой ступени следует определять по формуле

$$P_c = f_k H_k E_{\text{раб}}^{\text{Na}} a_c / 1000 \quad (9)$$

где  $f_k$  — площадь одного фильтра, м<sup>2</sup>;

$H_k$  — высота слоя катионита в фильтре, м, принимаемая согласно п. 16;

$E_{\text{раб}}^{\text{Na}}$  — рабочая обменная емкость катионита, г-экв/м<sup>3</sup>, принимаемая согласно п. 15;

$a_c$  — удельный расход соли на 1 г-экв рабочей обменной емкости катионита, принимаемый 120—150 г/г-экв для фильтров первой ступени при двухступенчатой схеме и 150—200 г/г-экв при одноступенчатой схеме.

Жесткость умягченной воды при различных удельных расходах соли приведена на рис. 1.

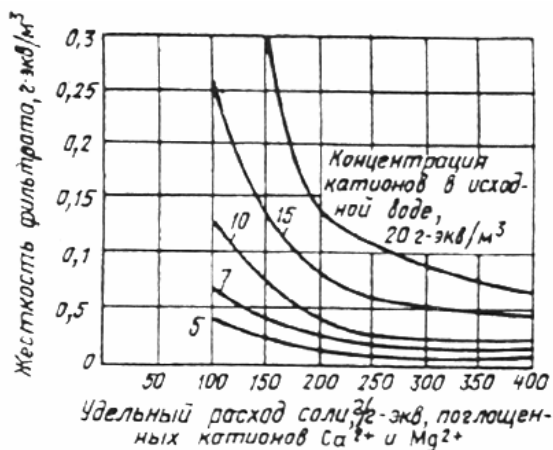


Рис. 1. График для определения остаточной жесткости воды, умягченной одноступенчатым натрий-катионированием

Концентрацию регенерационного раствора для фильтров первой ступени следует принимать 5—8 %.

Скорость фильтрования регенерационного раствора через катионит фильтров первой ступени следует принимать 3—4 м/ч; скорость фильтрования исходной воды для отмывки катионита — 6—8 м/ч, удельный расход отмывочной воды — 5—6 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> катионита.

22. Натрий-катионитные фильтры второй ступени следует рассчитывать согласно п.п. 20, 21, при этом следует принимать: высоту слоя катионита — 1,5 м; скорость фильтрования — не более 40 м/ч; удельный расход соли для регенерации катионита в



фильтрах второй ступени 300—400 г на 1 г-экв задержанных катионов жесткости; концентрацию регенерационного раствора — 8—12 %.

Потерю напора в фильтре второй ступени следует принимать 13—15 м.

Отмывку катионита в фильтрах второй ступени надлежит предусматривать фильтратом первой ступени.

При расчете фильтров второй ступени общую жесткость поступающей на них воды следует принимать 0,1 г-экв/м<sup>3</sup> рабочую емкость поглощения катионита — 250—300 г-экв/м<sup>3</sup>.

23. При обосновании для умягчения воды повышенной минерализации допускается применение схем противоточного или ступенчато-противоточного натрий-катионирования.

### Водород-натрий-катионитный метод умягчения воды

24. Водород-натрий-катионитный метод следует принимать для удаления из воды катионов жесткости (кальция и магния) и одновременного снижения щелочности воды.

Этот метод следует применять для обработки подземных вод и вод поверхностных источников с мутностью не более 5—8 мг/л и цветностью не более 30°.

Умягчение воды надлежит принимать по схемам:

параллельного водород-натрий-катионирования, позволяющего получить фильтрат общей жесткостью 0,1 г-экв/м<sup>3</sup> с остаточной щелочностью 0,4 г-экв/м<sup>3</sup>; при этом суммарное содержание хлоридов и сульфатов в исходной воде должно быть не более 4 г-экв/м<sup>3</sup> и натрия не более 2 г-экв/м<sup>3</sup>.

последовательного водород-натрий-катионирования с «голодной» регенерацией водород-катионитных фильтров; при этом общая жесткость фильтрата составит 0,01 г-экв/м<sup>3</sup>, щелочность — 0,7 г-экв/м<sup>3</sup>;

водород-катионирования с «голодной» регенерацией и последующим фильтрованием через буферные саморегенерирующиеся катионитные фильтры; при этом общая жесткость фильтрата будет на 0,7—1,5 г-экв/м<sup>3</sup> выше некарбонатной жесткости исходной воды, щелочность фильтрата — 0,7—1,5 г-экв/м<sup>3</sup>. Катионитные буферные фильтры допускается не предусматривать, если не требуется поддержания остаточной жесткости, щелочности и рН в строго определенных пределах. Следует предусматривать возможность регенерации буферных фильтров раствором технической поваренной соли.

25. Соотношения расходов воды, подаваемой на водород-катионитные и натрий-катионитные фильтры при умягчении воды параллельным водород-натрий-катионированием, следует определять по формулам:

расход воды, подаваемой на водород-катионитные фильтры, м<sup>3</sup>/ч,

$$q_{пол}^H = q_{пол} (Ш_о - Ш_у) / (A + Ш_о); \quad (10)$$

расход воды, подаваемой на натрий-катионитные фильтры  $q_{пол}^{Na}$ , м<sup>3</sup>/ч,

$$q_{пол}^{Na} = q_{пол} - q_{пол}^H \quad (11)$$

где  $q_{пол}$  — полезная производительность водород-натрий-катионитной установки, м<sup>3</sup>/ч;  
 $q_{пол}^H$  и  $q_{пол}^{Na}$  — полезная производительность соответственно водород-катионитных и натрий-катионитных фильтров, м<sup>3</sup>/ч;

$Ш_о$  — щелочность исходной воды, г-экв/м<sup>3</sup>;

$Ш_у$  — требуемая щелочность умягченной воды, г-экв/м<sup>3</sup>;

$A$  — суммарное содержание в умягченной воде анионов сильных кислот (сульфатов, хлоридов, нитратов и др.), г-экв/м<sup>3</sup>.

**Примечания:** 1. Водород-катионитные фильтры могут быть использованы и как натрий-катионитные, поэтому должна быть предусмотрена возможность регенерации двух-трех водород-катионитных фильтров раствором технической поваренной соли.

2. Расчет трубопроводов и фильтров следует производить на режиме при наибольшей нагрузке на водород-катионитные фильтры, наибольшей щелочности (Щ) воды и наименьшем содержании в ней анионов сильных кислот (А); при наибольшей нагрузке на натрий-катионитные фильтры, наименьшей щелочности воды и наибольшем содержании в ней анионов сильных кислот.

26. Объем катионита  $W_H$ , м<sup>3</sup>, в водород-катионитных фильтрах следует определять по формуле

$$W_H = 24q_{\text{пол}}^{\text{Na}} (Ж_o + C_{\text{Na}}) / n_p E_{\text{раб}}^H \quad (12)$$

Объем катионита  $W_{\text{Na}}$ , м<sup>3</sup>, в натрий-катионитных фильтрах следует определять по формуле

$$W_{\text{Na}} = 24q_{\text{пол}}^{\text{Na}} Ж_o / n_p E_{\text{раб}}^{\text{Na}}, \quad (13)$$

где  $Ж_o$  — общая жесткость умягченной воды, г-эquiv/м<sup>3</sup>

$n_p$  — число регенераций каждого фильтра в сутки, принимаемое согласно п. 14;

$E_{\text{раб}}^H$  — рабочая обменная емкость водород-катионита, г-эquiv/м<sup>3</sup>;

$E_{\text{раб}}^{\text{Na}}$  — рабочая обменная емкость натрий-катионита, г-эquiv/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{Na}}$  — концентрация в воде натрия, г-эquiv/м<sup>3</sup>, определяемая согласно п. 15.

27. Рабочую обменную емкость, г-эquiv/м<sup>3</sup>, водород-катионита следует определять по формуле

$$E_{\text{раб}}^H = \alpha_H E_{\text{полн}} - 0,5q_{\text{уд}} C_k \quad (14)$$

где  $\alpha_H$  — коэффициент эффективности регенерации водород-катионита, принимаемый по табл. 4;

$C_k$  — общее содержание в воде катионитов кальция, магния, натрия и калия, г-эquiv/м<sup>3</sup>;

$q_{\text{уд}}$  — удельный расход воды на отмывку катионита после регенерации, принимаемый равным 4—5 м<sup>3</sup> воды на 1 м<sup>3</sup> катионита;

$E_{\text{полн}}$  — паспортная полная обменная емкость катионита в нейтральной среде, г-эquiv/м<sup>3</sup>.

Таблица 4

Удельный расход серной кислоты на регенерацию катионита, г/г-эquiv, рабочей обменной емкости	50	100	150	200
Коэффициент эффективности регенерации водород-катионита, $\alpha_b$	0,68	0,85	0,91	0,92

При отсутствии паспортных данных  $E_{\text{полн}}$  следует принимать согласно п. 15.

28. Площадь водород-катионитных и натрий-катионитных фильтров  $F_H$ , м<sup>2</sup>, и  $F_{\text{Na}}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_H = W_H H_k; F_{\text{Na}} = W_{\text{Na}} H_k \quad (15)$$

где  $H_k$  — высота слоя катионита в фильтре, м, принимаемая согласно п. 16.

Потерю напора в водород-катионитных фильтрах, интенсивность взрыхления и скорость фильтрования следует принимать согласно п.п. 18—20.

29. Количество рабочих водород-катионитных и натрий-катионитных фильтров при круглосуточной работе должно быть не менее двух.

Количество резервных водород-катионитных фильтров надлежит принимать: один — при количестве рабочих фильтров до шести и два — при большем количестве. Резервные натрий-катионитные фильтры устанавливать не следует, но должна быть предусмотрена возможность использования резервных водород-катионитных фильтров в качестве натрий-катионитных согласно примеч. к п. 25.

30. Регенерацию водород-катионитных фильтров надлежит принимать 1—1,5 %-ным раствором серной кислоты. Допускается разбавление серной кислоты до указанной концентрации водой непосредственно перед фильтрами в эжекторе.

Скорость пропуска регенерационного раствора серной кислоты через слой катионита должна быть не менее 10 м/ч с последующей отмывкой катионита неумягченной водой, пропускаемой через слой катионита сверху вниз со скоростью 10 м/ч.

Отмывка должна заканчиваться при кислотности фильтра, равной сумме концентраций сульфатов и хлоридов в воде, поступающей на отмывку.

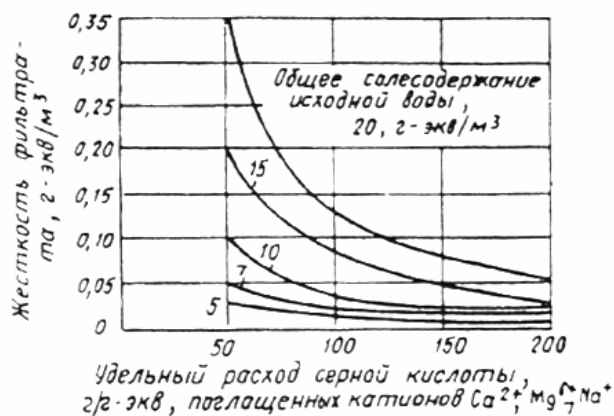
Первую половину объема отмывочной воды следует направлять на нейтрализацию, в накопители и т.п., вторую половину — в баки для взрыхления катионита.

**Примечание.** Для регенерации водород-катионитных фильтров при обосновании допускается применение кислот соляной и азотной (для КУ-2).

31. Расход 100 %-ной кислоты  $P_H$ , кг, на одну регенерацию водород-катионитного фильтра надлежит определять по формуле

$$P_H = f_k H_k E_{\text{раб}}^H \alpha_H / 1000 \quad (16)$$

где  $\alpha_H$  — удельный расход кислоты для регенерации катионита, г/г-экв, определяемый по рис. 2 в зависимости от требуемой жесткости фильтрата.



**Рис. 2. График для определения общей жесткости воды, умягченной водород-катионированием**

32. Объемы мерника крепкой кислоты и бака для разбавленного раствора кислоты (если разбавление ее производится не перед фильтрами) надлежит определять из условия регенерации одного фильтра при количестве рабочих водород-катионитных фильтров до четырех и для регенерации двух фильтров при большем количестве.

33. Аппараты и трубопроводы для дозирования и транспортирования кислот следует проектировать с соблюдением правил техники безопасности при работе с кислотами.

34. Удаление двуокси углерода из водород-катионированной воды или из смеси водород- и натрий-катионированной воды надлежит предусматривать в дегазаторах с

насадками кислотоупорными керамическими размером 25×25×4 мм или с деревянной хордовой насадкой из брусков.

Площадь поперечного сечения дегазатора следует определять исходя из плотности орошения при керамической насадке 60 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади дегазатора, при деревянной хордовой насадке — 40 м<sup>3</sup>/ч.

Вентилятор дегазатора должен обеспечивать подачу 15 м<sup>3</sup> воздуха на 1 м<sup>3</sup> воды. Определение напора, развиваемого вентилятором, следует производить с учетом сопротивления керамической насадки, принимаемого равным 30 мм вод. ст. на 1 м высоты слоя насадки, сопротивления деревянной хордовой насадки — 10 мм вод. ст. Прочие сопротивления следует принимать равными 30—40 мм вод. ст.

Высоту слоя насадки, необходимую для снижения содержания двуокси углерода в катионированной воде, следует определять по [табл. 5](#) в зависимости от содержания свободной двуокси углерода (CO<sub>2</sub>)<sub>св</sub>, г/м<sup>3</sup>, в подаваемой на дегазатор воде, определяемой по формуле

$$(CO_2)_{св} = (CO_2)_0 + 44Щ_0 \quad (17)$$

где (CO<sub>2</sub>)<sub>св</sub> — содержание свободной двуокси углерода в исходной воде, г/м<sup>3</sup>;  
Щ<sub>0</sub> — щелочность исходной воды, г-экв/м<sup>3</sup>.

Таблица 5

Содержание (CO <sub>2</sub> ) в воде, подаваемой на дегазатор, г/м <sup>3</sup>	Высота слоя в дегазаторе, м	
	кислотоупорная керамическая	деревянная хордовая
1	2	3
50	3	4
100	4	5,2
150	4,7	6
200	5,1	6,5
250	5,5	6,8
300	5,7	7

35. При проектировании установок для умягчения воды последовательным водород-натрий-катионированием с «голодной» регенерацией водород-катионитных фильтров следует принимать:

а) жесткость фильтрата, Ж<sub>ф</sub><sup>н</sup>, г-экв/м<sup>3</sup>, водород-катионитных фильтров по формуле

$$Ж_{ф}^n = (Cl^-) + (SO_4^{2-}) + Щ_{ост} - (Na^+), \quad (18)$$

где (Cl<sup>-</sup>) и (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) — содержание хлоридов и сульфатов в умягченной воде, г-экв/м<sup>3</sup>;  
Щ<sub>ост</sub> — остаточная щелочность фильтрата водород-катионитных фильтров, равная 0,7—1,5 г-экв/м<sup>3</sup>;

(Na<sup>+</sup>) — содержание натрия в умягченной воде, г-экв/м<sup>3</sup>;

б) расход кислоты на «голодную» регенерацию водород-катионитных фильтров — 50 г на 1 г-экв удаленной из воды карбонатной жесткости;

в) при «голодной» регенерации «условную» обменную емкость катионитов по иону HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (до момента повышения щелочности фильтрата) для сульфогля СК-1 — 250—300 г-экв/м<sup>3</sup> для катионита КБ-4 — 500—600 г-экв/м<sup>3</sup>.

36. Для предупреждения попадания кислой воды на натрий-катионитные фильтры установок последовательного водород-натрий-катионирования, на случай регенерации водород-катионитных фильтров избыточной дозой кислоты, следует предусматривать

подачу осветленной неумягченной воды в поток фильтрата водород-катионитных фильтров перед дегазатором.

37. Аппараты, трубопроводы и арматура, соприкасающиеся с кислой водой или фильтратом, должны быть защищены от коррозии или изготовлены из антикоррозионных материалов.

38. При параллельном водород-натрий-катионировании ионитные фильтры допускается при обосновании предусматривать с противоточной регенерацией или по схеме ступенчато-противоточного ионирования.

39. Отработавшие регенерационные растворы ионитных умягчительных установок в зависимости от местных условий следует направлять в накопители, бытовую или производственную канализацию; надлежит также рассматривать возможность обработки концентрированной части вод для их повторного использования.

Отработавшие растворы перед сбросом в канализацию после усреднения надлежит при необходимости нейтрализовать. При этом получающиеся осадки карбоната кальция и двуокиси магния следует выделять отстаиванием и направлять в накопитель.

Осветленные растворы хлорида натрия (из сточных вод от регенерации натрий-катионитных фильтров) надлежит повторно использовать для регенерации натрий-катионитных фильтров (при необходимости после нейтрализации).

*Приложение 8*  
*Рекомендуемое*

## **ОПРЕСНЕНИЕ И ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ**

### **Ионный обмен**

1. Обессоливание воды ионным обменом следует производить при общем солесодержании воды до 1500—2000 мг/л и суммарном содержании хлоридов и сульфатов не более 5 мг-экв/л.

Вода, подаваемая на ионитные фильтры, должна содержать, не более: взвешенных веществ — 8 мг/л, цветность — 30° и перманганатную окисляемость — 7 мг О/л.

Вода, не отвечающая этим требованиям, должна предварительно обрабатываться.

2. Обессоливание воды ионным обменом по одноступенчатой схеме надлежит предусматривать последовательным фильтрованием через водород-катионит и слабоосновный анионит с последующим удалением двуокиси углерода из воды на дегазаторах.

Солесодержание воды, обработанной по одноступенчатой схеме, должно составлять не более 20 мг/л (удельная электропроводность — 35—45 мкОм/см), содержание кремния при этом не снижается.

3. При двухступенчатой схеме обессоливания воды следует предусматривать: водород-катионитные фильтры первой ступени; анионитные фильтры первой ступени, загруженные слабоосновным анионитом; водород-катионитные фильтры второй ступени; дегазаторы для удаления двуокиси углерода; анионитные фильтры второй ступени, загруженные сильноосновным анионитом для удаления кремниевой кислоты.

Солесодержание воды, обработанной по двухступенчатой схеме, должно быть не более 0,5 мг/л (удельная электропроводность 1,6— 1,8 мкОм/см) и содержание кремнекислоты — не более 0,1 мг/л.

4. При трехступенчатой схеме обессоливания воды, в дополнение к схеме по [п. 3](#), надлежит предусматривать третью ступень фильтров со смешанной загрузкой, состоящей из высококислотного катионита и высокоосновного анионита (ФСД).

Солесодержание воды, обработанной по трехступенчатой схеме, не должно превышать 0,1 мг/л (удельная электропроводность 0,3—0,4 мкОм/см) и содержание кремнекислоты не более 0,02 мг/л.

5. Водород-катионитные фильтры первой ступени следует рассчитывать согласно указаниям п.п. 26, 27 прил. 7, дегазаторы — п. 34 прил. 7.

При обосновании водород-катионитные фильтры первой ступени следует предусматривать с противоточной регенерацией или по схеме ступенчато-противоточного ионирования.

6. Для водород-катионитных фильтров второй ступени надлежит принимать: скорость фильтрования до 50 м/ч; высоту слоя катионита — 1,5 м; удельный расход 100 %-ной серной кислоты — 100 г на 1 г-экв поглощенных катионов; емкость поглощения сульфогля — 200 г-экв/м<sup>3</sup>; катионита КУ-2 — 400—500 г-экв/м<sup>3</sup>; расход воды на отмывку катионита после регенерации — 10 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> катионита. Отмывку следует производить водой, прошедшей через анионитные фильтры первой ступени.

Воду для отмывки катионитных фильтров второй ступени следует использовать для взрыхления водород-катионитных фильтров первой ступени и приготовления для них регенерационного раствора. Продолжительность регенерации и отмывки водород-катионитных фильтров второй ступени следует принимать 2,5—3 ч.

7. Площадь фильтрования  $F_1$ , м<sup>2</sup>, анионитных фильтров первой ступени следует определять по формуле

$$F_1 = Q_1 / n_p T_1 v_1, \quad (1)$$

где  $Q_1$  — производительность анионитных фильтров первой ступени, включая расход воды на собственные нужды последующих ступеней установки, м<sup>3</sup>/сут;

$n_p$  — число регенераций анионитных фильтров первой ступени в сутки, принимаемое 1—2;

$v_1$  — расчетная скорость фильтрования, м/ч, принимаемая не менее 4 и не более 30;

$T_1$  — продолжительность работы каждого фильтра, ч, между регенерациями, определяемая по формуле

$$T_1 = 24 / n_p - \tau_p, \quad (2)$$

где  $\tau_p$  — общая продолжительность всех операций по регенерации фильтров, принимаемая 5 ч (взрыхление 0,25 ч, регенерация — 1,5 ч, отмывка анионита — 3—3,25 ч).

Объем анионита в анионитных фильтрах первой ступени  $W_1$  следует определять по формуле

$$W_1 = Q_1 C_0 / n_p E_p \quad (3)$$

где  $C_0$  — суммарное содержание сульфатных, хлоридных и нитратных ионов в исходной воде, г-экв/м<sup>3</sup>;

$E_p$  — рабочая обменная емкость анионита по анионам указанных сильных кислот, г-экв на 1 м<sup>3</sup> анионита, принимаемая по паспортным данным; при отсутствии таких данных для анионитов АН-31 и АВ-17 допускается принимать 600—700 г-экв/м<sup>3</sup>.

8. Регенерацию анионитных фильтров первой ступени следует производить 4 %-ным раствором кальцинированной соды; удельный расход соды следует принимать 100 г  $Na_2CO_3$  на 1 г-экв поглощенных анионов.

В установках с анионитными фильтрами второй ступени, загруженными сильноосновным анионитом, допускается регенерировать анионитные фильтры первой

ступени отработавшим раствором едкого натра после регенерации анионитных фильтров второй ступени.

Регенерационные растворы соды и едкого натра следует готовить на водород-катионированной воде.

Отмывку анионитных фильтров первой ступени после регенерации следует производить водород-катионированной водой при расходе  $10 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  анионита.

9. Загрузку анионитных фильтров второй ступени следует предусматривать сильноосновным анионитом с высотой слоя  $1,5 \text{ м}$ , скорость фильтрования надлежит принимать  $15\text{—}25 \text{ м/ч}$ .

Кремнеемкость сильноосновного анионита следует принимать по паспортным данным или при их отсутствии по таблице.

Сильноосновный анионит	Кремнеемкость, г-экв/ $\text{м}^3$ , при истощении анионита до «проскока» в фильтрат $\text{SiO}_3^{2-}$ , мг/л			Минимальное остаточное содержание $\text{SiO}_3^{2-}$ в фильтрате, мг/л
	0,1	0,5	1	
АВ-17	420	530	560	0,05

Регенерацию высокоосновного анионита в фильтрах второй ступени следует производить 4 %-ным раствором едкого натра. Удельный расход 100 %-ного едкого натра следует принимать  $120\text{—}140 \text{ кг}$  на  $1 \text{ м}^3$  анионита.

10. Для фильтров ФДС надлежит принимать: скорость фильтрования —  $40\text{—}50 \text{ м/ч}$ , высоту слоев катионита и анионита —  $0,6 \text{ м}$  каждый.

Число фильтров должно быть не менее трех, из них два рабочих, третий - на регенерации или в резерве.

Регенерацию фильтров ФДС надлежит предусматривать после фильтрования через загрузку  $10\text{—}12 \text{ тыс. м}^3$  воды на  $1 \text{ м}^3$  смеси ионитов.

Расход 100 %-ной серной кислоты на регенерацию  $1 \text{ м}^3$  катионита следует принимать  $70 \text{ кг}$ , 100 %-ного едкого натра на регенерацию  $1 \text{ м}^3$  анионита —  $100 \text{ кг}$ .

11. В составе установок ионообменного обессоливания воды должна предусматриваться взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод от регенерации фильтров и при необходимости дополнительная после их смешения нейтрализация известью.

При этом следует предусматривать не менее двух баков-нейтрализаторов вместимостью каждого, равной суточному количеству сточных вод. Следует предусматривать повторное использование воды от взрыхления и отмывки ионитов.

Нейтрализованные сточные воды от регенерации ионитных фильтров в зависимости от местных условий следует направлять в бытовую или производственную канализацию или в накопители.

## Электролиз

12. Метод электролиза (электрохимический) надлежит применять при опреснении подземных и поверхностных вод с содержанием солей от  $1500$  до  $7000 \text{ мг/л}$  для получения воды с содержанием солей не ниже  $500 \text{ мг/л}$ . При необходимости получения воды с меньшим солесодержанием после электролизной установки следует предусматривать обессоливание воды ионным обменом. В отдельных случаях при обосновании электролиз допускается применять для опреснения вод с содержанием солей до  $10\,000\text{—}15\,000 \text{ мг/л}$ .

13. Вода, подаваемая на электролизные опреснительные установки, должна содержать, не более: взвешенных веществ —  $1,5 \text{ мг/л}$ ; цветность —  $20^\circ$ ; перманганатную окисляемость —  $5 \text{ мг О/л}$ ; железа —  $0,05 \text{ мг/л}$ ; марганца —  $0,05 \text{ мг/л}$ ; боратов, считая по  $\text{ВO}_2$  —  $3 \text{ мг/л}$ ; брома —  $0,4 \text{ мг/л}$ .



Вода, не отвечающая этим требованиям, должна предварительно обрабатываться.

Необходимость предварительного умягчения опресненной воды при общей жесткости более 20 мг-экв/л должна обосновываться.

Опресненная электродиализом вода перед подачей ее в систему хозяйственно-питьевого водоснабжения должна быть дезодорирована на фильтрах, загруженных активным углем, и обеззаражена.

14. Выбор типа аппарата электродиализной установки следует производить по паспортным данным завода-изготовителя. При этом в зависимости от расхода опресненной воды и солесодержания исходной воды определяются число ступеней опреснения, количество параллельных аппаратов в каждой ступени, кратность рециркуляции и расход сбрасываемого рассола, а также напряжение и сила постоянного тока на аппаратах всех ступеней для выбора преобразователя тока.

Гидравлическим расчетом следует определять потери напора в камерах опреснения, системах распределения и сбора внутри аппаратов, подающих и отводящих трубопроводах диализата и рассола.

При расходе опресненной воды до 250—400 м<sup>3</sup>/сут надлежит применять комплексные электродиализные опреснительные установки заводского изготовления, включающие электродиализные аппараты, проточно-рециркуляционные контуры диализата и рассола с баками и насосами, блок электропитания и блок контроля и автоматики.

15. Схему опреснения воды рекомендуется принимать прямоточную многоступенчатую с рециркуляцией рассола. В зависимости от солесодержания опресненной воды в схеме прямоточной многоступенчатой установки допускается предусматривать рециркуляцию диализата и емкость-смеситель диализата с исходной водой.

16. Число ступеней опреснения  $z$  прямоточных установок надлежит определять расчетом

$$C_{исх} \rightarrow \underbrace{\alpha_c C_{исх}}_{1 \text{ ступень}} \rightarrow \underbrace{\alpha_c^2 C_{исх}}_{2 \text{ ступень}} \rightarrow \dots \rightarrow \underbrace{\alpha_c^z C_{исх}}_{z \text{ ступень}} \rightarrow C_{оп}$$

При этом

$$\alpha_c^z C_{исх} \leq C_{оп}, \quad (4)$$

где  $C_{исх}$  — солесодержание исходной воды, мг-экв/л;

$C_{оп}$  — солесодержание опресненной воды, мг-экв/л;

$\alpha_c$  — коэффициент предельного снижения солесодержания диализата в каждой ступени опреснения, принимаемый

$$\alpha_c = (100 - S_c) / 100, \quad (5)$$

где  $S_c$  — сольесем за один проход опресняемой воды через аппарат, принимаемый по паспортным данным, %.

17. Количество параллельно работающих аппаратов  $N_{ап}$  в каждой ступени надлежит определять по формуле

$$N_{ап} = 26,8q(C_{вх} - C_{вых}) / i_p F_M \eta_{я}, \quad (6)$$

где  $q$  — производительность установки, м<sup>3</sup>/ч;

$C_{вх}$  — концентрация диализата, входящего в аппарат каждой ступени (для первой ступени равная солесодержанию исходной воды), мг-экв/л;

$C_{вых}$  — концентрация диализата, выходящего из аппарата той же ступени (для последней ступени равная солесодержанию опресненной воды), мг-экв/л;

$i_p$  — рабочая плотность тока, А/см<sup>2</sup>;

$F_M$  — рабочая (нетто) площадь каждой мембраны, см<sup>2</sup>;

$\eta$  — коэффициент выхода по току, принимаемый для аппаратов с мембранами МА-40 и МК-40 равным 0,85;

$n_{я}$  — количество ячеек в аппарате, принимаемое не более 200—250 шт.

18. Рабочая плотность тока в аппаратах каждой ступени должна приниматься равной оптимальной плотности тока, определяемой технико-экономическим расчетом. При этом необходимо принимать величину рабочей плотности тока в аппаратах каждой ступени не более величины предельной плотности тока, определяемой по формуле

$$i_{пред} = C_{\delta} v' p' / K', \quad (7)$$

где  $C_{\delta}$  — расчетное значение концентрации диализата в камере опреснения, определяемое из выражения

$$C_{\delta} = (C_{ex} - C_{вых}) / 2,3 \lg(C_{ex} / C_{вых}), \quad (8)$$

где  $v'$  — скорость в камере опреснения (средняя по свободному сечению), см/с;

$K'$ ,  $p'$  — коэффициенты, характеризующие деполяризационные свойства сепаратора-турбулизатора, используемого в аппарате рассматриваемого типа. Рабочие плотности тока по ступеням проточной многоступенчатой установки определяются по формуле

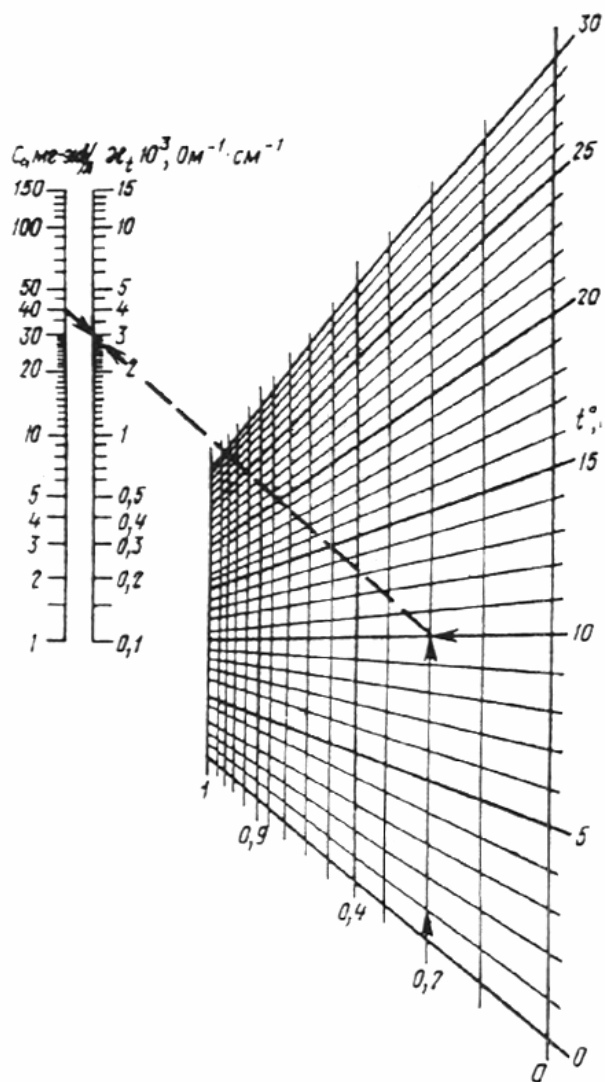
$$i_{p1} / i_{p2} = i_{p2} / i_{p3} = i_{p3} / i_{p4} = \dots = 1 / \alpha_c, \quad (9)$$

где  $i_{p1}$  — рабочая плотность тока на аппарате первой ступени;

$i_{p2}$ ,  $i_{p3}$ ,  $i_{p4}$  и т.д. — рабочие плотности тока на аппаратах 2, 3, 4 и других ступеней.

19. При определении напряжения на электродах аппаратов всех ступеней (для выбора типа преобразователя тока) надлежит учитывать: падение напряжения на электродной системе, падение напряжения в мембранном пакете за счет омического сопротивления (обратной величины электропроводности) растворов и мембран, суммарный мембранный потенциал с учетом концентрационной поляризации. Расчет должен производиться для заданной температуры растворов.

Величину удельной электропроводности  $\chi_t$ , диализата и рассола надлежит определять по номограмме в зависимости от отношения содержания сульфатов  $SO_4^{2-}$  к общему количеству анионов  $\Sigma A$ , температуры  $t_c$  и концентрации солей  $C_c$  (рисунок).



**Пример.** Дано:  $C = 40$  мг-экв/л;  $[SO_4^{2-}]/\Sigma A = 0,2$ ;  $t = 10$  °С.

Ответ:  $\chi_i 10^3 = 30$  м<sup>-1</sup> · см<sup>-1</sup>;  
 $\chi_i = 3 \cdot 10^{-3}$  Ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>  $[SO_4]/A$   
 (мг-экв/л)/(мг-экв/л)

20. Концентрация рассола на выходе из последней ступени не должна быть выше предельной концентрации, определяемой из условий невыпадения соединений сульфата кальция (произведение активных концентраций сульфатов и кальция в рассоле не должно превышать произведения растворимости сульфата кальция при температуре рассола в аппарате).

Расчетные концентрации рассола в каждой ступени определяются так же, как и концентрации диализата. Концентрации рассола на входе в аппарат и выходе из него, а также кратность рециркуляции рассола определяются на основе балансовых расчетов.

21. Борьба с отложениями солей на поверхности мембран со стороны рассольного тракта и в катодной камере должна предусматриваться переполюсовкой электродов с одновременным переключением трактов диализата рассола, а также подкислением рассола и католита.

Дозу кислоты необходимо принимать равной щелочности исходной воды.

Допускается при обосновании периодическая отмывка трактов с повышенными дозами кислоты.

22. Трубопроводы опреснительных установок должны приниматься из полиэтиленовых труб, арматура — футерованная полиэтиленом или эмалированная.

23. В каждом из трактов прямоточной установки должен предусматриваться контроль за расходами, температурой, солесодержанием и рН.

24. Для установок производительностью более 400 м<sup>3</sup>/сут электросиловое оборудование и КИП надлежит монтировать в отдельном помещении, изолированном от помещения электродиализных аппаратов.

*Приложение 9*  
*Рекомендуемое*

## **ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД И ОСАДКА СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ**

### **Резервуары промывных вод**

1. Резервуары промывных вод надлежит предусматривать на станциях подготовки воды с отстаиванием и последующим фильтрованием для приема воды от промывки фильтров и ее равномерной перекачки без отстаивания в трубопроводы перед смесителями или в смесители.

**Примечание.** Следует предусматривать возможность сброса в эти резервуары воды над осадком в отстойниках при их опорожнении.

2. Количество резервуаров надлежит принимать не менее двух. Объем каждого резервуара следует определять по графику поступления и равномерной перекачки промывной воды и принимать не менее объема воды от одной промывки фильтра.

3. Насосы и трубопроводы перекачки промывной воды должны проверяться на работу фильтров при форсированном режиме.

### **Отстойники промывных вод**

4. Отстойники промывных вод надлежит предусматривать при одноступенчатом фильтровании (фильтры, контактные осветлители) и обезжелезивание воды.

5. Отстойники промывных вод, насосы и трубопроводы следует рассчитывать, исходя из периодического поступления промывных вод, отстаивания и равномерного перекачивания осветленной воды в трубопроводы перед смесителями или в смесители с учетом требований [п. 3](#).

Накопившийся осадок следует направлять в сгустители на дополнительное уплотнение или на сооружения обезвоживания осадка.

6. Продолжительность отстаивания промывных вод надлежит принимать для станций безреагентного обезжелезивания воды — 4 ч, для станций осветления воды и реагентного обезжелезивания — 2 ч.

**Примечание.** При применении полиакриламида дозой 0,08—0,16 мг/л продолжительность отстаивания вод следует снижать до 1 ч.

7. При определении объема зоны накопления осадка в отстойниках влажность осадка следует принимать 99 % для станций осветления воды и реагентного обезжелезивания и 96,5 % — для станций безреагентного обезжелезивания.

Общую продолжительность накопления осадка при многократном периодическом наполнении отстойников надлежит принимать не менее 8 ч.

## Сгустители

8. Сгустители с медленным механическим перемешиванием надлежит применять для ускорения уплотнения осадка из горизонтальных и вертикальных отстойников, осветлителей, реагентного хозяйства и осадка из отстойников промывных вод на станциях водоподготовки при среднегодовой мутности исходной воды до 300 мг/л.

**Примечание.** При обосновании осадок допускается направлять на сооружения обезвоживания без предварительного уплотнения в сгустителях.

9. Для сгустителей надлежит принимать: диаметр — до 18 м; среднюю рабочую глубину — не менее 3,5 м; уклон дна к центральному приямку — 8°; вращающуюся ферму — с вертикальными лопастями треугольного или круглого сечения и скребками для перемещения уплотненного осадка к центральному приямку; лобовую поверхность лопастей — от 25 до 30 % площади поперечного сечения перемешиваемого объема осадка; верх лопастей - на отметке, равной половине слоя воды в середине вращающейся фермы; подачу осадка в сгуститель — периодическую по графику удаления осадка из сооружений; ввод осадка — на 1 м выше отметки дна в центре сгустителя; забор осветленной воды — устройствами, не зависящими от уровня воды в сгустителях (через плавающий шланг и т.п.).

10. Продолжительность цикла сгущения осадка следует определять по общей длительности следующих операций: наполнения сгустителя — от 10 до 30 мин в зависимости от длительности удаления осадка из сооружений; сгущения — по данным технологических изысканий или аналогичных станций водоподготовки, а при их отсутствии по таблице; последовательной перекачки осветленной воды и сгущенного осадка — от 30 до 40 мин.

Перекачку осадка допускается предусматривать через несколько циклов сгущения.

11. Наибольшую скорость движения вращающейся фермы и среднюю влажность осадка после сгущения следует определять технологическими изысканиями, а при их отсутствии по таблице.

Таблица

Характеристика обрабатываемой воды и способ обработки	Наибольшая скорость движения конца вращающейся фермы, м/с	Продолжительность цикла сгущения, ч	Средняя влажность осадка на выпуске из сгустителя, %
Маломутные воды, обрабатываемые коагулянтом	0,015	10	97,7—98,2
Воды средней мутности, обрабатываемые коагулянтом	0,025	8	96,8—97,3
Мутные воды, обрабатываемые коагулянтом	0,03	6	85,5—91,8
Умягчение при магниевой жесткости до 25 %	0,025	5	80—82,7
Умягчение при магниевой жесткости более 25 %	0,015	8	87,3—90,9
Обезжелезивание без применения реагентов	0,015	8	91,4—93,2
Обезжелезивание с применением реагентов (коагулянта, извести, перманганата калия и др.)	0,025	10	96,8—97,7

12. Объем сгустителя  $W_{ст}$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_{cz} = 1,3K_{p.o}W_{oc.ч}, \quad (1)$$

$K_{p.o}$  — коэффициент разбавления осадка при выпуске из сооружений подготовки воды, принимаемый по [п. 6.74](#);

$W_{oc.ч}$  — объем осадочной части сооружения подготовки воды, м<sup>3</sup>.

13. Число сгустителей необходимо принимать из условий обеспечения периодического приема осадка в соответствии с режимом удаления его из сооружений и длительностью цикла сгущения.

14. На станциях одноступенчатого фильтрования и обезжелезивания воды сгустители допускается применять в качестве отстойников промывных вод.

15. Подачу осадка к сгустителям, как правило, следует предусматривать самотеком. Для подачи сгущенного осадка на сооружения механического обезвоживания рекомендуется принимать монжусы или насосы плунжерного типа.

16. Гидравлический расчет трубопроводов следует производить с учетом свойств транспортируемого осадка.

### Накопители

17. Накопители следует предусматривать для обезвоживания и складирования осадка с удалением осветленной воды и воды, выделившейся при его уплотнении. Расчетный период подачи осадка в накопитель следует принимать не менее пяти лет.

В качестве накопителей надлежит использовать овраги, отработавшие карьеры или обвалованные грунтом спланированные площадки на естественном основании глубиной не менее 2 м. При наличии в осадке токсичных веществ в накопителях следует предусматривать противofильтрационные экраны.

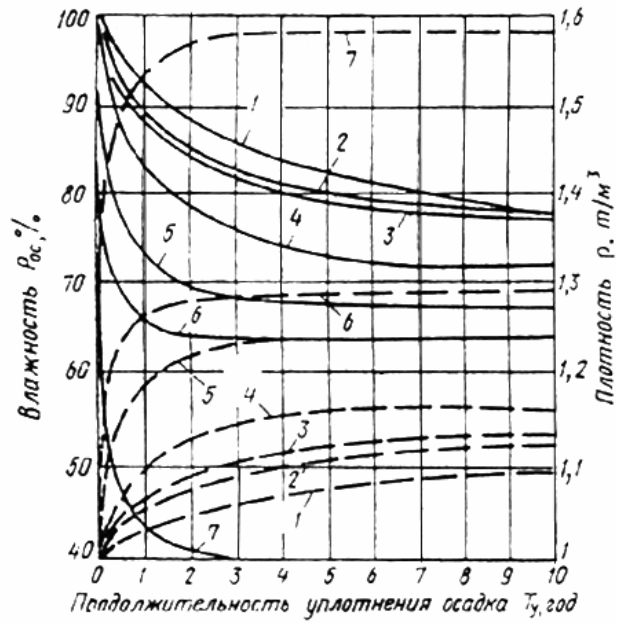
18. Объем накопителя  $W_{нак}$ , м<sup>3</sup> надлежит определять по формуле

$$W_{нак} = 0,876qC_v \left[ 1/(100 - P_{oc1})\rho_1 + 1/(100 - P_{oc2})\rho_2 + \dots + 1/(100 - P_{ocn})\rho_n \right] \quad (2)$$

где  $q$  — расчетный расход воды станции водоподготовки, м<sup>3</sup>/ч;

$C_v$  — среднегодовая концентрация взвешенных веществ в исходной воде, г/м<sup>3</sup>, определяемая по формуле (11) [п. 6.65](#);

$P_{oc1}, P_{oc2}, \dots, P_{ocn}$  — соответственно средние значения влажности в процентах  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$  и плотности т/м<sup>3</sup> осадка первого, второго, ...,  $n$  года уплотнения осадка, принимаемые по данным эксплуатации накопителей в аналогичных условиях, а при их отсутствии по рис. 1 и [2](#).

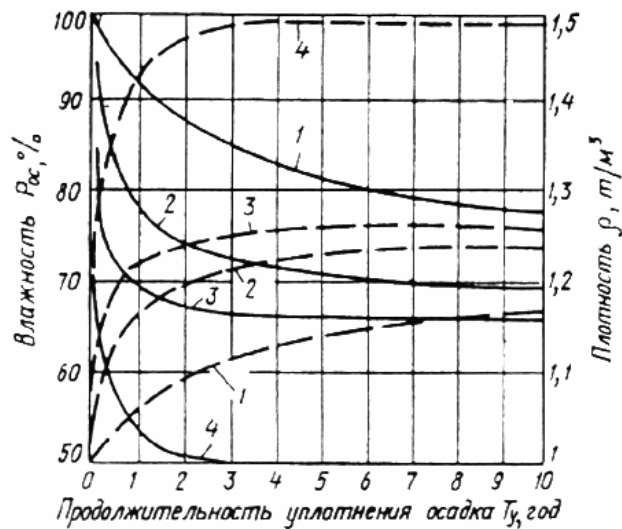


**Рис. 1. Средние значения влажности и плотности осадка станций осветления и обезжелезивания воды при многолетнем уплотнении**

Количество взвешенных веществ в исходной воде —  $M$ , мг/л; реагенты —  $R$ :

- 1 —  $M < 50$ ;  $R — Al_2(SO_4)_3$ ;
- 2 —  $M < 50$ ;  $R — Al_2(SO_4)_3 + ПАА$ ;
- 3 —  $M < 50$ ;  $R — Al_2(SO_4)_3 + ПАА + Ca(OH)_2$ ;
- 4 —  $M = 50 - 250$ ;  $R — Al_2(SO_4)_3$ ;
- 5 —  $M = 250 - 1000$ ;  $R — Al_2(SO_4)_3$ ;
- 6 —  $M = 1000 - 1500$ ;  $R — Al_2(SO_4)_3$ ;
- 7 —  $M > 1500$ ;  $R — ПАА$  или безреагентная очистка

**Примечание.** Влажность дана сплошной линией, плотность — пунктиром.



**Рис. 2. Средние значения влажности и плотности осадка станций обезжелезивания или реагентного умягчения воды при многолетнем уплотнении**



1 — реагентное обезжелезивание; 2 — безреагентное обезжелезивание; 3 — реагентное умягчение при магниевой жесткости более 25 %; 4 — реагентное умягчение при магниевой жесткости менее 25 %

**Примечание.** Влажность дана сплошной линией, плотность пунктиром.

19. Число секций накопителя должно приниматься не менее двух, работающих попеременно по годам, при этом напуск осадка следует предусматривать в одну секцию в течение года с удалением осветленной воды. В остальных секциях в это время будет происходить обезвоживание и уплотнение ранее поданного осадка замораживанием в зимний период и подсушиванием в летний период с удалением воды, выделившейся при его уплотнении.

20. Устройства для подачи осадка и отвода воды следует предусматривать на противоположных сторонах накопителей.

Расстояния между устройствами для подачи осадка надлежит принимать не более 60 м.

Конструкция устройств для отвода воды должна обеспечивать ее отвод с любого уровня по глубине накопителей.

### Площадки замораживания

21. Площадки замораживания для обезвоживания осадка следует предусматривать в районах с периодом устойчивого мороза не менее 2 мес в году с последующим вывозом осадка через 1—3 года в места складирования.

22. Общую полезную площадь площадок замораживания  $F_{пл.з}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_{пл.з} = F_v + F_{л.о} + F_з, \quad (3)$$

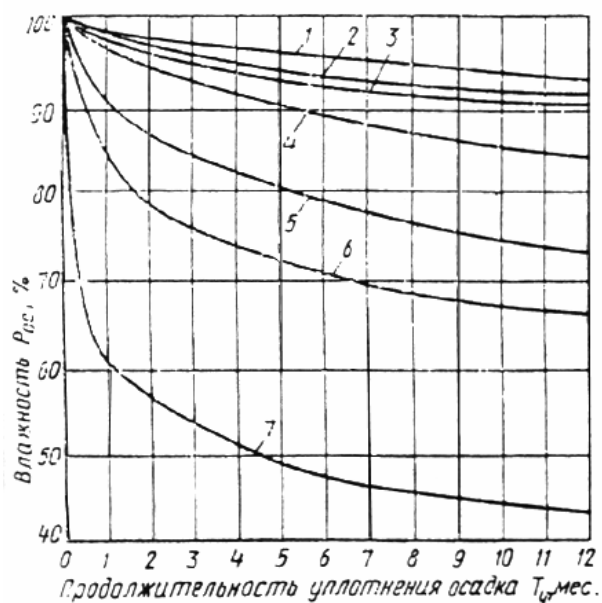
где  $F_v$ ,  $F_{л.о}$ ,  $F_з$  — площадь площадок, м<sup>2</sup>, определяемая по зеркалу осадка при заполнении площадок на половину глубины, соответственно для весеннего, летне-осеннего и зимнего напуска осадка.

23. Полезную площадь площадок для весеннего и летне-осеннего напусков следует определять из условия образования на площадках за эти периоды слоя осадка, равного глубине его промерзания  $H_{пр}$ , м, в зимний период, определяемой по формуле

$$H_{пр} = 0,017 \sqrt{\sum t}, \quad (4)$$

где  $\sum t$  — сумма абсолютных значений отрицательных среднесуточных температур воздуха за период устойчивого мороза, °С, принимаемая по данным ближайшей метеорологической станции.

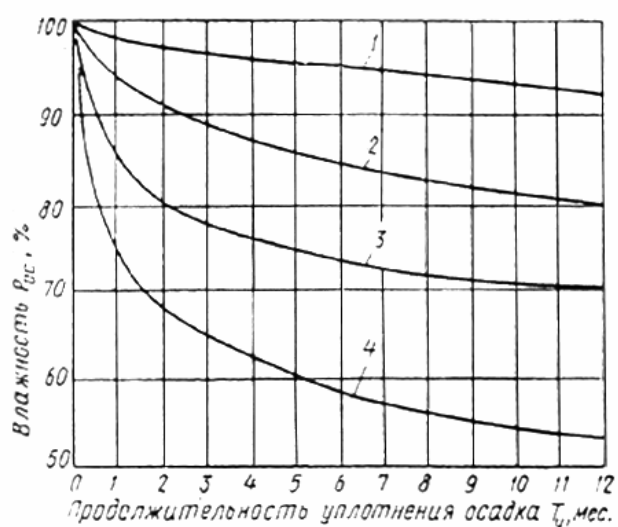
**Примечание.** В зависимости от местных условий и размеров площадок допускается предусматривать их секционирование.



**Рис. 3. Средние значения влажности осадка станций осветления и обесцвечивания воды при уплотнении до одного года**

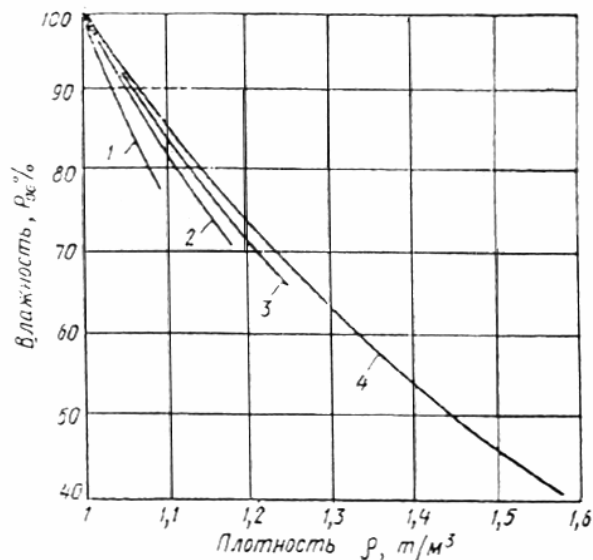
Количество взвешенных веществ в исходной воде —  $M$ , мг/л; реагенты —  $R$ :

- 1 —  $M < 50$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;
- 2 —  $M < 50$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$  + ПАА;
- 3 —  $M < 50$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$  + ПАА +  $Ca(OH)_2$ ;
- 4 —  $M = 50 - 250$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;
- 5 —  $M = 250 - 1000$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;
- 6 —  $M = 1000 - 1500$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;
- 7 —  $M > 1500$ ;  $R$  — ПАА или безреагентная очистка



**Рис. 4. Средние значения влажности осадка станции обезжелезивания и реагентного умягчения воды при уплотнении до одного года**

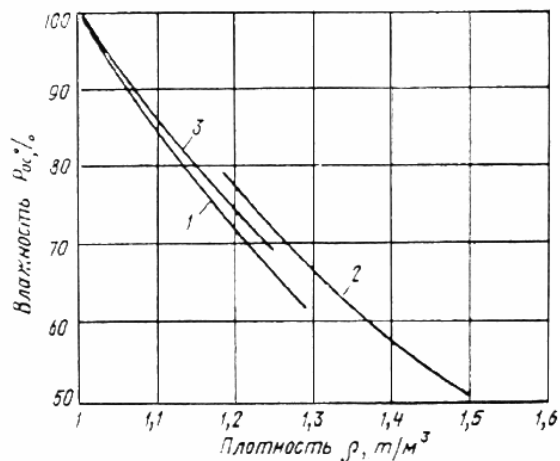
- 1 — реагентное обезжелезивание; 2 — безреагентное обезжелезивание; 3 — реагентное умягчение при магниевой жесткости более 25 %, 4 — реагентное умягчение при магниевой жесткости менее 25 %



**Рис. 5. Значения плотности в зависимости от влажности осадка станции осветления и обесцвечивания воды**

Количество взвешенных веществ в исходной воде —  $M$ , мг/л; реагенты —  $R$ :

1 —  $M < 50$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;  
 2 —  $M < 50$ ; ( $M = 50 - 250$ ).  
 $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$  + ПАА;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;  
 3 —  $M < 250 - 1000$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;  
 4 —  $M = 1000 - 1500$ ;  $R$  —  $Al_2(SO_4)_3$ ;



**Рис. 6. Значения плотности в зависимости от влажности осадка станции обезжелезивания и реагентного умягчения воды**

1 — реагентное умягчение воды при магниевой жесткости более 25 %; 2 — реагентное умягчение воды при магниевой жесткости менее 25 %; 3 — реагентное и безреагентное обезжелезивание воды

24. Объем уплотненного осадка  $W_{ос}^{6.л.о.}$ ,  $m^3$ , на площадках весеннего и летне-осеннего напусков следует определять по формуле

$$W_{ос}^{6.л.о.} = 24 \cdot 10^{-4} q C_6 T_y / (100 - P_{ос}) \rho \quad (5)$$

где  $q$  — расчетный расход воды станции водоподготовки, м<sup>3</sup>/ч;

$C_v$  — средняя за расчетный период концентрация взвешенных веществ в воде, г/м<sup>3</sup>, определяемая по формуле (11) п. 6.65;

$T_y$  — продолжительность расчетного периода, сут, принимаемая: для весеннего периода — от окончания периода устойчивого мороза до наступления периода положительной температуры (через 1 мес после наступления среднесуточной температуры воздуха выше 0 °С для районов с периодом устойчивого мороза менее 3 мес и через 2 мес — для районов с периодом устойчивого мороза более 3 мес); для летне-осеннего периода — до наступления периода устойчивого мороза;

$P_{ос}, \rho$  — средние значения влажности в процентах и плотности, т/м<sup>3</sup>, осадка весеннего или летне-осеннего периодов, принимаемые по рис. 3, 4, 5 и 6 в зависимости от продолжительности уплотнения осадка, определяемой от середины весеннего или летне-осеннего периодов до наступления периода устойчивого мороза.

25. Полезную площадь площадки для зимнего напуска следует определять из условия размещения объема осадка, поступившего в период устойчивого мороза, без учета уплотнения осадка на площадке.

Площадку для зимнего напуска осадка надлежит предусматривать секционной.

Площадь одной секции следует принимать в зависимости от объема осадка, выпускаемого из сооружений, и слоя осадка  $H_n$  при одном напуске, принимаемого равным 0,07—0,1 м.

Число секций надлежит принимать в зависимости от продолжительности промораживания принятого слоя осадка и числа выпусков осадка из сооружений за время промораживания.

Расчетная температура воздуха для определения продолжительности промораживания слоя осадка (рис. 7) должна приниматься по месяцу с наиболее высокой среднесуточной температурой в период устойчивого мороза.

Слой осадка на каждой секции площадки зимнего напуска  $H_{зим}$ , м, надлежит определять как сумму последовательно намороженных слоев осадка за период устойчивого мороза.

$$H_{зим} = H_n n_n, \quad (6)$$

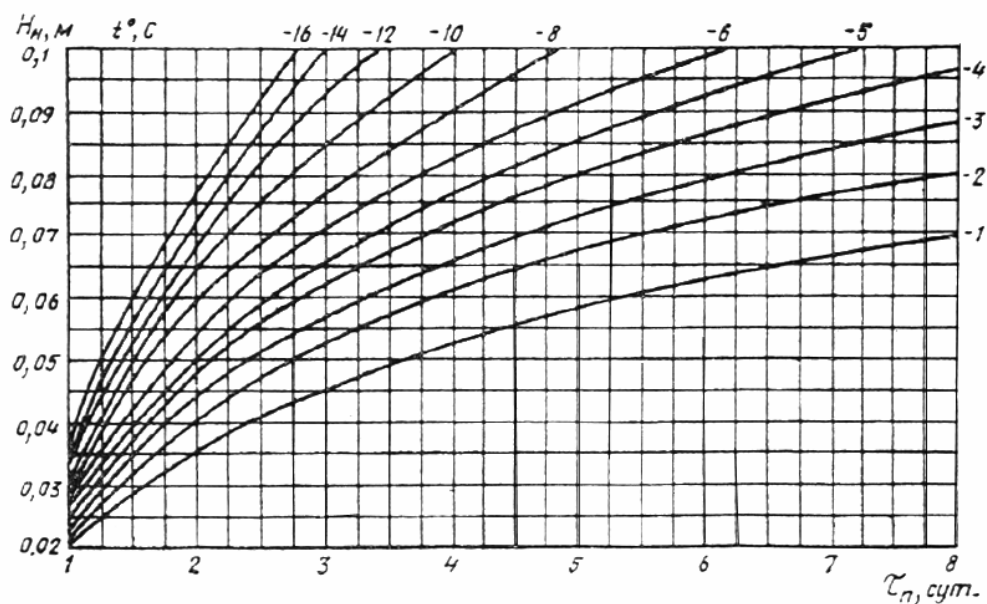
где  $n_n$  — число напусков осадка на одну секцию за период устойчивого мороза, определяемое по формуле

$$n_n = K_m S / \tau_n, \quad (7)$$

где  $K_m$  — коэффициент, учитывающий неполное использование периода устойчивого мороза, принимаемый равным 0,8;

$S$  — количество суток в периоде устойчивого мороза;

$\tau_n$  — продолжительность промораживания слоя осадка в сутках, определяемая по рис. 7 в зависимости от среднесуточной отрицательной температуры воздуха  $t$ , °С, за каждый месяц периода устойчивого мороза.



**Рис. 7. Зависимость глубины промораживания слоя осадка от среднесуточной температуры воздуха и продолжительности промораживания**

26. Площадки замораживания допускается проектировать при условии залегания грунтовых вод на глубине не менее 1,5 м от основания площадок.

При необходимости следует предусматривать устройство для отвода грунтовых вод и поверхностных вод.

27. Подачу осадка к площадкам и секциям надлежит предусматривать по трубопроводам.

Напуск осадка на площадки и секции следует предусматривать открытыми лотками, проложенными вдоль их длинной стороны. Уклон лотков надлежит принимать не менее 0,01.

Устройства для напуска осадка на площадки (секции) и отвода осветленной воды следует предусматривать на противоположных сторонах на расстоянии не более 40 м. Расстояния между устройствами для напуска осадка, а также отвода осветленной воды, должны быть не более 30 м.

28. Устройства для подачи осадка не должны допускать размывания основания площадок или слоя замерзшего осадка.

Устройства для отвода осветленной воды должны обеспечивать удаление воды с любого уровня по глубине площадок.

29. Строительную высоту оградительных валиков площадок (секций) замораживания  $H_{стр}$ , м, надлежит определять по формуле

$$H_{стр} = N_{нак} W_{ос}^r / F_{пл.з} + H_r + 0,2, \quad (8)$$

где  $N_{нак}$  — число лет накапливания уплотненного осадка;

$W_{ос}^r$  — годовой объем уплотненного осадка,  $m^3$ , влажностью 70 %;

$F_{пл.з}$  — общая площадь площадок замораживания,  $m^2$ ;

$H_r$  — слой неуплотненного осадка, м, за последний год перед вывозом осадка.

### Площадки подсушивания

30. В южных районах, где в период устойчивого дефицита влажности величина дефицита составляет 800 мм и более, обезвоживание осадка допускается предусматривать

на площадках подсушивания путем уплотнения его под действием силы собственной массы и высушивания на открытом воздухе с последующим вывозом осадка через 1—3 года в места складирования.

Общая полезная площадь площадок подсушивания осадка  $F_{пл.п.}$ , м<sup>2</sup>, должна определяться по формуле

$$F_{пл.п.} = F_{з.в.} + F_{л.}, \quad (9)$$

где  $F_{з.в.}$  и  $F_{л.}$  — площади площадок подсушивания соответственно для зимне-весеннего и летнего напусков осадка, м<sup>2</sup>.

31. Полезную площадь площадок для напуска осадка в зимне-весенний период  $F_{з.в.}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_{з.в.} = 1000W_{oc}^{36} / 0,75 \quad (10)$$

где  $E_r$  — количество воды, испарившейся за год со свободной водной поверхности, мм;  $A_r$  — годовое количество осадков, мм;

$W_{oc}^{36}$  — объем осадка в зимне-весенний период, м<sup>3</sup>, определяемый по формуле

$$W_{oc}^{36} = W'_{oc} - W_в, \quad (11)$$

где  $W'_{oc}$  — объем осадка, м<sup>3</sup>, выпускаемого на площадки подсушивания в течение зимне-весеннего периода со средней влажностью  $P'_{oc}$ , %;

$W_в$  — объем воды, м<sup>3</sup>, выделившийся из осадка в результате его уплотнения на площадках, определяемый по формуле

$$W_в = W'_{oc} [1 - (100 - P'_{oc}) / (100 - P_{oc})], \quad (12)$$

где  $P_{oc}$  — влажность осадка, уплотнившегося на площадках подсушивания за время зимне-весеннего периода, определяемая по [рис. 3](#) и [4](#);

$P'_{oc}$  — влажность осадка, %, принимаемая при выпуске осадка из сгустителей по [таблице п. 11](#), из отстойников и осветлителей по формуле

$$P'_{oc} = 100(\rho_{тв} - \delta) / (\rho_{тв} - \delta + \rho_{тв} \delta), \quad (13)$$

где  $\rho_{тв}$  — средняя плотность твердой фазы в осадке, принимаемая от 2,2 до 2,6 т/м<sup>3</sup>;

$\delta$  — концентрация твердой фазы в осадке, т/м<sup>3</sup>, принимаемая по [табл. 19](#) п. 6.65 с учетом разбавления осадка при его выпуске по [п. 6.74](#).

Значение  $E_r$ , мм, следует определять по формуле

$$E_r = 0,15T_d(l_0 - l_{200})(1 + 0,72v_{200}), \quad (14)$$

где  $T_d$  — суммарное число дней в году, характеризующихся дефицитом влажности;

$l_0$  — средняя упругость насыщенных водяных паров, соответствующая температуре осадка, миллибар;

$l_{200}$  — средняя упругость водяных паров, соответствующая абсолютной влажности воздуха на высоте 200 см от водной поверхности, миллибар, принимается по данным метеорологической станции;

$v_{200}$  — средняя скорость ветра на высоте 200 см, м/с.

32. Полезную площадь площадок для напуска осадка в летний период следует определять по [формуле \(10\) п. 31](#), при этом значения  $E_T$  и  $A_T$  надлежит принимать усредненными за период устойчивого дефицита влажности.

Время от момента напуска осадка на площадку до начала удаления выделившейся из осадка воды следует принимать 4—5 сут.

Объем уплотненного осадка летнего напуска надлежит определять по формуле [\(11\) п. 31](#) аналогично для зимне-весеннего напуска, принимая влажность и плотность осадка по [рис. 3-6](#).

33. В зависимости от местных условий и размеров площадок подсушивания допускается их секционирование.

Устройства для напуска осадка следует проектировать согласно [п. 27](#).

34. Строительную высоту оградительных валиков площадок подсушивания следует определять по формуле [\(8\) п. 29](#).

**Приложение 10**  
**Обязательное**

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

1. Потери напора в трубопроводах систем подачи и распределения воды вызываются гидравлическим сопротивлением труб и стыковых соединений, а также арматуры и соединительных частей.

2. Потери напора на единицу длины трубопровода («гидравлический уклон»)  $i$  с учетом гидравлического сопротивления стыковых соединений следует определять по формуле

$$i = (\lambda / d)(v^2 / 2g) = (A_1 / 2g) \left[ (A_0 + C / v)^m / d^{m+1} \right] v^2, \quad (1)$$

где  $\lambda$  — коэффициент гидравлического сопротивления, определяемый по формуле (2)

$$\lambda = A_1 (A_0 + B_0 d / Re)^m / d^m = A_1 (A_0 + C / v)^m / d^m, \quad (2)$$

где  $d$  — внутренний диаметр труб, м;

$v$  — средняя по сечению скорость движения воды, м/с;

$g$  — ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$Re = vd/\nu$  — число Рейнольдса;  $B_0 = CRe/\nu d$ ;

$\nu$  — кинематический коэффициент вязкости транспортируемой жидкости, м<sup>2</sup>/с.

Значения показателя степени  $m$  и коэффициентов  $A_0$ ,  $A_1$  и  $C$  для стальных, чугунных, железобетонных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных труб должны приниматься, как правило, согласно табл. 1.



Таблица 1

№ п.п.	Вид труб	$m$	$A_0$	1000 $A_1$	1000 $(A_1/2g)$	$C$	
1	Новые стальные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	0,226	1	15,9	0,810	0,684	
2	Новые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	0,284	1	14,4	0,734	2,360	
3	Неновые стальные и неновые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	$v < 1,2$ м/с	0,30	1	17,9	0,912	0,867
		$v \geq 1,2$ м/с	0,30	1	21,0	1,070	0
4	Асбестоцементные	0,19	1	11,0	0,561	3,51	
5	Железобетонные виброгидропрессованные	0,19	1	15,74	0,802	3,51	
6	Железобетонные центрифугированные	0,19	1	13,85	0,706	3,51	
7	Стальные и чугунные с внутренним пластмассовым или полимерцементным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	0,19	1	11,0	0,561	3,51	
8	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом набрызга с последующим заглаживанием	0,19	1	15,74	0,802	3,51	
9	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	0,19	1	13,85	0,706	3,51	
10	Пластмассовые	0,226	0	13,44	0,685	1	
11	Стеклянные	0,226	0	14,61	0,745	1	

**Примечание.** Значение  $C$  дано для  $v = 1,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с (вода,  $t = 10$  °С).

Эти значения соответствуют современной технологии их изготовления.

Если гарантируемые заводом-изготовителем значения  $A_0$ ,  $A_1$  и  $C$  отличаются от приведенных в [табл. 1](#), то они должны указываться в ГОСТ или технических условиях на изготовление труб.

3. При отсутствии стабилизационной обработки воды или эффективных внутренних защитных покрытий гидравлическое сопротивление новых стальных и чугунных труб быстро возрастает. В этих условиях формулы для определения потерь напора в новых стальных и чугунных трубах следует использовать только при проверочных расчетах в случае необходимости анализа условий работы системы подачи воды в начальный период ее эксплуатации.

Стальные и чугунные трубы следует, как правило, применять с внутренними полимерцементными, цементно-песчаными или полиэтиленовыми защитными покрытиями. В случае их применения без таких покрытий и отсутствия стабилизационной обработки к значениям  $A_1$  и  $C$  по [табл. 1](#) и значению  $K$  по [табл. 2](#) следует вводить коэффициент (не более 2), величина которого должна быть обоснована данными о возрастании потерь напора в трубопроводах, работающих в аналогичных условиях.

4. Гидравлическое сопротивление соединительных частей следует определять по справочникам, гидравлическое сопротивление арматуры — по паспортам заводоизготовителей.

При отсутствии данных о числе соединительных частей и арматуры, устанавливаемых на трубопроводах, потери напора в них допускается учитывать дополнительно в размере 10 — 20 % величины потерь напора в трубопроводах.

5. При технико-экономических расчетах и выполнении гидравлических расчетов систем подачи и распределения воды на ЭВМ потери напора в трубопроводах рекомендуется определять по формуле

$$i = Kq^n / d^p, \quad (3)$$

где  $q$  — расчетный расход воды, л/с;

$d$  — расчетный внутренний диаметр труб, м.

Значения коэффициента  $K$  и показателей степени  $n$  и  $p$  следует принимать согласно табл. 2.

Таблица 2

№ п.п.	Вид труб	1000 $K$	$p$	$n$
1	Новые стальные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	1,790	5,1	1,9
2	Новые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	1,790	5,1	1,9
3	Неновые стальные и неновые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	1,735	5,3	2
4	Асбестоцементные	1,180	4,89	1,85
5	Железобетонные виброгидропрессованные	1,688	4,89	1,85
6	Железобетонные центрифугированные	1,486	4,89	1,85
7	Стальные и чугунные с внутренним пластмассовым или полимерцементным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	1,180	4,89	1,85
8	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом набрызга с последующим заглаживанием	1,688	4,89	1,85
9	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	1,486	4,89	1,85
10	Пластмассовые	1,052	4,774	1,774
11	Стекланные	1,144	4,774	1,774

## ОБРАБОТКА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ХЛОРОМ И МЕДНЫМ КУПОРОСОМ

Назначение хлора или медного купороса	Обработка охлаждающей воды						Дополнительные данные
	Хлор			Медный купорос (по иону меди)			
	Доза, мг/л	Продолжительность хлорирования каждого периода, мин, ч	Периодичность	Доза, мг/л	Продолжительность хлорирования каждого периода	Периодичность	
Борьба с цветением воды в водохранилищах (прудах) охладителях	—	—	—	0,1—0,5, считая на объем верхнего слоя воды в водохранилище толщиной 1—1,5 м или на весь объем воды в пруду	Устанавливается опытным путем в процессе эксплуатации	—	Для пересчета иона меди на товарный продукт дозу следует умножить на 4
Предупреждение бактериального биологического обрастания теплообменных аппаратов трубопроводов	—	40—60 мин	2—6 раз в сут	—	—	—	Доза хлора должна обеспечивать содержание остаточного активного хлора в оборотной воде после наиболее удаленных теплообменных аппаратов 1 мг-л в течение 30—40 мин
Предупреждение обрастания водорослями градирен, брызгальных бассейнов оросительных теплообменных аппаратов	—	—	—	1—2	1 ч	3—4 раза в месяц	—
Предупреждение биологического обрастания микроорганизмами, водорослями градирен, брызгальных бассейнов оросительных теплообменных аппаратов	7—10	1 ч	3—4 раза в месяц	1—2	1 ч	3—4 раза в месяц	—

**Примечание.** Рекомендации по обработке воды медным купоросом не распространяются на водохранилища (пруды) — охладители рыбохозяйственного значения.

Применение медного купороса в системах оборотного водоснабжения с градирнями, брызгальными бассейнами и оросительными теплообменными аппаратами, имеющих сбросы воды в водоемы рыбохозяйственного значения, допускается при условии соблюдения ПДК по меди для указанных водоемов.

## РАСЧЕТ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ И СУЛЬФАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

1. При подкислении воды дозу кислоты  $D_{\text{кис}}$ , мг/л, в расчете на добавочную воду следует определять по формуле

$$D_{\text{кис}} = 100e_{\text{кис}} (\text{Щ}_{\text{доб}} - \text{Щ}_{\text{об}} / K_y) / C_{\text{кис}}, \quad (1)$$

где  $e_{\text{кис}}$  — эквивалентный вес кислоты, мг/мг-экв, для серной кислоты — 49, для соляной — 36,5;

$\text{Щ}_{\text{доб}}$  — щелочность добавочной воды, мг-экв/л;

$\text{Щ}_{\text{об}}$  — щелочность оборотной воды, устанавливаемая при обработке воды кислотой, мг-экв/л;

$C_{\text{кис}}$  — содержание  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или  $\text{HCl}$  в технической кислоте, %;

$K_y$  — коэффициент концентрирования (упаривания) солей, не выпадающих в осадок, определяемый  $K_y = (P_1 + P_2 + P_3) / P_2 + P_3 = P / P_2 + P_3$ ,

где  $P_1, P_2, P_3$  — потери воды из системы на испарение, унос ветром и сброс (продувку), %, расхода оборотной воды.

Щелочность оборотной воды  $\text{Щ}_{\text{об}}$  надлежит определять по формуле

$$\begin{aligned} \text{Щ}_{\text{об}} = & 0,1N_o \sqrt{4,84N_o^2(P - P_1)^2 + (100 - P)(\text{CO}_2)_{\text{охл}} + P(\text{CO}_2)_{\text{доб}} + 44\text{Щ}_{\text{доб}}P} - \\ & - 0,22N_o^2(P - P_1), \end{aligned} \quad (2)$$

$$N_o = \psi / \sqrt{K_y(\text{Ca})_{\text{доб}}}, \quad (3)$$

где  $\psi$  — величина, зависящая от общего солесодержания оборотной воды,  $S_{\text{об}}$  и температуры охлажденной воды  $t_2$ , принимаемая по [табл. 1](#);

$(\text{Ca})_{\text{доб}}$  — концентрация кальция в добавочной воде, мг/л;

$(\text{CO}_2)_{\text{охл}}$  — концентрация двуокиси углерода в охлажденной воде, мг/л, определяемая по [табл. 2](#) в зависимости от щелочности добавочной воды и коэффициента упаривания воды в системе  $K_y$ ;

$(\text{CO}_2)_{\text{доб}}$  — концентрация двуокиси углерода в добавочной воде, мг/л.

Величина солесодержания оборотной воды  $S_{\text{об}}$ , мг/л, определяется по формуле

$$S_{\text{об}} = S_{\text{доб}}K_y, \quad (4)$$

где  $S_{\text{доб}}$  — солесодержание добавочной воды, мг/л.

При обработке воды кислотой продувку системы оборотного водоснабжения допускается не предусматривать, если при уносе воды ветром на охладителе и отборе воды на технологические нужды коэффициент упаривания не достигает величины, при которой происходит увеличение концентрации сульфатов, вызывающее выпадение сульфата кальция.

Сульфат кальция не выпадает в системе оборотного водоснабжения, если произведение активных концентраций ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в оборотной воде не превышает произведение растворимости сульфата кальция

$$f_u^2 C_{\text{Ca}} C_{\text{SO}_4} K_y^2 < \text{ПП}_{\text{CaSO}_4}, \quad (5)$$

где  $f_{и}$  — коэффициент активности двухвалентных ионов, принимаемый по [табл. 3](#) в зависимости от величины  $\mu$ -ионной силы раствора (охлажденной воды), г-ион/л, определяемой по формуле

$$\mu = K_y [(C'_{Cl} + C_{HCO_3} + C_{Na}) + 4(C_{Ca} + C_{Mg} + C'_{SO_4})] / 2, \quad (6)$$

где  $C_{HCO_3}, C_{Na}, C_{Mg}, C_{Ca}$  — концентрация ионов бикарбонатных, натрия, магния и кальция в добавочной воде, г-ион/л;

$C'_{Cl}; C'_{SO_4}$  — концентрация ионов хлоридного и сульфатного в подкисленной добавочной воде, г-ион/л, принимаемая:

при подкислении серной кислотой

$$C'_{Cl} = C_{Cl}; C'_{SO_4} = C_{SO_4} + (D_{кис} / 98000)(C_{кис} / 100); \quad (7)$$

при подкислении соляной кислотой

$$C'_{Cl} = C_{Cl} + (D_{кис} / 36500)(C_{кис} / 100); C'_{SO_4} = C_{SO_4}, \quad (8)$$

где  $C_{Cl}$  и  $C_{SO_4}$  — концентрация ионов хлоридных и сульфатных в добавочной воде до подкисления, г-ион/л;

$D_{кис}$  — доза кислоты, мг/л, определяемая по формуле [\(1\)](#);

$PP_{CaSO_4}$  — произведение растворимости сульфата кальция (константа), при температуре воды 25—60 °С следует принимать равным  $2,4 \cdot 10^{-5}$ .

Таблица 1

Температура охлажденной воды $t_2$ , °С	Ионная сила раствора (охлажденной воды), г-ион/л														
	0,0049409	0,009882	0,0148232	0,0197643	0,0247055	0,0365233	0,0548014	0,0666192	0,0822021	0,094019	0,1096028	0,1214206	0,1370035	0,1488213	0,1644042
	Солеосодержание охлажденной воды $S_{об}$ , мг/л														
	200	400	600	800	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
5	8,29	8,96	9,49	9,93	10,32	11,11	12,1	12,65	13,29	13,74	14,28	14,7	15,13	15,47	15,89
10	8,09	8,75	9,26	9,69	10,07	10,84	11,81	12,34	12,97	13,41	13,93	14,35	14,76	15,1	15,5
15	7,82	8,47	8,96	9,38	9,75	10,49	11,42	11,94	12,55	12,97	13,48	13,89	14,29	14,61	15
20	7,53	8,14	8,62	9,02	9,37	10,09	10,99	11,49	12,07	12,48	12,98	13,35	13,74	14,05	14,43
25	7,18	7,76	8,22	8,6	8,94	9,62	10,48	10,96	11,51	11,9	12,37	12,74	13,1	13,4	13,76
30	6,83	7,39	7,82	8,18	8,5	9,15	9,97	10,42	10,95	11,32	11,77	12,12	12,47	12,75	13,09
35	6,38	6,9	7,31	7,64	7,95	8,55	9,31	9,74	10,23	10,58	10,99	11,32	11,65	11,91	12,23
40	5,91	6,39	6,76	7,08	7,36	7,92	8,62	9,02	9,47	9,79	10,18	10,48	10,78	11,03	11,32

Таблица 2

Щелочность добавочной воды $Щ_{доб}$ , мг-экв/л	Коэффициент упаривания $K_v$									
	1,2	1,5	2	2,5	3	1,2	1,5	2	2,5	3
	Значения $(CO_2)_{охл}$ в воде, охлажденной на градирнях, мг/л									
	При подкислении					При декарбонизации				
1	—	0,6	0,6	0,5	0,5	0,2	0,7	0,9	1,5	2,4
2	2,2	2,1	2,1	2	2	1,8	3,3	6,9	12	18,9
3	3,6	2,8	2,5	2,3	2,2	6	10	26	34	36
4	5,3	4,6	3,8	3,5	3,4	12	28	36	40	43
5	9	6,4	5,1	4,5	4,3	34	36	40	—	—
6	16,3	9	7,6	6	5,4	—	—	—	—	—

**Примечание.** При охлаждении воды на брызгальных бассейнах и водохранилищах (прудах) - охладителях значения  $(CO_2)_{охл}$  следует принимать на основании данных технологических изысканий.

Таблица 3

Ионная сила раствора (охлажденной воды) $\rho$ , г-ион/л	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
Коэффициент активности двухвалентных ионов	0,67	0,58	0,53	0,5	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,32	0,31	0,3

Если без продувки оборотной системы условие по формуле (5) не выдерживается, то необходимо предусматривать продувку, величина которой обеспечит выполнение этого условия.

2. При рекарбонизации дозу двуокиси углерода  $D_{CO_2}$  мг/л, в расчете на расход оборотной воды следует определять по формуле

$$D_{CO_2} = (Ш_{об} K_y / N_o)^2 - (100 - P)(CO_2)_{охл} / 100 - P(CO_2)_{об} / 100. \quad (9)$$

Введение дымовых газов, очищенных от золы, или газообразной двуокиси углерода в оборотную воду следует предусматривать с помощью газодувок через барботажные трубы или водоструйных эжекторов. Расход дымовых газов  $q_{дг}$ , м<sup>3</sup>/ч, при нормальном атмосферном давлении 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) и температуре 0 °С следует определять по формуле

$$q_{дг} = 10^4 D_{CO_2} q_{охл} / C_{CO_2} \beta_{исп} \gamma, \quad (10)$$

где  $q_{охл}$  — расход оборотной воды, м<sup>3</sup>/ч;

$C_{CO_2}$  — содержание  $CO_2$  в дымовых газах, % по объему, определяется по данным анализа дымовых газов.

При отсутствии этих данных допускается принимать содержание  $CO_2$  в дымовых газах от сжигания: угля — 5—8 %, нефти и мазута — 8—12 %; доменного газа — 15—22 %; при введении в воду чистой газообразной двуокиси углерода  $C_{CO_2}$  принимается равным 100 %;

$\beta_{исп}$  — степень использования двуокиси углерода, %, принимаемая при введении ее в воду с помощью водоструйных эжекторов, равной 40—50 %, с помощью газодувок и барботажных труб — 20—30 %;

$\gamma$  — объемный вес дымовых газов при нормальном атмосферном давлении и температуре 0 °С, гс/м<sup>3</sup> (при отсутствии фактических данных допускается принимать 2000 гс/м<sup>3</sup>).

При введении дымовых газов или газообразной двуокиси углерода в оборотную воду с помощью газодувок барботажные трубы следует погружать под слой воды не менее 2 м. При использовании водоструйных эжекторов следует насыщать дымовыми газами или двуокисью углерода часть оборотной воды, которая затем смешивается со всем объемом воды.

Количество воды  $z_{об}$ , %, общего расхода оборотной воды, которое должно быть пропущено через водоструйные эжекторы, следует определять по формуле

$$z_{об} = 10^6 D_{CO_2} / M_{CO_2} C_{CO_2} \beta_{исп}, \quad (11)$$

где  $M_{CO_2}$  — растворимость двуокиси углерода в воде, мг/л, при данной температуре и парциальном давлении 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), принимаемая по табл. 4.

Таблица 4

Температура воды, °С	10	15	20	25	30	40	50	60
Растворимость двуокиси углерода, мг/л	2310	1970	1690	1450	1260	970	760	580

Устройства для растворения в воде двуокиси углерода и транспортирования воды, насыщенной двуокисью углерода, должны приниматься из коррозионно-стойких материалов.

При расчете дозы двуокиси углерода по формуле (9) необходимо задаться величиной продувки  $P_3$ , и определить добавку воды  $P$ .

Если при заданной продувке величина  $z$  получится нецелесообразной по технико-экономическим расчетам, то следует увеличить продувку  $P_3$  или применить другой метод стабилизационной обработки воды — подкисление или фосфатирование.

3. Концентрация фосфатного реагента (триполифосфата или гексаметафосфата натрия в расчете на  $P_2O_5$ ) в оборотной воде должна поддерживаться равной 1,5—2 мг/л. При этом в расчете на расход добавочной воды необходимая доза реагента должна составлять 1,5—2,5 мг/л по  $P_2O_5$  или 3—5 мг/л по товарному продукту.

При обработке воды фосфатами для предупреждения накипеобразования надлежит предусматривать продувку  $P_3$ , %, определяемую по формуле

$$P_3 = P_1 / (K_{y, \text{доп}} - 1) - P_2, \quad (12)$$

где  $K_{y, \text{доп}}$  — допустимый коэффициент упаривания воды, определяемый по формуле

$$K_{y, \text{доп}} = (2 - 0,125Ш_{\text{доб}})(1,4 - 0,01t_1)(1,1 - 0,01Ж_{\text{доб}}), \quad (13)$$

где  $t_1$  — температура оборотной воды до охладителя, °С;

$Ж_{\text{доб}}$  — жесткость общая добавочной воды, мг-экв/л.

Значения  $P_1$  и  $P_2$  принимаются согласно п. 11.9. Метод фосфатирования следует применять при  $K_{y, \text{доп}} > 1$  и величинах продувки, целесообразных по технико-экономическим расчетам. При величинах  $K_{y, \text{доп}} < 1$  надлежит применять подкисление или комбинированную фосфатно-кислотную обработку воды.

4. При комбинированной фосфатно-кислотной обработке воды дозу кислоты  $D_{\text{кис}}$ , мг/л, в расчете на расход добавочной воды следует определять по формуле

$$D_{\text{кис}} = 100e_{\text{кис}} (Ш_{\text{доб}} - Ш_{\text{доб.пр}}) / C_{\text{кис}}, \quad (14)$$

где  $Ш_{\text{доб.пр}}$  — предельная величина щелочности добавочной воды, мг-экв/л, при которой предотвращение карбонатных отложений при заданных условиях ( $t_1$ ,  $K_y$  и  $Ж_{\text{доб}}$ ) достигается фосфатированием, определяется по формуле

$$Ш_{\text{доб.пр}} = 16 - K_y / 0,125(1,4 - 0,01t_1)(1,1 - 0,01Ж_{\text{доб}}). \quad (15)$$

Метод комбинированной фосфатно-кислотной обработки воды следует применять при

$$0 < Ш_{\text{доб.пр}} < Ш_{\text{доб}}. \quad (16)$$

При  $Ш_{\text{доб.пр}} > Ш_{\text{доб}}$  надлежит предусматривать только фосфатирование, при  $Ш_{\text{доб.пр}} < 0$  — подкисление.



Дозу фосфатного реагента (триполифосфата или гексаметафосфата натрия) следует принимать равной 3—5 мг/л по товарному продукту в расчете на расход добавочной воды и уточнять в процессе эксплуатации.

**Приложение 13**  
Рекомендуемое

### ВНУТРЕННЯЯ ОТДЕЛКА ПОМЕЩЕНИЙ

№ п.п.	Наименование зданий и помещений	Состав отделочных работ		
		стены	потолки	полы
<i>Помещение производственного назначения</i>				
1	Помещение барабанных сеток и микрофильтров	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Окраска влагостойкими красками	Окраска влагостойкими красками	Цементные
2	Реагентное хозяйство а) помещения с нормальной влажностью  б) помещения с повышенной влажностью (при открытых емкостях с водой)	Расшивка швов панельных стен. Кладка кирпичных стен с подрезкой швов. Окраска клеевыми красками Расшивка швов панельных стен. Окраска влагостойкими красками	Клеевая побелка  Окраска влагостойкими красками	Цементные  Керамическая плитка
3	Склады сухих реагентов	Расшивка швов панельных стен. Кладка кирпичных стен с подрезкой швов. Известковая побелка	Известковая побелка	Цементные
4	Хлордозаторная	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Облицовка глазурованной плиткой на высоту 2 м, выше — окраска в три слоя горячим парафином или перхлорвиниловыми эмалями	Окраска в три слоя горячим парафином или перхлорвиниловыми эмалями	Керамическая кислотоупорная плитка, кислотостойкий асфальт или кислотоупорные бетонные плитки
5	Склад хлора	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Сопращения стен с палом и потолком закругленные. Окраска в три слоя горячим парафином или перхлорвиниловыми эмалями	Окраска в три слоя горячим парафином или перхлорвиниловыми эмалями	Кислотостойкий асфальт с гладкой поверхностью или кислотоупорные бетонные плитки
6	Воздуходувная станция — машинный зал	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка швов панельных стен. Окраска водоземulsionными красками на высоту 1,5 м, выше — клеевыми красками	Клеевая побелка	Керамическая плитка. На монтажной площадке — бетонные
7	Зал фильтров, осветлителей, контактных осветлителей	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Облицовка глазурованной плиткой на высоту 1,5 м от пола площадок обслуживания фильтров и осветлителей стен, к которым эти площадки примыкают, окраска выше — влагостойкими красками. Облицовка стен фильтров и контактных осветлителей изнутри глазурованной плиткой от верха до уровня на 15 см ниже кромки желобов	Окраска влагостойкими красками	Керамическая плитка на железобетонных площадках обслуживания. Остальные полы — бетонные мозаичные
8	Насосная станция — машинный зал	Бетонирование стен подземной части в чистой опалубке и затирка раствором. Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Окраска влагостойкими красками на высоту 1,5 м от пола, балконов и монтажной площадки, выше — клеевыми красками	Клеевая побелка	Керамическая плитка. На монтажной площадке — бетонные
9	Галереи коммуникаций и обслуживания	Расшивка швов кирпичных или панельных стен. Окраска клеевыми красками	Клеевая побелка	Цементные
<i>Помещения электротехнического оборудования</i>				
10	Камеры трансформаторов и РУ	Расшивка швов кирпичных или панельных стен. Известковая побелка	Известковая побелка	Цементные с железением
11	КТП, помещения щитов	Штукатурка кирпичных стен.	Клеевая побелка	Цементные с

		Расшивка швов панельных стен. Окраска клеевыми красками светлых тонов		железением
12	Пункт управления	Штукатурка кирпичных стен. Расшивка швов панельных стен. Окраска масляными красками светлых тонов или влагостойкими красками	Окраска влагостойкими красками	Линолеум или плитка ПВХ
13	Лаборатории, весовая, помещения для хранения посуды и реактивов	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен и перегородок. Окраска вододисперсионными красками	Окраска масляными или влагостойкими красками	Линолеум или плитка ПВХ
14	Моечная, средоварочная	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен и перегородок. Облицовка глазурованной плиткой на высоту 1,5 м, выше — окраска влагостойкими красками	Окраска масляными или влагостойкими красками	Керамическая плитка
<b>Примечание.</b> При наличии агрессивной или взрывоопасной среды отделочные работы следует предусматривать с учетом требований антикоррозионной защиты конструкций и норм взрывопожаробезопасности.				

*Приложение 14\**  
*Рекомендуемое*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЗАПАДНО-СИБИРСКОМ НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

### Общие указания

1. Системы водоснабжения для поддержания пластового давления (ППД) на нефтяных месторождениях по степени обеспеченности подачи воды надлежит относить к I категории, при этом снижение подачи воды допускается не более 40 % расчетного расхода.
2. Водоприемные устройства водозаборов из поверхностных источников следует принимать по [табл. 13](#) для тяжелых условий забора воды.
3. Методы обработки речной воды для закачки в пласты, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки надлежит устанавливать в зависимости от ее качества, требуемых расхода и качества воды для конкретных нефтяных месторождений на основании технологических изысканий.
4. Склады реагентов следует рассчитывать на хранение запаса, обеспечивающего работу сооружений в течение периода, неблагоприятного по условиям доставки, но не более гарантийного срока хранения реагентов, установленного заводом-поставщиком.
5. При использовании подземных вод в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения объектов обустройства нефтяных и газовых месторождений необходимо рассматривать возможность обезжелезивания воды с попутным удалением марганца и сероводорода непосредственно в водоносном пласте.
6. Насосные станции водозаборов надлежит, как правило, проектировать с применением насосных установок для скважин, монтируемых в вертикальных трубчатых колодцах, и подводом воды к ним самотечно-сифонными трубопроводами, а также с применением погружных осевых и центробежных электронасосов, устанавливаемых в наклонных трубопроводах, укладываемых в береговом откосе.
7. В насосных станциях I категории при количестве насосов более 9 следует принимать 3 резервных агрегата. При этом допускается парное подключение насосов к всасывающим и напорным коллекторам с общими задвижками.
8. Технологические процессы подготовки и подачи воды должны быть максимально автоматизированы.
9. При проектировании систем водоснабжения надлежит максимально принять сооружения и установки в комплектно-блочном исполнении заводского изготовления.

10. При проектировании сетей и сооружений на вечномёрзлых грунтах следует руководствоваться указаниями п.п. [15.49](#)—[15.92](#).

### **Водоводы систем ПВД**

11. Трассировку водоводов следует предусматривать, как правило, вдоль существующих и проектируемых автодорог, а также в общих коридорах с нефтепроводами, газопроводами и другими коммуникациями.

12. Водоводы должны прокладываться в две линии и более.

Число переключений на водоводах и расстояния между переключениями определяются исходя из отключения одного водовода или его участка и обеспечения подачи воды не менее 60 % расчетного расхода. При этом следует учитывать возможность использования резервных насосных агрегатов.

Переключения рекомендуется размещать по возможности в местах ответвлений от водоводов на месторождения или кустовые насосные станции.

13. Длину ремонтных участков водоводов следует принимать равной длине участков между переключениями.

Диаметры выпусков и устройств для выпуска воздуха должны обеспечивать опорожнение участков водоводов не более чем за 5 ч.

14. Для водоводов следует принимать стальные трубы из марок сталей, допустимых для применения в районах с температурой наружного воздуха минус 40 °С и ниже.

15. Величину расчетного внутреннего давления в водоводах надлежит принимать согласно [п. 8.22](#). Расчет на прочность и устойчивость следует производить согласно [СНиП 2.05.06-85](#).

16. Для защиты водоводов и оборудования насосных станций подкачки, работающих «насос в насос», от повышения давления необходимо предусматривать установку регулирующих заслонок (клапанов), предохранительных клапанов и задвижек для автоматического сброса воды.

17. Бесколодезную установку арматуры следует предусматривать для задвижек с концами под приварку, а также вантузов и задвижек для впуска и выпуска воздуха. При этом механизм управления задвижкой или полностью корпус задвижки надлежит размещать в наземных камерах заводского изготовления (блок-боксах) с поддержанием температуры в них не ниже 5 °С.

18. Для существующих водоводов допускается принимать в расчетах фактические потери напора.

19. Колодцы на заболоченных труднодоступных участках трассы водоводов допускается выполнять стальными.

20. У мест расположения колодцев должны предусматриваться обеспечивающие их обнаружение указатели.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **1. Общие положения**

## **2. Расчетные расходы воды и свободные напоры**

Расчетные расходы воды

Расход воды на пожаротушение

Свободные напоры

## **3. Источники водоснабжения**

## **4. Схемы и системы водоснабжения**

## **5. Водозаборные сооружения**

Сооружения для забора подземных вод

Общие указания

Водозаборные скважины

Шахтные колодцы

Горизонтальные водозаборы

Лучевые водозаборы

Каптаж родников

Искусственное пополнение запасов подземных вод

Сооружения для забора поверхностной воды

## **6. Водоподготовка**

Общие указания

Осветление и обесцвечивание воды

Общие указания

Сетчатые барабанные фильтры

Реагентное хозяйство

Смесительные устройства

Воздухоотделители

Камеры хлопьеобразования

Вертикальные отстойники

Горизонтальные отстойники

Осветители со взвешенным осадком

Сооружения для осветления высокомутных вод

Скорые фильтры

Крупнозернистые фильтры

Контактные осветлители

Медленные фильтры

Контактные префильтры

Обеззараживание воды

Удаление органических веществ, привкусов и запахов

Стабилизационная обработка воды и обработка ингибиторами для устранения коррозии стальных и чугунных труб

Обезжелезивание воды

Фторирование воды

Удаление из воды марганца, фтора и сероводорода

Умягчение воды

Опреснение и обессоливание воды

Обработка промывных вод и осадка станций водоподготовки

Вспомогательные помещения станций водоподготовки

Склады реагентов и фильтрующих материалов

Высотное расположение сооружений на станциях водоподготовки

## **7. Насосные станции**

## **8. Водоводы, водопроводные сети и сооружения на них**

## **9. Емкости для хранения воды**

Общие указания

Оборудование емкостей

[Резервуары](#)  
[Водонапорные башни](#)  
[Пожарные резервуары и водоемы](#)

#### **10. Зоны санитарной охраны**

[Общие указания](#)  
[Границы зон санитарной охраны](#)  
[Поверхностные источники водоснабжения](#)  
[Подземные источники водоснабжения](#)  
[Площадки водопроводных сооружений](#)  
[Водоводы](#)  
[Санитарные мероприятия на территории зон](#)  
[Поверхностные источники водоснабжения](#)  
[Подземные источники водоснабжения](#)  
[Площадки водопроводных сооружений](#)  
[Водоводы](#)

#### **11. Охлаждающие системы оборотного водоснабжения**

[Общие указания](#)  
[Баланс воды в системах](#)  
[Предотвращение механических отложений](#)  
[Борьба с цветением воды и биологическим обрастанием](#)  
[Предотвращение карбонатных отложений](#)  
[Предотвращение сульфатных отложений](#)  
[Предотвращение коррозии](#)  
[Охлаждение оборотной воды](#)  
[Градири](#)  
[Водохранилища-охладители](#)  
[Брызгальные бассейны](#)  
[Размещение охладителей на площадках предприятий](#)

#### **12. Оборудование, арматура и трубопроводы**

#### **13. Электрооборудование, технологический контроль, автоматизация и системы управления**

[Общие указания](#)  
[Водозаборные сооружения поверхностных и подземных вод](#)  
[Насосные станции](#)  
[Станции водоподготовки](#)  
[Водоотводы и водопроводные сети](#)  
[Емкости для хранения воды](#)  
[Системы оборотного водоснабжения](#)  
[Системы управления](#)

#### **14. Строительные решения и конструкции зданий и сооружений**

[Генеральный план](#)  
[Объемно-планировочные решения](#)  
[Конструкции и материалы](#)  
[Расчет конструкций](#)  
[Антикоррозионная защита строительных конструкций](#)  
[Отопление и вентиляция](#)

#### **15. Дополнительные требования к системам водоснабжения в особых природных и климатических условиях**

[Сейсмические районы](#)  
[Общие указания](#)  
[Водоводы и сети](#)  
[Строительные конструкции](#)

Подрабатываемые территории

Общие указания

Водоводы и сети

Строительные конструкции

Вечномерзлые грунты

Общие указания

Водоводы и сети

Строительные конструкции

Просадочные грунты

Общие указания

Водоводы и сети

Строительные конструкции

Приложение 1.

Способы бурения водозаборных скважин

Приложение 2.

Требования к фильтрам водозаборных скважин

Приложение 3.

Опробование и режимные наблюдения водозаборов подземных вод

Приложение 4.

Удаление органических веществ, привкусов и запахов

Приложение 5.

Стабилизационная обработка воды, обработка ингибиторами для устранения коррозии стальных и чугунных труб

Приложение 6.

Фторирование воды

Приложение 7.

Умягчение воды

Приложение 8.

Опреснение и обессоливание воды

Приложение 9.

Обработка промывных вод и осадка станций водоподготовки

Приложение 10.

Гидравлический расчет трубопроводов

Приложение 11.

Обработка охлаждающей воды хлором и медным купоросом

Приложение 12.

Расчет режимов обработки охлаждающей воды для предотвращения карбонатных и сульфатных отложений

Приложение 13.

Внутренняя отделка помещений

Приложение 14\*.

Особенности проектирования систем водоснабжения в Западно-Сибирском нефтегазовом комплексе

**КАНАЛИЗАЦИЯ.  
НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ**

**СНиП 2.04.03-85**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**МОСКВА 1986**

РАЗРАБОТАНЫ Союзводоканалпроектом (Г. М. Мирончик - руководитель темы; Д. А. Бердичевский, А. Е. Высота, Л. В. Ярославский) с участием ВНИИ ВОДГЕО, Донецкого ПромстройНИИпроекта и НИНОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР, НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова и Гипрокоммунводоканала Минжилкомхоза РСФСР, ЦНИИЭП инженерного оборудования Госгражданстроя, МосводоканалНИИпроекта и Мосинжпроекта Мосгорисполкома, Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института городского хозяйства и УкркоммунНИИпроекта Минжилкомхоза УССР, Института механики и сейсмостойкости сооружений им. М. Т. Уразбаева Академии наук УзССР, Московского инженерно-строительного института им. В. В. Куйбышева Минвуза СССР, Ленинградского инженерно-строительного института Минвуза РСФСР.

ВНЕСЕНЫ Союзводоканалпроектом Госстроя СССР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главтехнормированием Госстроя СССР (Б.В. Тамбовцев).

Согласованы Минздравом СССР (письмо от 24.10.83 № 121-12/1502-14), Минводхозом СССР (письмо от 15.04.85 № 13-3-05/366), Минрыбхозом СССР (письмо от 26.04.85 № 30-11-9).

С введением в действие СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» утрачивает силу СНиП II-32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

*При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале «Бюллетень строительной техники», «Сборнике изменений к строительным нормам и правилам» Госстроя СССР и информационном указателе «Государственные стандарты СССР» Госстандарта.*

<b>Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)</b>	<b>Строительные нормы и правила</b>	<b>СНиП 2.04.03-85</b>
	<b>Канализация. Наружные сети и сооружения</b>	<b>Взамен СНиП II-32-74</b>

Настоящие нормы и правила должны соблюдаться при проектировании вновь строящихся и реконструируемых систем наружной канализации постоянного назначения для населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

При разработке проектов канализации надлежит руководствоваться «Основами водного законодательства Союза ССР и союзных республик», соблюдать «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правила санитарной охраны прибрежных вод морей» Минводхоза СССР, Минрыбхоза СССР и Минздрава СССР, требования «Положения о водоохраных и прибрежных полосах малых рек страны» и «Инструкции о порядке согласования и выдачи разрешений на специальное



водопользование» Минводхоза СССР, а также указания других нормативных документов, утвержденных или согласованных Госстроем СССР.

## **1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

**1.1.** Канализацию объектов надлежит проектировать на основе утвержденных схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и промышленности, схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам, генеральных, бассейновых и территориальных схем комплексного использования и охраны вод, схем и проектов районной планировки и застройки городов и других населенных пунктов, генеральных планов промышленных узлов.

При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем канализации объектов независимо от их ведомственной принадлежности, а также учитывать техническую, экономическую и санитарную оценки существующих сооружений, предусматривать возможность их использования и интенсификацию их работы.

Проекты канализации объектов необходимо разрабатывать, как правило, одновременно с проектами водоснабжения с обязательным анализом баланса водопотребления и отведения сточных вод. При этом необходимо рассматривать возможность использования очищенных сточных и дождевых вод для производственного водоснабжения и орошения.

**1.2.** В системе дождевой канализации должна быть обеспечена очистка наиболее загрязненной части поверхностного стока, образующегося в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, т. е. не менее 70 % годового стока для селитебных территорий и площадок предприятий, близких к ним по загрязненности, и всего объема стока для площадок предприятий, территория которых может быть загрязнена специфическими веществами с токсичными свойствами или значительным количеством органических веществ.

**1.3.** Основные технические решения, принимаемые в проектах, и очередность их осуществления должны быть обоснованы сравнением возможных вариантов. Технико-экономические расчеты следует выполнять по тем вариантам, достоинства и недостатки которых нельзя установить без расчетов.

Оптимальный вариант должен определяться наименьшей величиной приведенных затрат с учетом сокращения трудовых затрат, расхода материальных ресурсов, электроэнергии и топлива, а также исходя из санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных требований.

**1.4.** При проектировании сетей и сооружений канализации должны быть предусмотрены прогрессивные технические решения, механизация трудоемких работ, автоматизация технологических процессов и максимальная индустриализация строительно-монтажных работ за счет применения сборных конструкций, стандартных и типовых изделий и деталей, изготавливаемых на заводах и в заготовительных мастерских.

**1.5.** Очистные сооружения производственной и дождевой канализации следует, как правило, размещать на территории промышленных предприятий.

**1.6.** При присоединении канализационных сетей промышленных предприятий к уличной или внутриквартальной сети населенного пункта следует предусматривать выпуски с контрольными колодцами, размещаемыми за пределами предприятий.

Необходимо предусматривать устройства для замера расхода сбрасываемых сточных вод от каждого предприятия.

Объединение производственных сточных вод нескольких предприятий допускается после контрольного колодца каждого предприятия.

<b>Внесены Союзводоканалпроектом Госстроя СССР</b>	<b>Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 21 мая 1985 г. № 71</b>	<b>Срок введения в действие 1 января 1986 г.</b>
------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

**1.7.** Условия и места выпуска очищенных сточных вод и поверхностного стока в водные объекты следует согласовывать с органами по регулированию использования и охране вод, исполнительными комитетами местных Советов народных депутатов, органами, осуществляющими государственный санитарный надзор, охрану рыбных запасов, и другими органами в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик, а места выпуска в судоходные водоемы, водотоки и моря - также с органами управления речным флотом союзных республик и Министерством морского флота.

**1.8.** При определении надежности действия системы канализации и отдельных ее элементов необходимо учитывать технологические, санитарно-гигиенические и водоохранные требования.

В случае недопустимости перерывов в работе системы канализации или отдельных ее элементов должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие бесперебойность их работы.

**1.9.** При аварии или ремонте одного сооружения перегрузка остальных сооружений данного назначения не должна превышать 8-17 % расчетной их производительности без снижения эффективности очистки сточных вод.

**1.10.** Санитарно-защитные зоны от канализационных сооружений до границ зданий жилой застройки, участков общественных зданий и предприятий пищевой промышленности с учетом их перспективного расширения следует принимать:

от сооружений и насосных станций канализации населенных пунктов - по [табл. 1](#);

от очистных сооружений и насосных станций производственной канализации, не расположенных на территории промышленных предприятий как при самостоятельной очистке и перекачке производственных сточных вод, так и при совместной их очистке с бытовыми - в соответствии с [СН 245-71](#) такими же, как для производств, от которых поступают сточные воды, но не менее указанных в [табл. 1](#)

## **2. РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНЫХ ВОД. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ**

### **УДЕЛЬНЫЕ РАСХОДЫ, КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ И РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНЫХ ВОД**

**2.1.** При проектировании систем канализации населенных пунктов расчетное удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилых зданий следует принимать равным расчетному удельному среднесуточному (за год) водопотреблению согласно [СНиП 2.04.02-84](#) без учета расхода воды на полив территорий и зеленых насаждений.

**2.2.** Удельное водоотведение для определения расчетных расходов сточных вод от отдельных жилых и общественных зданий при необходимости учета сосредоточенных расходов следует принимать согласно [СНиП 2.04.01-85](#).

Т а б л и ц а 1

Сооружения	Санитарно-защитная зона, м, при расчетной производительности сооружений, тыс. м <sup>3</sup> /сут			
	до 0,2	св. 0,2 до 5	св. 5 до 50	св. 50 до 280
Сооружения механической и биологической очистки с иловыми площадками для сброженных осадков, а также отдельно расположенные иловые площадки	150	200	400	500
Сооружения механической и биологической очистки с термомеханической обработкой осадков в закрытых помещениях	100	150	300	400
Поля фильтрации	200	300	500	-
Земледельческие поля орошения	150	200	400	-
Биологические пруды	200	200	300	300

Сооружения	Санитарно-защитная зона, м, при расчетной производительности сооружений, тыс. м <sup>3</sup> /сут			
	до 0,2	св. 0,2 до 5	св. 5 до 50	св. 50 до 280
Сооружения с циркуляционными окислительными каналами	150	-	-	-
Насосные станции	15	20	20	30

Примечания: 1. Санитарно-защитные зоны канализационных сооружений производительностью свыше 280 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а также при отступлении от принятой технологии очистки сточных вод и обработки осадка устанавливаются по согласованию с главными санитарно-эпидемиологическими управлениями министерств здравоохранения союзных республик.

2. Санитарно-защитные зоны, указанные в [табл. 1](#), допускается увеличивать, но не более чем в 2 раза в случае расположения жилой застройки с подветренной стороны по отношению к очистным сооружениям или уменьшать не более чем на 25 % при наличии благоприятной розы ветров.

3. При отсутствии иловых площадок на территории очистных сооружений производительностью свыше 0,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут размер зоны следует сокращать на 30 %.

4. Санитарно-защитную зону от полей фильтрации площадью до 0,5 га и от сооружений механической и биологической очистки на биофильтрах производительностью до 50 м<sup>3</sup>/сут следует принимать 100 м.

5. Санитарно-защитную зону от полей подземной фильтрации производительностью менее 15 м<sup>3</sup>/сут следует принимать 15 м.

6. Санитарно-защитную зону от фильтрующих траншей и песчано-гравийных фильтров следует принимать 25 м, от септиков и фильтрующих колодцев - соответственно 5 и 8 м, от аэрационных установок на полное окисление с аэробной стабилизацией ила при производительности до 700 м<sup>3</sup>/сут - 50 м.

7. Санитарно-защитную зону от сливных станций следует принимать 300 м.

8. Санитарно-защитную зону от очистных сооружений поверхностных вод с селитебных территорий следует принимать 100 м, от насосных станций - 15 м, от очистных сооружений промышленных предприятий - по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

9. Санитарно-защитные зоны от шламонакопителей следует принимать в зависимости от состава и свойств шлама по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Таблица 2

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Максимальный $K_{gen. max}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Минимальный $K_{gen. min}$	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Примечания: 1. Общие коэффициенты неравномерности притока сточных вод, приведенные в [табл. 2](#), допускается принимать при количестве производственных сточных вод, не превышающем 45 % общего расхода. При количестве производственных сточных вод свыше 45 % общие коэффициенты неравномерности следует определять с учетом неравномерности отведения бытовых и производственных сточных вод по часам суток согласно данным фактического притока сточных вод и эксплуатации аналогичных объектов.

2. При средних расходах сточных вод менее 5 л/с расчетные расходы надлежит определять согласно [СНиП 2.04.01-85](#).

3. При промежуточных значениях среднего расхода сточных вод общие коэффициенты неравномерности следует определять интерполяцией.

**2.3.** Расчетные среднесуточные расходы производственных сточных вод от промышленных и сельскохозяйственных предприятий и коэффициенты неравномерности их притока следует определять на основе технологических данных. При этом необходимо предусматривать рациональное использование воды за счет применения маловодных технологических процессов, водооборота повторного использования воды и т. п.

**2.4.** Удельное водоотведение в неканализованных районах следует принимать 25 л/сут на одного жителя.

**2.5.** Расчетный среднесуточный расход сточных вод в населенном пункте следует определять как сумму расходов, устанавливаемых по [пп. 2.1-2.4](#).

Количество сточных вод от предприятий местной промышленности, обслуживающих население, а также неучтенные расходы допускается принимать

дополнительно в размере 5 % суммарного среднесуточного водоотведения населенного пункта.

**2.6.** Расчетные суточные расходы сточных вод следует определять как сумму произведений среднесуточных (за год) расходов сточных вод, определенных по [п. 2.5](#), на коэффициенты суточной неравномерности, принимаемые согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**2.7.** Расчетные максимальные и минимальные расходы сточных вод следует определять как произведения среднесуточных (за год) расходов сточных вод, определенных по [п. 2.5](#), на общие коэффициенты неравномерности, приведенные в [табл. 2](#).

**2.8.** Расчетные расходы производственных сточных вод промышленных предприятий следует принимать:

для наружных коллекторов предприятия, принимающих сточные воды от цехов, - по максимальным часовым расходам;

для общезаводских и внеплощадочных коллекторов предприятия - по совмещенному часовому графику;

для внеплощадочного коллектора группы предприятий - по совмещенному часовому графику с учетом времени протекания сточных вод по коллектору.

**2.9.** При разработке схем, перечисленных в [п. 1.1](#), удельное среднесуточное (за год) водоотведение допускается принимать по [табл. 3](#).

Объем сточных вод от промышленных и сельскохозяйственных предприятий должен определяться на основании укрупненных норм или имеющихся проектов-аналогов.

Т а б л и ц а 3

Объекты канализования	Удельное среднесуточное (за год) водоотведение на одного жителя в населенных пунктах, л/сут	
	до 1990 г.	до 2000 г.
Города	500	550
Сельские населенные пункты	125	150

Пр и м е ч а н и я : 1. Удельное среднесуточное водоотведение допускается изменять на 10-20 % в зависимости от климатических и других местных условий и степени благоустройства.

2. При отсутствии данных о развитии промышленности за пределами 1990 г. допускается принимать дополнительный расход сточных вод от предприятий в размере 25 % расхода, определенного по [табл. 3](#).

**2.10.** Самотечные линии, коллекторы и каналы, а также напорные трубопроводы бытовых и производственных сточных вод следует проверять на пропуск суммарного расчетного максимального расхода по [пп. 2.7](#) и [2.8](#) и дополнительного притока поверхностных и грунтовых вод в периоды дождей и снеготаяния, неорганизованно поступающего в сети канализации через неплотности люков колодцев и за счет инфильтрации грунтовых вод. Величину дополнительного притока  $q_{ad}$ , л/с, следует определять на основе специальных изысканий или данных эксплуатации аналогичных объектов, а при их отсутствии - по формуле

$$q_{ad} = 0,15L\sqrt{m_d}, \quad (1)$$

где  $L$  - общая длина трубопроводов до рассчитываемого сооружения [створа трубопроводов), км;

$m_d$  - величина максимального суточного количества осадков, мм, определяемая согласно [СНиП 2.01.01-82](#).

Проверочный расчет самотечных трубопроводов и каналов поперечным сечением любой формы на пропуск увеличенного расхода должен осуществляться при наполнении 0,95 высоты.

### РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ДОЖДЕВЫХ ВОД

**2.11.** Расходы дождевых  $q_r$ , л/с, следует определять по методу предельных интенсивностей по формуле

$$q_r = \frac{z_{mid} A^{1,2} F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \quad (2)$$

где  $z_{mid}$  - среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, определяемое согласно [п. 2.17](#);

$A, n$  - параметры, определяемые согласно [п. 2.12](#);

$F$  - расчетная площадь стока, га, определяемая согласно [п. 2.14](#);

$t_r$  - расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин, и определяемая согласно [п. 2.15](#).

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей  $q_{cal}$ , л/с, следует определять по формуле

$$q_{cal} = \beta q_r, \quad (3)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима и определяемый по [табл. 11](#).

**Примечания:** 1. При величине расчетной продолжительности протекания дождевых вод, меньшей 10 мин, в [формулу \(2\)](#) следует вводить поправочный коэффициент равный 0,8 при  $t_r = 5$  мин и 0,9 при  $t_r = 7$  мин.

2. При большом заглублении начальных участков коллекторов дождевой канализации следует учитывать увеличение их пропускной способности за счет напора, создаваемого подъемом уровня воды в колодцах.

**2.12.** Параметры  $A$  и  $n$  надлежит определять по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров, зарегистрированных в данном конкретном пункте. При отсутствии обработанных данных допускается параметр  $A$  определять по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left( 1 + \frac{1gP}{1g m_r} \right)^\gamma, \quad (4)$$

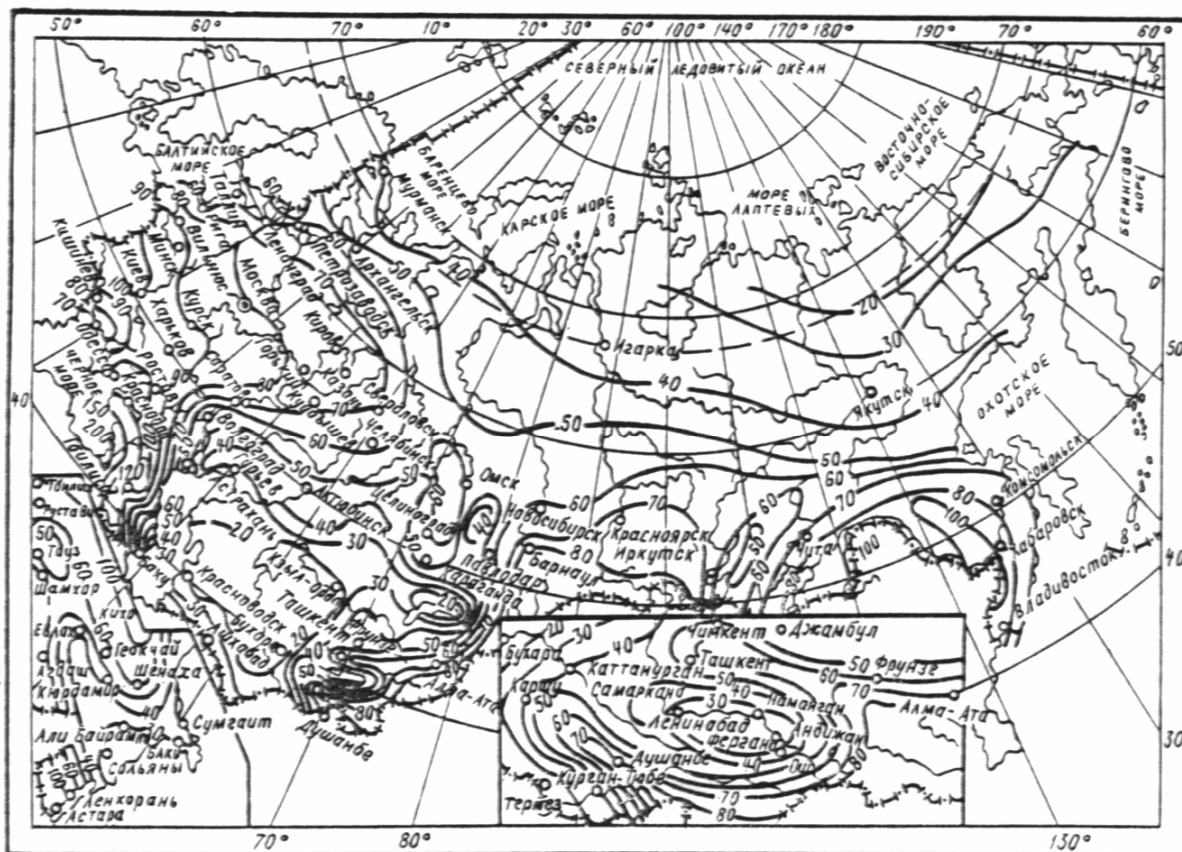
где  $q_{20}$  - интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P = 1$  год, определяемая по [черт. 1](#);

$n$  - показатель степени, определяемый по [табл. 4](#);

$m_r$  - среднее количество дождей за год, принимаемое по [табл. 4](#);

$P$  - период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, принимаемый по [п. 2.13](#);

$\gamma$  - показатель степени, принимаемый по [табл. 4](#).



Черт. 1. Значения величин интенсивности дождя  $q_{20}$

Таблица 4

Район	Значение $n$ при		$m_r$	$\gamma$
	$P \geq 1$	$P < 1$		
Побережья Белого и Баренцева морей	0,4	0,35	130	1,33
Север европейской части СССР и Западной Сибири	0,62	0,48	120	1,33
Равнинные области запада и центра европейской части СССР	0,71	0,59	150	1,54
Равнинные области Украины	0,71	0,64	110	1,54
Возвышенности европейской части СССР. западный склон Урала	0,71	0,59	150	1,54
Восток Украины, низовье Волги и Дона, Южный Крым	0,67	0,57	60	1,82
Нижнее Поволжье	0,66	0,66	50	2
Наветренные склоны возвышенностей европейской части СССР и Северное Предкавказье	0,7	0,66	70	1,54
Ставропольская возвышенность, северные предгорья Большого Кавказа, северный склон Большого Кавказа	0,63	0,56	100	1,82
Южная часть Западной Сибири, среднее течение р. Или, район оз. Але-Куль	0,72	0,58	80	1,54
Центральный и Северо-Восточный Казахстан, предгорья Алтая	0,74	0,66	80	1,82
Северные склоны Западных Саян, Заилийского Алатау	0,57	0,57	80	1,33
Джунгарский Алатау, Кузнецкий Алатау, Алтай	0,61	0,48	140	1,33
Северный склон Западных Саян	0,49	0,33	100	1,54
Средняя Сибирь	0,69	0,47	130	1,54
Хребет Хамар-Дабан	0,48	0,35	130	1,82
Восточная Сибирь	0,6	0,52	90	1,54
Бассейны Шилки и Аргуни, долина Среднего Амура	0,65	0,54	100	1,54
Бассейны Колымы и рек Охотского моря, северная часть Нижнеамурской низменности	0,36	0,48	100	1,54
Побережье Охотского моря, бассейны рек Берингова моря, центр и запад Камчатки	0,35	0,31	80	1,54
Восточное побережье Камчатки южнее $56^\circ$ с. ш.	0,28	0,26	110	1,54
Побережье Татарского пролива	0,35	0,28	110	1,54
Район оз. Ханка	0,65	0,57	90	1,54
Бассейны рек Японского моря, о. Сахалин, Курильские о-ва	0,45	0,44	110	1,54
Юг Казахстана, равнина Средней Азии и склоны гор до 1500 м, бассейн оз. Иссык-Куль до 2500 м	0,44	0,4	40	1,82



Район	Значение $n$ при		$m_r$	$\gamma$
	$P \geq 1$	$P < 1$		
Склоны гор Средней Азии на высоте 1500-3000 м	0,41	0,37	40	1,54
Юго-Западная Туркмения	0,49	0,32	20	1,54
Черноморское побережье и западный склон Большого Кавказа до Сухуми	0,62	0,58	90	1,54
Побережье Каспийского моря и равнина от Махачкалы до Баку	0,51	0,43	60	1,82
Восточный склон Большого Кавказа, Кура-Араксинская низменность до 500 м	0,58	0,47	70	1,82
Южный склон Большого Кавказа выше 1500 м, южный склон выше 500 м, ДагАССР	0,57	0,52	100	1,54
Побережье Черного моря ниже Сухуми, Колхидская низменность, склоны Кавказа до 2000 м	0,54	0,5	90	1,33
Бассейн Куры, восточная часть Малого Кавказа, Талышский хребет	0,63	0,52	90	1,33
Северо-западная и центральная части Армении	0,67	0,53	100	1,33
Ленкорань	0,44	0,38	171	2,2

**2.13.** Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя необходимо выбирать в зависимости от характера объекта канализования, условий расположения коллектора с учетом последствий, которые могут быть вызваны выпадением дождей, превышающих расчетные, и принимать по [табл. 5](#) и [6](#) или определять расчетом в зависимости от условий расположения коллектора, интенсивности дождей, площади бассейна и коэффициента стока по предельному периоду превышения.

При проектировании дождевой канализации у особых сооружений (метро, вокзалов, подземных переходов и др.), а также для засушливых районов, где значение  $q_{20}$  менее 50 л/(с·га), при  $P$ , равном единице, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует определять только расчетом с учетом предельного периода превышения расчетной интенсивности дождя, указанного в [табл. 7](#). При этом периоды однократного превышения расчетной интенсивности дождя, определенные расчетом, не должны быть менее указанных в [табл. 5](#) и [6](#).

При определении периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя расчетом следует учитывать, что при предельных периодах однократного превышения, указанных в [табл. 7](#), коллектор дождевой канализации должен пропускать лишь часть расхода дождевого стока, остальная часть которого временно затопляет проезжую часть улиц и при наличии уклона стекает по ее лоткам, при этом высота затопления улиц не должна вызывать затопления подвальных и полуподвальных помещений; кроме того, следует учитывать возможный сток с бассейнов, расположенных за пределами населенного пункта.

Т а б л и ц а 5

Условия расположения коллекторов		Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P$ , годы, для населенных пунктов при значениях $q_{20}$			
		до 60	св. 60 до 80	св. 80 до 120	св. 120
местного значения	на магистральных улицах				
Благоприятные и средние	Благоприятные	0,33-0,5	0,33-1	0,5-1	1-2
Неблагоприятные	Средние	0,5-1	1-1,5	1-2	2-3
Особо неблагоприятные	Неблагоприятные	2-3	2-3	3-5	5-10
-	Особо неблагоприятные	3-5	3-5	5-10	10-20

П р и м е ч а н и я : 1. Благоприятные условия расположения коллекторов: бассейн площадью не более 150 га имеет плоский рельеф при среднем уклоне поверхности 0,005 и менее;

коллектор проходит по водоразделу или в верхней части склона на расстоянии от водораздела не более 400 м/

2. Средние условия расположения коллекторов:

бассейн площадью свыше 150 га имеет плоский рельеф с уклоном 0,005 м и менее;

коллектор проходит в нижней части склона по тальвегу с уклоном склонов 0,02 м и менее, при этом площадь бассейна не превышает 150 га.

3. Неблагоприятные условия расположения коллекторов:

коллектор проходит в нижней части склона, площадь бассейна превышает 150 га;

коллектор проходит по тальвегу с крутыми склонами при среднем уклоне склонов свыше 0,02.



4. Особо неблагоприятные условия расположения коллекторов: коллектор отводит воду из замкнутого пониженного места (котловины).

Т а б л и ц а 6

Результат кратковременного переполнения сети	Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P$ , годы, для территории промышленных предприятий при значениях $q_{20}$		
	до 70	св. 70 до 100	св. 100
Технологические процессы предприятия: не нарушаются	0,33-0,5	0,5-1	2
нарушаются	0,5-1	1-2	3-5

П р и м е ч а н и е . Для предприятий, расположенных в замкнутой котловине, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует определять расчетом или принимать равным не менее чем 5 годам.

Т а б л и ц а 7

Характер бассейна, обслуживаемого коллектором	Значение предельного периода превышения интенсивности дождя $P$ , годы, в зависимости от условий расположения коллектора			
	благоприятных	средних	неблагоприятных	особо неблагоприятных
Территории кварталов и проезды местного значения	10	10	25	50
Магистральные улицы	10	25	50	100

**2.14.** Расчетную площадь стока для рассчитываемого участка сети необходимо принимать равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход стока.

В тех случаях, когда площадь стока коллектора составляет 500 га и более, в [формулы \(2\)](#) и [\(3\)](#) следует вводить поправочный коэффициент  $K$ , учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади и принимаемый по [табл. 8](#).

Т а б л и ц а 8

Площадь стока, га	800	1000	2000	4000	6000	8000	10 000
Значение коэффициента $K$	0,95	0,90	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55

Расчетные расходы дождевых вод с незастроенных площадей водосборов свыше 1000 га, не входящих в территорию населенного пункта, следует определять по соответствующим нормам стока для расчета искусственных сооружений автомобильных дорог согласно [ВСН 63-76](#) Минтрансстроя.

**2.15.** Расчетную продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам  $t_r$ , мин, следует принимать по формуле

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (5)$$

где  $t_{con}$  - продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин, определяемая согласно [п. 2.16](#);

$t_{can}$  - то же, по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала), определяемая по [формуле \(6\)](#);

$t_p$  - то же, по трубам до рассчитываемого сечения, определяемая по [формуле \(7\)](#).

**2.16.** Время поверхностной концентрации дождевого стока следует определять по расчету или принимать в населенных пунктах при отсутствии внутриквартальных закрытых дождевых сетей равным 5-10 мин или при наличии их равным 3-5 мин.

При расчете внутриквартальной канализационной сети время поверхностной концентрации надлежит принимать равным 2-3 мин.

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам  $t_{can}$ , мин, следует определять по формуле

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{L_{can}}{v_{can}}, \quad (6)$$

где  $l_{can}$  - длина участков лотков, м;

$v_{can}$  - расчетная скорость течения на участке, м/с.

Продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения  $t_p$ , мин, следует определять по формуле

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \quad (7)$$

где  $l_p$  - длина расчетных участков коллектора, м;

$v_p$  - расчетная скорость течения на участке, м/с.

**2.17.** Среднее значение коэффициента стока  $z_{mid}$  следует определять как средневзвешенную величину в зависимости от коэффициентов  $z$ , характеризующих поверхность и принимаемых по [табл. 9](#) и [10](#).

Т а б л и ц а 9

Поверхность	Коэффициент $z$
Кровля зданий и сооружений, асфальтобетонные покрытия дорог	Принимается по <a href="#">табл. 10</a>
Брусчатые мостовые и черные щебеночные покрытия дорог	0,224
Бульжные мостовые	0,145
Щебеночные покрытия, не обработанные вяжущими	0,125
Гравийные садово-парковые дорожки	0,09
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,064
Газоны	0,038

П р и м е ч а н и е . Указанные значения коэффициента  $z$  допускается уточнять по местным условиям на основании соответствующих исследований.

Т а б л и ц а 10

Параметр $A$	Коэффициент $z$ для водонепроницаемых поверхностей
300	0,32
400	0,30
500	0,29
600	0,28
700	0,27
800	0,26
1000	0,25
1200	0,24
1500	0,23

**2.18.** При расчете стока с бассейнов площадью свыше 50 га с разным характером застройки или с резко различными уклонами поверхности земли следует производить проверочные определения расходов дождевых вод с разных частей бассейна и наибольший из полученных расходов принимать за расчетный. При этом если расчетный расход дождевых вод с данной части бассейна окажется меньше расхода, по которому рассчитан коллектор на вышележащем участке, следует расчетный расход для данного участка коллектора принимать равным расходу на вышележащем участке.

Территории садов и парков, не оборудованные дождевой закрытой или открытой канализацией, в расчетной величине площади стока и при определении коэффициента  $z$  не учитываются. Если территория имеет уклон поверхности 0,008-0,01 и более в сторону уличных проездов, то в расчетную площадь стока необходимо включать прилегающую к проезду полосу шириной 50-100 м.

Озелененные площади внутри кварталов (полосы бульваров, газоны и т. п.) следует включать в расчетную величину площади стока и учитывать при определении коэффициента поверхности бассейна стока  $z$ .

**2.19.** Значения коэффициента  $\beta$  следует определять по [табл. 11](#).

Т а б л и ц а 11

Показатель степени $n$	$\leq 0,4$	0,5	0,6	$\geq 0,7$
Значение коэффициента $\beta$	0,8	0,75	0,7	0,65

Примечания: 1. При уклонах местности 0,01-0,03 указанные значения коэффициента  $\beta$  следует увеличивать на 10-15 % и при уклонах местности свыше 0,03 принимать равными единице.

2. Если общее число участков на дождевом коллекторе или на притоке менее 10, то значение  $\beta$  при всех уклонах допускается уменьшать на 10 % при числе участков 4-10 и на 15 % при числе участков менее 4.

## РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНЫХ ВОД ПОЛУРАЗДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

**2.20.** Расчетный расход смеси сточных вод  $q_{mix}$ , л/с, в общесплавных коллекторах полураздельной системы канализации следует определять по формуле

$$q_{mix} = q_{cit} + \sum q_{lim}, \quad (8)$$

где  $q_{cit}$  - максимальный расчетный расход производственных и бытовых сточных вод с учетом коэффициента неравномерности, л/с;

$\sum q_{lim}$  - максимальный, подлежащий очистке расход дождевого стока, равный сумме предельных расходов дождевых вод  $q_{lim}$ , подаваемых в общесплавной коллектор от каждой разделительной камеры, расположенной до рассчитываемого участка, л/с.

Расход стока от предельного дождя  $q_{lim}$  следует определять согласно п. 2.11 при периоде однократного превышения интенсивности предельного дождя  $P_{lim} = (0,05 - 0,1)$  года, обеспечивающем отведение на очистку не менее 70 % годового объема поверхностных сточных вод.

Указанные значения  $P_{lim}$  допускается уточнять по местным условиям.

**2.21.** Предельный расход дождевых вод  $q_{lim}$ , подаваемый в общесплавной коллектор полураздельной системы канализации от разделительной камеры, допускается определять путем расчета стока дождевых вод согласно п. 2.12 при значении коэффициента  $\beta = 1$  по существующей или запроектированной дождевой канализационной сети при предельном, не сбрасываемом в водоем дожде, пользуясь метеорологическими параметрами для дождей частой повторяемости. Предельный расход дождевых вод следует определять по формуле

$$q_{lim} = K_{div} q_r, \quad (9)$$

где  $K_{div}$  - коэффициент, показывающий часть расхода дождевых вод, направляемую на очистку, и определяемый по п. 2.22;

$q_r$  - расход подходящих к разделительной камере дождевых вод, определяемый согласно п. 2.11 без учета коэффициента  $\beta$ .

**2.22.** Значения коэффициента разделения  $K_{div}$  следует определять по табл. 12 в зависимости от отношения

$$K'_{div} = \gamma \frac{\lg(m_r P_{lim})}{\lg(m_r P_{cal})},$$

где  $m_r$ ,  $\gamma$  - параметры, определяемые по п. 2.12.

Таблица 12

Показатель степени $n_{lim}$	Значения коэффициента $K_{div}$ при $K_{div}$ , равных									
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
0,75	0,02	0,04	0,07	0,1	0,15	0,19	0,24	0,3	0,36	0,42
0,5	0,025	0,05	0,08	0,12	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37	0,43
0,3	0,03	0,06	0,09	0,13	0,18	0,22	0,27	0,32	0,38	0,43

Примечание. Принятые в табл. 12 значения  $K_{div}$  справедливы для продолжительности протока  $t_r$ , равной 20 мин, а также разности показателей степени в формуле (2)  $n - n_{lim} = 0$  при любой продолжительности протока.

В тех случаях, когда расчетная продолжительность протока до разделительной камеры  $t_r \neq 20$  мин и разность показателей степени  $n \neq 0$ , к значению коэффициента разделения, принятому по табл. 12, следует вводить поправочный коэффициент, определяемый по табл. 13, в зависимости от продолжительности протока до разделительной камеры и разности показателей степени  $n$ .

Таблица 13

Разность показателей степени $n - n_{lim}$	Значение поправочного коэффициента к коэффициенту разделения $K_{div}$ при продолжительности протока $t_r$ , мин				
	10	30	60	90	120
0,03 и менее	1	1	1	1,1	1,1
0,07	0,9	1	1,1	1,2	1,2
0,15	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3
0,2	0,8	1,1	1,4	1,6	1,7
0,3	0,8	1,2	1,6	1,9	2,1

**2.23.** Расчетный расход смеси сточных вод на участках общесплавной канализационной сети до первого ливнеспуска следует определять как сумму расходов производственно-бытовых сточных вод  $q_{cit}$  с учетом коэффициента неравномерности и дождевых вод от дождя расчетной интенсивности.

**2.24.** Расчетный расход смеси сточных вод на участках общесплавной канализационной сети после первого и каждого последующего ливнеспуска следует определить как сумму расходов производственно-бытовых сточных вод с учетом коэффициента неравномерности и дождевых вод от дождя расчетной интенсивности  $q_{gen}$ , л/с, по формуле

$$q_{gen} = q_{cit} + \sum q_{lim} + q_r \quad (10)$$

где  $q_{cit}$  - расход производственных и бытовых сточных вод, л/с;

$q_r$  - расход дождевых вод с бассейна стока между последним ливнеспуском и расчетным сечением, л/с.

**2.25.** Общесплавные коллекторы полураздельной системы канализации следует рассчитывать на пропуск расходов при полном их заполнении.

Участки общесплавных коллекторов полураздельной системы канализации, где расход производственно-бытовых сточных вод  $q_{cit}$  превышает 10 л/с, следует проверять на условия пропуска этого расхода, при этом наименьшие скорости следует принимать по [табл. 14](#) при наполнении, равном 0,3.

Таблица 14

Глубина слоя воды в трубопроводах общесплавной сети при расчетных расходах в сухую погоду, см	Наименьшая скорость течения сточных вод, м/с
31 - 40	1
41 - 60	1,1
61 - 100	1,2
101 - 150	1,3
Св. 150	1,4

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СТОКА ДОЖДЕВЫХ ВОД

**2.26.** Регулирование стока дождевых вод следует предусматривать с целью уменьшения и выравнивания расхода, поступающего на очистные сооружения или насосные станции. Регулирование стока следует также применять перед отводными коллекторами большой протяженности для уменьшения диаметров труб.

Для регулирования стока дождевых вод следует устраивать пруды или резервуары, а также использовать укрепленные овраги и существующие пруды, не являющиеся источниками питьевого водоснабжения, непригодные для купания и спорта и не используемые в рыбохозяйственных целях.

**2.27.** В регулирующие пруды и резервуары, как правило, следует направлять через разделительные камеры лишь дождевые воды при возникновении больших расходов стока. При этом все талые воды и сток от часто повторяющихся дождей необходимо пропускать в обход пруда.

В случае целесообразности использования регулирующего пруда как очистного сооружения в него должен быть направлен весь поверхностный сток, при этом следует предусматривать специальное оборудование для удаления осадка, мусора и нефтепродуктов.

**2.28.** Период однократного превышения расчетной интенсивности дождей для водосборов и выпусков в пруды следует устанавливать для каждого объекта с учетом местных условий и возможных последствий в случае выпадения дождей с интенсивностью выше расчетной.

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

**2.29.** Гидравлический расчет канализационных самотечных трубопроводов (лотков, каналов) надлежит производить на расчетный максимальный секундный расход сточных вод по таблицам и графикам, составленным по формуле

$$v = C\sqrt{Ri}, \quad (11)$$

где  $v$  - скорость движения жидкости, м/с;

$C$  - коэффициент, зависящий от гидравлического радиуса и шероховатости смоченной поверхности канала или трубопровода и определяемый по формуле

$$C = \frac{R^y}{n_1}, \quad (12)$$

здесь  $y = 2,5\sqrt{n_1} - 0,13 - 0,75R(\sqrt{n_1} - 0,1)$ ;

$n_1$  - коэффициент шероховатости, принимаемый для самотечных коллекторов круглого сечения 0,014, для напорных трубопроводов - 0,013;

$R$  - гидравлический радиус, м;

$i$  - гидравлический уклон.

Гидравлический уклон  $i$  для самотечных трубопроводов, лотков и каналов допускается определять по формуле

$$i = \frac{\lambda v^2}{8Rg}, \quad (13)$$

где  $g$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$\lambda$  - коэффициент сопротивления трению по длине, который следует определять по формуле, учитывающей различную степень турбулентности потока:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{\Delta}{13,68R} + \frac{a_2}{Re} \right), \quad (14)$$

здесь  $\Delta$  - эквивалентная шероховатость, см;

$R$  - гидравлический радиус, см;

$a_2$  - коэффициент, учитывающий характер шероховатости труб и каналов;

$Re$  - число Рейнольдса.

Значения  $\Delta$  и  $a_2$  следует принимать по [табл. 15](#).

Таблица 15

Трубы и каналы	$\Delta$ , см	$a_2$
Трубы:		
бетонные и железобетонные	0,2	100
керамические	0,135	90
чугунные	0,1	83
стальные	0,08	79
асбестоцементные	0,06	73
Каналы:		
из бута, тесаного камня	0,635	150
кирпичные	0,315	110
бетонные и железобетонные монолитные	0,3	120
то же, сборные (заводского изготовления)	0,08	50

**2.30.** Гидравлический расчет канализационных напорных трубопроводов надлежит производить согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**2.31.** Гидравлический расчет напорных илопроводов, транспортирующих сырые и сброженные осадки, а также активный ил, следует производить с учетом режима движения, физических свойств и особенностей состава осадков.

При влажности 99 % и более осадок подчиняется законам движения сточной жидкости.

**2.32.** Гидравлический уклон  $i$  при расчете напорных илопроводов следует определять по формуле

$$i = \frac{1360(100 - \rho_{mud})^2}{D^{2,25}} + \frac{\lambda v^2}{2gD}, \quad (15)$$

где  $\rho_{mud}$  - влажность осадка, %;

$\lambda$  - коэффициент сопротивления трению по длине, определяемый по формуле

$$\lambda = 0,214 \rho_{mud} - 0,191; \quad (16)$$

$V$  - скорость движения ила, м/с;

$D$  - диаметр трубопровода, см.

Для илопроводов диаметром 150 мм значение  $\lambda$  следует увеличивать на 0,01.

### НАИМЕНЬШИЕ ДИАМЕТРЫ ТРУБ

**2.33.** Наименьшие диаметры труб самотечных сетей следует принимать, мм:

для уличной сети - 200, для внутриквартальной сети бытовой и производственной канализации - 150;

для дождевой и общесплавной уличной сети - 250, внутриквартальной - 200.

Наименьший диаметр напорных илопроводов - 150 мм.

Примечания: 1. В населенных пунктах с расходом до 300 м<sup>3</sup>/сут для внутриквартальной и уличной сетей допускается применение труб диаметром 150 мм.

2. Для производственной канализации при соответствующем обосновании допускается применение труб диаметром менее 150 мм.

### РАСЧЕТНЫЕ СКОРОСТИ И НАПОЛНЕНИЯ ТРУБ И КАНАЛОВ

**2.34.** Во избежание заиливания канализационных сетей расчетные скорости движения сточных вод следует принимать в зависимости от степени наполнения труб и каналов и крупности взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах.

При наибольшем расчетном наполнении труб в сети бытовой и дождевой канализации наименьшие скорости следует принимать по [табл. 16](#).

Таблица 16

Диаметр, мм	Скорость $v_{min}$ , м/с, при наполнении $H/D$			
	0,6	0,7	0,75	0,8
150-250	0,7	-	-	-
300-400	-	0,8	-	-
450-500	-	-	0,9	-
600-800	-	-	1	-
900	-	-	1,15	-
1000-1200	-	-	-	1,15
1500	-	-	-	1,3
Св. 1500	-	-	-	1,5

Примечания: 1. Для производственных сточных вод наименьшие скорости следует принимать в соответствии с указаниями по строительному проектированию предприятий отдельных отраслей промышленности или по эксплуатационным данным.

2. Для производственных сточных вод, близких по характеру взвешенных веществ к бытовым, наименьшие скорости надлежит принимать как для бытовых сточных вод.

3. Для дождевой канализации при  $P = 0,33$  года наименьшую скорость следует принимать 0,6 м/с.

**2.35.** Минимальную расчетную скорость движения осветленных или биологически очищенных сточных вод в лотках и трубах допускается принимать 0,4 м/с.

**2.36.** Наибольшую расчетную скорость движения сточных вод следует принимать, м/с: для металлических труб - 8, для неметаллических - 4, для дождевой канализации - соответственно 10 и 7.

**2.37.** Расчетную скорость движения неосветленных сточных вод в дюкерах необходимо принимать не менее 1 м/с, при этом в местах подхода сточных вод к дюкеру скорости должны быть не более скоростей в дюкере.

**2.38.** Наименьшие расчетные скорости движения сырых и сброженных осадков, а также уплотненного активного ила в напорных илопроводах следует принимать по [табл. 17](#).

**2.39.** Наибольшие скорости движения дождевых и допускаемых к спуску в водоемы производственных сточных вод в каналах следует принимать по [табл. 18](#).

Т а б л и ц а 17

Влажность осадка, %	$v_{min}$ , м/с, при		Влажность осадка, %	$v_{min}$ , м/с, при	
	$D = 150 - 200$ мм	$D = 250 - 400$ мм		$D = 150 - 200$ мм	$D = 250 - 400$ мм
98	0,8	0,9	93	1,3	1,4
97	0,9	1,0	92	1,4	1,5
96	1,0	1,1	91	1,7	1,8
95	1,1	1,2	90	1,9	2,1
94	1,2	1,3			

Т а б л и ц а 18

Грунт или тип крепления	Наибольшая скорость движения в каналах, м/с, при глубине потока от 0,4 до 1 м
Крепление бетонными плитами	4
Известняки, песчаники средние	4
Одерновка:	
плашмя	1
в стенку	1,6
Мощение:	
одинарное	2
двойное	3-3,5

**П р и м е ч а н и е .** При глубине потока менее 0,4 м значения скоростей движения сточных вод следует принимать с коэффициентом 0,85, при глубине свыше 1 м - с коэффициентом 1,25.

**2.40.** Расчетное наполнение трубопроводов и каналов с поперечным сечением любой формы надлежит принимать не более 0,7 высоты.

Расчетное наполнение каналов прямоугольного поперечного сечения допускается принимать не более 0,75 высоты.

Для трубопроводов дождевой и общесплавной систем водоотведения следует принимать полное расчетное наполнение.

### УКЛОНЫ ТРУБОПРОВОДОВ, КАНАЛОВ И ЛОТКОВ

**2.41.** Наименьшие уклоны трубопроводов и каналов следует принимать в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод.

Наименьшие уклоны трубопроводов для всех систем канализации следует принимать для труб диаметрами: 150 мм - 0,008, 200 мм - 0,007.

В зависимости от местных условий при соответствующем обосновании для отдельных участков сети допускается принимать уклоны для труб диаметрами: 200 мм - 0,005, 150 мм - 0,007.

Уклон присоединения от дождеприемников следует принимать 0,02.

**2.42.** В открытой дождевой сети наименьшие уклоны лотков проезжей части, кюветов и водоотводных канав следует принимать по [табл. 19](#).



Лотки, кюветы, каналы	Наименьший уклон
Лотки проезжей части при: покрытии асфальтобетонном	0,003
брусчатом или щебеночном покрытии	0,004
булыжной мостовой	0,005
Отдельные лотки и кюветы	0,005
Водоотводные каналы	0,003

**2.43.** Наименьшие размеры кюветов и каналов трапецеидального сечения следует принимать: ширину по дну 0,3 м, глубину 0,4 м.

### 3. СХЕМЫ И СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

#### СХЕМЫ И СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

**3.1.** Канализование населенных пунктов следует предусматривать по системам: раздельной - полной или неполной, полураздельной, а также комбинированной.

Отведение поверхностных вод по открытой системе водостоков допускается при соответствующем обосновании и согласовании с органами санитарно-эпидемиологической службы, по регулированию и охране вод, а также с органами охраны рыбных запасов.

**3.2.** Выбор системы канализации следует производить с учетом требований к очистке поверхностных сточных вод, климатических условий, рельефа местности и других факторов.

В районах с интенсивностью дождей  $q_{20}$  менее 90 л/с на 1 га следует рассматривать возможность применения полураздельной системы канализации.

#### СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ (ДО 5000 ЧЕЛ.) И ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ЗДАНИЙ

**3.3.** Канализацию малых населенных пунктов следует предусматривать, как правило, по неполной раздельной системе.

**3.4.** Для малых населенных пунктов следует предусматривать, как правило, централизованные схемы канализации для одного или нескольких населенных пунктов, отдельных групп зданий и производственных зон.

Централизованные схемы канализации следует проектировать объединенными для жилых и производственных зон, исключая навозо-содержащие сточные воды, при этом объединение производственных сточных вод с бытовыми должно производиться с учетом [п. 3.18](#).

Устройство централизованных схем раздельно для жилой и производственной зон допускается при технико-экономическом обосновании.

**3.5.** Децентрализованные схемы канализации допускается предусматривать:

при отсутствии опасности загрязнения используемых для водоснабжения водоносных горизонтов;

при отсутствии централизованной канализации в существующих или реконструируемых населенных пунктах для объектов, которые должны быть канализованы в первую очередь (больниц, школ, детских садов и яслей, административно-хозяйственных зданий, отдельных жилых домов промышленных предприятий и т. п.), а также для первой стадии строительства населенных пунктов при расположении объектов канализования на расстоянии не менее 500 м;

при необходимости канализования групп или отдельных зданий.

**3.6.** Для очистки сточных вод при централизованной схеме канализации следует применять сооружения:

естественной биологической очистки (поля фильтрации, биологические пруды);

искусственной биологической очистки (аэротенки и биофильтры различных типов, циркуляционные окислительные каналы);

физико-химической очистки для вахтовых поселков с временным пребыванием персонала и для других объектов с периодическим пребыванием людей.

**3.7.** Для очистки сточных вод при децентрализованной схеме канализации следует применять фильтрующие колодцы, поля подземной фильтрации, песчано-гравийные фильтры, фильтрующие траншеи, аэротенки на полное окисление, сооружения физико-химической очистки для объектов периодического функционирования (пионерских лагерей, туристских баз и т. п.).

**3.8.** Для очистки сточных вод малых населенных пунктов целесообразно применение установок заводского изготовления по [ГОСТ 25298-82](#).

**3.9.** Для отдельно стоящих зданий при расходе бытовых сточных вод до 1 м<sup>3</sup>/сут допускается устройство люфт-клозетов или выгребов.

**3.10.** Обработку сточных вод прачечных, загрязненных синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ), допускается производить совместно с бытовыми сточными водами при отношении их количеств 1:9. Для банно-прачечных сточных вод это отношение следует принимать 1:4, для банных - 1:1. При обосновании допускается применение регулирующих резервуаров.

При большом количестве банно-прачечных сточных вод следует предусматривать их обработку для обеспечения допустимой концентрации СПАВ.

**3.11.** По подаче сточных вод на очистные сооружения насосами расчет очистных сооружений малых населенных пунктов следует производить на расход, равный производительности насосных установок.

### **СХЕМЫ И СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**3.12.** Система водного хозяйства промышленных предприятий должна быть с максимальным повторным (последовательным) использованием производственной воды в отдельных технологических операциях и с оборотом охлаждающей воды для отдельных цехов или всего предприятий в целом. Безвозвратные потери воды должны восполняться за счет аккумуляирования поверхностных сточных вод, бытовых, городских и производственных сточных вод после их очистки и обеззараживания (обезвреживания).

Прямоточная система подачи воды на производственные нужды со сбросом очищенных сточных вод в водные объекты допускается лишь при обосновании и согласовании с органами по регулированию использования и охране под и органами рыбоохраны.

**3.13.** При выборе схемы и системы канализации промышленных предприятий необходимо учитывать:

возможность исключения образования загрязненных сточных вод в технологическом процессе за счет внедрения безотходных и безводных производств, использования сухих процессов, устройства замкнутых систем водного хозяйства, применений воздушных методов охлаждения и т. п.;

требования к качеству воды, используемой в различных технологических процессах, и ее количество;

количество и характеристику сточных вод, образующихся в различных технологических процессах, и физико-химические свойства присутствующих в них загрязняющих веществ, материальный и энергетический балансы водопотребления и водоотведения;

возможность локальной очистки потоков сточных вод с целью извлечения отдельных компонентов и повторного использования воды, а также создания локальных замкнутых систем производственного водоснабжения;

возможность последовательного использования воды в различных технологических процессах с различными требованиями к ее качеству;

возможность вывода отдельным потоком сточных вод, требующих локальной очистки;

возможность объединения сточных вод с идентичной качественной характеристикой;

возможность использования в производстве очищенных бытовых и городских сточных вод, а также поверхностных сточных вод и создания замкнутых систем водного хозяйства без сброса сточных вод в водные объекты;

возможность протекания в трубопроводах химических процессов с образованием газообразных или твердых продуктов при поступлении в канализацию различных сточных вод;

условия спуска производственных сточных вод в водные объекты или в систему канализации населенного пункта или другого водопользователя.

**3.14.** Канализование промышленных предприятий надлежит предусматривать, как правило, по полной раздельной системе.

**3.15.** Сточные воды, требующие специальной очистки с целью их возврата в производство или для подготовки перед спуском в водные объекты или в систему канализации населенного пункта или другого водопользователя, следует отводить самостоятельным потоком.

**3.16.** Объединение потоков производственных сточных вод с различными загрязняющими веществами допускается при целесообразности их совместной очистки.

**3.17.** Очистка производственных и городских сточных вод на внеплощадочных очистных сооружениях может производиться совместно или раздельно в зависимости от характеристики поступающих сточных вод и условий их повторного использования.

**3.18.** Производственные сточные воды, подлежащие совместному отведению и очистке с бытовыми сточными водами населенного пункта, не должны:

нарушать работу сетей и сооружений;

содержать вещества, которые способны засорять трубы канализационной сети или отлагаться на стенках труб;

оказывать разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;

содержать горючие примеси и растворенные вещества, способные образовывать взрывоопасные и токсичные газы в канализационных сетях и сооружениях;

содержать вредные вещества в концентрациях, нарушающих работу очистных сооружений или препятствующих использованию их в системах технического водоснабжения или сбросу в водные объекты (с учетом эффекта очистки).

Производственные сточные воды, не отвечающие указанным требованиям, должны подвергаться предварительной очистке. Степень их предварительной очистки должна быть согласована с организациями, проектирующими очистные сооружения населенного пункта или другого водопользователя.

**3.19.** Сточные воды, не загрязненные в процессе производства, должны быть использованы в смете мах производственного водоснабжения предприятия или переданы другому потребителю, в том числе на орошение.

**3.20.** Количество сточных вод промышленных предприятий необходимо определять по технологическим данным с анализом водохозяйственного баланса в части возможного увеличения водооборота и повторного использования сточных вод. при отсутствии данных - по укрупненным нормам расхода воды на единицу продукции или сырья, по данным аналогичных предприятий. Из общего количества сточных вод промышленных предприятий следует выделять количество, принимаемое в канализацию населенного пункта или другого водопользователя.

### **СХЕМА КАНАЛИЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**3.21.** При раздельной системе канализации очистку поверхностных сточных вод с территории города следует осуществлять на локальных или централизованных очистных сооружениях поверхностного стока. При этом в зависимости от предъявляемых требований следует, как правило, применять сооружения механической очистки (решетки, песколовки, отстойники, фильтры). В некоторых случаях возможна совместная очистка поверхностных, бытовых и производственных сточных вод на

общих очистных сооружениях, при этом поверхностные сточные воды следует аккумулировать в накопителях и подавать в систему канализации в часы минимального притока городских сточных вод.

**3.22.** При полураздельной системе канализации очистку смеси поверхностных вод с бытовыми и производственными сточными водами следует осуществлять по полной схеме очистки, принятой для городских сточных вод.

Для снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения допускается использование регулирующих емкостей.

**3.23.** Поверхностные сточные воды с территорий промышленных предприятий следует подвергать очистке.

Разработка мероприятий по очистке поверхностных сточных вод на предприятиях должна основываться на натуральных данных об источниках загрязнения территории и воздуха, характеристике водосборного бассейна, сведениях об атмосферных осадках, выпадающих в данном районе, режимах полива и мойки территории.

Если территория предприятия по составу и количеству накапливающихся на поверхности примесей мало отличается от селитебной, поверхностные сточные воды могут быть направлены в дождевую канализацию населенного пункта.

**3.24.** Выбор схемы отведения поверхностных сточных вод на очистку должен осуществляться на основе оценки технической возможности и экономической целесообразности:

использования, как правило, поверхностных сточных вод в системах производственного водоснабжения;

самостоятельной очистки поверхностных сточных вод.

**3.25.** При разработке схемы отведения и очистки поверхностных сточных вод в зависимости от конкретных условий (источников загрязнения, размеров, расположения и рельефа водосборного бассейна и др.) следует учитывать необходимость локализации отдельных участков производственной территории, на которые могут попадать вредные вещества, с отводом стока в производственную канализацию или после предварительной очистки в дождевую канализацию. В ряде случаев необходимо оценивать целесообразность раздельной очистки стоков с производственных площадей, отличающихся по характеру и степени загрязнения территории.

**3.26.** Для очистки поверхностных сточных вод рекомендуется предусматривать простые в эксплуатации и надежные в работе сооружения механической и физико-химической очистки. Во всех случаях следует применять отстойные сооружения. Для интенсификации процесса очистки и обеспечения более глубокой степени очистки, чем та, которая достигается в отстойных сооружениях, рекомендуется применять фильтрацию, коагуляцию, флотацию.

При необходимости снижения содержания органических примесей осветленные сточные воды следует направлять на сооружения биологической очистки. Для интенсификации биологической очистки городских и поверхностных сточных вод допускается применять контактно-стабилизационный метод (на аэротенках).

## **4. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ НА НИХ**

### **УСЛОВИЯ ТРАССИРОВАНИЯ СЕТЕЙ И ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ**

**4.1.** Расположение сетей на генеральных планах, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных коммуникаций должны приниматься согласно [СНиП II-89-80](#).

**4.2.** При параллельной прокладке нескольких напорных трубопроводов расстояние между наружной поверхностью труб следует принимать из условия производства работ, обеспечения защиты смежных трубопроводов при аварии на одном из них, в зависимости от материала труб, внутреннего давления и геологических условий согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**4.3.** Проектирование коллекторов, прокладываемых щитовой проходкой или горным способом, в том числе коллекторов глубокого заложения, необходимо выполнять согласно СНиП II-91-77 и Указаниям по производству и приемке работ по сооружению

коллекторных тоннелей способом щитовой проходки в городах и промышленных предприятиях ([СН 322-74](#)).

При параллельной прокладке двух коллекторов расстояние между ними следует принимать равным пяти диаметрам наибольшего из коллекторов, но не менее 10 м.

**4.4.** Надземная и наземная прокладка канализационных трубопроводов на территории населенных пунктов не допускается.

При пересечении глубоких оврагов, водотоков и водоемов, а также при укладке канализационных трубопроводов за пределами населенных пунктов допускается наземная и надземная прокладка трубопроводов.

## **ПОВОРОТЫ, СОЕДИНЕНИЯ И ГЛУБИНА ЗАЛОЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ**

**4.5.** Угол между присоединяемой и отводящей трубами должен быть не менее 90°.

*Примечание.* Любой угол между присоединениями и отводящими трубопроводами допускается при устройстве в колодце перепада в виде стояка и присоединении дождеприемников с перепадом.

**4.6.** Повороты на коллекторах надлежит предусматривать в колодцах; радиус кривой поворота лотка необходимо принимать не менее диаметра трубы, на коллекторах диаметром 1200 мм и более - не менее пяти диаметров и предусматривать смотровые колодцы в начале и конце кривой.

Повороты коллекторов, сооружаемых с помощью щитовой проходки или горным способом, надлежит принимать согласно СНиП II-91-77.

**4.7.** Соединения трубопроводов разных диаметров следует предусматривать в колодцах по шельгам труб. При обосновании допускается соединение труб по расчетному уровню воды.

**4.8.** Наименьшую глубину заложения канализационных трубопроводов необходимо принимать на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе. При отсутствии данных по эксплуатации минимальную глубину заложения лотка трубопровода допускается принимать, для труб диаметром до 500 мм - на 0,3 м; для труб большего диаметра - на 0,5 м менее большей глубины проникания в грунт нулевой температуры, не менее 0,7 м до верха трубы, считая от отметок поверхности земли или планировки. Наименьшую глубину заложения коллекторов с постоянным (малоколеблющимся) расходом сточных вод необходимо определять теплотехническим и статическим расчетами.

Минимальную глубину заложения коллекторов, прокладываемых щитовой проходкой, необходимо принимать не менее 3 м от отметок поверхности земли или планировки до верха щита.

Трубопроводы, укладываемые на глубину 0,7 м и менее, считая от верха трубы, должны быть предохранены от промерзания и повреждения наземным транспортом.

Максимальную глубину заложения труб, а также коллекторов, прокладываемых щитовой проходкой или горным способом, надлежит определять расчетом в зависимости от материала труб, грунтовых условий, метода производства работ.

## **ТРУБЫ, УПОРЫ, АРМАТУРА И ОСНОВАНИЯ ПОД ТРУБЫ**

**4.9.** Для канализационных трубопроводов следует применять:

самотечных - безнапорные железобетонные, бетонные, керамические, чугунные, асбестоцементные, пластмассовые трубы и железобетонные детали;

напорных - напорные железобетонные, асбестоцементные, чугунные, стальные и пластмассовые трубы.

*Примечания:* 1. Применение чугунных труб для самотечной и стальных для напорной сетей допускается при прокладке в труднодоступных пунктах строительства, в вечномерзлых, просадочных грунтах, на подрабатываемых территориях, в местах переходов через водные преграды, под железными и автомобильными дорогами, в местах пересечения с сетями хозяйственно-питьевого водопровода, при прокладке трубопроводов по опорам эстакад, в местах, где возможны механические повреждения труб.

2. При укладке трубопроводов в агрессивных средах следует применять трубы, стойкие к коррозии.

3. Стальные трубопроводы должны быть покрыты снаружи антикоррозионной изоляцией. На участках возможной электрокоррозии надлежит предусматривать катодную защиту трубопроводов.

**4.10.** Тип основания под трубы необходимо принимать в зависимости от несущей способности грунтов и нагрузок.

Во всех грунтах, за исключением скальных, плавунных, болотистых и просадочных I типа, необходимо предусматривать укладку труб непосредственно на выровненное и утрамбованное дно траншеи.

В скальных грунтах необходимо предусматривать укладку труб на подушку толщиной не менее 10 см из местного песчаного или гравелистого грунта, в илистых, торфянистых и других слабых грунтах - на искусственное основание.

**4.11.** На напорных трубопроводах в необходимых случаях надлежит предусматривать установку задвижек, вантузов, выпусков и компенсаторов в колодцах.

**4.12.** Уклон напорных трубопроводов по направлению к выпуску следует принимать не менее 0,001.

Диаметр выпусков следует назначать из условия опорожнения участка трубопроводов в течение не более 3 ч.

Отвод сточной воды, выпускаемой из опорожняемого участка, надлежит предусматривать без сброса в водный объект в специальную камеру с последующей перекачкой в канализационную сеть или с вывозом сточных вод автоцистерной.

**4.13.** На поворотах напорных трубопроводов в вертикальной или горизонтальной плоскости, когда возникающие усилия не могут быть восприняты стыками труб, должны предусматриваться упоры согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

### СМОТРОВЫЕ КОЛОДЦЫ

**4.14.** Смотровые колодцы на канализационных сетях всех систем надлежит предусматривать:

в местах присоединений;

в местах изменения направления, уклонов и диаметров трубопроводов;

на прямых участках на расстояниях в зависимости от диаметра труб: 150 мм - 35 м, 200-450 мм - 50 м, 500-600 мм - 75 м, 700-900 мм - 100 м, 1000-1400 мм - 150 м, 1500-2000 мм - 200 м, свыше 2000 мм - 250-300 м.

**4.15.** Размеры в плане колодцев или камер бытовой и производственной канализации надлежит принимать в зависимости от трубы наибольшего диаметра  $D$ :

на трубопроводах диаметром до 600 мм - длину и ширину 1000 мм;

на трубопроводах диаметром 700 мм и более - длину  $D + 400$  мм, ширину  $D + 500$  мм.

Диаметры круглых колодцев следует принимать на трубопроводах диаметрами: до 600 мм - 1000 мм; 700 мм - 1250 мм; 800-1000 мм - 1500 мм; 1200 мм - 2000 мм.

Примечания: 1. Размеры в плане колодцев на поворотах необходимо определять из условия размещения в них лотков поворота.

2. На трубопроводах диаметром не более 150 мм при глубине заложения до 1,2 м допускается устройство колодцев диаметром 700 мм.

3. При глубине заложения свыше 3 м диаметр колодцев следует принимать не менее 1500 мм.

**4.16.** Высоту рабочей части колодцев (от попки или площадки до покрытия), как правило, необходимо принимать 1800 мм; при высоте рабочей части колодцев менее 1200 мм ширину их допускается принимать равной  $D + 300$  мм, но не менее 1000 мм.

**4.17.** В рабочей части колодцев надлежит предусматривать:

установку стальных скоб или навесных лестниц для спуска в смотровой колодец;

на трубопроводах диаметром свыше 1200 мм при высоте рабочей части свыше 1500 мм - ограждение рабочей площадки высотой 1000 мм.

**4.18.** Полки лотка смотровых колодцев должны быть расположены на уровне верха трубы большего диаметра.

В колодцах на трубопроводах диаметром 700 мм и более допускается предусматривать рабочую площадку с одной стороны лотка и полку шириной не менее 100 мм с другой. На трубопроводах диаметром свыше 2000 мм допускается устройство рабочей площадки на консолях, при этом размер открытой части лотка следует принимать не менее 2000 × 2000 мм.



**4.19.** Размеры в плане колодцев дождевой канализации следует принимать: на трубопроводах диаметром до 600 мм включ. - диаметром 1000 мм; на трубопроводах диаметром 700 мм и более - круглыми или прямоугольными с лотковой частью длиной 1000 мм и шириной, равной диаметру наибольшей трубы.

Высоту рабочей части колодцев на трубопроводах диаметром от 700 до 1400 мм включ. надлежит принимать от лотка трубы наибольшего диаметра; на трубопроводах диаметром 1500 мм и более рабочие части не предусматриваются.

Полки лотков колодцев должны быть предусмотрены только на трубопроводах диаметром до 900 мм включ. на уровне половины диаметра наибольшей трубы.

**4.20.** Горловины колодцев на сетях канализации всех систем надлежит принимать диаметром 700 мм; размеры горловины и рабочей части колодцев на поворотах, а также на прямых участках трубопроводов диаметром 600 мм и более на расстояниях через 300-500 м следует предусматривать достаточными для опускания приспособлений для прочистки сети.

**4.21.** Установку люков необходимо предусматривать: в одном уровне с поверхностью проезжей части дорог при усовершенствованном покрытии; на 50-70 мм выше поверхности земли в зеленой зоне и на 200 мм выше поверхности земли на незастроенной территории. В случае необходимости надлежит предусматривать люки с запорными устройствами.

**4.22.** При наличии грунтовых вод с расчетным уровнем выше дна колодца необходимо предусматривать гидроизоляцию дна и стен колодца на 0,5 м выше уровня грунтовых вод.

**4.23.** На коллекторах, прокладываемых щитовой проходкой или горным способом, необходимо предусматривать устройство смотровых шахтных стволов или скважин диаметром не менее 0,9 м. Расстояние между смотровыми шахтными стволами или скважинами не должно превышать 500 м.

**4.24.** Оборудование шахтных стволов должно соответствовать требованиям правил безопасности при строительстве подземных гидротехнических сооружений и правил безопасности для угольных, сланцевых или рудных шахт.

В смотровых скважинах необходимо предусматривать площадки с люком, расстояние между которыми по высоте должно быть не более 6 м, а также устройство металлических лестниц или скоб. Люк в плане должен быть размером не менее 600 × 700 мм или диаметром не менее 700 мм.

## **ПЕРЕПАДНЫЕ КОЛОДЦЫ**

**4.25.** Перепадные колодцы следует предусматривать:  
для уменьшения глубины заложения трубопроводов;  
во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточной воды или резкого изменения этой скорости;  
при пересечении с подземными сооружениями;  
при затопленных выпусках в последнем перед водоемом колодце.

*Примечание.* На трубопроводах диаметром до 600 мм перепады высотой до 0,5 м допускается осуществлять без устройства перепадного колодца - путем слива в смотровом колодце.

**4.26.** Перепады высотой до 3 м на трубопроводах диаметром 600 мм и более надлежит принимать в виде водосливов практического профиля.

Перепады высотой до 6 м на трубопроводах диаметром до 500 мм включ. следует осуществлять в колодцах в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

В колодцах над стояком необходимо предусматривать приемную воронку, под стояком - водобойный приемок с металлической плитой в основании.

Для стояков диаметром до 300 мм допускается установка направляющего колена взамен водобойного приемка.

**4.27.** На коллекторах дождевой канализации при высоте перепадов до 1 м допускается предусматривать перепадные колодцы водосливного типа, при высоте



перепада 1-3 м - водобойного типа с одной решеткой из водобойных балок (плит), при высоте перепада 3-4 м - с двумя водобойными решетками.

## ДОЖДЕПРИЕМНИКИ

**4.28.** Дождеприемники по [ГОСТ 26008-83](#) следует предусматривать: на затяжных участках спусков (подъемов); на перекрестках и пешеходных переходах со стороны притока поверхностных вод; в пониженных местах в конце затяжных участков спусков; в пониженных местах при пилообразном профиле лотков улиц; в местах улиц, дворовых и парковых территорий, не имеющих стока поверхностных вод.

В пониженных местах наряду с дождеприемниками, имеющими горизонтальное перекрытое решеткой отверстие в плоскости проезжей части, допускается также применение дождеприемников с вертикальным в плоскости бордюрного камня отверстием и комбинированного типа с отверстием как горизонтальным, так и вертикальным.

На участках с затяжным продольным уклоном следует применять дождеприемники с горизонтальным отверстием.

**4.29.** Дождеприемники с горизонтальным отверстием в пониженных местах лотков с пилообразным продольным профилем и на участках с продольным уклоном менее 0,005 оборудуются малой прямоугольной дождеприемной решеткой.

На участках улиц с продольным уклоном 0,005 или более и в пониженных местах в конце затяжных участков спусков дождеприемники с горизонтальным отверстием должны быть оборудованы большой прямоугольной решеткой.

**4.30.** Расстояния между дождеприемниками при пилообразном продольном профиле лотка назначаются в зависимости от значений продольного уклона лотка и глубины воды в лотке в точке изменения направления продольного уклона и у дождеприемника.

Расстояния между дождеприемными решетками на участке улиц с продольным уклоном одного направления устанавливаются расчетом исходя из условия, что ширина потока в лотке перед решеткой не превышает 2 м.

**4.31.** Длина присоединения от дождеприемника до смотрового, колодца на коллекторе должна быть не более 40 м, при этом допускается установка не более одного промежуточного дождеприемника. Диаметр присоединения назначается по расчетному притоку воды к дождеприемнику при уклоне 0,02, но должен быть не менее 200 мм.

**4.32.** К дождеприемнику допускается предусматривать присоединения водосточных труб зданий, а также дренажных трубопроводов.

**4.33.** При полураздельной системе канализации надлежит предусматривать дождеприемники с приемком глубиной 0,5-0,7 м для осадка и гидравлическим затвором высотой не менее 0,1 м.

**4.34.** При раздельной системе канализации дождеприемники следует предусматривать с плавным очертанием дна без приемка для осадка.

**4.35.** Присоединение канавы к закрытой сети надлежит предусматривать через колодец с отстойной частью.

В оголовке канавы необходимо предусматривать решетки с прозорами не более 50 мм; диаметр соединительного трубопровода следует принимать по расчету, но не менее 250 мм.

## ДЮКЕРЫ

**4.36.** Диаметры труб дюкеров следует принимать не менее 150 мм.

**4.37.** Дюкеры при пересечении водоемов и водотоков необходимо принимать не менее чем в две рабочие линии из стальных труб с усиленной антикоррозионной изоляцией, защищенной от механических повреждений. Каждая линия дюкера должна проверяться на пропуск расчетного расхода с учетом допустимого подпора.

При расходах сточных вод, не обеспечивающих расчетных скоростей (см. [п. 2.34](#)), одну из двух линий надлежит принимать резервной (нерабочей).

Проекты дюкеров через водные объекты, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения и рыбохозяйственных целей, должны быть согласованы с органами санитарно-эпидемиологической службы и охраны рыбных запасов, через судоходные водотоки - с органами управления речным флотом союзных республик.

При пересечении оврагов и суходолов допускается предусматривать дюкеры в одну линию.

**4.38.** При проектировании дюкеров необходимо принимать:

глубину заложения подводной части трубопровода от проектных отметок или возможного размыва дна водотока до верха трубы - не менее 0,5 м, в пределах фарватера на судоходных водных объектах - не менее 1 м;

угол наклона восходящей части дюкеров - не более 20° к горизонту;

расстояние между нитками дюкера в свету - не менее 0,7-1,5 м в зависимости от давления.

**4.39.** Во входной и выходной камерах дюкера надлежит предусматривать затворы.

**4.40.** Отметку планировки у камер дюкера при расположении их в пойменной части водного объекта следует принимать на 0,5 м выше горизонта высоких вод с обеспеченностью 3 %.

### **ПЕРЕХОДЫ ЧЕРЕЗ ДОРОГИ**

**4.41.** Переходы трубопроводов через железные и автомобильные дороги следует проектировать согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

### **ВЫПУСКИ, ЛИВНЕОТВОДЫ И ЛИВНЕСПУСКИ**

**4.42.** Выпуски в водные объекты надлежит размещать в местах с повышенной турбулентностью потока (сужениях, протоках, порогах и пр.).

В зависимости от условий сброса очищенных сточных вод в водотоки следует принимать береговые, русловые или рассеивающие выпуски. При сбросе очищенных сточных вод в моря и водохранилища необходимо предусматривать, как правило, глубоководные выпуски.

**4.43.** Трубопроводы русловых и глубоководных выпусков необходимо принимать из стальных с усиленной изоляцией или пластмассовых труб с прокладкой их в траншеях. Оголовки русловых, береговых и глубоководных выпусков надлежит предусматривать преимущественно бетонными.

Конструкцию выпусков необходимо принимать с учетом требований судоходства, режимов уровней, волновых воздействий, а также геологических условий и русловых деформаций.

**4.44.** Ливнеотводы следует предусматривать в виде:

выпусков с оголовками в форме стенки с открьлками - при неукрепленных берегах;

отверстия в подпорной стенке - при наличии набережных.

Во избежание подтопления территории в случае периодических подъемов уровня воды в водном объекте в зависимости от местных условий необходимо предусматривать специальные затворы.

**4.45.** Ливнеспуски следует принимать в виде камеры с водосливным устройством, рассчитанным на сбрасываемый в водный объект расход воды. Конструкция водосливного устройства должна определяться в зависимости от местных условий (местоположения ливнеспуска на главном коллекторе или притоке, максимального уровня воды в водном объекте и т. п.).

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**4.46.** Число сетей производственной канализации на промышленной площадке необходимо определять исходя из состава сточных вод, их расхода и температуры,

возможности повторного использования воды, необходимости локальной очистки и строительства бессточных систем водообеспечения.

**4.47.** На промышленных площадках в зависимости от состава сточных вод допускается предусматривать прокладку канализационных трубопроводов в открытых и закрытых каналах, лотках, тоннелях, а также по эстакадам.

**4.48.** Расстояния от трубопроводов, отводящих сточные воды, содержащие агрессивные, летучие токсичные и взрывоопасные вещества (с удельным весом газов и паров менее 0,8 по отношению к воздуху), до наружной стенки проходных тоннелей следует принимать не менее 3 м, до подвальных помещений - не менее 6 м.

При наружной прокладке напорных трубопроводов, транспортирующих агрессивные сточные воды, их следует укладывать в вентилируемых проходных или полупроходных каналах. Допускается прокладка в непроходных каналах при устройстве на них смотровых камер.

**4.49.** Для запорных, ревизионных и соединительных устройств на трубопроводах сточных вод, содержащих летучие токсичные и взрывоопасные вещества, необходимо предусматривать повышенную герметичность.

**4.50.** Для транспортирования агрессивных производственных сточных вод в зависимости от состава и концентрации, а также от температуры необходимо применять трубы, стойкие к воздействию транспортируемых по ним веществ.

**4.51.** Заделку стыков раструбных труб, предназначенных для отвода агрессивных сточных вод, следует предусматривать материалами, стойкими к воздействию этих жидкостей. Для трубопроводов с жесткими стыками надлежит предусматривать основание, исключающее возможность просадки.

**4.52.** Сооружения на сети канализации агрессивных сточных вод должны быть защищены от коррозионного воздействия жидкостей и их паров.

**4.53.** Лотки колодцев для кислых сточных вод следует предусматривать из кислотоупорных материалов; в таких колодцах не допускается установка металлических скоб и лестниц.

При диаметре трубопровода до 500 мм необходимо предусматривать облицовку прямолинейных лотков половинками керамических труб.

**4.54.** На выпусках из зданий сточных вод, содержащих легковоспламеняющиеся, горючие и взрывоопасные вещества, необходимо предусматривать камеры с гидравлическим затвором.

**4.55.** Отвод дождевых вод с площадок открытого резервуарного хранения горючих, легковоспламеняющихся и токсичных жидкостей, кислот, щелочей и т. п., не связанных с регулярным сбросом загрязненных сточных вод, надлежит предусматривать через распределительный колодец с задвижками, позволяющими направлять воды при нормальных условиях в систему дождевой канализации, а при появлении течи в резервуарах-хранилищах - в технологические аварийные приемники, входящие в состав складского хозяйства.

## ВЕНТИЛЯЦИЯ СЕТЕЙ

**4.56.** Вытяжную вентиляцию сетей бытовой и общесплавной канализации следует предусматривать через стояки внутренней канализации зданий.

**4.57.** Специальные вытяжные устройства надлежит предусматривать во входных камерах дюкеров, в смотровых колодцах (в местах резкого снижения скоростей течения воды в трубах диаметром свыше 400 мм) и в перепадных колодцах при высоте перепада свыше 1 м и расходе сточной воды свыше 50 л/с.

**4.58.** В отдельных случаях при соответствующем обосновании допускается проектировать искусственную вытяжную вентиляцию сетей.

**4.59.** Для естественной вытяжной вентиляции наружных сетей, отводящих сточные воды, содержащие летучие токсичные и взрывоопасные вещества, на каждом выпуске из здания следует предусматривать вытяжные стояки диаметром не менее 200 мм, размещаемые в отапливаемой части здания, при этом они должны иметь сообщение с

наружной камерой гидравлического затвора и должны быть выведены выше конька крыши не менее чем на 0,7 м.

На участках сети, к которым выпуски не присоединяются, вытяжные стояки необходимо предусматривать не менее чем через 250 м. При отсутствии зданий следует предусматривать стояки диаметром 300 мм и высотой не менее 5 м.

**4.60.** Вентиляцию канализационных коллекторов, прокладываемых щитовым или горным способом, следует предусматривать через вентиляционные киоски, устанавливаемые, как правило, над шахтными стволами.

Допускается устройство вентиляционных киосков над смотровыми скважинами.

## СЛИВНЫЕ СТАНЦИИ

**4.61.** Прием сточных вод от неканализованных районов надлежит осуществлять через сливные станции.

**4.62.** Сливные станции следует размещать вблизи канализационного коллектора диаметром не менее 400 мм, при этом количество сточных вод, поступающих от сливной станции, не должно превышать 20 % общего расчетного расхода по коллектору.

**4.63.** Сточная вода, поступающая от сливной станции, не должна содержать крупных механических примесей, песка и БПК<sub>полн</sub> свыше 1000 мг/л.

**4.64.** Отношение количества добавляемой воды к количеству жидких отходов надлежит принимать 1:1. Следует предусматривать: 30 % общего расхода - на мойку транспортных средств брандспойтами, 25 % - на разбавление отходов в канале у приемных воронок и 45 % - в отделении решеток и на создание водяной завесы.

Вода должна подаваться от водопроводной сети с разрывом струи.

## 5. НАСОСНЫЕ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**5.1.** Насосные и воздуходувные станции по надежности действия подразделяются на три категории, указанные в [табл. 20](#).

Т а б л и ц а 20

Категория надежности действия	Характеристика режима работы насосных станций	
Первая	Не допускающие перерыва или снижения подачи сточных вод	
Вторая		Допускающие перерыв подачи сточных вод не более 6 ч; воздуходувные станции
Третья		Допускающие перерыв подачи сточных вод не более суток

**П р и м е ч а н и е .** Перерыв в работе насосных станций второй и третьей категорий возможен при учете требований [п. 1.8](#), технологических условий производства или прекращении водоснабжения населенных пунктов не более суток при численности жителей до 5000.

**5.2.** Требования к компоновке насосных и воздуходувных станций, определению размеров машинных залов, подъемно-транспортному оборудованию, размещению насосных агрегатов, арматуры и трубопроводов, мероприятиям против затопления машинных залов надлежит принимать согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**5.3.** При проектировании насосных станций для перекачки производственных сточных вод, содержащих горючие, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные и токсичные вещества, кроме настоящих норм следует учитывать соответствующие отраслевые нормы, указания, инструкции, а также Правила устройства электроустановок ([ПУЭ-76](#)) Минэнерго СССР.

### НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

**5.4.** Насосы, оборудование и трубопроводы следует выбирать в зависимости от расчетного притока и физико-химических свойств сточных вод и осадков, высоты подъема и с учетом характеристик насосов и напорных трубопроводов, а также очередности ввода в действие объекта. Число резервных насосов надлежит принимать по [табл. 21](#).

Примечания: 1. Производительность насосов для перекачки дождевых вод необходимо принимать с учетом незатопляемости пониженных территорий при установленном периоде однократного переполнения сети и регулирования стока.

2. Для перекачки канализационных илов, осадков и песка допускается применять гидроэлеваторные и эрлифтные установки.

3. В насосных станциях первой категории перекачки производственных вод при невозможности обеспечения электропитания от двух источников допускается устанавливать резервные насосные агрегаты с двигателями тепловыми, внутреннего сгорания и т. д.

4. При необходимости перспективного увеличения производительности заглубленных насосных станций допускается предусматривать возможность замены насосов насосами большей производительности или устройство резервных фундаментов для установки дополнительных насосов.

Таблица 21

Бытовые и близкие к ним по составу производственные сточные воды				Агрессивные сточные воды	
Число насосов					
рабочих	резервных при категории надежности действия насосных станций			рабочих	резервных при всех категориях надежности действия насосных станций
	первой	второй	третьей		
1	2	1	1	1	1 и 1 на складе
2	2	1	1	2-3	2
3 и более	2	2	1 и 1 на складе	4	3
-	-	-	-	5 и более	Не менее 50 %

Примечания: 1. В насосных станциях дождевой канализации резервные насосы, как правило, предусматривать не требуется, за исключением случаев, когда аварийный сброс дождевых вод в водные объекты невозможен.

2. При реконструкции, связанной с увеличением производительности, допускается для перекачки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод в насосных станциях третьей категории не устанавливать резервные агрегаты, предусматривая хранение их на складе.

**5.5.** Насосные станции для перекачки бытовых и поверхностных сточных вод следует располагать в отдельно стоящих зданиях.

Насосные станции для перекачки производственных сточных вод допускается располагать в блоке с производственными зданиями или в производственных помещениях. В общем машинном зале насосных станций допускается предусматривать установку насосов, предназначенных для перекачки сточных вод различных категорий, кроме содержащих горючие, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные и летучие токсичные вещества.

Допускается установка насосов для перекачки бытовых сточных вод в производственных помещениях станций очистки сточных вод.

**5.6.** На подводящем коллекторе насосной станции следует предусматривать запорное устройство с приводом, управляемым с поверхности земли.

**5.7.** К каждому насосу, как правило, надлежит предусматривать самостоятельный всасывающий трубопровод.

**5.8.** Число напорных трубопроводов от насосных станций первой категории необходимо принимать не менее двух с устройством в случае необходимости между ними переключений, расстояния между которыми следует определять из условия обеспечения при аварии на одном из них пропускания 100 %-ного расчетного расхода, при этом следует предусматривать использование резервных насосов.

Для насосных станций второй и третьей категорий допускается предусматривать один напорный трубопровод.

**5.9.** Насосы, как правило, необходимо устанавливать под заливом. В случае расположения корпуса насоса выше расчетного уровня сточных вод в резервуаре следует предусматривать мероприятия для обеспечения запуска насоса. Установку насосов для перекачки шламов и илов надлежит предусматривать только под заливом.

**5.10.** Скорости движения сточных вод или осадков во всасывающих и напорных трубопроводах должны исключать осаждение взвесей. Для бытовых сточных вод наименьшие скорости следует принимать согласно требованиям [п. 2.34](#).

**5.11.** В насосных станциях для шламов или илов необходимо предусматривать возможность промывки всасывающих и напорных трубопроводов.

В отдельных случаях допускается предусматривать механические средства прочистки шламопроводов.

**5.12.** При необходимости защиты насосов от засорения в приемных резервуарах насосных станций следует предусматривать решетки с механизированными граблями или решетки-дробилки.

При количестве отбросов менее  $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$  допускается принимать решетки с ручной очисткой. Ширину прозоров решеток необходимо принимать на 10-20 мм менее диаметров проходных сечений устанавливаемых насосов.

При установке решеток с механизированными граблями или решеток-дробилок число резервных решеток необходимо принимать по [табл. 22](#).

Т а б л и ц а 22

Тип решетки	Число решеток	
	рабочих	резервных
С механизированными граблями и с прозорами шириной, мм: св. 20 16-20	1 и более До 3 Св. 3	1 1 2
Решетки-дробилки, устанавливаемые: на трубопроводах  на каналах	До 3  До 3 Св. 3	1 (с ручной очисткой) 1 2
С ручной очисткой	1	-

**5.13.** Количество отбросов, задерживаемых решетками из бытовых сточных вод, следует принимать по [табл. 23](#). Средняя плотность отбросов -  $750 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент часовой неравномерности поступления - 2.

Т а б л и ц а 23

Ширина прозоров решеток, мм	Количество отбросов, снимаемых с решеток на 1 чел., л/год
16-20	8
25-35	3
40-50	2,3
60-80	1,6
90-125	1,2

**5.14.** Скорость движения сточных вод в прозорах решеток при максимальном притоке следует принимать в прозорах механизированных решеток 0,8-1 м/с, в прозорах решеток-дробилок - 1,2 м/с.

**5.15.** При механизированных решетках следует предусматривать установку дробилок для измельчения отбросов и подачи измельченной массы в сточную воду перед решеткой или установку герметичных контейнеров согласно требованиям [п. 6.19](#).

При количестве отбросов свыше 1 т/сут кроме рабочей необходимо предусматривать резервную дробилку.

**5.16.** Вокруг решеток должен быть обеспечен проход шириной, м, не менее:

с механизированными граблями - 1,2 (перед фронтом - 1,5);

с ручной очисткой - 0,7;

решеток-дробилок, устанавливаемых на каналах, - 1.

В заглубленных насосных станциях установку решеток-дробилок на трубопроводах допускается предусматривать на расстоянии не менее 0,25 м от стены.

**5.17.** Приемный резервуар и решетки, совмещенные в одном здании с машинным залом, должны быть отделены от него глухой водонепроницаемой перегородкой. Сообщение через дверь между машинным залом и помещением решеток допускается



только в незаглубленной части здания при обеспечении мероприятий, исключающих перелив сточных вод из помещения решеток в машинный зал при подтоплении сети.

**5.18.** Вместимость приемного резервуара насосной станции надлежит определять в зависимости от притока сточных вод, производительности насосов и допустимой частоты включения электрооборудования, но не менее 5-минутной максимальной производительности одного из насосов.

В приемных резервуарах насосных станций производительностью свыше 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут необходимо предусматривать два отделения без увеличения общего объема.

Вместимость приемных резервуаров насосных станций, работающих последовательно, следует определять из условия их совместной работы. В отдельных случаях эту вместимость допускается определять исходя из условий опорожнения напорного трубопровода.

**5.19.** Вместимость резервуара иловой станции при перекачке осадка за пределы станции очистки сточных вод необходимо определять исходя из условия 15-минутной непрерывной работы насоса, при этом допускается уменьшать ее за счет непрерывного поступления осадка из очистных сооружений во время работы насоса.

Приемные резервуары иловых насосных станций допускается принимать с учетом возможности использования их как емкостей для воды при промывке илопроводов.

**5.20.** В приемных резервуарах надлежит предусматривать устройства для взмучивания осадка и обмыва резервуара. Уклон дна резервуара к приемку следует принимать не менее 0,1.

**5.21.** В резервуарах для приема сточных вод, смешение которых может вызвать образование вредных газов, осаждающихся веществ, или при необходимости сохранения потоков сточных вод с различными загрязнениями следует предусматривать самостоятельные секции для каждого потока сточных вод.

**5.22.** Резервуары производственных сточных вод, содержащих горючие, легковоспламеняющиеся и взрывоопасные или летучие токсичные вещества, должны быть отдельно стоящими. Расстояния от наружной стены этих резервуаров должны быть, м, не менее: 10 - до зданий насосных станций, 20 - до других производственных зданий, 100 - до общественных зданий.

**5.23.** Резервуары производственных агрессивных сточных вод должны быть, как правило, отдельно стоящими. Допускается их размещение в машинном зале. Число резервуаров должно быть не менее двух при непрерывном поступлении сточных вод. При периодических сбросах допускается предусматривать один резервуар, при этом периодичность сбросов должна обеспечивать возможность проведения ремонтных работ.

**5.24.** Укладку всасывающих трубопроводов между резервуарами и зданиями насосных станции для агрессивных производственных сточных вод следует предусматривать в каналах или тоннелях.

**5.25.** В насосных станциях перекачки сточных вод необходимо предусматривать укладку трубопроводов и арматуры, как правило, над поверхностью пола.

Не допускается укладка в каналах трубопроводов, транспортирующих агрессивные сточные воды. Количество запорной арматуры надлежит принимать минимальным.

**5.26.** В насосных станциях, как правило, надлежит предусматривать бытовые помещения (уборные с умывальниками, душевые, гардеробные) согласно СНиП II-92-76 в зависимости от численности обслуживающего персонала и группы производственных процессов, а также вспомогательные помещения по [табл. 24](#).

Т а б л и ц а 24

Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Площадь помещений, м <sup>2</sup>		
	служебных	мастерских	кладовых
До 5000	-	-	-
От 5000 до 15 000	8	10	6
От 15 000 до 100 000	12	15	6
Св. 100 000	20	25	10



Примечания: 1. Состав бытовых и вспомогательных помещений в насосных станциях, располагаемых на площадках предприятий и очистных сооружений, следует определять в зависимости от наличия аналогичных помещений в близлежащих зданиях. Санитарный узел надлежит предусматривать в случае расположения насосной станции на расстоянии свыше 50 м от производственных зданий, имеющих санитарно-бытовые помещения.

2. В насосных станциях с управлением без постоянного обслуживающего персонала служебные помещения допускается не предусматривать.

## ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

**5.27.** Воздуходувные станции для аэрирования сточных вод следует размещать на территории очистных сооружений в непосредственной близости от места потребления сжатого воздуха и электрораспределительных устройств.

**5.28.** Воздуходувное оборудование должно выбираться на основании технологического расчета аэрационных сооружений с учетом прочих потребностей площадки в сжатом воздухе.

**5.29.** Число рабочих агрегатов при производительности станции свыше 5000 м<sup>3</sup> воздуха в 1 ч надлежит принимать не менее двух, при меньшей производительности допускается принимать один рабочий агрегат.

Число резервных агрегатов следует принимать при числе рабочих: до трех - один, четыре и более - два.

**5.30.** В здании воздуходувной станции допускается предусматривать размещение устройств для очистки воздуха, насосов для производственной воды, активного ила, опорожнения аэротенков, а также центральной диспетчерской, распределительных устройств, трансформаторной подстанции, вспомогательных и бытовых помещений.

**5.31.** Машинный зал должен быть отделен от других помещений и иметь непосредственный выход наружу.

Размеры машинного зала в плане следует определять согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**5.32.** Устройство для забора атмосферного воздуха необходимо предусматривать согласно СНиП П-33-75.

Очистку воздуха следует предусматривать на рулонных и других фильтрах. Компоновка фильтров должна обеспечивать возможность отключения отдельных фильтров для замены при регенерации.

При числе рабочих фильтров до трех необходимо предусматривать один резервный фильтр, свыше трех - два резервных.

При использовании в аэротенках дырчатых труб допускается подача воздуха без очистки.

**5.33.** Скорость движения воздуха надлежит принимать, м/с: в камерах фильтров - до 4, в подводящих каналах - до 6, в трубопроводах - до 40.

**5.34.** Расчет, воздухопроводов следует производить с учетом сжатия воздуха, повышения его температуры и необходимости обеспечения минимальной разницы давления у отдельных секций сооружений.

Расчетную величину потерь давления в аэраторах (с учетом увеличения сопротивления за время эксплуатации) следует принимать, кПа (м вод. ст.):

для мелкопузырчатых аэраторов - не более 7 (0,7);

для среднепузырчатых, заглубленных свыше 3 м, - 1,5 (0,15);

при низконапорной аэрации - 0,15-0,5 (0,015-0,05).

**5.35.** При числе секций аэротенков свыше четырех подачу воздуха от воздуходувной станции необходимо предусматривать не менее чем по двум воздухопроводам.

## 6. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**6.1.** Степень очистки сточных вод необходимо определять в зависимости от местных условий и с учетом возможного использования очищенных сточных вод и поверхностного стока для производственных или сельскохозяйственных нужд.

Степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна отвечать требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами»,

утвержденных Минводхозом СССР, Минздравом СССР и Минрыбхозом СССР, и «Правил санитарной охраны прибрежных вод морей», утвержденных Минздравом СССР и согласованных Госстроем СССР, повторно используемых - санитарно-гигиеническим, а также технологическим требованиям потребителя.

Необходимо выявлять также возможность использования обезвреженных осадков сточных вод для удобрения и других целей.

Степень смешения и разбавления сточных вод с водой водного объекта следует определять согласно «Методическим указаниям по применению правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

**6.2.** Допустимые концентрации основных загрязняющих веществ в смеси бытовых и производственных сточных вод при поступлении на сооружения биологической очистки (в среднесуточной пробе), а также степень их удаления в процессе очистки следует принимать согласно «Правилам приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов», утвержденным Минжилкомхозом РСФСР и согласованным ГСЭУ Минздрава СССР, Минрыбхозом СССР, Минводхозом СССР и Госстроем СССР.

**Примечания:** 1. При невозможности обеспечить предельно допустимую концентрацию (ПДК) загрязняющих веществ в воде водного объекта с учетом эффекта очистки и степени разбавления их водой водного объекта концентрацию этих веществ, поступающих на очистные сооружения, надлежит снижать за счет устройства локальных очистных сооружений.

2. Содержание биогенных элементов ив должно быть менее 5 мг/л азота N и 1 мг/л фосфора P на каждые 100 мг/л БПК<sub>полн</sub>.

**6.3.** Среднюю скорость окисления многокомпонентных смесей следует принимать по экспериментальным данным; при отсутствии их допускается принимать скорость окисления как средневзвешенную величину скоростей окисления веществ, входящих в многокомпонентную смесь.

**6.4.** Количество загрязняющих воду веществ на одного жителя для определения их концентрации в бытовых сточных водах необходимо принимать по [табл. 25](#). Концентрацию загрязняющих веществ надлежит определять исходя из удельного водоотведения на одного жителя.

Т а б л и ц а 25

Показатель	Количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут
Взвешенные вещества	65
БПК <sub>полн</sub> неосветленной жидкости	75
БПК <sub>полн</sub> осветленной жидкости	40
Азот аммонийных солей N	8
Фосфаты P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,3
В том числе от моющих веществ	1,6
Хлориды Cl	9
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	2,5

**Примечания:** 1. Количество загрязняющих веществ от населения, проживающего в неканализованных районах, надлежит учитывать в размере 33 % от указанных в [табл. 25](#).

2. При сбросе бытовых сточных вод промышленных предприятий в канализацию населенного пункта количество загрязняющих веществ от эксплуатационного персонала дополнительно не учитывается.

**6.5.** В составе и концентрации загрязняющих веществ в сточных водах необходимо учитывать их содержание в исходной водопроводной воде, а также загрязняющие вещества от сооружений по обработке осадков сточных вод, от промывных вод сооружений глубокой очистки и т.п.

**6.6.** Расчет сооружений для очистки производственных сточных вод и обработки их осадков следует выполнять на основании настоящих норм, норм строительного проектирования предприятий, зданий и сооружений соответствующих отраслей промышленности, данных научно-исследовательских институтов и опыта эксплуатации действующих сооружений.

**6.7.** Расчетные расходы сточных вод необходимо определять по суммарному графику притока как при подаче их насосами, так и при самотечном поступлении на очистные сооружения.

**6.8.** Расчет сооружений биологической очистки сточных вод надлежит производить на сумму органических загрязнений, выраженных БПК<sub>полн</sub> (для бытовых сточных вод величину БПК<sub>полн</sub> надлежит принимать равной БПК<sub>20</sub>).

**6.9.** При совместной биологической очистке производственных и бытовых сточных вод допускается предусматривать как совместную, так и раздельную их механическую очистку.

Для взрывоопасных производственных сточных вод, а также при необходимости химической или физико-химической очистки производственных сточных вод и при различных методах обработки осадков производственных и бытовых сточных вод надлежит применять раздельную механическую очистку.

**6.10.** Состав сооружений следует выбирать в зависимости от характеристики и количества сточных вод, поступающих на очистку, требуемой степени их очистки, метода обработки осадка и местных условий.

**6.11.** Площадку очистных сооружений сточных вод надлежит располагать, как правило, с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже населенного пункта по течению водотока.

**6.12.** Компонировка сооружений на площадке должна обеспечивать:  
 рациональное использование территории с учетом перспективного расширения сооружений и возможность строительства по очередям;  
 блокирование сооружений и зданий различного назначения и минимальную протяженность внутриплощадочных коммуникаций;  
 самотечное прохождение основного потока сточных вод через сооружения с учетом всех потерь напора и с использованием уклона местности.

**6.13.** В составе очистных сооружений следует предусматривать:  
 устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными элементами сооружений, а также для отключения сооружений, каналов и трубопроводов на ремонт, для опорожнения и промывки;  
 устройства для измерения расходов сточных вод и осадка;  
 аппаратуру и лабораторное оборудование для контроля качества поступающих и очищенных сточных вод.

**6.14.** Каналы очистных сооружений канализации и лотки сооружений следует рассчитывать на максимальный секундный расход сточных вод с коэффициентом 1,4.

**6.15.** Состав и площади вспомогательных и лабораторных помещений необходимо принимать по [табл. 26](#).

Состав и площади помещений гардеробных, душевых, санузлов и др. надлежит принимать согласно СНиП II-92-76 в зависимости от численности обслуживающего персонала и группы санитарной характеристики производственных процессов, принимаемой по [табл. 65](#).

Т а б л и ц а 26

Помещения	Площадь помещений, м <sup>2</sup> , при производительности очистных сооружений, тыс. м <sup>3</sup> /сут				
	от 1,4 до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 250	св. 250
Физико-химическая лаборатория по контролю:	20	25	25	40 (две комнаты по 20)	50 (две комнаты по 25)
сточных вод	-	-	15	15	20
осадков сточных вод	-	-	15	15	20
Бактериологическая лаборатория	-	20	22	33 (две комнаты 18 и 15)	35 (две комнаты 20 и 15)
Весовая	-	6	8	10	12
Моечная и автоклавная	-	10	12	15	15
Помещения для хранения	6	6	12	15	20

Помещения	Площадь помещений, м <sup>2</sup> , при производительности очистных сооружений, тыс. м <sup>3</sup> /сут				
	от 1,4 до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 250	св. 250
посуды и реактивов					
Кабинет заведующего лабораторией	-	10	12	15	20
Помещение для пробоотборников	-	-	6	8	8
Местный диспетчерский пункт	Назначается в зависимости от системы диспетчеризации и автоматизации				
Кабинет начальника станции	10	15	15	25	25
Помещение для технического персонала	10	15	20	25 (две комнаты 10 и 15)	30 (две комнаты по 15)
Комната дежурного персонала	8	15	20	25	25
Мастерская текущего ремонта мелкого оборудования	10	15	20	25	25
Мастерская приборов	15	15	15	20	20
Библиотека и архив	-	-	10	20	30
Помещение для хозяйственного инвентаря	-	-	6	8	8

Примечания: 1. Вспомогательные помещения надлежит размещать в одном здании.

2. Размещение лаборатории в здании насосной и воздуходувной станций допускается при условии принятия мер, исключающих передачу вибрации от оборудования на стены здания.

3. Для станций производительностью менее 1,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут состав и площадь помещений устанавливаются в зависимости от местных условий.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

### Решетки

**6.16.** В составе очистных сооружений следует предусматривать решетки с прозорами не более 16 мм, со стержнями прямоугольной формы или решетки-дробилки.

Примечание. Решетки допускается не предусматривать в случае подачи сточных вод на очистные сооружения насосами при установке перед насосами решеток с прозорами не более 16 мм или решеток-дробилок, при этом:

длина напорного трубопровода не должна превышать 500 м;

в насосных станциях предусматривается вывоз задержанных на решетках отбросов.

**6.17.** Число решеток и решеток-дробилок, скорости протекания жидкости в прозорах, нормы съема отбросов, расстояние между устанавливаемым оборудованием и т. д. следует определять согласно [пп. 5.12-5.16](#).

**6.18.** Механизированная очистка решеток от отбросов и транспортирование их к дробилкам должны быть предусмотрены при количестве отбросов 0,1 м<sup>3</sup>/сут и более. При меньшем количестве отбросов допускается установка решеток с ручной очисткой.

**6.19.** При обосновании отбросы с решеток допускается собирать в контейнеры с герметически закрывающимися крышками и вывозить в места обработки твердых бытовых и промышленных отходов.

**6.20.** Дробленые отбросы рекомендуется направлять для совместной переработки с осадками очистных сооружений.

**6.21.** Решетки-дробилки допускается устанавливать в каналах без зданий.

**6.22.** В здании решеток необходимо предусматривать мероприятия, предотвращающие поступление холодного воздуха в помещение через подводящие и отводящие каналы.

**6.23.** Поп здания решеток надлежит располагать выше расчетного уровня сточной воды в канале не менее чем на 0,5 м.

**6.24.** Потери напора в решетках следует принимать в 3 раза большими, чем для чистых решеток.

**6.25.** Для монтажа и ремонта решеток, дробилок и другого оборудования необходимо предусматривать установку подъемно-транспортного оборудования согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

Для перемещения контейнеров подъемно-транспортное оборудование должно быть с электроприводом.

### Песколовки

**6.26.** Песколовки необходимо предусматривать при производительности очистных сооружений свыше 100 м<sup>3</sup>/сут. Число песколовок или отделений песколовок надлежит принимать не менее двух, причем все песколовки или отделения должны быть рабочими.

Тип песколовки (горизонтальная, тангенциальная, аэрируемая) необходимо выбирать с учетом производительности очистных сооружений, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков, характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т. п.

**6.27.** При расчете горизонтальных и аэрируемых песколовок следует определять их длину  $L_s$ , м, по формуле

$$L_s = \frac{1000 K_s H_s v_s}{u_0}, \quad (17)$$

где  $K_s$  - коэффициент, принимаемый по [табл. 27](#);

$H_s$  - расчетная глубина песколовки, м, принимаемая для аэрируемых песколовок равной половине общей глубины;

$V_s$  - скорость движения сточных вод, м/с, принимаемая по [табл. 28](#);

$u_0$  - гидравлическая крупность песка, мм/с, принимаемая в зависимости от требуемого диаметра задерживаемых частиц песка.

Т а б л и ц а 27

Диаметр задерживаемых частиц песка, мм	Гидравлическая крупность песка $u_0$ , мм/с	Значение $K_s$ в зависимости от типа песколовок и отношения ширины $B$ к глубине $H$ аэрируемых песколовок			
		горизонтальные	аэрируемые		
			$B:H = 1$	$B:H = 1,25$	$B:H = 1,5$
0,15	13,2	-	2,62	2,50	2,39
0,20	18,7	1,7	2,43	2,25	2,08
0,25	24,2	1,3	-	-	-

Т а б л и ц а 28

Песколовка	Гидравлическая крупность песка $u_0$ , мм/с	Скорость движения сточных вод $v_s$ , м/с, при притоке		Глубина $H$ , м	Количество задерживаемого песка, л/чел.-сут	Влажность песка, %	
		минимально м	максимально м				
Горизонтальная	18,7-24,2	0,15	0,3	0,5-2	0,02	60	55-60
Аэрируемая	13,2-18,7	-	0,08-0,12	0,7-3,5	0,03	-	90-95
Тангенциальная	18,7-24,2	-	-	0,5	0,02	60	70-75

**6.28.** При проектировании песколовок следует принимать общие расчетные параметры для песколовок различных типов по [табл. 28](#):

а) для горизонтальных песколовок - продолжительность протекания сточных вод при максимальном притоке не менее 30 с;

б) для аэрируемых песколовок:

установку аэраторов из дырчатых труб - на глубину 0,7  $H_s$  вдоль одной из продольных стен над лотком для сбора песка;

интенсивность аэрации - 3-5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>· ч);

поперечный уклон дна к песковому лотку - 0,2-0,4;

впуск воды - совпадающий с направлением вращения воды в песколовке, выпуск - затопленный;

отношение ширины к глубине отделения -  $B:H = 1:1,5$ ;

в) для тангенциальных песколовок:  
нагрузку -  $110 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  при максимальном притоке;  
впуск воды - по касательной на всей расчетной глубине;  
глубину - равную половине диаметра;  
диаметр - не более 6 м.

**6.29.** Удаление задержанного песка из песколовок всех типов следует предусматривать:

вручную - при объеме его до  $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;

механическим или гидромеханическим способом с транспортированием песка к приемку и последующим отводом за пределы песколовок гидроэлеваторами, песковыми насосами и другими способами - при объеме его свыше  $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

**6.30.** Расход производственной воды  $q_h$ , л/с, при гидромеханическом удалении песка (гидросмывом с помощью трубопровода со sprays, укладываемого в песковый лоток) необходимо определять по формуле

$$q_h = v_h l_{sc} b_{sc}, \quad (18)$$

где  $v_h$  - восходящая скорость смывной воды в лотке, принимаемая равной  $0,0065 \text{ м/с}$ ;

$l_{sc}$  - длина пескового лотка, равная длине песколовки за вычетом длины пескового приемка, м;

$b_{sc}$  - ширина пескового лотка, равная  $0,5 \text{ м}$ .

**6.31.** Количество песка, задерживаемого в песколовках, для бытовых сточных вод надлежит принимать  $0,02 \text{ л}/(\text{чел} \cdot \text{сут})$ , влажность песка 60 %, объемный вес  $1,5 \text{ т/м}^3$ .

**6.32.** Объем пескового приемка следует принимать не более двухсуточного объема выпадающего песка, угол наклона стенок приемка к горизонту - не менее  $60^\circ$ .

**6.33.** Для подсушивания песка, поступающего из песколовок, необходимо предусматривать площадки с ограждающими валиками высотой 1-2 м. Нагрузку на площадку надлежит предусматривать не более  $3 \text{ м}^3/\text{м}^2$  в год при условии периодического вывоза подсушенного песка в течение года. Допускается применять накопители со слоем напуска песка до 3 м в год. Удаляемую с песковых площадок воду необходимо направлять в начало очистных сооружений.

Для съезда автотранспорта на песковые площадки надлежит устраивать пандус уклоном  $0,12-0,2$ .

**6.34.** Для отмывки и обезвоживания песка допускается предусматривать устройство бункеров, приспособленных для последующей погрузки песка в мобильный транспорт. Вместимость бункеров должна рассчитываться на 1,5 - 5-суточное хранение песка. Для повышения эффективности отмывки песка следует применять бункера в сочетании с напорными гидроциклонами диаметром 300 мм и напором пульпы перед гидроциклоном  $0,2 \text{ МПа}$  ( $2 \text{ кгс/см}^2$ ). Дренажная вода из песковых бункеров должна возвращаться в канал перед песколовками.

В зависимости от климатических условий бункер следует размещать в отапливаемом здании или предусматривать его обогрев.

**6.35.** Для поддержания в горизонтальных песколовках постоянной скорости движения сточных вод на выходе из песколовки надлежит предусматривать водослив с широким порогом.

### Усреднители

**6.36.** При необходимости усреднения состава и расхода производственных сточных вод надлежит предусматривать усреднители.

**6.37.** Тип усреднителя (барботажный, с механическим перемешиванием, многоканальный) следует выбирать с учетом характера колебаний концентрации загрязняющих веществ (циклические, произвольные колебания и залповые сбросы), а также вида и количества взвешенных веществ.

**6.38.** Число секции усреднителей необходимо принимать не менее двух, причем обе рабочие.



При наличии в сточных водах взвешенных веществ следует предусматривать мероприятия по предотвращению осаждения их в усреднителе.

**6.39.** В усреднителях с барботированием или механическим перемешиванием при наличии в стоках легколетучих ядовитых веществ следует предусматривать перекрытие и вентиляционную систему.

**6.40.** Усреднитель барботажного типа необходимо применять для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ до 500 мг/л гидравлической крупностью до 10 мм/с при любом режиме их поступления.

**6.41.** Объем усреднителя  $W_z$ , м<sup>3</sup>, при залповом сбросе следует рассчитывать по формулам:

$$W_z = \frac{1,3q_w t_z}{\ln \frac{K_{av}}{K_{av} - 1}} \text{ при } K_{av} \text{ до } 5; \quad (19)$$

$$W_z = 1,3q_w t_z K_{av} \text{ при } K_{av} = 5 \text{ и более,} \quad (20)$$

где  $q_w$  - расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;

$t_z$  - длительность залпового сброса, ч;

$K_{av}$  - требуемый коэффициент усреднения, равный:

$$K_{av} = \frac{C_{max} - C_{mid}}{C_{adm} - C_{mid}}, \quad (21)$$

здесь  $C_{max}$  - концентрация загрязнений в залповом сбросе;

$C_{mid}$  - средняя концентрация загрязнений в сточных водах;

$C_{adm}$  - концентрация, допустимая по условиям работы последующих сооружений.

**6.42.** Объем усреднителя  $W_{cir}$ , м<sup>3</sup>, при циклических колебаниях надлежит рассчитывать по формулам:

$$W_{cir} = 0,21q_w t_{cir} \sqrt{K_{av}^2 - 1} \text{ при } K_{av} \text{ до } 5; \quad (22)$$

$$W_{cir} = 1,3q_w t_{cir} K_{av} \text{ при } K_{av} = 5 \text{ и более,} \quad (23)$$

где  $t_{cir}$  - период цикла колебаний, ч;

$K_{av}$  - коэффициент усреднения, определяемый по [формуле \(21\)](#).

**6.43.** При произвольных колебаниях объем усреднителя  $W_{es}$ , м<sup>3</sup>, следует определять пошаговым расчетом (методом последовательного приближения) по формуле

$$W_{es} = \frac{q_w (C_{en} - C_{ex}) \Delta t_{st}}{\Delta C_{ex}}, \quad (24)$$

где  $\Delta t_{st}$  - временной шаг расчета, принимаемый не более 1 ч;

$\Delta C_{ex}$  - приращение концентрации на выходе усреднителя за текущий шаг расчета (может быть как положительным, так и отрицательным), г/м<sup>3</sup>.

Расчет следует начинать с неблагоприятных участков графика почасовых колебаний.

Если получающийся в результате расчета ряд  $C_{ex}$  не удовлетворяет технологическим требованиям (например, по максимальной величине  $C_{ex}$ ), расчет следует повторить при увеличенном  $W_{es}$ . Начальную величину  $W_{es}$  необходимо назначать ориентировочно исходя из оценки общего характера колебаний  $C_{ex}$ . График колебаний на входе в усреднитель  $C_{en}$  должен приниматься фактический (по данному производству или аналогу) или по технологическому заданию.

**6.44.** Распределение сточных вод по площади усреднителя барботажного типа должно быть максимально равномерным с использованием системы каналов и подающих лотков с придонными отверстиями или треугольными водосливами при скорости течения в лотке не менее 0,4 м/с.

**6.45.** Барботирование следует осуществлять через перфорированные трубы, укладываемые строго горизонтально вдоль резервуара. При пристенном расположении



барботеров расстояние от них до противоположной стены следует принимать  $1-1,5h$ , между барботерами -  $2-3h$ , при промежуточном расположении расстояние барботеров от стены  $1-1,5h$ , где  $h$  - глубина погружения барботера. При переменной глубине воды в усреднителе  $h$  следует принимать при максимальном уровне.

**6.46.** При расчете необходимо принимать:

интенсивность барботирования при пристенных барботерах (создающих один циркуляционный поток) -  $6 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}$ , промежуточных (создающих два циркуляционных потока) -  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}$ ;

интенсивность барботирования для предотвращения выпадения в осадок взвесей в пристенных барботерах - до  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}$ , в промежуточных - до  $24 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}$ ;

перепад давления в отверстиях барботера -  $1-4 \text{ кПа}$  ( $0,1-0,4 \text{ м вод. ст.}$ ).

**6.47.** Усреднитель с механическим перемешиванием следует применять для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ свыше  $500 \text{ мг/л}$  при любом режиме их поступления. Подача осуществляется периферийным желобом равномерно по периметру усреднителя.

**6.48.** Объем усреднителя с механическим перемешиванием должен рассчитываться аналогично объему усреднителя барботажного типа.

**6.49.** Многоканальные усреднители с заданным распределением сточных вод по каналам надлежит применять для выравнивания залповых сбросов сточных вод с содержанием взвешенных веществ гидравлической крупностью до  $5 \text{ мм/с}$  при концентрации до  $500 \text{ мг/л}$ .

**6.50.** Объем  $W_{av}$ ,  $\text{м}^3$ , многоканальных усреднителей при залповых сбросах высококонцентрированных сточных вод следует рассчитывать по формуле

$$W_{av} = \frac{q_w t_z K_{av}}{2}, \quad (25)$$

где  $q_w$  - расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$t_z$  - длительность залпового сброса, ч;

$K_{av}$  - коэффициент усреднения.

**6.51.** Для снижения расчетных расходов сточных вод, поступающих на очистные сооружения, допускается устройство регулирующих резервуаров.

**6.52.** Регулирующие резервуары надлежит размещать после решеток и песколовков с подачей в них сточных вод через разделительную камеру, отделяющую расход, превышающий усредненный.

**6.53.** Конструкцию регулирующих резервуаров следует принимать аналогичной первичным отстойникам с соответствующими устройствами для удаления осадка и перекачкой осветленной воды на последующие сооружения для ее очистки в часы минимального притока.

**6.54.** Оптимальную величину зарегулированного расчетного расхода следует определять технико-экономическим расчетом, подбирая последовательно ряд значений коэффициентов неравномерности после регулирования  $K_{reg}$ , объемов регулирующего резервуара и объемов сооружений для очистки сточных вод и вспомогательных сооружений (воздуходувной и насосных станций и т. д.).

**6.55.** Подбор значений коэффициентов неравномерности после регулирования  $K_{reg}$  объемов регулирующего резервуара  $W_{reg}$  следует выполнять по соотношениям:

$$\gamma_{reg} = \frac{K_{reg}}{K_{gen}}; \quad (26)$$

$$\tau_{reg} = \frac{W_{reg}}{q_{mid}}, \quad (27)$$

где  $K_{gen}$  - общий коэффициент неравномерности поступления сточных вод;

$q_{mid}$  - среднечасовой расход сточных вод.

Зависимость между  $\gamma_{reg}$  и  $\tau_{reg}$  допускается принимать по [табл. 29](#).

$\gamma_{reg}$	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,67	0,65
$\tau_{reg}$	0	0,24	0,5	0,9	1,5	2,15	3,3	4,4

**6.56.** При необходимости усреднения расхода и концентрации сточных вод объем усреднителя и концентрацию загрязняющих веществ необходимо определять пошаговым расчетом.

Приращения объема водной массы  $\Delta W$ , м<sup>3</sup>, и концентрации  $\Delta C$ , г/м<sup>3</sup>, на текущем шаге расчета следует определять по формулам:

$$\Delta W = (q_{en} - q_{ex})\Delta t; \quad (28)$$

$$\Delta C = \frac{q_{en}(C_{en} - C_{ex})\Delta t}{W_{av}}, \quad (29)$$

где  $q_{en}$ ,  $q_{ex}$ ,  $C_{en}$ ,  $C_{ex}$  - расходы сточных вод и концентрации загрязняющих веществ на предыдущем шаге расчета;

$W_{av}$  - объем усреднителя в момент расчета, м<sup>3</sup>.

### Отстойники

**6.57.** Тип отстойника (вертикальный, радиальный, с вращающимся сборно-распределительным устройством, горизонтальный, двухъярусный и др.) необходимо выбирать с учетом принятой технологической схемы очистки сточных вод и обработки их осадка, производительности сооружений, очередности строительства, числа эксплуатируемых единиц, конфигурации и рельефа площадки, геологических условий, уровня грунтовых вод и т. п.

**6.58.** Число отстойников следует принимать: первичных - не менее двух, вторичных - не менее трех при условии, что все отстойники являются рабочими. При минимальном числе их расчетный объем необходимо увеличивать в 1,2-1,3 раза.

**6.59.** Расчет отстойников, кроме вторичных после биологической очистки, надлежит производить по кинетике выпадения взвешенных веществ с учетом необходимого эффекта осветления.

Желоба двухъярусных отстойников следует рассчитывать из условия продолжительности отстаивания 1,5 ч.

Расчет вторичных отстойников надлежит производить согласно [пп. 6.160-6.163](#).

**6.60.** Расчетное значение гидравлической крупности  $u_0$ , мм/с, необходимо определять по кривым кинетики отстаивания  $\mathcal{E} = f(t)$ , получаемым экспериментально, с приведением полученной в лабораторных условиях величины к высоте слоя, равной глубине проточной части отстойника, по формуле

$$u_0 = \frac{1000 H_{set} K_{set}}{t_{set} \left( \frac{K_{set} H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \quad (30)$$

где  $H_{set}$  - глубина проточной части в отстойнике, м;

$K_{set}$  - коэффициент использования объема проточной части отстойника;

$t_{set}$  - продолжительность отстаивания, с, соответствующая заданному эффекту очистки и полученная в лабораторном цилиндре в слое  $h_1$ ; для городских сточных вод данную величину допускается принимать по [табл. 30](#);

$n_2$  - показатель степени, зависящий от агломерации взвеси в процессе осаждения; для городских сточных вод следует определять по [черт. 2](#).

**Примечания:** 1. Расчет отстойников для сточных вод, содержащих загрязняющие вещества легче воды (нефтепродукты, масла, жиры и т. п.), следует выполнять с учетом гидравлической крупности всплывающих частиц.

2. При наличии в воде частиц тяжелей и легче воды за расчетную надлежит принимать меньшую гидравлическую крупность.

3. В случае, когда температура сточной воды в производственных условиях отличается от температуры воды, при которой определялась кинетика отстаивания, необходимо вводить поправку

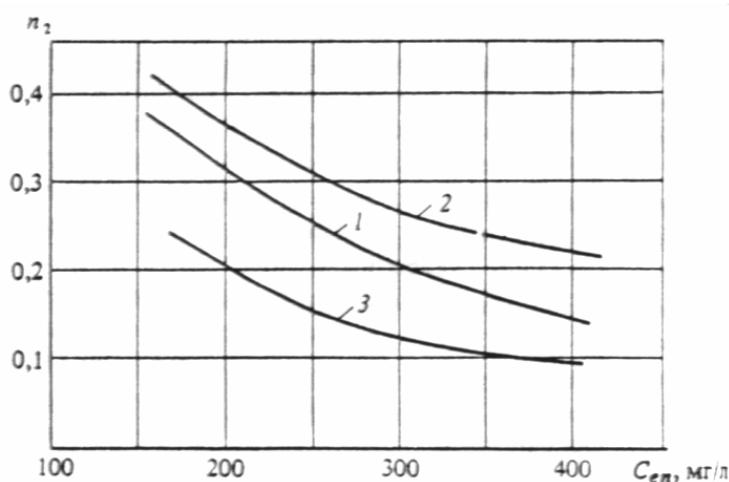
$$u_0^t = \frac{\mu_{lab}}{\mu_{pr}} u_0, \quad (31)$$

где  $\mu_{lab}$ ,  $\mu_{pr}$  - вязкость воды при соответствующих температурах в лабораторных и производственных условиях;

$u_0$  - гидравлическая крупность частиц, полученная по [формуле \(30\)](#), мм/с.

Т а б л и ц а 30

Эффект осветления, %	Продолжительность отстаивания $t_{set}$ , с, в слое $h_1 = 500$ мм при концентрации взвешенных веществ, мг/л		
	200	300	400
20	600	540	480
30	960	900	840
40	1440	1200	1080
50	2160	1800	1500
60	7200	3600	2700
70	-	-	7200



**Черт. 2. Зависимость показателя степени  $n_2$  от исходной концентрации взвешенных веществ в городских сточных водах при эффекте отстаивания**

1 - Э = 50 %; 2 - Э = 60 %; 3 - Э = 70 %

**6.61.** Основные расчетные параметры отстойников надлежит определять по [табл. 31](#).

Т а б л и ц а 31

Отстойник	Коэффициент использования объема $K_{set}$	Рабочая глубина части $H_{set}$ , м	Ширина $B_{set}$ , м	Скорость рабочего потока $v_w$ , мм/с	Уклон дна к иловому приемку
Горизонтальный	0,5	1,5-4	$2H_{set} - 5H_{set}$	5-10	0,005-0,05
Радиальный	0,45	1,5-5	-	5-10	0,005-0,05
Вертикальный	0,35	2,7-3,8	-	-	-
С вращающимся сборно-распределительным устройством	0,85	0,8-1,2	-	-	0,05
С нисходяще-восходящим потоком	0,65	2,7-3,8	-	$2u_0 - 3u_0$	-
С тонкослойными блоками: противоточная (прямоточная) схема работы	0,5-0,7	0,025-0,2	2-6	-	-
перекрестная схема работы	0,8	0,025-0,2	1,5	-	0,005

П р и м е ч а н и я : 1. Коэффициент  $K_{set}$  определяет гидравлическую эффективность отстойника и зависит от конструкции водораспределительных и водосборных устройств; указывается организацией-разработчиком.

2. Величину турбулентной составляющей  $v_{tb}$ , мм/с, в зависимости от скорости рабочего потока  $v_w$ , мм/с, надлежит определять по [табл. 32](#).

$v_w$ , мм/с	5	10	15
$v_{tb}$ , мм/с	0	0,05	0,1

**6.62.** Производительность одного отстойника  $q_{set}$ , м<sup>3</sup>/ч, следует определять исходя из заданных геометрических размеров сооружения и требуемого эффекта осветления сточных вод по формулам:

а) для горизонтальных отстойников

$$q_{set} = 3,6 K_{set} L_{set} B_{set} (u_0 - v_{tb}); \quad (32)$$

б) для отстойников радиальных, вертикальных и с вращающимся сборно-распределительным устройством

$$q_{set} = 2,8 K_{set} (D_{set} - d_{en})(u_0 - v_{tb}); \quad (33)$$

в) для отстойников с нисходяще-восходящим потоком

$$q_{set} = 1,41 K_{set} D_{set}^2 u_0; \quad (34)$$

г) для отстойников с тонкослойными блоками при перекрестной схеме работы

$$q_{set} = \frac{7,2 K_{set} H_{bl} L_{bl} u_0}{K_{dis} h_{ti}}; \quad (35)$$

д) то же, при противоточной схеме

$$q_{set} = 3,6 K_{set} H_{bl} B_{bl} v_w; \quad (36)$$

где  $K_{set}$  - коэффициент использования объема, принимаемый по [табл. 31](#);

$L_{set}$  - длина секции, отделения, м;

$L_{bl}$  - длина тонкослойного блока (модуля), м;

$B_{set}$  - ширина секции, отделения, м;

$B_{bl}$  - ширина тонкослойного блока, м;

$D_{set}$  - диаметр отстойника, м;

$d_{en}$  - диаметр впускного устройства, м;

$u_0$  - гидравлическая крупность задерживаемых частиц, мм/с, определяемая по [формуле \(30\)](#);

$v_{tb}$  - турбулентная составляющая, мм/с, принимаемая по [табл. 32](#) в зависимости от скорости потока в отстойнике  $v_w$ , мм/с;

$H_{bl}$  - высота тонкослойного блока, м;

$h_{ti}$  - высота яруса тонкослойного блока (модуля), м;

$K_{dis}$  - коэффициент сноса выделенных частиц, принимаемый при плоских пластинах равным 1,2, при рифленых пластинах - 1.

**6.63.** Основные конструктивные параметры следует принимать:

а) для горизонтальных и радиальных отстойников:

впуск исходной воды и сбор осветленной - равномерными по ширине (периметру) впускного и сборного устройств отстойника;

высоту нейтрального слоя для первичных отстойников - на 0,3 м выше днища (на выходе из отстойника), для вторичных - 0,3 м и глубину слоя ила 0,3-0,5 м;

угол наклона стенок илового приямка - 50-55°;

б) для вертикальных отстойников:

длину центральной трубы - равной глубине зоны отстаивания;

скорость движения рабочего потока в центральной трубе - не более 30 мм/с;

диаметр раструба - 1,35 диаметра трубы;

диаметр отражательного щита - 1,3 диаметра раструба;

угол конусности отражательного щита - 146°;

скорость рабочего потока между раструбом и отражательным щитом - не более 20 мм/с для первичных отстойников и не более 15 мм/с для вторичных;

высоту нейтрального слоя между низом отражательного щита и уровнем осадка - 0,3 м;

угол наклона конического днища - 50-60°;

в) для отстойников с нисходяще-восходящим потоком:

площадь зоны нисходящего потока - равной площади зоны восходящего;

высоту перегородки, разделяющей зоны, - равной  $2/3 H_{set}$ ;

уровень верхней кромки перегородки - выше уровня воды на 0,3 м, но не выше стенки отстойника;

распределительный лоток переменного сечения - внутри разделительной перегородки. Начальное сечение лотка следует рассчитывать на пропуск расчетного расхода со скоростью не менее 0,5 м/с, в конечном сечении скорость - не менее 0,1 м/с.

Для равномерного распределения воды кромку водослива распределительного лотка следует выполнять в виде треугольных водосливов через 0,5 м;

г) для отстойников с тонкослойными блоками - угол наклона пластин от 45 до 60°.

**6.64.** Для повышения степени очистки или для обеспечения возможности увеличения производительности эксплуатируемых станций существующие отстойники (горизонтальные, радиальные, вертикальные) могут быть дополнены блоками из тонкослойных элементов. В этом случае блоки необходимо располагать на выходе воды из отстойника перед водосборным лотком.

**6.65.** Количество осадка  $Q_{mud}$ , м<sup>3</sup>/ч, выделяемого при отстаивании, надлежит определять исходя из концентрации взвешенных веществ в поступающей воде  $C_{en}$  и концентрации взвешенных веществ в осветленной воде  $C_{ex}$ :

$$Q_{mud} = \frac{q_w (C_{en} - C_{ex})}{(100 - \rho_{mud}) \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \quad (37)$$

где  $q_w$  - расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho_{mud}$  - влажность осадка, %;

$\gamma_{mud}$  - плотность осадка, г/см<sup>3</sup>.

**6.66.** Исходя из объема образующегося осадка и вместимости зоны накопления его в отстойнике, следует определять интервал времени между выгрузками осадка. При удалении осадка под гидростатическим давлением вместимость приемка первичных отстойников и вторичных отстойников после биофильтров надлежит предусматривать равной объему осадка, выделенного за период не более 2 сут, вместимость приемка вторичных отстойников после аэротенков - не более двухчасового пребывания осадка.

При механизированном удалении осадка вместимость зоны накопления его в первичных отстойниках надлежит принимать по количеству выпавшего осадка за период не более 8 ч.

**6.67.** Перемещение выпавшего осадка к приемкам надлежит предусматривать механическим способом или созданием соответствующего наклона стенок (не менее 50°).

**6.68.** Удаление осадка из приемка отстойника надлежит предусматривать самотеком, под гидростатическим давлением, насосами, предназначенными для перекачки жидкости с большим содержанием взвешенных веществ, гидроэлеваторами, эрлифтами, ковшовыми элеваторами, грейфером и т. д.

Гидростатическое давление при удалении осадка из отстойников бытовых сточных вод необходимо принимать, не менее, кПа (м вод. ст.): первичных - 15(1,5), вторичных - 12(1,2) после биофильтров и 9 (0,9) - после аэротенков.

Для вторичных отстойников рекомендуется предусматривать возможность изменения высоты гидростатического напора.

Диаметр труб для удаления осадка необходимо принимать не менее 200 мм.

**6.69.** Для удержания всплывших загрязняющих веществ перед водосборным устройством следует предусматривать полупогруженные перегородки и удаление накопленных на поверхности воды веществ.

Глубина погружения перегородки под уровень воды должна быть не менее 0,3 м.

Высоту борта отстойника над поверхностью воды надлежит принимать 0,3 м.

**6.70.** Водоприемные лотки должны быть оборудованы водосливами с тонкой стенкой. Крепление водослива к лотку должно обеспечивать возможность его регулирования по высоте. Водосливная кромка может быть прямой или с треугольными вырезами. Нагрузка на 1 м водослива не должна превышать 10 л/с.

### Двухъярусные отстойники и осветлители-перегниватели

**6.71.** Двухъярусные отстойники надлежит предусматривать одинарные или спаренные. В спаренных отстойниках следует обеспечивать возможность изменения направления движения сточных вод в осадочных желобах.

**6.72.** Двухъярусные отстойники надлежит проектировать согласно [пп. 6.57-6.59, 6.65-6.70](#). При этом следует принимать:

свободную поверхность водного зеркала для всплывания осадка - не менее 20 % площади отстойника в плане;

расстояние между стенками соседних осадочных желобов - не менее 0,5 м;

наклон стенок осадочного желоба к горизонту - не менее 50°; стенки должны перекрывать одна другую не менее чем на 0,15 м;

глубину осадочного желоба - 1,2-2,5 м, ширину щели осадочного желоба - 0,15 м;

высоту нейтрального слоя от щели желоба до уровня осадка в септической камере - 0,5 м;

уклон конического днища септической камеры - не менее 30°;

влажность удаляемого осадка - 90 %;

распад беззольного вещества осадка - 40 %;

эффективность задержания взвешенных веществ - 40-50 %.

**6.73.** Вместимость септической камеры двухъярусных отстойников надлежит определять по [табл. 33](#).

Т а б л и ц а 33

Среднезимняя температура сточных вод, °С	6	7	8,5	10	12	15	20
Вместимость септической камеры, л/чел.-год	110	95	80	65	50	30	15

П р и м е ч а н и я : 1. Вместимость септической камеры двухъярусных отстойников должна быть увеличена на 70 % при подаче в нее ила из аэротенков на полную очистку и высоконагружаемых биофильтров и на 30 % при подаче ила из отстойников после капельных биофильтров и аэротенков на неполную очистку. Впуск ила должен производиться на глубине 0,5 м ниже щели желобов.

2. Вместимость септической камеры двухъярусных отстойников для осветления сточной воды при подаче ее на поля фильтрации допускается уменьшать не более чем на 20 %.

**6.74.** При среднегодовой температуре воздуха до 3,5 °С двухъярусные отстойники с пропускной способностью до 500 м<sup>3</sup>/сут должны быть размещены в отапливаемых помещениях, при среднегодовой температуре воздуха от 3,5 до 6 °С и пропускной способности до 100 м<sup>3</sup>/сут - в неотапливаемых помещениях.

**6.75.** Осветлители-перегниватели следует проектировать в виде комбинированного сооружения, состоящего из осветлителя с естественной аэрацией, концентрически располагаемого внутри перегнивателя.

**6.76.** Осветлители следует проектировать в виде вертикальных отстойников с внутренней камерой флокуляции, с естественной аэрацией за счет разности уровней воды в распределительной чаше и осветлителе.

При проектировании осветлителей необходимо принимать:

диаметр осветлителя - не более 9 м;

разность уровней воды в распределительной чаше и осветлителе - 0,6 м без учета потерь напора в коммуникациях;

вместимость камеры флокуляции - на пребывание в ней сточных вод не более 20 мин;

глубину камеры флокуляции - 4-5 м;

скорость движения воды в зоне отстаивания - 0,8-1,5 мм/с, в центральной трубе - 0,5-0,7 м/с;

диаметр нижнего сечения камеры флокуляции - исходя из средней скорости 8-10 мм/с;

расстояние между нижним краем камеры флокуляции и поверхностью осадка в иловой части - не менее 0,6 м;

уклон днища осветлителя - не менее 50°;

снижение концентрации загрязняющих веществ по взвешенным веществам - до 70 % и по БПК<sub>полн</sub> - до 15 %.

**6.77.** При проектировании перегнивателей надлежит принимать:

вместимость перегнивателя по суточной дозе загрузки осадка - в зависимости от влажности осадка и среднезимней температуры сточных вод;

суточную дозу загрузки осадка - по [табл. 34](#);

Т а б л и ц а 34

Средняя температура сточных вод или осадка, °С	6	7	8,5	10	12	15	20
Суточная доза загрузки осадка, %	0,72	0,85	1,02	1,28	1,7	2,57	5

П р и м е ч а н и я : 1. Суточная доза загрузки указана для осадка влажностью 95 %. При влажности  $P_{mud}$ , отличающейся от 95 %, суточная доза загрузки уточняется умножением табличного значения на отношение

$$\frac{5}{100 - P_{mud}}.$$

2. Суточные дозы загрузки осадка производственных сточных вод устанавливаются экспериментально.

ширину кольцевого пространства между наружной поверхностью стен осветлителя и внутренней поверхностью стен перегнивателя - не менее 0,7 м;

уклон днища - не менее 30°;

разрушение корки гидромеханическим способом - путем подачи осадка  $d$  кольцевой трубопровод под давлением через сопла, наклоненные под углом 45° к поверхности осадка.

### Септики

**6.78.** Септики надлежит применять для механической очистки сточных вод, поступающих на поля подземной фильтрации, в песчано-гравийные фильтры, фильтрующие траншеи и фильтрующие колодцы.

**6.79.** Полный расчетный объем септика надлежит принимать: при расходе сточных вод до 5 м<sup>3</sup>/сут - не менее 3-кратного суточного притока, при расходе свыше 5 м<sup>3</sup>/сут - не менее 2,5-кратного.

Указанные расчетные объемы септиков следует принимать исходя из условия очистки их не менее одного раза в год.

При среднезимней температуре сточных вод выше 10 °С или при норме водоотведения свыше 150 л/сут на одного жителя полный расчетный объем септика допускается уменьшать на 15-20 %.

**6.80.** В зависимости от расхода сточных вод следует принимать: однокамерные септики - при расходе сточных вод до 1 м<sup>3</sup>/сут, двухкамерные - до 10 и трехкамерные - свыше 10 м<sup>3</sup>/сут.

**6.81.** Объем первой камеры следует принимать: в двухкамерных септиках - 0,75, в трехкамерных - 0,5 расчетного объема. При этом объем второй и третьей камер надлежит принимать по 0,25 расчетного объема.

В септиках, выполняемых из бетонных колец, все камеры следует принимать равного объема. В таких септиках при производительности свыше 5 м<sup>3</sup>/сут камеры надлежит предусматривать без отделений.

**6.82.** При необходимости обеззараживания сточных вод, выходящих из септика, следует предусматривать контактную камеру, размер которой в плане надлежит принимать не менее 0,75×1 м.



**6.83.** Лоток подводящей трубы должен быть расположен не менее чем на 0,05 м выше расчетного уровня жидкости в септике. Необходимо предусматривать устройства для задержания плавающих веществ и естественную вентиляцию.

**6.84.** Выпуски из зданий должны присоединяться к септикам через смотровые колодцы.

### Гидроциклоны

**6.85.** Для механической очистки сточных вод от взвешенных веществ допускается применять открытые и напорные гидроциклоны.

**6.86.** Открытые гидроциклоны необходимо применять для выделения всплывающих и оседающих грубодисперсных примесей гидравлической крупностью свыше 0,2 мм/с и скоагулированной взвеси.

Напорные гидроциклоны следует применять для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей главным образом минерального происхождения.

Гидроциклоны могут быть использованы в процессах осветления сточных вод, сгущения осадков, обогащения известкового молока, отмывки песка от органических веществ, в том числе нефтепродуктов.

При осветлении сточных вод аппараты малых размеров обеспечивают больший эффект очистки. При сгущении осадков минерального происхождения следует применять гидроциклоны больших диаметров (свыше 150 мм).

**6.87.** Удельную гидравлическую нагрузку  $q_{hc}$ ,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , для открытых гидроциклонов следует определять по формуле

$$q_{hc} = 3,6 K_{hc} u_0, \quad (38)$$

где  $u_0$  - гидравлическая крупность частиц, которые необходимо выделить для обеспечения требуемого эффекта, мм/с;

$K_{hc}$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от типа гидроциклона и равный для гидроциклонов:

без внутренних устройств - 0,61;

с конической диафрагмой и внутренним цилиндром - 1,98;

многоярусного с центральными выпусками

$$K_{hc} = \frac{0,75 n_{ii} (D_{hc}^2 - d_d^2)}{D_{hc}^2}, \quad (39)$$

здесь  $n_{ii}$  - число ярусов;

$D_{hc}$  - диаметр гидроциклона, м;

$d_{en}$  - диаметр окружности, на которой располагаются раструбы выпусков, м; многоярусного с периферийным отбором осветленной воды

$$K_{hc} = \frac{1,5 n'_{ii} (D_{hc}^2 - d_d^2)}{D_{hc}^2}, \quad (40)$$

здесь  $n'_{ii}$  - число пар ярусов;

$d_d$  - диаметр отверстия средней диафрагмы пары ярусов, м.

**6.88.** Производительность одного аппарата  $Q_{hc}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , следует определять по формуле

$$Q_{hc} = 0,785 q_{hc} D_{hc}^2. \quad (41)$$

**6.89.** Удаление выделенного осадка из открытых гидроциклонов следует предусматривать непрерывное под гидростатическим давлением, гидроэлеваторами или механизированными средствами.

Всплывающие примеси, масла и нефтепродукты необходимо задерживать полупогруженной перегородкой.

**6.90.** Расчет напорных гидроциклонов надлежит производить исходя из крупности задерживаемых частиц  $\delta$  и их плотности.

Диаметр гидроциклона  $D_{hc}$  следует определять по [табл. 35](#).

**6.91.** Основные размеры напорного гидроциклона следует подбирать по данным заводов-изготовителей.

Давление на входе в напорный гидроциклон надлежит принимать:

0,15-0,4 МПа (1,5-4 кгс/см<sup>2</sup>) - при одноступенчатых схемах осветления и сгущения осадков и многоступенчатых установках, работающих с разрывом струи;

0,35-0,6 МПа (3,5-6 кгс/см<sup>2</sup>) - при многоступенчатых схемах, работающих без разрыва струи.

Число резервных аппаратов следует принимать:

при очистке сточных вод и уплотнении осадков, твердая фаза которых не обладает абразивными свойствами, - один при числе рабочих аппаратов до 10, два - при числе до 15 и по одному на каждые десять при числе рабочих аппаратов свыше 15;

при очистке сточных вод и осадков с абразивной твердой фазой - 25 % числа рабочих аппаратов.

**6.92.** Производительность напорного гидроциклона  $Q_{hc}$ , м<sup>3</sup>/ч, назначенных размеров следует рассчитывать по формуле

$$Q'_{hc} = 9,58 \cdot 10^3 d_{en} d_{ex} \sqrt{g \Delta P}, \quad (42)$$

где  $g$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$\Delta P$  - потери давления в гидроциклоне, МПа;

$d_{en}, d_{ex}$  - диаметры питающего и сливного патрубков, мм.

**6.93.** В зависимости от требуемой эффективности очистки сточных вод и степени сгущения осадков обработка в напорных гидроциклонах может осуществляться в одну. Две или три ступени путем последовательного соединения аппаратов с разрывом и без разрыва струи.

Для сокращения потерь воды с удаляемым осадком шламовый патрубок гидроциклона первой ступени следует герметично присоединять к шламовому резервуару.

Т а б л и ц а 35

$D_{hc}$ , мм	25	40	60	80	100	125	160	200	250	320	400	500
$\delta$ , мм	8-25	10-30	15-35	18-40	20-50	25-60	30-70	35-85	40-110	45-150	50-170	55-200

На первой ступени следует использовать гидроциклоны больших размеров для задержания основной массы взвешенных веществ и крупных частиц взвеси, которые могут засорить гидроциклоны малых размеров, используемые на последующих ступенях установки.

### Центрифуги

**6.94.** Осадительные центрифуги непрерывного или периодического действия следует применить для выделения из сточных вод мелкодисперсных взвешенных веществ, когда для их выделения не могут быть применены реагенты, а также при необходимости извлечения из осадка ценных продуктов и их утилизации.

Центрифуги непрерывного действия следует применять для очистки сточных вод с расходом до 100 м<sup>3</sup>/ч, когда требуется выделить частицы гидравлической крупностью 0,2 мм/с (противоточные) и 0,05 мм/с (прямоточные); центрифуги периодического действия - для очистки сточных вод, расход которых не превышает 20 м<sup>3</sup>/ч, при необходимости выделения частиц гидравлической крупностью 0,05-0,01 мм/с.

Концентрация механических загрязняющих веществ не должна превышать 2-3 г/л.

**6.95.** Подбор необходимого типоразмера осадительной центрифуги необходимо производить по величине требуемого фактора разделения  $Fr$ , при котором обеспечивается наибольшая степень очистки. Фактор разделения  $Fr$  и продолжительность центрифугирования  $t_{cf}$ , с, следует определять по результатам экспериментальных данных, полученных в лабораторных условиях.

**6.96.** Объемную производительность центрифуги  $Q_{cf}$ , м<sup>3</sup>/ч, надлежит рассчитывать по формуле

$$Q_{cf} = \frac{3600 W_{cf} K_{cf}}{t_{cf}}, \quad (43)$$

где  $W_{cf}$  - объем ванны ротора центрифуги, м<sup>3</sup>;

$K_{cf}$  - коэффициент использования объема центрифуги, принимаемый равным 0,4-0,6.

### Флотационные установки

**6.97.** Флотационные установки надлежит применять для удаления из воды взвешенных веществ, ПАВ, нефтепродуктов, жиров, масел, смол и других веществ, осаждение которых малоэффективно.

**6.98.** Флотационные установки также допускается применять:

для удаления загрязняющих веществ из сточных вод перед биологической очисткой;

для отделения активного ила во вторичных отстойниках;

для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод;

при физико-химической очистке с применением коагулянтов и флокулянтов;

в схемах повторного использования очищенных вод.

**6.99.** Напорные, вакуумные, безнапорные, электрофлотационные установки надлежит применять при очистке сточных вод с содержанием взвешенных веществ свыше 100-150 мг/л (с учетом твердой фазы, образующейся при добавлении коагулянтов). При меньшем содержании взвесей для фракционирования в пену ПАВ, нефтепродуктов и др. и для пенной сепарации могут применяться установки импеллерные, пневматические и с диспергированием воздуха через пористые материалы.

**6.100.** Для осуществления процесса разделения фаз допускается применять прямоугольные (с горизонтальным и вертикальным движением воды) и круглые (с радиальным и вертикальным движением воды) флотокамеры. Объем флотокамер складывается из объемов рабочей зоны (глубина 1,0-3,0 м), зоны формирования и накопления пены (глубина 0,2-1,0 м), зоны осадка (глубина 0,5-1,0 м). Гидравлическая нагрузка - 3-6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч). Число флотокамер должно быть не менее двух, все камеры рабочие.

**6.101.** Для повышения степени задержания взвешенных веществ допускается использовать коагулянты и флокулянты. Вид реагента и его доза зависят от физико-химических свойств обрабатываемой воды и требований к качеству очистки.

**6.102.** Влажность и объем пены (шлама) зависят от исходной концентрации взвешенных и других загрязняющих веществ и от продолжительности накопления ее на поверхности (периодический или непрерывный сьем). Периодический сьем следует применять в напорных, безнапорных и электрофлотационных установках. Расчетную влажность пены следует принимать, %: при непрерывном сьеме - 96-98; при периодическом сьеме с помощью скребков транспортеров или вращающихся скребков - 94-95; при сьеме шнеками и скребковыми тележками - 92-93. В осадок выпадает от 7 до 10 % задержанных веществ при влажности 95-98 %. Объем пены (шлама)  $W_{mud}$  при влажности 94-95 % может быть определен по формуле (% к объему обрабатываемой воды)

$$W_{mud} = 1,5 C_{en}, \quad (44)$$

где  $C_{en}$  - исходная концентрация нерастворенных примесей, г/л.

**6.103.** При проектировании установок импеллерных, пневматических и с диспергированием воздуха через пористые материалы необходимо принимать:

продолжительность флотации - 20-30 мин;

расход воздуха при работе в режиме флотации - 0,1-0,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

расход воздуха при работе в режиме пенной сепарации - 3-4 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (50-200 л на 1 г извлекаемых ПАВ) или 30-50 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч);

глубину воды в камере флотации - 1,5-3 м;

окружную скорость импеллера - 10-15 м/с;

камеру для импеллерной флотации - квадратную со стороной, равной  $6D$  ( $D$  - диаметр импеллера 200-750 мм);  
 скорость выхода воздуха из сопел при пневматической флотации - 100-200 м/с;  
 диаметр сопел - 1-1,2 мм;  
 диаметр отверстий пористых пластин - 4-20 мкм;  
 давление воздуха под пластинами - 0,1-0,2 МПа (1-2 кгс/см<sup>2</sup>).

**6.104.** При проектировании напорных флотационных установок следует принимать:  
 продолжительность флотации - 20-30 мин;  
 количество подаваемого воздуха, л на 1 кг извлекаемых загрязняющих веществ: 40 - при исходной их концентрации  $C_{en} < 200$  мг/л, 28 - при  $C_{en} = 500$ , 20 - при  $C_{en} = 1000$  мг/л, 15 - при  $C_{en} = 3-4$  г/л;  
 схему флотации - с рабочей жидкостью, если прямая флотация не обеспечивает подачу воздуха в нужном количестве;  
 флотокамеры с горизонтальным движением воды при производительности до 100 м<sup>3</sup>/ч, с вертикальным - до 200, с радиальным - до 1000 м<sup>3</sup>/ч;  
 горизонтальную скорость движения воды в прямоугольных и радиальных флотокамерах - не более 5 мм/с;  
 подачу воздуха через эжектор во всасывающий патрубок насоса - при небольшой высоте всасывания (до 2 м) и незначительных колебаниях уровня воды в приемном резервуаре (0,5-1,0 м), компрессором в напорный бак - в остальных случаях.

### Дегазаторы

**6.105.** Для удаления растворенных газов, находящихся в сточных водах в свободном состоянии, надлежит применять дегазаторы с барботажным слоем жидкости, с насадкой различной формы и полые распылительные (разбрызгивающие) аппараты.

**6.106.** Работа дегазаторов допускается при атмосферном давлении или под вакуумом. Для интенсификации процесса в дегазатор следует вводить воздух или инертный газ.

**6.107.** Количество вводимого воздуха на один объем дегазируемой воды при работе под вакуумом или атмосферном давлении следует принимать соответственно для аппаратов:

- с насадкой - 3 и 5 объемов;
- барботажного - 5 и 12-15 объемов;
- распылительного - 10 и 20 объемов.

**6.108.** Высоту рабочего слоя насадки следует принимать от 2 до 3 м, барботажного слоя - не более 3 м, в распылительном аппарате - 5 м. В качестве насадки допускается применять кислотоупорные керамические кольца размером 25×25×4 мм или деревянные хордовые насадки.

**6.109.** Для колонных дегазаторов отношение высоты рабочего слоя к диаметру аппарата должно быть не более 3 при работе под вакуумом и не более 7 при атмосферном давлении, для барботажных аппаратов отношение длины к ширине не более 4.

**6.110.** Аппараты с насадкой надлежит применять при содержании взвешенных веществ в дегазируемой воде не более 500 мг/л, барботажные и распылительные - при большем их содержании.

**6.111.** Для распределения жидкости в аппаратах надлежит использовать центробежные насадки с выходным отверстием 10×20 мм.

**6.112.** Количество удаляемого газа  $W_g$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_g = K_x F_f, \quad (45)$$

где  $F_f$  - общая поверхность контакта фаз, м<sup>2</sup>;

$K_x$  - коэффициент массопередачи, отнесенный к единице поверхности контакта фаз или поперечного сечения аппарата и принимаемый по данным научно-исследовательских организаций.

# СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

## Преаэраторы и биокоагуляторы

**6.113.** Преаэраторы и биокоагуляторы следует применять:

для снижения содержания загрязняющих веществ в отстоенных сточных водах сверх обеспечиваемого первичными отстойниками;

для извлечения (за счет сорбции) ионов тяжелых металлов и других загрязняющих веществ, неблагоприятно влияющих на процесс биологической очистки.

**6.114.** Преаэраторы надлежит предусматривать перед первичными отстойниками в виде отдельных пристроенных или встроенных сооружений, биокоагуляторы - в виде сооружений, совмещенных с вертикальными отстойниками.

**6.115.** Преаэраторы следует применять на станциях очистки с аэротенками, биокоагуляторы - на станциях очистки как с аэротенками, так и с биологическими фильтрами.

**6.116.** При проектировании преаэраторов и биокоагуляторов необходимо принимать: число секций отдельно стоящих преаэраторов - не менее двух, причем все рабочие; продолжительность аэрации сточной воды с избыточным активным илом - 20 мин; количество подаваемого ила - 50-100 % избыточного, биологической пленки - 100 %; удельный расход воздуха - 5 м на 1 м<sup>3</sup> сточных вод;

увеличение эффективности задержания загрязняющих веществ (по БПК<sub>полн</sub> и взвешенным веществам) в первичных отстойниках - на 20-25 %;

гидравлическую нагрузку на зону отстаивания биокоагуляторов - не более 3 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч).

Примечания: 1. В преаэратор надлежит подавать ил после регенераторов. При отсутствии регенераторов необходимо предусматривать возможность регенерации активного ила в преаэраторах; вместимость отделений для регенерации следует принимать равной 0,25-0,3 их общего объема.

2. Для биологической пленки, подаваемой в биокоагуляторы, надлежит предусматривать специальные регенераторы с продолжительностью аэрации 24 ч.

## Биологические фильтры

### Общие указания

**6.117.** Биологические фильтры (капельные и высоконагружаемые) надлежит применять для биологической очистки сточных вод.

**6.118.** Биологические фильтры для очистки производственных сточных вод допускается применять как основные сооружения при одноступенчатой схеме очистки или в качестве сооружений первой или второй ступени при двухступенчатой схеме биологической очистки.

**6.119.** Биологические фильтры следует проектировать в виде резервуаров со сплошными стенками и двойным дном: нижним - сплошным, а верхним - решетчатым (колосниковая решетка) для поддержания загрузки. При этом необходимо принимать: высоту междудонного пространства - не менее 0,6 м; уклон нижнего днища к сборным лоткам - не менее 0,01; продольный уклон сборных лотков - по конструктивным соображениям, но не менее 0,005.

**6.120.** Капельные биофильтры следует устраивать с естественной аэрацией, высоконагружаемые - как с естественной, так и с искусственной аэрацией (аэрофильтры).

Естественную аэрацию биофильтров надлежит предусматривать через окна, располагаемые равномерно по их периметру в пределах междудонного пространства и оборудуемые устройствами, позволяющими закрывать их наглухо. Площадь окон должна составлять 1 -5 % площади биофильтра.

В аэрофильтрах необходимо предусматривать подачу воздуха в междудонное пространство вентиляторами с давлением у ввода 980 Па (100 мм вод. ст.). На отводных трубопроводах аэрофильтров необходимо предусматривать устройство гидравлических затворов высотой 200 мм.

**6.121.** В качестве загрузочного материала для биофильтров следует применить щебень или гальку прочных горных пород, керамзит, а также пластмассы, способные выдержать температуру от 6 до 30 °С без потери прочности. Все применяемые для загрузки естественные и искусственные материалы, за исключением пластмасс, должны выдерживать:

давление не менее 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) при насыпной плотности до 1000 кг/м<sup>3</sup>;

не менее чем пятикратную пропитку насыщенным раствором сернокислого натрия;

не менее 10 циклов испытаний на морозостойкость;

кипячение в течение 1 ч в 5 %-ном растворе соляной кислоты, масса которой должна превышать массу испытуемого материала в 3 раза.

После испытаний загрузочный материал не должен иметь заметных повреждений и его масса не должна уменьшаться более чем на 10 % первоначальной.

Требования к пластмассовой загрузке биофильтров следует принимать согласно [п. 6.138](#).

**6.122.** Загрузка фильтров по высоте должна быть выполнена из материала одинаковой крупности с устройством нижнего поддерживающего слоя высотой 0,2 м, крупностью 70-100 мм.

Крупность загрузочного материала для биофильтров следует принимать по [табл. 36](#).

**6.123.** Распределение сточных вод по поверхности биофильтров надлежит осуществлять с помощью устройств различной конструкции.

При проектировании разбрызгивателей следует принимать:

начальный свободный напор - около 1,5 м, конечный - не менее 0,5 м;

диаметр отверстий - 13-40 мм;

высоту расположения головки над поверхностью загрузочного материала - 0,15-0,2 м;

продолжительность орошения на капельных биофильтрах при максимальном притоке воды - 5-6 мин.

При проектировании реактивных оросителей следует принимать:

число и диаметр распределительных труб - по расчету при условии движения жидкости в начале труб со скоростью 0,5-1 м/с;

число и диаметр отверстий в распределительных трубах - по расчету при условии истечении жидкости из отверстий со скоростью не менее 0,5 м/с, диаметры отверстий - не менее 10 мм;

напор у оросителя - по расчету, но не менее 0,5 м;

расположение распределительных труб - выше поверхности загрузочного материала на 0,2 м.

**6.124.** Число секций или биофильтров должно быть не менее двух и не более восьми, причем все они должны быть рабочими.

**6.125.** Расчет распределительной и отводящей сетей биофильтров должен производиться по максимальному расходу воды с учетом рециркуляционного расхода, определяемого согласно [п. 6.132](#).

**6.126.** В конструкции оборудования фильтров должны быть предусмотрены устройства для опорожнения на случай кратковременного прекращения подачи сточной воды зимой, а также устройства для промывки днища биофильтров.

**6.127.** В зависимости от климатических условий района строительства, производительности очистных сооружений, режима притока сточных вод, их температуры биофильтры надлежит размещать либо в помещениях (отапливаемых или неотапливаемых), либо на открытом воздухе.

Возможность размещения биофильтров вне помещения или в неотапливаемом помещении должна быть обоснована теплотехническим расчетом, при этом необходимо учитывать опыт эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

Биофильтры (загружаемый материал)	Крупность материала загрузки, мм	Количество материала, % (по весу), остающегося на контрольных ситях с отверстиями диаметром, мм					
		70	55	40	30	25	20
Высоконагружаемые (щебень)	40-70	0-5	40-70	95-100	-	-	-
Капельные (щебень)	25-40	-	-	0-5	40-70	90-100	-
Капельные (керамзит)	20-40	--	-	0-8	Не нормируется	-	90-100

Примечание. Содержание кусков пластинчатой формы в загрузке не должно быть свыше 5 %.

### Капельные биологические фильтры

**6.128.** При БПК<sub>полн</sub> сточных вод  $L_{en} > 220$  мг/л, подаваемых на капельные биофильтры, надлежит предусматривать рециркуляцию очищенных сточных вод; при БПК<sub>полн</sub> 220 мг/л и менее необходимость рециркуляции устанавливается расчетом.

**6.129.** Для капельных биофильтров надлежит принимать:

рабочую высоту  $H_{bf} = 1,5-2$  м;

гидравлическую нагрузку  $q_{bf} = 1-3$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·сут);

БПК<sub>полн</sub> очищенной воды  $L_{ex} = 15$  мг/л.

**6.130.** При расчете капельных биофильтров величину  $q_{bf}$  при заданных  $L_{en}$  и  $L_{ex}$ , мг/л,

температуре воды  $T_w$  следует определять по табл. 37, где  $K_{bf} = \frac{L_{en}}{L_{ex}}$ .

Таблица 37

Гидравлическая нагрузка $q_{bf}$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·сут)	Коэффициент $K_{bf}$ при температурах $T_w$ , °С, и высоте $H_{bf}$ , м							
	$T_w = 8$		$T_w = 10$		$T_w = 12$		$T_w = 14$	
	$H_{bf} = 1,5$	$H_{bf} = 2$	$H_{bf} = 1,5$	$H_{bf} = 2$	$H_{bf} = 1,5$	$H_{bf} = 2$	$H_{bf} = 1,5$	$H_{bf} = 2$
1	8	11,6	9,8	12,6	10,7	13,8	11,4	15,1
1,5	5,9	10,2	7	10,9	8,2	11,7	10	12,8
2	4,9	8,2	5,7	10	6,6	10,7	8	11,5
2,5	4,3	6,9	4,9	8,3	5,6	10,1	6,7	10,7
3	3,8	6	4,4	7,1	6	8,6	5,9	10,2

Примечание. Если значение  $K_{bf}$  превышает табличное, то необходимо предусмотреть рециркуляцию.

**6.131.** Количество избыточной биопленки, выносимой из капельных биофильтров, следует принимать 8 г/(чел·сут) по сухому веществу, влажность пленки - 96 %.

### Высоконагружаемые биологические фильтры

#### Аэрофильтры

**6.132.** БПК<sub>полн</sub> сточных вод, подаваемых на аэрофильтры, не должна превышать 300 мг/л. При большей БПК<sub>полн</sub> необходимо предусматривать рециркуляцию очищенных сточных вод. Коэффициент рециркуляции  $K_{rc}$  следует определять по формуле

$$K_{rc} = \frac{L_{en} - L_{mix}}{L_{mix} - L_{ex}}, \quad (46)$$

где  $L_{mix}$  - БПК<sub>полн</sub> смеси исходной и циркулирующей воды, при этом  $L_{mix}$  - не более 300 мг/л;

$L_{en}$ ,  $L_{ex}$  - БПК<sub>полн</sub> соответственно исходной и очищенной сточной воды.

**6.133.** Для аэрофильтров надлежит принимать:

рабочую высоту  $H_{af} = 2-4$  м;

гидравлическую нагрузку  $q_{af} = 10-30$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·сут);

удельный расход воздуха  $q_a = 8-12$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> с учетом рециркуляционного расхода.

**6.134.** При расчете аэрофильтров допустимую величину  $q_{af}$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·сут), при

заданных  $q_a$  и  $H_{af}$  следует определять по табл. 38, где  $K_{af} = \frac{L_{en}}{L_{ex}}$ .



Площадь аэрофильтров  $F_{af}$ , м<sup>2</sup>, при очистке без рециркуляции необходимо рассчитывать по принятой гидравлической нагрузке  $q_{af}$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·сут), и суточному расходу сточных вод  $Q$ , м<sup>3</sup>/сут.

Т а б л и ц а 38

$q_{as}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$H_{af}$ , м	Коэффициент $K_{af}$ при $T_w$ , °С, $H_{af}$ , м, и $q_{af}$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·сут)											
		$T_w = 8$			$T_w = 10$			$T_w = 12$			$T_w = 14$		
		$q_{af} = 10$	$q_{af} = 20$	$q_{af} = 30$	$q_{af} = 10$	$q_{af} = 20$	$q_{af} = 30$	$q_{af} = 10$	$q_{af} = 20$	$q_{af} = 30$	$q_{af} = 10$	$q_{af} = 20$	$q_{af} = 30$
8	2	3,02	2,32	2,04	3,38	2,55	2,18	3,76	2,74	2,36	4,3	3,02	2,56
	3	5,25	3,53	2,89	6,2	3,96	3,22	7,32	4,64	3,62	8,95	5,25	4,09
	4	9,05	5,37	4,14	10,4	6,25	4,73	11,2	7,54	5,56	12,1	9,05	6,54
10	2	3,69	2,89	2,58	4,08	3,11	2,76	4,5	3,36	2,93	5,09	3,67	3,16
	3	6,1	4,24	3,56	7,08	4,74	3,94	8,23	5,31	4,36	9,9	6,04	4,84
	4	10,1	6,23	4,9	12,3	7,18	5,68	15,1	8,45	6,88	16,4	10	7,42
12	2	4,32	3,88	3,01	4,76	3,72	3,28	5,31	3,98	3,44	5,97	4,31	3,7
	3	7,25	5,01	4,18	8,35	5,55	4,78	9,9	6,35	5,14	11,7	7,2	5,72
	4	12	7,35	5,83	14,8	8,5	6,2	18,4	10,4	7,69	23,1	12	8,83

П р и м е ч а н и е . Для промежуточных значений  $q_a$ ,  $H_{af}$  и  $T_w$  допускается величину  $K_{af}$  определять интерполяцией.

При очистке сточных вод с рециркуляцией площадь аэрофильтра  $F_{af}$ , м<sup>2</sup>, надлежит определять по формуле

$$F_{af} = \frac{Q(K_{rc} + 1)}{q_{af}}. \quad (47)$$

**6.135.** Количество избыточной биологической пленки, выносимой из высоконагружаемых биофильтров, надлежит принимать 28 г/(чел·сут) по сухому веществу, влажность - 96 %.

**6.136.** Расчет биофильтров для очистки производственных сточных вод допускается выполнять по [табл. 37](#) и [38](#) или по окислительной мощности, определяемой экспериментально.

#### *Биофильтры с пластмассовой загрузкой*

**6.137.** БПК<sub>полн</sub> сточных вод, подаваемых на биофильтры с пластмассовой загрузкой, допускается принимать не более 250 мг/л.

**6.138.** Для биофильтров с пластмассовой загрузкой надлежит принимать:

рабочую высоту  $H_{pf} = 3-4$  м;

в качестве загрузки - блоки из поливинилхлорида, полистирола, полиэтилена, полипропилена, полиамида, гладких или перфорированных пластмассовых груб диаметром 50-100 мм или засыпные элементы в виде обрезков груб длиной 50-150 мм, диаметром 30-75 мм с перфорированными, гофрированными и гладкими стенками;

пористость загрузочного материала - 93-96 %, удельную поверхность - 90-110 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;

естественную аэрацию.

В случае возможного прекращения притока сточных вод на биофильтр необходимо предусматривать рециркуляцию сточных вод во избежание высыхания биопленки на поверхности загрузки.

**6.139.** При расчете биофильтров с пластмассовой загрузкой надлежит определять:

гидравлическую нагрузку  $q_{pf}$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>3</sup>·сут) - в соответствии с необходимым эффектом очистки  $\mathcal{E}$ , %, температурой сточных вод  $T_w$ , °С, и принятой высотой  $H_{pf}$ , м, по [табл. 39](#);

объем загрузки и площадь биофильтров - по гидравлической нагрузке и расходу сточных вод.

Эффект очистки Э, %	Гидравлическая нагрузка $q_{pf}$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>3</sup> ·сут), при высоте загрузки $H_{pf}$ , м							
	$H_{pf} = 3$				$H_{pf} = 4$			
	Температура сточных вод $T_w$ , °С							
	8	10	12	14	8	10	12	14
90	6,3	6,8	7,5	8,2	8,3	9,1	10	10,9
85	8,4	9,2	10	11	11,2	12,3	13,5	14,7
80	10,2	11,2	12,3	13,3	13,7	15	16,4	17,9

### Аэротенки

**6.140.** Аэротенки различных типов следует применять для биологической очистки городских и производственных сточных вод.

Аэротенки, действующие по принципу вытеснителей, следует применять при отсутствии залповых поступлений токсичных веществ, а также на второй ступени двухступенчатых схем.

Комбинированные сооружения типа аэротенков-отстойников (аэроакселераторы, окситенки, флототенки, аэротенки-осветлители и др.) при обосновании допускается применять на любой ступени биологической очистки.

**6.141.** Регенерацию активного ила необходимо предусматривать при БПК<sub>полн</sub> поступающей в аэротенки воды свыше 150 мг/л, а также при наличии в воде вредных производственных примесей.

**6.142.** Вместимость аэротенков необходимо определять по среднечасовому поступлению воды за период аэрации в часы максимального притока.

Расход циркулирующего активного ила при расчете вместимости аэротенков без регенераторов и вторичных отстойников не учитывается.

**6.143.** Период аэрации  $t_{atm}$ , ч, в аэротенках, работающих по принципу смесителей, следует определить по формуле

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i(1-s)\rho}, \quad (48)$$

где  $L_{en}$  - БПК<sub>полн</sub> поступающей в аэротенк сточной воды (с учетом снижения БПК при первичном отстаивании), мг/л;

$L_{ex}$  - БПК<sub>полн</sub> очищенной воды, мг/л;

$a_i$  - доза ила, г/л, определяемая технико-экономическим расчетом с учетом работы вторичных отстойников;

$s$  - зольность ила, принимаемая по [табл. 40](#);

$\rho$  - удельная скорость окисления, мг БПК<sub>полн</sub> на 1 г беззольного вещества ила в 1 ч, определяемая по формуле

$$\rho = \rho_{max} \frac{L_{ex} C_O}{L_{ex} C_O + K_l C_O + K_O L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_i}, \quad (49)$$

здесь  $\rho_{max}$  - максимальная скорость окисления, мг/(г·ч), принимаемая по [табл. 40](#);

$C_O$  - концентрация растворенного кислорода, мг/л;

$K_l$  - константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, мг БПК<sub>полн</sub>/л, и принимаемая по [табл. 40](#);

$K_O$  - константа, характеризующая влияние кислорода, мг O<sub>2</sub>/л, и принимаемая по [табл. 40](#);

$\varphi$  - коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, л/г, принимаемый по [табл. 40](#).

Примечания: 1. [Формулы \(48\) и \(49\)](#) справедливы при среднегодовой температуре сточных вод 15 °С. При иной среднегодовой температуре сточных вод  $T_w$  продолжительность аэрации, вычисленная по [формуле \(48\)](#), должна быть умножена на отношение  $15/T_w$ .

2. Продолжительность аэрации во всех случаях не должна быть менее 2 ч.

Т а б л и ц а 40

Сточные воды	$\rho_{max}$ , МГ БПК <sub>полн</sub> /(г·ч)	$K_l$ , МГ БПК <sub>полн</sub> /л	$K_O$ , МГ О <sub>2</sub> /л	$\varphi$ , л/г	$s$
Городские	85	33	0,625	0,07	0,3
Производственные:					
а) нефтеперерабатывающих заводов:					
I система	33	3	1,81	0,17	-
II система	59	24	1,66	0,158	-
б) азотной промышленности	140	6	2,4	1,11	-
в) заводов синтетического каучука	80	30	0,6	0,06	0,15
г) целлюлозно-бумажной промышленности:					
сульфатно-целлюлозное производство	650	100	1,5	2	0,16
сульфитно-целлюлозное производство	700	90	1,6	2	0,17
д) заводов искусственного волокна (вискозы)	90	35	0,7	0,27	-
е) фабрик первичной обработки шерсти:					
I ступень	32	156	-	0,23	-
II ступень	6	33	-	0,2	-
ж) дрожжевых заводов	232	90	1,66	0,16	0,35
з) заводов органического синтеза	83	200	1,7	0,27	-
и) микробиологической промышленности:					
производство лизина	280	28	1,67	0,17	0,15
производство биовита и витаминина	1720	167	1,5	0,98	0,12
к) свинооткормочных комплексов:					
I ступень	454	55	1,65	0,176	0,25
II ступень	15	72	1,68	0,171	0,3

П р и м е ч а н и е . Для других производств указанные параметры следует принимать по данным научно-исследовательских организаций.

**6.144.** Период аэрации  $t_{av}$ , ч, в аэротенках-вытеснителях надлежит рассчитывать по формуле

$$t_{av} = \frac{1 + \varphi a_i}{\rho_{max} C_O a_i (1 - s)} \left[ (C_O + K_O)(L_{mix} - L_{ex}) + K_l C_O \ln \frac{L_{en}}{L_{ex}} \right] K_p, \quad (50)$$

где  $K_p$  - коэффициент, учитывающий влияние продольного перемешивания:  $K_p = 1,5$  при биологической очистке до  $L_{ex} = 15$  мг/л;  $K_p = 1,25$  при  $L_{ex} > 30$  мг/л;

$L_{mix}$  - БПК<sub>полн</sub>, определяемая с учетом разбавления рециркуляционным расходом:

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} R_i}{1 + R_i}; \quad (51)$$

здесь  $R_i$  - степень рециркуляции активного ила, определяемая по [формуле \(52\)](#); обозначения величин  $a_i$ ,  $\rho_{max}$ ,  $C_O$ ,  $L_{en}$ ,  $L_{ex}$ ,  $K_l$ ,  $K_O$ ,  $\varphi$ ,  $s$ , следует принимать по [формуле \(49\)](#).

П р и м е ч а н и е . Режим вытеснения обеспечивается при отношении длины коридоров  $l$  к ширине  $b$  свыше 30. При  $l/b < 30$  необходимо предусматривать секционирование коридоров с числом ячеек пять-шесть.

**6.145.** Степень рециркуляции активного ила  $R_i$ , в аэротенках следует рассчитывать по формуле

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i}, \quad (52)$$

где  $a_i$  - доза ила в аэротенке, г/л;

$J_i$  - иловый индекс, см<sup>3</sup>/г.

Примечания: 1. Формула справедлива при  $J_i < 175$  см<sup>3</sup>/г и  $a_i$  до 5 г/л.

2. Величина  $R_i$  должна быть не менее 0,3 для отстойников с илососами, 0,4 - с илоскребами, 0,6 - при самотечном удалении ила.

**6.146.** Величину илового индекса необходимо определять экспериментально при разбавлении иловой смеси до 1 г/л в зависимости от нагрузки на ил. Для городских и основных видов производственных сточных вод допускается определять величину  $J_i$  по [табл. 41](#).

Т а б л и ц а 41

Сточные воды	Иловый индекс $J_i$ , см <sup>3</sup> /г, при нагрузке на ил $q_i$ , мг/(г·сут)					
	100	200	300	400	500	600
Городские	130	100	70	80	95	130
Производственные:						
а) нефтеперерабатывающих заводов	-	120	70	80	120	160
б) заводов синтетического каучука	-	100	40	70	100	130
в) комбинатов искусственного волокна	-	300	200	250	280	400
г) целлюлозно-бумажных комбинатов	-	220	150	170	200	220
д) химкомбинатов азотной промышленности	-	90	60	75	90	120

Примечание. Для окситенков величина  $J_i$  должна быть снижена в 1,3-1,5 раза.

Нагрузку на ил  $q_i$ , мг БПК<sub>полн</sub> на 1 г беззольного вещества ила в сутки, надлежит рассчитывать по формуле

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_i(1-s)t_{at}}, \quad (53)$$

где  $t_{at}$  - период аэрации, ч.

**6.147.** При проектировании аэротенков с регенераторами продолжительность окисления органических загрязняющих веществ  $t_o$ , ч, надлежит определять по формуле

$$t_o = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1-s) \rho}, \quad (54)$$

где  $R_i$  - следует определять по [формуле \(52\)](#);

$a_r$  - доза ила в регенераторе, г/л, определяемая по формуле

$$a_r = a_i \left( \frac{1}{2R_i} + 1 \right), \quad (55)$$

$\rho$  - удельная скорость окисления для аэротенков - смесителей и вытеснителей, определяемая по [формуле \(49\)](#) при дозе ила  $a_r$ .

Продолжительность обработки воды в аэротенке  $t_{at}$ , ч, необходимо определять по формуле

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}. \quad (56)$$

Продолжительность регенерации  $t_r$ , ч, надлежит определять по формуле

$$t_r = t_o - t_{at}. \quad (57)$$

Вместимость аэротенка  $W_{at}$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_{at} = t_{at}(1 + R_i)q_w, \quad (58)$$

где  $q_w$  - расчетный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч.

Вместимость регенераторов  $W_r$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_r = t_r R_i q_w. \quad (59)$$

**6.148.** Прирост активного ила  $P_i$ , мг/л, в аэротенках надлежит определять по формуле

$$P_i = 0,8C_{cдр} + K_g L_{en}, \quad (60)$$

где  $C_{cдр}$  - концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л;

$K_g$  - коэффициент прироста; для городских и близких к ним по составу производственных сточных вод  $K_g = 0,3$ ; при очистке сточных вод в окситенках величина  $K_g$  снижается до 0,25.

**6.149.** Необходимо предусматривать возможность работы аэротенков с переменным объемом регенераторов.

**6.150.** Для аэротенков и регенераторов надлежит принимать:

число секций - не менее двух;

рабочую глубину - 3-6 м, свыше - при обосновании;

отношение ширины коридора к рабочей глубине - от 1:1 до 2:1.

**6.151.** Аэраторы в аэротенках допускается применять:

мелкопузырчатые - пористые керамические и пластмассовые материалы (филтросные пластины, трубы, диффузоры) и синтетические ткани;

среднепузырчатые - щелевые и дырчатые трубы;

крупнопузырчатые - трубы с открытым концом;

механические и пневмомеханические.

**6.152.** Число аэраторов в регенераторах и на первой половине длины аэротенков-вытеснителей надлежит принимать вдвое больше, чем на остальной длине аэротенков.

**6.153.** Заглубление аэраторов следует принимать в соответствии с давлением воздухоудовного оборудования и с учетом потерь в разводящих коммуникациях и аэраторах (см. [п. 5.34](#)).

**6.154.** В аэротенках необходимо предусматривать возможность опорожнения и устройства для выпуска воды из аэраторов.

**6.155.** При необходимости в аэротенках надлежит предусматривать мероприятия по локализации пены - орошение водой через брызгала или применение химических антивспенивателей.

Интенсивность разбрызгивания при орошении следует принимать по экспериментальным данным.

Применение химических антивспенивателей должно быть согласовано с органами санитарно-эпидемиологической службы и охраны рыбных запасов.

**6.156.** Рециркуляцию активного ила следует осуществлять эрлифтами или насосами.

**6.157.** Удельный расход воздуха  $q_{air}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> очищаемой воды, при пневматической системе аэрации надлежит определять по формуле

$$q_{air} = \frac{q_o(L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_o)}, \quad (61)$$

где  $q_o$  - удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК<sub>полн</sub>, принимаемый при очистке до БПК<sub>полн</sub> 15-20 мг/л - 1,1, при очистке до БПК<sub>полн</sub> свыше 20 мг/л - 0,9;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий тип аэратора и принимаемый для мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей аэрируемой зоны и аэротенка  $f_{az} / f_{at}$  по [табл. 42](#); для среднепузырчатой и низконапорной  $K_1 = 0,75$ ;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов  $h_a$  и принимаемый по [табл. 43](#);

$K_T$  - коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, который следует определять по формуле

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20), \quad (62)$$

здесь  $T_w$  - среднемесячная температура воды за летний период, °С;

$K_3$  - коэффициент качества воды, принимаемый для городских сточных вод 0,85; при наличии СПАВ принимается в зависимости от величины  $f_{az}/f_{at}$  по [табл. 44](#), для производственных сточных вод - по опытным данным, при их отсутствии допускается принимать  $K_3 = 0,7$ ;

$C_a$  - растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л, определяемая по формуле

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T, \quad (63)$$

здесь  $C_T$  - растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления, принимаемая по справочным данным;

$h_a$  - глубина погружения аэратора, м;

$C_O$  - средняя концентрация кислорода в аэротенке, мг/л; в первом приближении  $C_O$  допускается принимать 2 мг/л и необходимо уточнять на основе технико-экономических расчетов с учетом [формул \(48\)](#) и [\(49\)](#).

Площадь аэрируемой зоны для пневматических аэраторов включает просветы между ними до 0,3 м.

Интенсивность аэрации  $J_a$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч), надлежит определять по формуле

$$J_a = \frac{q_{air} H_{at}}{t_{at}}, \quad (64)$$

где  $H_{at}$  - рабочая глубина аэротенка, м;

$t_{at}$  - период аэрации, ч.

Если вычисленная интенсивность аэрации свыше  $J_{a,max}$  для принятого значения  $K_1$ , необходимо увеличить площадь аэрируемой зоны; если менее  $J_{a,min}$  для принятого значения  $K_2$  - следует увеличить расход воздуха, приняв  $J_{a,min}$  по [табл. 43](#).

**6.158.** При подборе механических, пневмомеханических и струйных аэраторов следует исходить из их производительности по кислороду, определенной при температуре 20 °С и отсутствии растворенного в воде кислорода, скорости потребления и массообменных свойств жидкости, характеризующих коэффициентами  $K_T$  и  $K_3$  и дефицитом кислорода  $(C_a - C_O)/C_a$  и определяемых по [п. 6.157](#).

Число аэраторов  $N_{ma}$  Для аэротенков и биологических прудов следует определять по формуле

$$N_{ma} = \frac{q_O (L_{en} - L_{ex}) W_{at}}{1000 K_T K_3 \left(\frac{C_a - C_O}{C_a}\right) t_{at} Q_{ma}}, \quad (65)$$

где  $W_{at}$  - объем сооружения, м<sup>3</sup>;

$Q_{ma}$  - производительность аэратора по кислороду, кг/ч, принимаемая по паспортным данным;

$t_{at}$  - продолжительность пребывания жидкости в сооружении, ч; значения остальных параметров следует принимать по [формуле \(61\)](#).

**Примечание.** При определенном числе механических аэраторов необходимо проверять их перемешивающую способность по поддержанию активного ила во взвешенном состоянии. Зону действия аэратора следует определять расчетом; ориентировочно она составляет 5-6 диаметров рабочего колеса.

**6.159.** Окситенки рекомендуется применять при условии подачи технического кислорода от кислородных установок промышленных предприятий. Допускается применение их и при строительстве кислородной станции в составе очистных сооружений.

Окситенки должны быть оборудованы механическими аэраторами, легким герметичным перекрытием, системой автоматической подпитки кислорода и продувки газовой фазы, что должно обеспечивать эффективность использования кислорода 90 %.

Таблица 42

$f_{az}/f_{at}$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1
$K_1$	1,34	1,47	1,68	1,89	1,94	2	2,13	2,3
$J_{a,max}, \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	5	10	20	30	40	50	75	100

Таблица 43

$h_a, \text{м}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	3	4	5	6
$K_2$	0,4	0,46	0,6	0,8	0,9	1	2,08	2,52	2,92	3,3
$J_{a,min}, \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	48	42	38	32	28	24	4	3,5	3	2,5

Таблица 44

$f_{az}/f_{at}$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1
$K_3$	0,59	0,59	0,64	0,66	0,72	0,77	0,88	0,99

Для очистки производственных сточных вод и их смеси с городскими сточными водами следует применять окситенки, совмещенные с илоотделителем. Объем зоны аэрации окситенка надлежит рассчитывать по [формулам \(48\) и \(49\)](#). Концентрацию кислорода в иловой смеси окситенка следует принимать в пределах 6-12 мг/л, дозу ила - 6-10 г/л.

### Вторичные отстойники. Илоотделители

**6.160.** Нагрузку на поверхность вторичных отстойников  $q_{ssb}, \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , после биофильтров всех типов следует рассчитывать по формуле

$$q_{ssb} = 3,6 K_{set} u_0, \quad (66)$$

где  $u_0$  - гидравлическая крупность биопленки; при полной биологической очистке  $u_0 = 1,4$  мм/с; значения коэффициента  $K_{set}$ , следует принимать по [п. 6.61](#).

При определении площади отстойников необходимо учитывать рециркуляционный расход.

**6.161.** Вторичные отстойники всех типов после аэротенков надлежит рассчитывать по гидравлической нагрузке  $q_{ssa}, \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , с учетом концентрации активного ила в аэротенке  $a_i$ , г/л, его индекса  $J_i$ , см<sup>3</sup>/г, и концентрации ила в осветленной воде  $a_t$ , мг/л, по формуле

$$q_{ssa} = \frac{4,5 K_{ss} H_{set}^{0,8}}{(0,1 J_i a_i)^{0,5-0,01 a_i}}, \quad (67)$$

где  $K_{ss}$  - коэффициент использования объема зоны отстаивания, принимаемый для радиальных отстойников - 0,4, вертикальных - 0,35, вертикальных с периферийным выпуском - 0,5, горизонтальных - 0,45;

$a_t$  - следует принимать не менее 10 мг/л,

$a_i$  - не более 15 г/л.

**6.162.** Конструктивные параметры отстойников надлежит принимать согласно [пп. 6.61-6.63](#).

**6.163.** Нагрузку на 1 м сборного водослива осветленной воды следует принимать не более 8-10 л/с.

**6.164.** Гидравлическую нагрузку на илоотделители для окситенков или аэротенков-отстойников, работающих в режиме осветлителей со взвешенным осадком, зависящую от параметра  $a_i J_i$ , следует принимать по [табл. 45](#).

Таблица 45

$a_i J_i$	100	200	300	400	500	600
$q_{ms}, \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	5,6	3,3	1,8	1,2	0,8	0,7

**6.165.** Расчет флотационных установок для разделения иловой смеси надлежит вести в зависимости от требуемой степени осветления по содержанию взвешенных веществ согласно [табл. 46](#).



Параметр	Содержание взвешенных веществ, мг/л		
	15	10	5
Продолжительность флотации, мин	40	50	60
Удельный расход воздуха, л/кг взвешенных веществ ила	4	6	9

Давление в напорном резервуаре следует принимать 0,6-0,9 МПа (6-9 кгс/см<sup>2</sup>), продолжительность насыщения 3-4 мин.

### Аэрационные установки на полное окисление (аэротенки с продленной аэрацией)

**6.166.** Аэрационные установки на полное окисление следует применять для биологической очистки сточных вод.

Перед подачей сточных вод на установку необходимо предусматривать задержание крупных механических примесей.

**6.167.** Продолжительность аэрации в аэротенках на полное окисление следует определять по [формуле \(48\)](#), при этом надлежит принимать:

$\rho$  - среднюю скорость окисления по БПК<sub>полн</sub> - 6 мг/(г·ч);

$a_i$  - дозу ила - 3-4 г/л;

$s$  - зольность ила - 0,35.

Удельный расход воздуха следует определять по [формуле \(61\)](#), при этом надлежит принимать:

$q_O$  - удельный расход кислорода, мг/мг снятой БПК<sub>полн</sub> - 1,25;

$K_1, K_2, K_T, K_3, C_a$  - по данным, приведенным в [п. 6.157](#).

**6.168.** Продолжительность пребывания сточных вод в зоне отстаивания при максимальном притоке должна составлять не менее 1,5 ч.

**6.169.** Количество избыточного активного ила следует принимать 0,35 кг на 1 кг БПК<sub>полн</sub>. Удаление избыточного ила допускается предусматривать как из отстойника, так и из аэротенка при достижении дозы ила 5-6 г/л.

Влажность ила, удаляемого из отстойника, равна 98 %, из аэротенка - 99,4 %.

**6.170.** Нагрузку на иловые площадки следует принимать как для осадков, сброженных в мезофильных условиях.

### Циркуляционные окислительные каналы

**6.171.** Циркуляционные окислительные каналы (ЦОК) следует предусматривать для биологической очистки сточных вод в районах с расчетной зимней температурой наиболее холодного периода не ниже минус 25 °С.

**6.172.** Продолжительность аэрации надлежит определять по [формуле \(48\)](#), при этом следует принимать  $\rho$  - среднюю скорость окисления по БПК<sub>полн</sub> 6 мг/(г·ч).

**6.173.** Для циркуляционных окислительных каналов следует принимать:

форму канала в плане О-образной;

глубину - около 1 м;

количество избыточного активного ила - 0,4 кг на 1 кг БПК<sub>полн</sub>;

удельный расход кислорода - 1,25 мг на 1 мг снятой БПК<sub>полн</sub>.

**6.174.** Аэрацию сточных вод в окислительных каналах следует предусматривать механическими аэраторами, устанавливаемыми в начале прямого участка канала.

Размеры аэраторов и параметры их работы надлежит принимать по паспортным данным в зависимости от производительности по кислороду и скорости воды в канале.

**6.175.** Скорость течения воды в канале  $v_{cc}$ , м/с, создаваемую аэратором, надлежит определять по формуле

$$v_{cc} = \sqrt{\frac{J_{air} l_{air}}{\omega_{cc} \left( \frac{n_1^2}{R^{3/4}} l_{cc} + 0,05 \sum \xi \right)}}, \quad (68)$$

где  $J_{air}$  - импульс давления аэратора, принимаемый по характеристике аэратора;

$l_{air}$  - длина аэратора, м;

$\omega_{cc}$  - площадь живого сечения канала, м<sup>2</sup>;

$n_1$  - коэффициент шероховатости; для бетонных стенок  $n_1 = 0,014$ ;

$R$  - гидравлический радиус, м;

$l_{cc}$  - длина канала, м;

$\sum \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений; для О-образного канала  $\sum \xi = 0,5$ .

Длину аэратора необходимо принимать не менее ширины канала по дну и не более ширины канала по зеркалу воды, число аэраторов - не менее двух.

**6.176.** Выпуск смеси сточных вод с активным илом из циркуляционных каналов во вторичный отстойник следует предусматривать самотеком, продолжительность пребывания сточных вод во вторичном отстойнике по максимальному расходу - 1,5 ч.

**6.177.** Из вторичного отстойника следует предусматривать непрерывную подачу возвратного активного ила в канал, подачу избыточного ила на иловые площадки - периодически.

**6.178.** Иловые площадки следует рассчитывать исходя из нагрузок для осадка, сброженного в мезофильных условиях.

### Поля фильтрации

**6.179.** Поля фильтрации для полной биологической очистки сточных вод надлежит предусматривать, как правило, на песках, супесях и легких суглинках.

Продолжительность отстаивания сточных вод перед поступлением их на поля фильтрации следует принимать не менее 30 мин.

**6.180.** Площадки для полей фильтрации необходимо выбирать: со спокойным и слабовыраженным рельефом с уклоном до 0,02; с расположением ниже течения грунтового потока от сооружений для забора подземных вод на расстоянии, равном величине радиуса депрессионной воронки, но не менее 200 м для легких суглинков, 300 м - для супесей и 500 м - для песков.

При расположении полей фильтрации выше по течению грунтового потока расстояние их до сооружений для забора подземных вод следует принимать с учетом гидрогеологических условий и требований санитарной охраны источника водоснабжения.

На территориях, граничащих с местами выклинивания водоносных горизонтов, а также при наличии трещиноватых пород и карстов, не перекрытых водоупорным споем, размещение полей фильтрации не допускается.

**6.181.** Нагрузку сточных вод на поля фильтрации надлежит принимать на основании данных опыта эксплуатации полей фильтрации, находящихся в аналогичных условиях.

Нагрузку бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод допускается принимать по [табл. 47](#).

Т а б л и ц а 47

Грунты	Среднегодовая температура воздуха, °С	Нагрузка сточных вод, м <sup>3</sup> /(га·сут) при залегании грунтовых вод на глубине, м		
		1,5	2	3
Легкие суглинки	От 0 до 3,5	-	55	60
	Св. 3,5 до 6	-	70	75
	« 6 « 11	-	75	85
	Св. 11	-	85	100
Супеси	От 0 до 3,5	80	85	100
	Св. 3,5 до 6	90	100	120
	« 6 « 11	100	110	130
	Св. 11	120	130	150
Пески	От 0 до 3,5	120	140	180
	Св. 3,5 до 6	150	175	225
	« 6 « 11	160	190	235
	Св. 11	180	210	250

Примечания: 1. Нагрузка указана для районов со среднегодовым количеством атмосферных осадков от 300 до 500 мм.

2. Нагрузку необходимо уменьшать для районов со среднегодовым количеством атмосферных осадков: 500-700 мм - на 15-25 %; свыше 700 мм, а также для I климатического района и IIIА климатического подрайона - на 25-30 %, при этом больший процент снижения нагрузки надлежит принимать при легких суглинистых, а меньший - при песчаных грунтах.

**6.182.** Площадь полей фильтрации в необходимых случаях надлежит проверять на намораживание сточных вод. Продолжительность намораживания следует принимать равной числу дней со среднесуточной температурой воздуха ниже минус 10 °С.

Величину фильтрации сточных вод в период их намораживания необходимо определять с уменьшением на величину коэффициента, приведенного в [табл. 48](#).

Т а б л и ц а 48

Грунты	Коэффициент снижения величины фильтрации в период намораживания
Легкие суглинки	0,3
Супеси	0,45
Пески	0,55

**6.183.** Необходимо предусматривать резервные карты, площадь которых должна быть обоснована в каждом отдельном случае и не должна превышать полезной площади полей фильтрации, %:

- в III и IV климатических районах - 10;
- во II климатическом районе - 20;
- в I « « - 25.

**6.184.** Дополнительную площадь для устройства сетей, дорог, оградительных валиков, древесных насаждений допускается принимать в размере до 25 % при площади полей фильтрации свыше 1000 га и до 35 % при площади их 1000 га и менее.

**6.185.** Размеры карт полей фильтрации надлежит определять в зависимости от рельефа местности, общей рабочей площади полей, способа обработки почвы. При обработке тракторами площадь одной карты должна быть не менее 1,5 га.

Отношение ширины карты к длине следует принимать от 1:2 до 1:4; при обосновании допускается увеличение длины карты.

**6.186.** На картах полей фильтрации, предназначенных для намораживания сточных вод, следует предусматривать выпуски талых вод на резервные карты.

**6.187.** Устройство дренажа (открытого или закрытого) на полях фильтрации обязательно при залегании грунтовых вод на глубине менее 1,5 м от поверхности карт независимо от характера грунта, а также и при большей глубине залегания грунтовых вод, при неблагоприятных фильтрационных свойствах грунтов, когда одни осушительные каналы (без устройства закрытого дренажа) не обеспечивают необходимого понижения уровня грунтовых вод.

**6.188.** При полях фильтрации надлежит предусматривать душевую, помещения для сушки спецодежды, для отдыха и приема пищи. На каждые 75-100 га площади полей фильтрации следует предусматривать будки для обогрева обслуживающего персонала.

### Поля подземной фильтрации

**6.189.** Поля подземной фильтрации следует применять в песчаных и супесчаных грунтах, при расположении оросительных труб выше уровня грунтовых вод не менее чем на 1 м и заглублении их не более 1,8 м и не менее 0,5 м от поверхности земли. Оросительные трубы рекомендуется укладывать на слой подсыпки толщиной 20-50 см из гравия, мелкого хорошо спекшегося котельного шлака, щебня или крупнозернистого песка.

Перед полями подземной фильтрации надлежит предусматривать установку септиков.

**6.190.** Общая длина оросительных труб определяется по нагрузке в соответствии с [табл. 49](#). Длину отдельных оросителей следует принимать не более 20 м.

Т а б л и ц а 49

Грунты	Среднегодовая температура воздуха, °С	Нагрузка, л/сут на 1 м оросительных труб полей подземной фильтрации, в зависимости от глубины наивысшего уровня грунтовых вод от лотка, м		
		1	2	3
Пески	До 6	16	20	22
	От 6,1 до 11	20	24	27
	Св. 11,1	22	26	30
Супеси	До 6	8	10	12
	От 6,1 до 11	10	12	14
	Св. 11,1	11	13	16

П р и м е ч а н и я : 1. Нагрузка указана для районов со среднегодовым количеством атмосферных осадков до 500 мм.

2. Нагрузку необходимо уменьшать, для районов со среднегодовым количеством осадков 500-600 мм - на 10-20 %, свыше 600 мм - на 20-30 %; для I климатического района и IIIA климатического подрайона - на 15 %. При этом больший процент снижения надлежит принимать при супесчаных грунтах, меньший - при песчаных.

3. При наличии крупнозернистой подсыпки толщиной 20-50 см нагрузку следует принимать с коэффициентом 1,2-1,5.

4. При удельном водоотведении свыше 150 л/сут на одного жителя или для объектов сезонного действия нормы нагрузок следует увеличивать на 20 %.

**6.191.** Для притока воздуха следует предусматривать на концах оросительных труб стояки диаметром 100 мм, возвышающиеся на 0,5 м над уровнем земли.

### Песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи

**6.192.** Песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи при количестве сточных вод не более 15 м<sup>3</sup>/сут следует проектировать в водонепроницаемых и слабофильтрующих грунтах при наивысшем уровне грунтовых вод на 1 м ниже лотка отводящей дрены.

Перед сооружениями необходимо предусматривать установку септиков.

Очищенную воду следует или собирать в накопители (с целью использования ее на орошение), или сбрасывать в водные объекты с соблюдением «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правил санитарной охраны прибрежных вод морей».

Расчетную длину фильтрующих траншей следует принимать в зависимости от расхода сточных вод и нагрузки на оросительные трубы, но не более 30 м, ширину траншеи понизу - не менее 0,5 м.

**6.193.** Песчано-гравийные фильтры надлежит проектировать в одну или две ступени. В качестве загрузочного материала одноступенчатых фильтров следует принимать крупно- и среднезернистый песок и другие материалы.

Загрузочным материалом в первой ступени двухступенчатого фильтра могут быть гравий, щебень, котельный шлак и другие материалы крупностью, принимаемой согласно п. 6.122, во второй ступени - аналогично одноступенчатому фильтру.

В фильтрующих траншеях в качестве загрузочного материала следует принимать крупно- и среднезернистый песок и другие материалы.

**6.194.** Нагрузку из оросительные трубы песчано-гравийных фильтров и фильтрующих траншей, а также толщину слоя загрузки следует принимать по [табл. 50](#).

Т а б л и ц а 50

Сооружение	Высота слоя загрузки, м	Нагрузка на оросительные трубы, л/(м·сут)
Одноступенчатый песчано-гравийный фильтр или вторая ступень двухступенчатого фильтра	1 - 1,5	80 - 100
Первая ступень двухступенчатого фильтра	1 - 1,5	150 - 200
Фильтрующая траншея	0,8 - 1	50 - 70

П р и м е ч а н и я : 1. Меньшие нагрузки соответствуют меньшей высоте.

2. Нагрузки указаны для районов со среднегодовой температурой воздуха от 3 до 6 °С.

3. Для районов со среднегодовой температурой воздуха выше 6 °С нагрузку следует увеличивать на 20-30 %, ниже 3 °С - уменьшать на 20-30 %.

4. При удельном водоотведении свыше 150 л/(чел·сут) нагрузку следует увеличивать на 20-30 %.

### **Фильтрующие колодцы**

**6.195.** Фильтрующие колодцы надлежит устраивать только в песчаных и супесчаных грунтах при количестве сточных вод не более 1 м<sup>3</sup>/сут. Основание колодца должно быть выше уровня грунтовых вод не менее чем на 1 м.

Примечания: 1. При использовании подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения возможность устройства фильтрующих колодцев решается в зависимости от гидрогеологических условий и по согласованию с органами Министерства геологии и санитарно-эпидемиологической службой.

2. Перед колодцами необходимо предусматривать септики.

**6.196.** Фильтрующие колодцы следует проектировать из железобетонных колец, кирпича усиленного обжига или бутового камня. Размеры в плане должны быть не более 2×2 м, глубина - 2,5 м.

Ниже подводящей трубы следует предусматривать:

донный фильтр высотой до 1 м из гравия, щебня, спекшегося шлака и других материалов - внутри колодца;

обсыпку из тех же материалов - у наружных стенок колодца;

отверстия для выпуска профильтровавшейся воды - в стенках колодца.

В покрытии колодца надлежит предусматривать люк диаметром 700 мм и вентиляционную трубу диаметром 100 мм.

**6.197.** Расчетную фильтрующую поверхность колодца надлежит определять как сумму площадей дна и поверхности стенки колодца на высоту фильтра. Нагрузка на 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности должна приниматься 80 л/сут в песчаных грунтах и 40 л/сут в супесчаных.

Нагрузку следует увеличивать: на 10-20 % - при устройстве фильтрующих колодцев в средне- и крупнозернистых песках или при расстоянии между основанием колодца и уровнем грунтовых вод свыше 2 м; на 20 % - при удельном водоотведении свыше 150 л/(чел·сут) и среднезимней температуре сточных вод выше 10 °С.

Для объектов сезонного действия нагрузка может быть увеличена на 20 %.

### **Биологические пруды**

**6.198.** Биологические пруды надлежит применять для очистки и глубокой очистки городских, производственных и поверхностных сточных вод, содержащих органические вещества.

**6.199.** Биологические пруды допускается проектировать как с естественной, так и с искусственной аэрацией (пневматической или механической).

**6.200.** При очистке в биологических прудах сточные воды не должны иметь БПК<sub>полн</sub> свыше 200 мг/л - для прудов с естественной аэрацией и свыше 500 мг/л - для прудов с искусственной аэрацией.

При БПК<sub>полн</sub> свыше 500 мг/л следует предусматривать предварительную очистку сточных вод.

**6.201.** В пруды для глубокой очистки допускается направлять сточную воду после биологической или физико-химической очистки с БПК<sub>полн</sub> не более 25 мг/л - для прудов с естественной аэрацией и не более 50 мг/л - для прудов с искусственной аэрацией.

**6.202.** Перед прудами для очистки надлежит предусматривать решетки с прозорами не более 16 мм и отстаивание сточных вод в течение не менее 30 мин.

После прудов с искусственной аэрацией необходимо предусматривать отстаивание очищенной воды в течение 2-2,5 ч.

**6.203.** Биологические пруды следует устраивать на нефилтрующих или слабофилтрующих грунтах. При неблагоприятных в фильтрационном отношении грунтах следует осуществлять противофильтрационные мероприятия.

**6.204.** Биологические пруды следует располагать с подветренной по отношению к жилой застройке стороны господствующего направления ветра в теплое время года. Направление движения воды в пруде должно быть перпендикулярным этому направлению ветра.

**6.205.** Биологические пруды следует проектировать не менее чем из двух параллельных секций с 3-5 последовательными ступенями в каждой, с возможностью отключения любой секции пруда для чистки или профилактического ремонта без нарушения работы остальных.

**6.206.** Отношение длины к ширине пруда с естественной аэрацией должно быть не менее 20. При меньших отношениях надлежит предусматривать конструкции впускных и выпускных устройств, обеспечивающие движение воды по всему живому сечению пруда.

**6.207.** В прудах с искусственной аэрацией отношение сторон секций может быть любым, при этом аэрирующие устройства должны обеспечивать движение воды в любой точке пруда со скоростью не менее 0,05 м/с. Форма прудов в плане зависит от типа аэраторов: для пневматических или механических прудов могут быть прямоугольными, для самодвижущихся механических - круглыми.

**6.208.** Отметка лотка перепускной трубы из одной ступени в другую должна быть выше дна на 0,3-0,5 м.

Выпуск очищенной воды следует осуществлять через сборное устройство, расположенное ниже уровня воды на 0,15-0,2 глубины пруда.

**6.209.** Хлорировать воду следует, как правило, после прудов. В отдельных случаях (при длине прокладки трубопровода хлорной воды свыше 500 м или необходимости строительства отдельной хлораторной и т. п.) допускается хлорирование перед прудами.

Концентрация остаточного хлора в воде после контакта не должна превышать 0,25-0,5 г/м<sup>3</sup>.

**6.210.** Рабочий объем пруда надлежит определять по времени пребывания в нем среднесуточного расхода сточных вод.

**6.211.** Время пребывания воды в пруде с естественной аэрацией  $t_{lag}$ , сут, следует определять по формуле

$$t_{lag} = \frac{1}{K_{lag} k} \sum_{i=1}^{N-1} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}} + \frac{1}{K'_{lag} k'} \lg \frac{L'_{en} - L_{fin}}{L'_{ex} - L_{fin}}, \quad (69)$$

где  $N$  - число последовательных ступеней пруда;

$K_{lag}$  - коэффициент объемного использования каждой ступени пруда;

$K'_{lag}$  - то же, последней ступени;

$K_{log}$  и  $K'_{log}$  принимаются для искусственных прудов с отношением длины секций к ширине 20:1 и более - 0,8-0,9, при отношении 1:1 - 3:1 или для прудов, построенных на основе естественных местных водоемов (озер, запруд и т. п.), - 0,35, для промежуточных случаев определяются интерполяцией;

$L_{en}$  - БПК<sub>полн</sub> воды, поступающей в данную ступень пруда;

$L_{en}$  - то же, для последней ступени;

$L_{ex}$  - БПК<sub>полн</sub> воды, выходящей из данной ступени пруда;

$L_{ex}$  - то же, для последней ступени;

$L_{fin}$  - остаточная БПК<sub>полн</sub>, обусловленная внутриводоемными процессами и принимаемая летом 2-3 мг/л (для цветущих прудов - до 5 мг/л), зимой - 1-2 мг/л;

$k$  - константа скорости потребления кислорода, сут; для производственных сточных вод устанавливается экспериментальным путем; для городских и близких к ним по составу производственных сточных вод при отсутствии экспериментальных данных  $k$  для всех промежуточных секций очистного пруда может быть принята равной 0,1 сут<sup>-1</sup>, для последней ступени  $k = 0,07$  сут<sup>-1</sup> (при температуре воды 20 °С).

Для прудов глубокой очистки  $k$  следует принимать, сут<sup>-1</sup>: для 1-й ступени - 0,07; для 2-й ступени - 0,06; для остальных ступеней пруда - 0,05-0,04; для одноступенчатого пруда  $k = 0,06$  сут<sup>-1</sup>.

Для температур воды, отличающихся от 20 °С, значение  $k$  должно быть скорректировано по формулам:

для температуры воды от 5 до 30 °С

$$k_T = k \cdot 1,047^{T-20}; \quad (70)$$

для температуры воды от 0 до 5 °С

$$k_T = k [1,12(T+1)^{-0,022}]^{T-20}, \quad (71)$$

где  $k$  - коэффициент, определяемый в лабораторных условиях при температуре воды 20 °С.

**6.212.** Общую площадь зеркала воды пруда  $F_{lag}$ , м<sup>2</sup>, с естественной аэрацией надлежит определять по формуле

$$F_{lag} = \frac{Q_w C_a (L_{en} - L_{ex})}{K_{lag} (C_a - C_{ex}) r_a}, \quad (72)$$

где  $Q_w$  - расход сточных вод, м<sup>3</sup>·сут;

$C_a$  - следует определять по [формуле \(63\)](#);

$C_{ex}$  - концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда, мг/л;

$r_a$  - величина атмосферной аэрации при дефиците кислорода, равном единице, принимаемая 3-4 г/(м<sup>2</sup>·сут);

$L_{en}$ ,  $L_{ex}$ ,  $K_{lag}$  - следует принимать по [формуле \(69\)](#).

**6.213.** Расчетную глубину пруда  $H_{lag}$ , м, с естественной аэрацией следует определять по формуле

$$H_{lag} = \frac{K_{lag} (C_a - C_{ex}) r_a t_{lag}}{C_a (L_{en} - L_{ex})}. \quad (73)$$

Рабочая глубина пруда не должна превышать, м: при  $L_{en}$  свыше 100 мг/л - 0,5, при  $L_{en}$  до 100 мг/л - 1; для прудов глубокой очистки с  $L_{en}$  от 20 до 40 мг/л - 2, с  $L_{en}$  до 20 мг/л - 3. При возможности замерзания пруда зимой  $H$  должна быть увеличена на 0,5 м.

**6.214.** Время пребывания воды  $t_{lag}$ , сут, глубокой очистки в пруде с искусственной аэрацией надлежит определять по формуле

$$t_{lag} = \frac{N}{2,3 k_d} \left( \sqrt{\frac{L_{en}}{L_{en} - L_{fin}}} - 1 \right), \quad (74)$$

где  $k_d$  - динамическая константа скорости потребления кислорода, равная:

$$k_d = \beta_1 k, \quad (75)$$

здесь  $\beta_1$  - коэффициент, зависящий от скорости  $v_{lag}$ , м/с, движения воды в пруде, создаваемой аэрирующими устройствами или перемещением воды по коридорам лабиринтного типа; величина  $\beta_1$ , определяется по формуле

$$\beta_1 = 1 + 120 v_{lag}. \quad (76)$$

Если  $v_{lag} > 0,05$  м/с, то  $\beta_1 = 7$ .

**6.215.** Для повышения глубины очистки воды до БПК<sub>полн</sub> 3 мг/л и снижения содержания в ней биогенных элементов (азота и фосфора) рекомендуется применение в пруде высшей водной растительности - камыша, рогоза, тростника и др. Высшая водная растительность должна быть размещена в последней секции пруда.



Площадь, занимаемую высшей водной растительностью, допускается определять по нагрузке, составляющей 10 000 м<sup>3</sup>/сут на 1 га при плотности посадки 150-200 растений на 1 м<sup>2</sup>.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ НАСЫЩЕНИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КИСЛОРОДОМ

**6.216.** При необходимости дополнительного насыщения очищенных сточных вод кислородом перед спуском их в водный объект следует предусматривать специальные устройства: при наличии свободного перепада уровней между площадкой очистных сооружений и горизонтом воды в водном объекте - многоступенчатые водосливы-аэраторы, быстотоки и др., в остальных случаях - барботажные сооружения.

**6.217.** При проектировании водосливов-аэраторов следует принимать:  
водосливные отверстия - в виде тонкой зубчатой стенки с зубчатым щитом над ней (зубья стенки и щита обращены один к другому остриями);

высоту зубьев - 50 мм, угол при вершине - 90°;

высоту отверстия между остриями зубьев - 50 мм;

длину колодца нижнего бьефа - 4 м, глубину - 0,8 м;

удельный расход воды -  $q_w = 120 - 160$  л/с на 1 м длины водослива;

напор воды на водосливе  $h_w$ , м (от середины зубчатого отверстия), - по формуле

$$h_w = \left( \frac{q_w}{225} \right)^2. \quad (77)$$

**6.218.** Число ступеней водосливов-аэраторов  $N_{wa}$  и величина перепада уровней  $z_{st}$ , м, на каждой ступени, необходимые для обеспечения потребной концентрации кислорода  $C_{ex}$ , мг/л, в сточной воде на выпуске в водный объект, определяются последовательным подбором из соотношения

$$\frac{C_a - C_{ex}}{C_a - C_s} = \varphi_{20}^{N_{wa} K_T K_3}, \quad (78)$$

где  $C_a$  - растворимость кислорода в жидкости, определяемая по [п. 6.157](#);

$C_{ex}$  - концентрация кислорода в очищенной сточной жидкости, которая должна быть обеспечена на выпуске в водоем;

$C_s$  - концентрация кислорода в сточной воде перед сооружением для насыщения; при отсутствии данных  $C_s = 0$ ;

$N_{wa}$  - число ступеней водосливов;

$K_T, K_3$  - коэффициенты, принимаемые по [п. 6.157](#);

$\varphi_{20}$  - коэффициент, учитывающий эффективность аэрации на водосливах в зависимости от перепада уровней и принимаемый по [табл. 51](#).

Т а б л и ц а 51

$z_{st}$ , м	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\varphi_{20}$	0,71	0,65	0,59	0,55	0,52

**6.219.** При проектировании барботажных сооружений надлежит принимать:

число ступеней - 3-4;

аэраторы - мелкопузырчатые или среднепузырчатые;

расположение аэраторов - равномерное по дну сооружения;

интенсивность аэрации - не более 100 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч).

**6.220.** Удельный расход воздуха в барботажных сооружениях  $q_b$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$q_b = \frac{N_b}{K_1 K_2 K_3 K_T} \left[ \left( \frac{C_a - C_{ex}}{C_a - C_s} \right)^{1/N_b} - 1 \right], \quad (79)$$

где  $N_b$  - число ступеней аэрации;

$C_a, K_1$  - следует принимать по [п. 6.157](#);  
 $K_2, K_3, K_T, C_{ex}, C_s$  - следует принимать по [п. 6.218](#).

## ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД

**6.221.** Обеззараживание бытовых сточных вод и их смеси с производственными следует производить после их очистки.

При совместной биологической очистке бытовых и производственных сточных вод, но раздельной их механической очистке допускается при обосновании предусматривать обеззараживание только бытовых вод после их механической очистки с дехлорированием их перед подачей на сооружения биологической очистки.

**6.222.** Обеззараживание сточных вод следует производить хлором, гидрохлоритом натрия, получаемым на месте в электролизерах, или прямым электролизом сточных вод.

**6.223.** Расчетную дозу активного хлора следует принимать,  $г/м^3$ :  
после механической очистки - 10;  
после механохимической очистки при эффективности отстаивания свыше 70 % и неполной биологической очистки - 5;  
после полной биологической, физико-химической и глубокой очистки - 3.

Примечания: 1. Дозу активного хлора надлежит уточнять в процессе эксплуатации, при этом количество остаточного хлора в обеззараженной воде после контакта должно быть не менее  $1,5 г/м^3$ .

2. Хлорное хозяйство очистных сооружений должно обеспечивать возможность увеличения расчетной дозы хлора в 1,5 раза без изменения вместимости складов для реагентов.

**6.224.** Хлорное хозяйство и электролизные установки на очистных сооружениях следует проектировать согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**6.225.** Установки прямого электролиза при обосновании допускается использовать после биологической или физико-химической очистки сточных вод.

**6.226.** Электрооборудование и шкаф управления следует располагать в отапливаемом помещении, которое допускается блокировать с другими помещениями очистных сооружений.

**6.227.** Для смешения сточной воды с хлором следует применять смесители любого типа.

**6.228.** Продолжительность контакта хлора или гипохлорита со сточной водой в резервуаре или в отводящих лотках и трубопроводах надлежит принимать 30 мин.

**6.229.** Контактные резервуары необходимо проектировать как первичные отстойники без скребков; число резервуаров - не менее двух. Допускается предусматривать барботаж воды сжатым воздухом при интенсивности  $0,5 м^3/(м^2 \cdot ч)$ .

**6.230.** При обеззараживании сточных вод после биологических прудов следует выделять отсек для контакта сточной воды с хлором.

**6.231.** Количество осадка, выпадающего в контактных резервуарах, следует принимать, л на  $1 м^3$  сточной воды, при влажности 98 %:

после механической очистки - 1,5;  
после биологической очистки в аэротенках и на биофильтрах - 0,5.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

### Общие указания

**6.232.** Сооружения предназначены для обеспечения более глубокой очистки городских и производственных сточных вод и их смеси, прошедших биологическую очистку, а также для производственных сточных вод после механической, химической или физико-химической очистки перед сбросом в водные объекты или повторным использованием их в производстве или сельском хозяйстве.

**6.233.** В качестве сооружений для глубокой очистки сточных вод могут быть применены фильтры с зернистой загрузкой различных конструкций, сетчатые барабанные фильтры, биологические пруды, сооружения для насыщения сточных вод кислородом.

Выбор типа сооружений надлежит производить с учетом качества исходных сточных вод, требований к степени их очистки, наличия фильтрующих материалов и т. п.

**6.234.** Проектирование биологических прудов надлежит производить согласно [пп. 6.198-6.215](#).

### **Фильтры с зернистой загрузкой**

**6.235.** Фильтры с зернистой загрузкой рекомендуются следующих конструкций: однослойные, двухслойные и каркасно-засыпные (КЗФ).

В зависимости от конструкции и климатических условий фильтры следует располагать на открытом воздухе или в помещении. При расположении фильтров на открытом воздухе трубопроводы, запорная арматура, насосы и прочие коммуникации должны располагаться в проходных галереях.

**6.236.** В качестве фильтрующего материала допускается использовать кварцевый песок, гравий, гранитный щебень, гранулированный доменный шлак, антрацит, керамзит, полимеры, а также другие зернистые загрузки, обладающие необходимыми технологическими свойствами, химической стойкостью и механической прочностью.

**6.237.** Расчет конструктивных элементов фильтров надлежит производить согласно [СНиП 2.04.02-84](#) и настоящим нормам.

**6.238.** Расчетные параметры фильтров с зернистой загрузкой для глубокой очистки городских и близких к ним по составу производственных сточных вод после биологической очистки следует принимать по [табл. 52](#).

Расчет площади фильтров надлежит производить по максимальному часовому притоку за вычетом допустимой неравномерности, равной 15 %.

**6.239.** При проектировании фильтров с зернистой загрузкой следует предусматривать:

при подаче сточных вод после биологической очистки - установку перед фильтрами (кроме КЗФ) барабанных сеток;

водовоздушную промывку для однослойных, водяную - для двухслойных, водовоздушную или водяную - для каркасно-засыпных фильтров; при этом промывку следует осуществлять нехлорированной фильтрованной водой;

Таблица 52

Фильтр	Параметры фильтрующей загрузки				Высота слоя, м	Скорость фильтрования, м/ч, при режиме		Интенсивность промывки, л/(с·м <sup>2</sup> )	Продолжительность этапа промывки, мин	Эффект очистки, %		
	Фильтрующий материал	гранулометрическая характеристика загрузки $d$ , мм				нормально м	форсированно м			по БПК <sub>полн</sub>	по взвешенным веществам	
		минимальная	максимальная	эквивалентная								
Однослойный мелкозернистый с подачей воды сверху вниз	Кварцевый песок	1,2	2	1,5 - 1,7	1,2 - 1,3	6 - 7	7 - 8	Воздух (18-20)	2	50 - 60	70 - 75	
	Поддерживающие слои - гравий	2	5	-	0,15 - 0,2	16	18	Воздух (18-20) и вода (3-5)	10 - 12			
		5	10	-	0,1 - 0,15				Вода (7)			6 - 8
		10	20	-	0,1 - 0,15							
		20	40	-	0,2 - 0,25							
Однослойный крупнозернистый с подачей воды сверху вниз	Гранитный щебень	3	10	5,5	1,2	16	18	Воздух (16)	3	35 - 40	45 - 50	
		Воздух (16) и вода (10)	4									
		Вода (15)	3									
Двухслойный с подачей воды сверху вниз	Антрацит или керамзит	1,2	2	-	0,4 - 0,5	7 - 8	9 - 10	Вода (14-16)	10 - 12	60 - 70	70 - 80	
	Кварцевый песок	0,7	1,6	-	0,6 - 0,7							
		Поддерживающие слои - гравий	2	5	-	0,15 - 0,25						
			5	10	-	0,1 - 0,15						
			10	20	-	0,1 - 0,15						
20	40	-	0,2 - 0,25									
Каркасно-засыпной (КЗФ)	Кварцевый песок	0,8	1	-	0,9	10	15	Воздух (14-16) и вода (6-8)	5 - 7	70	70 - 80	
	Каркас - гравий	1	40	-	1,8	Вода (14-16)	3					
		40	60	-	0,5							

вместимость резервуаров промывной воды и грязных вод от промывки фильтров - не менее чем на две промывки;

при необходимости - насыщение фильтрованной воды кислородом согласно [пп. 6.216-6.220](#);

трубчатые распределительные дренажные системы большого сопротивления;  
для фильтров с подачей воды сверху вниз - устройство гидравлического или механического взрыхления верхнего слоя загрузки.

**6.240.** Для предотвращения биологического обрастания фильтров с зернистой загрузкой необходимо предусматривать предварительное хлорирование поступающих сточных вод дозой до 2 мг/л и периодическую обработку фильтра (2-3 раза в год) хлорной водой с содержанием хлора до 150 мг/л при периоде контакта 24 ч.

**6.241.** Проектирование фильтров с зернистой загрузкой для глубокой очистки производственных сточных вод следует производить по данным технологических исследований.

### Фильтры с полимерной загрузкой

**6.242.** Фильтры «Полимер» следует применять для очистки производственных сточных вод от масел и нефтепродуктов, не находящихся а них в виде стойких эмульсий.

Фильтры допускается применять для очистки дождевых вод.

**6.243.** Допустимая концентрация масел и нефтепродуктов в исходной воде до 150 мг/л, взвешенных веществ - до 100 мг/л. Концентрация этих веществ в очищенной воде - до 10 мг/л.

**6.244.** В качестве загрузки надлежит принимать пенополиуретан крупностью 20×20×20 мм, плотностью 46-50 кг/м<sup>3</sup>, высотой слоя 2 м. Скорость фильтрования до 25 м/ч.

**6.245.** Фильтры следует размещать в здании с температурой воздуха не ниже 5 °С.

### Сетчатые барабанные фильтры

**6.246.** Сетчатые барабанные фильтры следует применять для механической очистки производственных сточных вод, для установки перед фильтрами глубокой очистки сточных вод (барабанные сетки), а также в качестве самостоятельных сооружений глубокой очистки (микрофильтры). Степень очистки сточных вод, достигаемую на сетчатых барабанных фильтрах, допускается принимать по [табл. 53](#).

Т а б л и ц а 53

Сетчатые барабанные фильтры	Снижение содержания загрязняющих веществ, %	
	по взвешенным веществам	по БПК <sub>полн</sub>
Микрофильтры	50-60	25-30
Барабанные сетки	20-25	5-10

**6.247.** При применении барабанных сеток для механической очистки сточных вод в исходной воде должны отсутствовать вещества, затрудняющие промывку сетки (смолы, жиры, масла, нефтепродукты и пр.), а содержание взвешенных веществ не должно превышать 250 мг/л.

При использовании микрофильтров для глубокой очистки городских сточных вод содержание взвешенных веществ в исходной воде должно быть не более 40 мг/л.

**6.248.** Число резервных сетчатых барабанных фильтров надлежит принимать по [табл. 54](#).

Барабанные фильтры	Число	
	рабочих	резервных
Микрофильтры	До 4	1
	Св. 4	2
Барабанные сетки	До 6	1
	Св. 6	2

**6.249.** При применении сетчатых барабанных фильтров надлежит:

производительность и конструкцию принимать по паспортным данным заводо-изготовителей или по рекомендациям научно-исследовательских организаций;

предусматривать промывку водой, прошедшей сетчатые барабанные фильтры при давлении 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>);

постоянную с расходом для микрофильтров - 3-4 % расчетной производительности установки, барабанных сеток для механической очистки сточных вод - 1-1,5 %;

периодическую для барабанных сеток в схеме глубокой очистки сточных вод с числом промывок 8-12 раз в сутки, продолжительностью промывки 5 мин, расходом промывной воды 0,3-0,5 % расчетной производительности барабанной сетки.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

### Нейтрализация сточных вод

**6.250.** Сточные воды, величина рН которых ниже 6,5 или выше 8,5, перед отводом в канализацию населенного пункта или в водный объект подлежат нейтрализации.

Нейтрализацию следует осуществлять смешением кислых и щелочных сточных вод, введением реагентов или фильтрованием их через нейтрализующие материалы.

**6.251.** Дозу реагентов надлежит определять из условия полной нейтрализации содержащихся в сточных водах кислот или щелочей и выделения в осадок соединений тяжелых металлов по уравнению соответствующей реакции. Избыток реагента должен составлять 10 % расчетного количества.

При определении дозы реагента необходимо учитывать взаимную нейтрализацию кислот и щелочей, а также щелочной резерв бытовых сточных вод или водоема (водотока).

**6.252.** В качестве реагентов для нейтрализации кислых сточных вод следует применять гидроксид кальция (гашеную известь) в виде 5 % по активной окиси кальция известкового молока или отходы щелочей (едкого натра или калия).

Проектирование установок для приготовления известкового молока надлежит выполнять согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**6.253.** Для подкисления и нейтрализации щелочных сточных вод рекомендуется применять техническую серную кислоту.

**6.254.** Для выделения осадка следует предусматривать отстойники со временем пребывания в них сточных вод в течение 2 ч.

**6.255.** Количество сухого вещества осадка  $M$ , кг/м<sup>3</sup>, образующегося при нейтрализации 1 м<sup>3</sup> сточной воды, содержащей свободную серную кислоту и соли тяжелых металлов, надлежит определять по формуле

$$M = \frac{100 - A}{A} (A_1 + A_2) + A_3 + (E_1 + E_2 - 2), \quad (80)$$

где  $A$  - содержание активной СаО в используемой извести, %;

$A_1$  - количество активной СаО, необходимой для осаждения металлов, кг/м<sup>3</sup>;

$A_2$  - количество активной СаО, необходимой для нейтрализации свободной серной кислоты, кг/м<sup>3</sup>;

$A_3$  - количество образующихся гидроксидов металлов, кг/м<sup>3</sup>;

$E_1$  - количество сульфата кальция, образующегося при осаждении металлов, кг/м<sup>3</sup>;  
 $E_2$  - количество сульфата кальция, образующегося при нейтрализации свободной кислоты, кг/м<sup>3</sup>.

Примечание. Третий член в формуле не учитывается, если его значение отрицательное.

**6.256.** Объем осадка, образующегося при нейтрализации 1 м<sup>3</sup> сточной воды,  $W_{mud}$ , %, определяется по формуле

$$W_{mud} = \frac{10M}{100 - P_{mud}}, \quad (81)$$

где  $P_{mud}$  - влажность осадка, %.

Влажность осадка должна быть менее или равна разности 100 за вычетом количества сухого вещества, выраженного в процентах.

**6.257.** Осадок, выделенный в отстойниках, надлежит обезвоживать на шламовых площадках, вакуум-фильтрах или фильтр-прессах. При проектировании отстойников и сооружений по обезвоживанию следует руководствоваться требованиями соответствующих разделов настоящих норм.

**6.258.** Все резервуары, трубопроводы, оборудование, соприкасающиеся с агрессивными средами, должны быть защищены соответствующей изоляцией.

#### Реагентные установки

**6.259.** Реагентную обработку необходимо применять для интенсификации процессов удаления из сточных вод грубодисперсных, коллоидных и растворенных примесей в процессе физико-химической очистки, а также для обезвреживания хром- и цианосодержащих сточных вод.

В случае содержания биогенных элементов в сточных водах, подлежащих биологической очистке, ниже норм, указанных в п. 6.2, следует предусматривать их искусственное пополнение (биогенную подпитку).

**6.260.** В качестве реагентов следует применять коагулянты (соли алюминия или железа), известь, флокулянты (водорастворимые органические полимеры неионогенного, анионного и катионного типов).

**6.261.** Вид реагента и его дозу надлежит принимать по данным научно-исследовательских организаций в зависимости от характера загрязнений сточных вод, необходимой степени их удаления, местных условий и т. п. Для сточных вод некоторых отраслей промышленности и городских сточных вод дозы реагентов допускается принимать по [табл. 55](#).

Таблица 55

Сточные воды	Загрязняющие вещества	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л	Реагенты	Доза реагента, мг/л				
				известки	солей алюминия	солей железа	анионного флокулянта по активному полимеру	катионного флокулянта по активному полимеру
Нефтеперерабатывающих заводов, нефтеперевалочных баз	Нефтепродукты	До 100	Соли алюминия совместно с анионным флокулянтом или без него, катионные флокулянты	-	50 - 75	-	0,5	2,5 - 5
		100 - 200		-	75 - 100	-	1,0	5 - 10
		200 - 300		-	100 - 150	-	1,5	10 - 15
Машиностроительных,	Масла	До 600	Соли	-	50 - 300	50 -	0,5 - 2	5 - 20



Сточные воды	Загрязняющие вещества	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л	Реагенты	Доза реагента, мг/л				
				известки	солей алюминия	солей железа	анионного флокулянта по активному полимеру	катионного флокулянта по активному полимеру
коксохимических заводов			алюминия или железа совместно с анионным флокулянтом или без него, катионные флокулянты			300		
Пищевой промышленности, шерстомойных фабрик, заводов металлообрабатывающих, синтетических волокон	Эмульсии масел и жиров	100	Соли	-	150	150	-	-
		300	алюминия	-	300	300	0,5 - 3	-
		500	или железа	-	500	500	0,5 - 3	-
		1000	совместно с анионным флокулянтом или без него	-	700	700	0,5 - 3	-
Целлюлозно-бумажной промышленности	Цветность (сульфатный лигнин), град ПКШ	950	То же	-	250	250	-	-
		1450		-	275	275	-	-
		2250		-	400 - 500	400 - 500	-	-
	Цветность (лигносульфат), град ПКШ	1000	Известь СаО	1000	-	-	-	-
		2000		2500	-	-	-	-
Шламовые воды углеобогажительных фабрик, шахтные воды	Суспензия угольных частиц	До 100	Анионный флокулянт	-	-	-	2 - 5	-
		100 - 500		-	-	-	5 - 10	-
		500 - 1000		-	-	-	10 - 15	-
		1000 - 2000		-	-	-	15 - 25	-
Бумажных и картонных фабрик	Суспензия целлюлозы	До 1000	Соли алюминия совместно с анионным флокулянтом	-	50 - 300	-	0,5 - 2	-
			Катионный флокулянт	-	-	-	-	2,5 - 20
Городские и бытовые	БПК <sub>полн</sub>	До 300	Соли алюминия совместно с анионным флокулянтом или без него	-	30 - 40*	-	0,5 - 1,0	-
				-	40 - 50*	-	-	-
			Взвешенные вещества	До 350	Соли железа совместно с анионным флокулянтом или без него	-	-	40 - 50**
				-	-	100 - 150**	0,5 - 1,0	-
				-	-	* 50 - 70***	-	-
			Катионный флокулянт	-	-	-	-	10 - 20

Примечание. Дозы реагентов приведены по товарному продукту, флокулянтов - по активному полимеру, за исключением: \* - по  $Al_2O_3$ , \*\* - по  $FeSO_4$ , \*\*\* - по  $FeCl_3$ .

**6.262.** При обработке воды коагулянтами необходимо поддерживать оптимальное значение рН подкислением или подщелачиванием ее.

Для городских вод при рН до 7,5 следует применять соли алюминия, при рН свыше 7,5 - соли железа.

**6.263.** Приготовление, дозирование и ввод реагентов в сточную воду надлежит предусматривать согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**6.264.** Смешение реагентов со сточной водой следует предусматривать в гидравлических смесителях или в подводящих воду трубопроводах согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

Допускается применять смешение в механических смесителях или в насосах, подающих сточную воду на очистные сооружения.

В случае использования в качестве реагентов железного купороса следует использовать аэрируемые смесители, аэрируемые песколовки или преаэраторы, обеспечивающие перевод закиси железа в гидрат окиси. Время пребывания в смесителе в этом случае должно быть не менее 7 мин, интенсивность подачи воздуха 0,7-0,8 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> обрабатываемой сточной воды в 1 мин, глубина смесителя 2-2,5 м.

**6.265.** В камерах хлопьеобразования надлежит применять механическое или гидравлическое перемешивание.

Рекомендуется использовать камеры хлопьеобразования, состоящие из отдельных отсеков с постепенно уменьшающейся интенсивностью перемешивания.

**6.266.** Время пребывания в камерах хлопьеобразования следует принимать, мин: при отделении скоагулированных взвешенных веществ отстаиванием для коагулянтов - 10-15, для флокулянтов - 20-30, при очистке сточной воды флотацией для коагулянтов - 3-5, для флокулянтов - 10-20.

**6.267.** Интенсивность смешения сточных вод с реагентами в смесителях и камерах хлопьеобразования следует оценивать по величине среднего градиента скорости, которая составляет, с<sup>-1</sup>:

для смесителей с коагулянтами - 200, с флокулянтами - 300-500;

для камер хлопьеобразования: при отстаивании для коагулянтов и флокулянтов - 25-50; при флотации - 50-75.

**6.268.** Отделение скоагулированных примесей от воды следует осуществлять отстаиванием, флотацией, центрифугированием или фильтрованием, проектируемыми согласно настоящим нормам.

### **Обезвреживание цианосодержащих сточных вод**

**6.269.** Для обезвреживания сильнотоксических цианидов (простых цианидов, синильной кислоты, комплексных цианидов цинка, меди, никеля, кадмия) следует применять окисление их реагентами, содержащими активный хлор при величине рН 11-11,5.

**6.270.** К реагентам, содержащим активный хлор, относятся хлорная известь, гипохлориты кальция и натрия, жидкий хлор.

**6.271.** Дозу активного хлора надлежит принимать из расчета 2,73 мг на 1 мг цианидов цинка, никеля, кадмия, синильной кислоты и простых цианидов и 3,18 мг/мг - для комплексных цианидов меди с избытком не менее 5 мг/л.

**6.272.** Концентрация рабочих растворов реагентов должна быть 5-10 % по активному хлору.

**6.273.** Для обработки цианосодержащих сточных вод следует, как правило, предусматривать установки периодического действия, состоящие не менее чем из двух камер реакции.

Время контакта сточных вод с реагентами 5 мин - при окислении простых цианидов и 15 мин - при окислении комплексных цианидов.

**6.274.** После обработки сточных вод активным хлором их необходимо нейтрализовать до pH 8-8,5.

**6.275.** Объем осадка влажностью 98 % при двухчасовом отстаивании составляет 5 % объема обрабатываемой воды.

При введении перед отстойниками полиакриламида (доза 20 мг/л 0,1 %-ного раствора) время отстаивания надлежит сокращать до 20 мин.

#### **Обезвреживание хромсодержащих сточных вод**

**6.276.** Для обезвреживания хромсодержащих сточных вод следует применять бисульфит или сульфат натрия при pH 2,5-3.

**6.277.** Дозу бисульфита натрия надлежит принимать равной 7,5 мг на 1 мг шестивалентного хрома при концентрации его до 100 мг/л и 5,5 мг/мг - при концентрации хрома свыше 100 мг/л.

**6.278.** Перед подачей обезвреженных сточных вод на отстойники их надлежит нейтрализовать известковым молоком до pH 8,5-9.

#### **Биогенная подпитка**

**6.279.** Для биогенной подпитки в качестве биогенных добавок следует принимать: фосфорсодержащие реагенты - суперфосфат, ортофосфорную кислоту; азотсодержащие реагенты - сульфат аммония, аммиачную селитру, водный аммиак, карбамид;

азот- и фосфорсодержащие реагенты - диаммонийфосфат технический, аммофос.

**6.280.** Концентрацию рабочих растворов надлежит принимать до 5 % по  $P_2O_5$  и до 15 % по N.

### **СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

#### **Общие указания**

**6.281.** Для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических загрязняющих веществ методом адсорбции в качестве сорбента надлежит применять активные угли.

**6.282.** Активный уголь следует применять в виде слоя загрузки плотного (движущегося или неподвижного), намытого на подложку из другого материала или суспензии в сточной воде.

#### **Адсорберы с плотным слоем загрузки активного угля**

**6.283.** В качестве адсорберов надлежит применять конструкции безнапорных открытых и напорных фильтров с загрузкой в виде плотного слоя гранулированного угля крупностью 0,8-5 мм.

**6.284.** Содержание взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на адсорберы, не должно превышать 5 мг/л.

**6.285.** Площадь загрузки адсорбционной установки  $F_{ads}$ , м<sup>2</sup>, надлежит определять по формуле

$$F_{ads} = \frac{q_w}{v}, \quad (82)$$

где  $q_w$  - среднечасовой расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;

$v$  - скорость потока, принимаемая не более 12 м/ч.

При выключении одного адсорбера скорость фильтрования на остальных не должна увеличиваться более чем на 20 %.

**6.286.** Число последовательно работающих адсорберов  $N_{ads}$  надлежит рассчитывать по формуле

$$N_{ads} = \frac{H_{tot}}{H_{ads}}, \quad (83)$$

где  $H_{ads}$  - высота сорбционной загрузки одного фильтра, м, принимаемая конструктивно;

$H_{tot}$  - общая высота сорбционного слоя, м, определяемая по формуле

$$H_{tot} = H_1 + H_2 + H_3, \quad (84)$$

здесь  $H_1$  - высота сорбционного слоя, м, в котором за период  $t_{ads}$  адсорбционная емкость сорбента исчерпывается до степени  $K$ , рассчитываемая по формуле

$$H_1 = \frac{D_{sb}^{\min} q_w t_{ads}}{F_{ads} \gamma_{sb}}, \quad (85)$$

где  $\gamma_{sb}$  - насыпной вес активного угля, г/м<sup>3</sup>, принимаемый по справочным данным;

$D_{sb}^{\min}$  - минимальная доза активного угля, г/л, выгружаемого из адсорбера при коэффициенте исчерпания емкости  $K_{sb}$ , определяемая по формуле

$$D_{sb}^{\min} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{K_{sb} a_{sb}^{\max}}, \quad (86)$$

здесь  $C_{en}$ ,  $C_{ex}$  - концентрации сорбируемого вещества до и после очистки, мг/л;

$K_{sb}$  - принимается равным 0,6-0,8;

$a_{sb}^{\max}$  - максимальная сорбционная емкость активного угля, мг/л, определяемая экспериментально;

$H_2$  - высота загрузки сорбционного слоя, обеспечивающая работу установки до концентрации  $C_{ex}$  в течение времени  $t_{ads}$ , принимаемого по условиям эксплуатации, и определяемая по формуле

$$H_2 = \frac{D_{sb}^{\max} q_w t_{ads}}{F_{ads} \gamma_{sb}}, \quad (87)$$

где  $D_{sb}^{\max}$  - максимальная доза активного угля, г/л, определяемая по формуле

$$D_{sb}^{\max} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{a_{sb}^{\min}}, \quad (88)$$

здесь  $a_{sb}^{\min}$  - минимальная сорбционная емкость активного угля, мг/л, определяемая экспериментально;

$H_3$  - резервный слой сорбента, рассчитанный на продолжительность работы установки в течение времени перегрузки или регенерации слоя сорбента высотой  $H_1$ , м.

**6.287.** Потери напора в слое гранулированного угля при крупности частиц загрузки 0,8-5 мм надлежит принимать не более 0,5 м на 1 м слоя загрузки.

**6.288.** Выгрузку активного угля из адсорбера следует предусматривать насосом, гидроэлеватором, эрлифтом и шнеком при относительном расширении загрузки на 20-25 %, создаваемом восходящим потоком воды со скоростью 40-45 м/ч.

В напорных адсорберах допускается предусматривать выгрузку угля под давлением не менее 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>).

**6.289.** Металлические конструкции, трубопроводы, арматура и емкости, соприкасающиеся с влажным углем, должны быть защищены от коррозии.

## Адсорберы с псевдооживленным слоем активного угля

**6.290.** Сточные воды, поступающие в адсорберы с псевдооживленным слоем, не должны содержать взвешенных веществ свыше 1 г/л при гидравлической крупности не более 0,3 мм/с. Взвешенные вещества, выносимые из адсорберов, и мелкие частицы угля надлежит удалять после адсорбционных аппаратов.

**6.291.** Адсорбенты с насыпным весом свыше 0,7 т/м<sup>3</sup> допускается дозировать в мокром или сухом виде, а менее 0,7 т/м<sup>3</sup> - только в мокром виде.

**6.292.** По высоте адсорберов 0,5-1,0 м следует устанавливать секционирующие решетки с круглой перфорацией диаметром 10-20 мм и долей живого сечения 10-15 %. Оптимальное число секций - три-четыре.

**6.293.** Скорость восходящего потока воды в адсорбере надлежит принимать 30-40 м/ч размерами частиц 1-2,5 мм для активных углей и 10-20 м/ч для углей размерами частиц 0,25-1 мм.

**6.294.** Дозу активного угля для очистки воды следует определять экспериментально.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ИОНООБМЕННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**6.295.** Ионообменные установки следует применять для глубокой очистки сточных вод от минеральных и органических ионизированных соединений и их обессоливания с целью повторного использования очищенной воды в производстве и утилизации ценных компонентов.

**6.296.** Сточные воды, подаваемые на установку, не должны содержать: солей - свыше 3000 мг/л; взвешенных веществ - свыше 8 мг/л; ХПК не должна превышать 8 мг/л.

При большем содержании в сточной воде взвешенных веществ и большей ХПК необходимо предусматривать ее предварительную очистку.

**6.297.** Объем катионита  $W_{kat}$ , м<sup>3</sup>, в водород-катионитовых фильтрах следует определять по формуле

$$W_{kat} = \frac{24 q_w (\sum C_{en}^k - \sum C_{ex}^k)}{n_{reg} E_{wc}^k}, \quad (89)$$

где  $q_w$  - расход обрабатываемой воды, м<sup>3</sup>/ч;

$\sum C_{en}^k$  - суммарная концентрация катионов в обрабатываемой воде, г-экв/м<sup>3</sup>;

$\sum C_{ex}^k$  - допустимая суммарная концентрация катионов в очищенной воде, г-экв/м<sup>3</sup>;

$n_{reg}$  - число регенераций каждого фильтра в сутки (выбирается в зависимости от конкретных условий, но не более двух);

$E_{wc}^k$  - рабочая обменная емкость катионита по наименее сорбируемому катиону, г-экв/м<sup>3</sup>;

$$E_{wc}^k = \alpha_k E_{gen}^k - K_{ion} q_k \sum C_w^k, \quad (90)$$

здесь  $\alpha_k$  - коэффициент эффективности регенерации, учитывающий неполноту регенерации и принимаемый равным 0,8-0,9;

$E_{gen}^k$  - полная обменная емкость катионита, г-экв/м<sup>3</sup>, определяемая по заводским паспортным данным, по каталогу на иониты или по экспериментальным данным;

$q_k$  - удельный расход воды на отмывку катионита после регенерации, м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> катионита, принимаемый равным 3-4;

$K_{ion}$  - коэффициент, учитывающий тип ионита; для катионита принимается равным 0,5;

$\sum C_w^k$  - суммарная концентрация катионов в отмывочной воде (при отмывке катионита ионированной водой).

**6.298.** Площадь катионитовых фильтров  $F_k$ , м<sup>2</sup>, надлежит определять по формулам:

$$F_k = \frac{W_k}{H_k}; \quad (91)$$

$$F_k = \frac{q_w}{v_f}, \quad (92)$$

где  $H_k$  - высота слоя катионита в фильтре, принимаемая по каталогу ионообменных фильтров от 2 до 3 м;

$q_w$  - расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

$v_f$  - скорость фильтрования, м/ч, принимаемая по [п. 6.299](#).

При значительных отклонениях площадей, рассчитанных по [формулам \(91\)](#) и [\(92\)](#), следует в [формуле \(89\)](#) проводить корректировку числа регенераций  $n_{reg}$ .

**6.299.** Скорость фильтрования воды  $v_f$ , м/ч, для напорных фильтров первой степени не должна превышать при общем солесодержании воды:

до 5 мг·экв/л - 20;

5-15 « - 15;

15-20 « - 10;

свыше 20 « - 8.

**6.300.** Число катионитовых фильтров первой степени следует принимать: рабочих - не менее двух, резервных - один.

**6.301.** Потери напора в напорных катионитовых фильтрах надлежит принимать по [табл. 56](#).

Т а б л и ц а 56

Скорость фильтрования $v_f$ , м/ч	Потери напора в фильтре, м, при размере зерен ионита, мм			
	0,3 - 0,8		0,5 - 1,2	
	при высоте слоя загрузки, м			
	2	2,5	4	2,5
5	5	5,5	4	4,5
10	5,5	6	5	5,5
15	6	6,5	5,5	6
20	6,5	7	6	6,5
25	9	10	7	7,5

**6.302.** Интенсивность подачи воды при взрыхлении катионита следует принимать 3-4 л/(с·м<sup>2</sup>) продолжительность взрыхления - 0,25 ч. Для взрыхления катионита перед регенерацией следует использовать последние фракции воды от отмывки катионита.

**6.303.** Регенерацию катионитовых фильтров первой степени надлежит производить 7-10 %-ными растворами кислот (соляной, серной). Скорость пропуска регенерационного раствора кислоты через слой катионита не должна превышать 2 м/ч. Последующая отмывка катионита осуществляется ионированной водой, пропускаемой через слой катионита сверху вниз со скоростью 6-8 м/ч. Удельный расход составляет 2,5-3 м на 1 м<sup>3</sup> загрузки фильтра.

Первая половина объема отмывочной воды сбрасывается в бак для приготовления регенерирующего раствора кислоты, вторая половина - в бак воды для взрыхления катионита.

**6.304.** Водород-катионитовые фильтры второй степени следует рассчитывать согласно [пп. 6.297- 6.301](#) и исходя из концентрации катионов щелочных металлов и аммония.

**6.305.** Регенерацию катионитовых фильтров второй ступени следует производить 7-10 %-ным раствором серной кислоты. Удельный расход кислоты составляет 2,5 мг·эquiv на 1 мг·эquiv рабочей обменной емкости катионита.

**6.306.** Объем анионита  $W_{an}$ , м<sup>3</sup>, в анионитовых фильтрах надлежит определять по формуле

$$W_{an} = \frac{24 q_w (\sum C_{en}^{an} - \sum C_{ex}^{an})}{n_{reg} E_{wc}^{an}}, \quad (93)$$

где  $q_w$  - расход обрабатываемой воды, м<sup>3</sup>/ч;

$\sum C_{en}^{an}$  - суммарная концентрация анионов в обрабатываемой воде, мг·эquiv/л;

$\sum C_{ex}^{an}$  - допустимая суммарная концентрация анионов в очищенной воде, мг·эquiv/л;

$n_{reg}$  - число регенераций каждого фильтра в сутки (не более двух);

$E_{wc}^{an}$  - рабочая обменная емкость анионита, мг·эquiv/л:

$$E_{wc}^{an} = \alpha_{an} E_{gen}^{an} - K_{ion} q_{an} \sum C_w^{an}, \quad (94)$$

где  $\alpha_{an}$  - коэффициент эффективности регенерации анионита, принимаемый для слабоосновных анионитов равным 0,9;

$E_{gen}^{an}$  - полная обменная емкость анионита, мг·эquiv/л, определяемая на основании паспортных данных, по каталогу на иониты или экспериментальным данным;

$q_{an}$  - удельный расход воды на отмывку анионита после регенерации смолы, принимаемый равным 3-4 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> смолы;

$K_{ion}$  - коэффициент, учитывающий тип ионита; для анионита принимается равным 0,8;

$\sum C_w^{an}$  - суммарная концентрация анионов в отмывочной воде, мг·эquiv/м<sup>3</sup>.

**6.307.** Площадь фильтрации  $F_{an}$ , м<sup>2</sup>, анионитовых фильтров первой ступени надлежит определять по формуле

$$F_{an} = \frac{24 q_w}{n_{reg} t_f v_f}, \quad (95)$$

где  $q_w$  - расход обрабатываемой воды, м<sup>3</sup>/ч;

$n_{reg}$  - число регенераций анионитовых фильтров в сутки, принимаемое не более двух;

$t_f$  - продолжительность работы каждого фильтра, ч, между регенерациями, определяемая по формуле

$$t_f = \frac{24}{n_{reg} - (t_1 + t_2 + t_3)}, \quad (96)$$

здесь  $t_1$  - продолжительность взрыхления анионита, принимаемая равной 0,25 ч;

$t_2$  - продолжительность пропускания регенерирующего раствора, определяемая исходя из количества регенерирующего раствора и скорости его пропускания (1,5-2 м/ч);

$t_3$  - продолжительность отмывки анионита после регенерации, определяемая исходя из количества промывочной воды и скорости отмывки (5-6 м/ч);

$v_f$  - скорость фильтрования воды, м/ч, принимаемая в пределах 8-20 м/ч.

**6.308.** Регенерацию анионитовых фильтров первой ступени надлежит производить 4-6 %-ными растворами едкого натра, кальцинированной соды или аммиака; удельный расход реагента на регенерацию равен 2,5-3 мг·эquiv на 1 мг·эquiv сорбированных анионов (на 1 мг·эquiv рабочей обменной емкости анионита).



В установках с двухступенчатым анионированием для регенерации анионитовых фильтров первой ступени следует использовать отработанные растворы едкого натра от регенерации анионитовых фильтров второй ступени.

**6.309.** Загрузку анионитовых фильтров второй ступени следует производить сильноосновным анионитом, высота загрузки 1,5-2 м. Расчет анионитовых фильтров второй ступени следует производить согласно [пп. 6.306](#) и [6.307](#).

Скорость фильтрования обрабатываемой воды следует принимать 12-20 м/ч.

**6.310.** Регенерацию анионитовых фильтров второй ступени надлежит производить 6-8 %-ным раствором едкого натра. Скорость пропускания регенерирующего раствора должна составлять 1-1,5 м/ч. Удельный расход едкого натра на регенерацию 7-8 г-экв на 1 г-экв сорбированных ионов (на 1 г-экв рабочей обменной емкости анионита).

**6.311.** Фильтры смешанного действия (ФСД) следует предусматривать после одно- или двухступенчатого ионирования воды для глубокой очистки воды и регулирования величины рН ионированной воды.

**6.312.** Расчет ФСД производится в соответствии с [пп. 6.297-6.301](#), [6.306](#) и [6.307](#). Скорость фильтрования - до 50 м/ч.

**6.313.** Регенерацию катионита следует производить 7-10 %-ным раствором серной кислоты, анионита - 6-8 %-ным раствором едкого натра. Скорость пропускания регенерирующих растворов должна составлять 1-1,5 м/ч. Отмывку ионитов в фильтрах необходимо производить обессоленной водой. В процессе отмывки иониты следует перемешивать сжатым воздухом.

**6.314.** Аппараты, трубопроводы и арматура установок ионообменной очистки и обессоливания сточных вод должны изготавливаться в антикоррозионном исполнении.

**6.315.** Регенерацию ионитов следует производить с фракционным отбором элюатов. Элюат следует делить на 2-3 фракции.

Наиболее концентрированные по извлекаемым компонентам фракции элюата следует направлять на обезвреживание, переработку, утилизацию, наименее концентрированные по извлекаемым компонентам фракции - направлять на повторное использование в последующих циклах регенерации.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**6.316.** Аппараты для электрохимической очистки сточных вод могут быть как с не подвергающимися (электролизеры), так и с подвергающимися электролитическому растворению анодами (электрокоагуляторы).

### Электролизеры для обработки цианосодержащих сточных вод

**6.317.** Для обработки цианосодержащих сточных вод надлежит применять электролизеры с анодами, не подвергающимися электролитическому растворению (графит, титан с металлооксидным покрытием и др.), и стальными катодами.

**6.318.** Электролизеры следует применять при расходе сточных вод до 10 м<sup>3</sup>/ч и исходной концентрации цианидов не менее 100 мг/л.

**6.319.** Корпус электролизера должен быть защищен изнутри материалами, стойкими к воздействию хлора и его кислородных соединений, оборудован вентиляционным устройством для удаления выделяющегося газообразного водорода.

**6.320.** Величину рабочего тока  $I_{cur}$ , А, при работе электролизеров непрерывного и периодического действия надлежит определять по формуле

$$I_{cur} = \frac{2,06 C_{cn} W_{el}}{\eta_{cur} t_{el}} \quad \text{или} \quad I_{cur} = 2,06 C_{cn} q_w, \quad (97)$$

где  $C_{cn}$  - исходная концентрация цианидов в сточных водах, г/м<sup>3</sup>;  
 $W_{el}$  - объем сточных вод в электролизере, м<sup>3</sup>;

$\eta_{cur}$  - выход по току, принимаемый равным 0,6-0,8;  
 $t_{el}$  - время пребывания сточных вод в электролизере, ч;  
 2,06 - коэффициент удельного расхода электричества, А·ч/г;  
 $q_w$  - расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч.

**6.321.** Общую поверхность анодов  $f_{an}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$f_{an} = \frac{I_{cur}}{i_{an}}, \quad (98)$$

где  $i_{an}$  - анодная плотность тока, принимаемая равной 100-150 А/м<sup>2</sup>.

Общее число анодов  $N_{an}$  следует определять по формуле

$$N_{an} = \frac{f_{an}}{f'_{an}}, \quad (99)$$

где  $f_{an}$  - поверхность одного анода, м<sup>2</sup>.

### Электрокоагуляторы с алюминиевыми электродами

**6.322.** Электрокоагуляторы с алюминиевыми пластинчатыми электродами следует применять для очистки концентрированных маслосодержащих сточных вод (отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей), образующихся при обработке металлов резанием и давлением, с концентрацией масел не более 10 г/л.

При обработке сточных вод с более высоким содержанием масел необходимо предварительное разбавление предпочтительно кислыми сточными водами. Остаточная концентрация масел в очищенных сточных водах должна быть не более 25 мг/л.

**6.323.** При проектировании электрокоагуляторов необходимо определять: площадь электродов  $f_{ek}$ , м<sup>2</sup>, по формуле

$$f_{ek} = \frac{q_w q_{cur}}{i_{an}}, \quad (100)$$

где  $q_w$  - производительность аппарата, м<sup>3</sup>/ч;

$q_{cur}$  - удельный расход электричества, А·ч/м<sup>3</sup>, допускается принимать по [табл. 57](#);

$i_{an}$  - электродная плотность тока, А/м<sup>2</sup>;  $i_{an} = 80-120$  А/м<sup>2</sup>;

токовую нагрузку  $I_{cur}$ , А, по формуле

$$I_{cur} = q_w q_{cur}; \quad (101)$$

длину ребра электродного блока  $l_b$ , м, по формуле

$$l_b = 0,1 \sqrt[3]{f_{ek} (\delta + b)}, \quad (102)$$

где  $\delta$  - толщина электродных пластин, мм;  $\delta = 4-8$  мм;

$b$  - величина межэлектродного пространства, мм;  $b = 12-15$  мм.

Удельный расход алюминия на очистку сточной воды  $q_{Al}$ , г/м<sup>3</sup>, следует принимать по [табл. 57](#).

**6.324.** После электрохимической обработки сточные воды следует отстаивать не менее 60 мин.

**6.325.** Предварительное подкисление сточных вод следует производить соляной (предпочтительно) или серной кислотой до величины рН 4,5-5,5.

**6.326.** Пластинчатые электроды следует собирать в виде блока. Электрокоагулятор должен быть снабжен водораспределительным устройством, приспособлением для удаления пенного продукта, устройствами для выпуска очищенной воды и шлама, прибором для контроля уровня воды, устройством для реверсирования тока.

Примечание. Электрокоагулятор снабжается устройством для реверсирования тока лишь в случае его отсутствия в источнике постоянного тока.

**6.327.** В качестве электродного материала следует применять алюминий или его сплавы, за исключением сплавов, содержащих медь.

**6.328.** Расчет производительности вытяжной вентиляционной системы следует производить исходя из количества выделяющегося водорода, при этом производительность вентилятора  $q_{fan}$ , м<sup>3</sup>/ч, надлежит определять по формуле

$$q_{fan} = (40 - 50) W_{ek} q_H, \quad (103)$$

где  $q_H$  - удельный объем выделяющегося водорода, л/м<sup>3</sup>, допускается принимать по [табл. 57](#).

Таблица 57

Технологический параметр	Содержание масел, г/м <sup>3</sup>										
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	8000	10 000
$q_{св}$ , А·ч/м <sup>3</sup>	180	225	270	315	360	405	430	495	540	720	860
$q_{Al}$ , г/м <sup>3</sup>	60	75	92	106	121	136	151	166	182	242	302
$q_H$ , л/м <sup>3</sup>	85	95	113	132	151	170	184	208	227	303	368

### Электрокоагуляторы со стальными электродами

**6.329.** Электрокоагуляторы со стальными электродами следует применять для очистки сточных вод предприятий различных отраслей промышленности от шестивалентного хрома и других металлов при расходе сточных вод не более 50 м<sup>3</sup>/ч, концентрации шестивалентного хрома до 100 мг/л, исходном общем содержании ионов цветных металлов (цинка, меди, никеля, кадмия, трехвалентного хрома) до 100 мг/л, при концентрации каждого из ионов металлов до 30 мг/л, минимальном общем солесодержании сточной воды 300 мг/л, концентрации взвешенных веществ до 50 мг/л.

**6.330.** Величина pH сточных вод должна составлять при наличии в сточных водах одновременно:

шестивалентного хрома, ионов меди и цинка:

4-6 при концентрации хрома 50-100 мг/л;

5-6 « « « 20-50 «;

6-7 « « « менее 20 «;

шестивалентного хрома, никеля и кадмия:

5-6 при концентрации хрома свыше 50 мг/л;

6-77 « « « менее 50 «;

ионов меди, цинка и кадмия (при отсутствии шестивалентного хрома) - свыше 4,5;

ионов никеля (при отсутствии шестивалентного хрома) - свыше 7.

**6.331.** Корпус электрокоагулятора должен быть защищен изнутри кислотостойкой изоляцией и оборудован вентиляционным устройством.

**6.332.** При проектировании электрокоагуляторов надлежит принимать:

анодную плотность тока - 150-250 А/м<sup>2</sup>;

время пребывания сточных вод в электрокоагуляторе - до 3 мин;

расстояние между соседними электродами - 5-10 мм;

скорость движения сточных вод в межэлектродном пространстве - не менее 0,03 м/с;

удельный расход электричества для удаления из сточных вод 1 г Cr<sup>6+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> при наличии в сточных водах только одного компонента - соответственно 3,1; 2-2,5; 4,5-5; 6-6,5 и 3-3,5 А·ч;

удельный расход металлического железа для удаления из сточных вод 1 г шестивалентного хрома - 2-2,5 г; удельный расход металлического железа для удаления 1 г никеля, цинка, меди, кадмия - соответственно 5,5-6; 2,5-3; 3-3,5 и 4-4,5 г.

**6.333.** При наличии в сточных водах одного компонента величину тока  $I_{cur}$ , А, надлежит определять по формуле

$$I_{cur} = q_w C_{en} q_{cur}, \quad (104)$$

где  $q_w$  - производительность аппарата, м<sup>3</sup>/ч;

$C_{en}$  - исходная концентрация удаляемого компонента в сточных водах, г/м<sup>3</sup>;

$q_{cur}$  - удельный расход электричества, необходимый для удаления из сточных вод 1 г иона металла, А·ч/г.

При наличии в сточных водах нескольких компонентов и суммарной концентрации ионов тяжелых металлов менее 50 % концентрации шестивалентного хрома величину тока надлежит определять по [формуле \(104\)](#), причем в формулу подставлять значения  $C_{en}$  и  $q_{cur}$  для шестивалентного хрома. При суммарной концентрации ионов тяжелых металлов свыше 50 % концентрации шестивалентного хрома величину тока, определяемую по [формуле \(104\)](#), следует увеличивать в 1,2 раза, а величины  $C_{en}$  и  $q_{cur}$  принимать для одного из компонентов, для которого произведение этих величин является наибольшим.

**6.334.** Общую поверхность анодов  $f_{pl}$ , м<sup>2</sup>, надлежит определять по формуле

$$f_{pl} = \frac{I_{cur}}{i_{an}}, \quad (105)$$

где  $i_{an}$  - анодная плотность тока, А/м<sup>2</sup>.

При суммарной концентрации шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов в сточных водах до 80 мг/л, в интервалах 80-100, 100-150 и 150-200 мг/л анодную плотность тока следует принимать соответственно 150, 200, 250 и 300 А/м<sup>2</sup>.

**6.335.** Поверхность одного электрода  $f_{pl}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$f_{pl} = b_{pl} h_{pl}, \quad (106)$$

где  $b_{pl}$  - ширина электродной пластины, м;

$h_{pl}$  - рабочая высота электродной пластины (высота части электродной пластины, погруженной в жидкость), м.

**6.336.** Общее необходимое число электродных пластин  $N_{pl}$  надлежит определять по формуле

$$N_{pl} = \frac{2 f_{pl}}{f'_{pl}}. \quad (107)$$

Общее число электродных пластин в одном электродном блоке должно быть не более 30. При большем расчетном числе пластин необходимо предусмотреть несколько электродных блоков.

**6.337.** Рабочий объем электрокоагулятора  $W_{ek}$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_{ek} = f_{pl} b, \quad (108)$$

где  $b$  - расстояние между соседними электродами, м.

Расход металлического железа для обработки сточных вод  $Q_{Fe}$ , кг/сут, при наличии в них только одного компонента надлежит определять по формуле

$$Q_{Fe} = \frac{Q_w C_{en} q_{Fe}}{1000 K_{ek}}, \quad (109)$$

где  $q_{Fe}$  - удельный расход металлического железа, г, для удаления 1 г одного из компонентов сточных вод;

$K_{ek}$  - коэффициент использования материала электродов, в зависимости от толщины электродных пластин принимаемый равным 0,6-0,8;

$Q_w$  - расход сточных вод, м<sup>3</sup>/сут.

При одновременном присутствии в сточных водах нескольких компонентов и суммарной концентрации ионов тяжелых металлов менее 50 % концентрации шестивалентного хрома расход металлического железа для обработки сточных вод надлежит определять по [формуле \(109\)](#), в которую подставляются значения  $q_{Fe}$  и  $C_{en}$  для шестивалентного хрома.

При одновременном присутствии в сточных водах нескольких компонентов и суммарной концентрации ионов тяжелых металлов свыше 50 % концентрации шестивалентного хрома расход металлического железа надлежит определять по [формуле \(109\)](#) с коэффициентом 1,2, а  $q_{Fe}$  и  $C_{en}$  относить к одному из компонентов сточных вод, для которого произведение этих величин является наибольшим.

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

### Общие указания

**6.338.** Осадок, образующийся в процессе очистки сточных вод (сырой, избыточный активный ил и др.), должен подвергаться обработке, обеспечивающей возможность его утилизации или складирования. При этом необходимо учитывать народнохозяйственную эффективность утилизации осадка и газа метана, организацию складирования не утилизируемых осадков и очистку сточных вод, образующихся при обработке осадка.

**6.339.** Выбор методов стабилизации, обезвоживания и обезвреживания осадка должен определяться местными условиями (климатическими, гидрогеологическими, градостроительными, агротехническими и пр.), его физико-химическими и теплофизическими характеристиками, способностью к водоотдаче.

**6.340.** При обосновании по рекомендациям специализированных научно-исследовательских организаций допускается совместная обработка обезвоженных осадков и твердых бытовых отходов на территории очистных сооружений канализации или мусороперерабатывающих заводов.

**6.341.** Надлежит предусматривать использование обработанных осадков городских и близких к ним по составу производственных сточных вод в качестве органоминеральных удобрений.

### Уплотнители и сгустители осадка перед обезвоживанием или сбраживанием

**6.342.** Уплотнители и сгустители следует применять для повышения концентрации активного ила. Допускается подача в них иловой смеси их аэротенков, а также совместное уплотнение сырого осадка и избыточного активного ила.

Для этой цели допускается применение илоуплотнителей гравитационного типа (радиальных, вертикальных, горизонтальных), флотаторов и сгустителей.

Данные по проектированию уплотнителей аэробно стабилизированных осадков приведены в [п. 6.367](#).

**6.343.** При проектировании радиальных и горизонтальных илоуплотнителей надлежит принимать:

выпуск уплотненного осадка под гидростатическим напором не менее 1 м;

илососы или илоскребы для удаления осадка; подачу иловой воды из уплотнителей в аэротенки;

число илоуплотнителей не менее двух, причем оба рабочие.

**6.344.** Данные для расчета гравитационных илоуплотнителей следует принимать по [табл. 58](#).

Характеристика избыточного активного ила	Влажность уплотненного активного ила, %		Продолжительность уплотнения, ч		Скорость движения жидкости в отстойной зоне вертикального илоуплотнителя, мм/с
	Уплотнитель				
	вертикальный	радиальный	вертикальный	радиальный	
Иловая смесь из аэротенков с концентрацией 1,5-3 г/л	-	97,3	-	5 - 8	-
Активный ил из вторичных отстойников с концентрацией 4 г/л	98	97,3	10 - 12	9 - 11	Не более 0,1
Активный ил из зоны отстаивания аэротенков-отстойников с концентрацией 4,5-6,5 г/л	98	97	16	12 - 15	То же

Примечание. Продолжительность уплотнения избыточного активного ила производственных сточных вод допускается изменять в зависимости от его свойств.

**6.345.** Для флотационного сгущения активного ила надлежит применять метод напорной флотации с использованием резервуаров круглой или прямоугольной формы. Флотационное уплотнение следует производить как при непосредственном насыщении воздухом объема ила, так и с насыщением рециркулирующей части осветленной воды.

Влажность уплотненного активного ила в зависимости от типа флотатора и характеристики ила составляет 94,5-96,5 %.

**6.346.** Расчетные параметры и схемы флотационных установок надлежит принимать по данным научно-исследовательских организаций.

#### Метантенки

**6.347.** Метантенки следует применять для анаэробного сбраживания осадков городских сточных вод с целью стабилизации и получения метансодержащего газа брожения, при этом необходимо учитывать состав осадка, наличие веществ, тормозящих процесс сбраживания и влияющих на выход газа.

Совместно с канализационными осадками допускается подача в метантенки других сбраживаемых органических веществ после их дробления (домового мусора, отбросов с решеток, производственных отходов органического происхождения и т. п.).

**6.348.** Для сбраживания осадков в метантенках допускается принимать мезофильный ( $T = 33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) либо термофильный ( $T = 53\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) режим. Выбор режима сбраживания следует производить с учетом методов последующей обработки и утилизации осадков, а также санитарных требований.

**6.349.** Для поддержания требуемого режима сбраживания надлежит предусматривать:

загрузку осадка в метантенки, как правило, равномерную в течение суток;

обогрев метантенков острым паром, выпускаемым через эжектирующие устройства, либо подогрев осадка, подаваемого в метантенк, в теплообменных аппаратах. Необходимое количество тепла следует определять с учетом теплотерь метантенков в окружающую среду.

**6.350.** Определение вместимости метантенков следует производить в зависимости от фактической влажности осадка по суточной дозе загрузки, принимаемой для осадков городских сточных вод по [табл. 59](#), а для осадков производственных сточных вод - на основании экспериментальных данных; при наличии в сточных водах анионных поверхностно-активных веществ (ПАВ) суточную дозу загрузки надлежит проверять согласно [п. 6.351](#).



Таблица 59

Режим сбраживания	Суточная доза загружаемого осадка $D_{mt}$ , %, при влажности загружаемого осадка, %, не более				
	93	94	95	96	97
Мезофильный	7	8	8	9	10
Термофильный	14	16	17	18	19

**6.351.** При наличии в сточных водах ПАВ величину суточной дозы загрузки  $D_{mt}$ , %, принятую по [табл. 59](#), надлежит проверять по формуле

$$D_{mt} = \frac{10 D_{lim}}{C_{dt}(100 - P_{mud})}, \quad (110)$$

где  $C_{dt}$  - содержание поверхностно-активных веществ (ПАВ) в осадке, мг/г сухого вещества осадка, принимаемое по экспериментальным данным или по [табл. 60](#);

$P_{mud}$  - влажность загружаемого осадка, %;

$D_{lim}$  - предельно допустимая загрузка рабочего объема метантенка в сутки, принимаемая, г/м<sup>3</sup>:

40 - для алкилбензолсульфонатов с прямой алкильной цепью;

85 - для других «мягких» и промежуточных анионных ПАВ;

65 - для анионных ПАВ в бытовых сточных водах.

Если значение суточной дозы, определенное по [формуле \(110\)](#), менее указанного в [табл. 59](#) для заданной влажности осадка, то вместимость метантенка необходимо откорректировать с учетом дозы загрузки, если равно или превышает - корректировка не производится.

Таблица 60

Исходная концентрация ПАВ в сточной воде, мг/л	Содержание ПАВ, мг/г сухого вещества осадка	
	осадок из первичных отстойников	избыточный активный ил
5	5	5
10	9	5
15	13	7
20	17	7
25	20	12
30	24	12

**6.352.** Распад беззольного вещества загружаемого осадка  $R_r$ , %, в зависимости от дозы загрузки надлежит определять по формуле

$$R_r = R_{lim} - K_r D_{mt}, \quad (111)$$

где  $R_{lim}$  - максимально возможное сбраживание беззольного вещества загружаемого осадка, %, определяемое по [формуле \(112\)](#);

$K_r$  - коэффициент, зависящий от влажности осадка и принимаемый по [табл. 61](#);

$D_{mt}$  - доза загружаемого осадка, %, принимаемая согласно [п. 6.350](#).

Таблица 61

Режим сбраживания	Значение коэффициента $K_r$ при влажности загружаемого осадка, %				
	93	94	95	96	97
Мезофильный	1,05	0,89	0,72	0,56	0,40
Термофильный	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17

**6.353.** Максимально возможное сбраживание беззольного вещества загружаемого осадка  $R_{lim}$ , %, следует определять в зависимости от химического состава осадка по формуле



$$R_{lim} = (0,92C_{fat} + 0,62C_{gl} + 0,34C_{prt})100, \quad (112)$$

где  $C_{fat}$ ,  $C_{gl}$ ,  $C_{prt}$  - соответственно содержание жиров, углеводов и белков, г на 1 г беззольного вещества осадка.

При отсутствии данных о химическом составе осадка величину  $R_{lim}$  допускается принимать: для осадков из первичных отстойников - 53 %; для избыточного активного ила - 44 %; для смеси осадка с активным илом - по среднеарифметическому соотношению смешиваемых компонентов по беззольному веществу.

**6.354.** Весовое количество газа, получаемого при сбраживании, надлежит принимать 1 г на 1 г распавшегося беззольного вещества загружаемого осадка, объемный вес газа - 1 кг/м<sup>3</sup>, теплотворную способность - 5000 ккал/м<sup>3</sup>.

**6.365.** Влажность осадка, выгружаемого из метантенка, следует принимать в зависимости от соотношения загружаемых компонентов по сухому веществу с учетом распада беззольного вещества, определяемого согласно [п. 6.352](#).

**6.356.** При проектировании метантенков надлежит предусматривать: мероприятия по взрывопожаробезопасности оборудования и обслуживающих помещений - в соответствии с [ГОСТ 12.3.006-75](#);

герметичные резервуары метантенков, рассчитанные на избыточное давление газа до 5 кПа (500 мм вод. ст.);

число метантенков - не менее двух, при этом все метантенки должны быть рабочими;

отношение диаметра метантенка к его высоте (от днища до основания газосборной горловины) - не более 0,8-1;

расположение статического уровня осадка - на 0,2 - 0,3 м выше основания горловины, а верха горловины - на 1,0 - 1,5 м выше динамического уровня осадка;

площадь газосборной горловины - из условия пропуска 600-800 м<sup>3</sup> газа на 1 м<sup>2</sup> в сутки;

расположение открытых концов труб для отвода газа из газового колпака - на высоте не менее 2 м от динамического уровня;

загрузку осадка в верхнюю зону метантенка и выгрузку из нижней зоны;

систему опорожнения резервуаров метантенков - с возможностью подачи осадка из нижней зоны в верхнюю;

переключения, обеспечивающие возможность промывки всех трубопроводов;

перемешивающие устройства, рассчитанные на пропуск всего объема бродящей массы в течение 5-10 ч;

герметически закрывающиеся люки-лазы, смотровые люки;

расстояние от метантенков до основных сооружений станций, внутриплощадочных автомобильных дорог и железнодорожных путей - не менее 20 м, до высоковольтных линий - не менее 1,5 высоты опоры;

ограждение территории метантенков.

**6.357.** Газ, получаемый в результате сбраживания осадков в метантенках, надлежит использовать в теплоэнергетическом хозяйстве очистной станции и близрасположенных объектов.

**6.368.** Проектирование газового хозяйства метантенков (газосборных пунктов, газовой сети, газгольдеров и т. п.) следует осуществлять в соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве» Госгортехнадзора СССР.

**6.359.** Для регулирования давления и хранения газа следует предусматривать мокрые газгольдеры, вместимость которых рассчитывается на 2 - 4-часовой выход газа, давление газа под колпаком 1,5-2,5 кПа (150 - 250 мм вод. ст.).

**6.360.** При обосновании допускается применение двухступенчатых метантенков в районах со среднегодовой температурой воздуха не ниже 6 °С и при ограниченности территории для размещения иловых площадок.

**6.361.** Метантенки первой ступени надлежит проектировать на мезофильное сбраживание согласно [пп. 6.347 - 6.356](#).

**6.362.** Метантенки второй ступени надлежит проектировать в виде открытых резервуаров без подогрева.

Выпуск иловой воды следует предусматривать на разных уровнях по высоте сооружения, удаление осадка - из сборного приемка по иловой трубе диаметром не менее 200 мм под гидростатическим напором не менее 2 м.

Вместимость метантенков второй ступени следует рассчитывать исходя из дозы суточной загрузки, равной 3 - 4 %.

Метантенк второй ступени следует оборудовать механизмами для удаления накапливающейся корки.

**6.363.** Влажность осадка, удаляемого из метантенков второй ступени, следует принимать, %, при сбраживании: осадка из первичных отстойников - 92; осадка совместно с избыточным активным илом - 94.

### **Аэробные стабилизаторы**

**6.364.** На аэробную стабилизацию допускается направлять неуплотненный или уплотненный в течение не более 5 ч активный ил, а также смесь его с сырым осадком.

**6.365.** Для аэробной стабилизации следует предусматривать сооружения типа коридорных аэротенков.

Продолжительность аэрации надлежит принимать, сут: для неуплотненного активного ила - 2-5, смеси осадка первичных отстойников и неуплотненного ила - 6-7, смеси осадка и уплотненного активного ила - 8-12 (при температуре 20 °С).

При более высокой температуре осадка продолжительность аэробной стабилизации надлежит уменьшать, а при меньшей - увеличивать. При изменении температуры на 10 °С продолжительность стабилизации соответственно изменяется в 2 - 2,2 раза.

Аэробная стабилизация осадка может осуществляться в диапазоне температур 8-35 °С.

Для осадков производственных сточных вод продолжительность процесса надлежит определять экспериментально.

**6.366.** Расход воздуха на аэробную стабилизацию следует принимать 1-2 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> вместимости стабилизатора в зависимости от концентрации осадка соответственно 99,5-97,5 %. При этом интенсивность аэрации следует принимать не менее 6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч).

**6.367.** Уплотнение аэробно стабилизированного осадка следует предусматривать или в отдельно стоящих илоуплотнителях, или в специально выделенной зоне внутри стабилизатора в течение не более 5 ч. Влажность уплотненного осадка должна быть 96,5-98,5 %.

Иловая вода из уплотнителей должна направляться в аэротенки. Ее загрязнения следует принимать по БПК<sub>полн</sub> - 200 мг/л, по взвешенным веществам - до 100 мг/л.

### **Сооружения для механического обезвоживания осадка**

**6.368.** Осадки городских сточных вод, подлежащие механическому обезвоживанию, должны подвергаться предварительной обработке - уплотнению, промывке (для сброженного осадка), коагулированию химическими реагентами. Необходимость предварительной обработки осадков производственных сточных вод следует устанавливать экспериментально.

**6.369.** Перед обезвоживанием сброженного осадка на вакуум-фильтрах или фильтр-прессах следует предусматривать его промывку очищенной сточной водой.

Количество промывной воды следует принимать, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

для сброженного сырого осадка - 1-1,5;

для сброженной в мезофильных условиях смеси сырого осадка и избыточного активного ила - 2-3;

то же, в термофильных условиях - 3-4.

При наличии данных об удельном сопротивлении осадка расход промывной воды  $q_{ww}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$q_{ww} = \lg (r_{mud} \cdot 10^{-10}) - 1,8, \quad (113)$$

где  $r_{mud}$  - удельное сопротивление осадка, см/г.

**6.370.** Продолжительность промывки следует принимать 15-20 мин, числа резервуаров для промывки осадка - не менее двух. В резервуарах надлежит предусматривать устройства для удаления всплывающих веществ, перемешивания и периодической очистки.

При перемешивании воздухом количество его определяется из расчета 0,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> смеси промываемого осадка и воды.

**6.371.** Для уплотнения смеси промытого осадка и воды следует предусматривать уплотнители, рассчитанные на 12-18 ч пребывания в них смеси при мезофильном режиме сбраживания и на 20-24 ч - при термофильном режиме.

Число уплотнителей надлежит принимать не менее двух. Удаление осадка из уплотнителей следует предусматривать насосами плунжерного типа.

Влажность уплотненного осадка следует принимать 94-96 % в зависимости от исходного осадка и количества добавленного активного ила.

Удаление иловой воды из уплотнителей надлежит предусматривать на очистные сооружения, которые следует рассчитывать с учетом дополнительного количества загрязняющих веществ.

Количество загрязняющих веществ в иловой воде из уплотнителей следует принимать: по взвешенным веществам - 1000-1500 мг/л, по БПК<sub>полн</sub> - 600-900 мг/л.

Для уменьшения выноса из уплотнителей взвешенных веществ и снижения влажности уплотненного осадка следует предусматривать подачу фильтрата от вакуум-фильтров в илоуплотнители, а также замену промывной воды 0,1 %-ным раствором хлорного железа, для приготовления которого используется 50 % общего потребного количества хлорного железа.

В уплотнителях надлежит предусматривать устройства для удаления всплывающих веществ.

**6.372.** Перед обезвоживанием на камерных фильтр-прессах для извлечения крупных включений из осадка первичных отстойников следует предусматривать решетки с прозорами 10 мм или вибропроцеживающие аппараты с сетками ячеек размером 10×10 мм.

**6.373.** В качестве реагентов при коагулировании осадков городских сточных вод следует применять хлорное железо или серноокисное окисное железо и известь в виде 10 %-ных растворов.

Добавку извести в осадок следует предусматривать после введения хлорного или серноокисного окисного железа.

Количество реагентов следует определять в расчете по FeCl<sub>3</sub> и CaO, при этом их дозы при вакуум-фильтровании надлежит принимать, % к массе сухого вещества осадка:

для сброженного осадка первичных отстойников: FeCl<sub>3</sub> - 3-4, CaO - 8-10;

для сброженной промытой смеси осадка первичных отстойников и избыточного активного ила: FeCl<sub>3</sub> - 4-6, CaO - 12-20;

для сырого осадка первичных отстойников: FeCl<sub>3</sub> - 1,5-3, CaO - 6-10;

для смеси осадка первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила: FeCl<sub>3</sub> - 3-5, CaO - 9-13;

для уплотненного избыточного ила из аэротенков: FeCl<sub>3</sub> - 6-9, CaO - 17-25.

Примечания: 1. Большие значения доз реагентов надлежит принимать для осадка, сброженного при термофильном режиме.

2. При обезвоживании аэробно стабилизированного осадка доза реагентов на 30 % менее дозы для мезофильно сброженной смеси.

3. Доза  $Fe_2(SO_4)_3$  во всех случаях увеличивается по сравнению с дозами хлорного железа на 30-40 %.

4. При обезвоживании осадка на камерных фильтр-прессах доза извести принимается во всех случаях на 30 % более.

**6.374.** Смешение реагентов с осадком следует предусматривать в смесителях.

Применение центробежных насосов для перекачки скоагулированного осадка не допускается.

**6.375.** Надлежит предусматривать промывку фильтровальной ткани вакуум-фильтров и фильтр-прессов производственной водой, а также периодическую регенерацию ее 8-10 %-ным раствором ингибированной соляной кислоты.

**6.376.** Количество ингибированной соляной кислоты надлежит определять исходя из годовой потребности кислоты 20 %-ной концентрации на  $1 \text{ м}^2$  фильтрующей поверхности: 20 л - для вакуум-фильтра со сходящим полотном и 50 л - для фильтров других типов.

**6.377.** Склад хлорного или сернокислого окисного железа и соляной кислоты надлежит рассчитывать из условия хранения их 20-30-суточного запаса, извести - 15-суточного.

Число резервуаров кислоты и раствора хлорного железа следует принимать не менее двух.

В случае доставки реагентов железнодорожными цистернами вместимость резервуара должна быть не менее вместимости цистерны.

**6.378.** Производительность вакуум-фильтров, фильтр-прессов и влажность кека при обезвоживании осадков городских сточных вод следует принимать по [табл. 62](#).

Производительность вакуум-фильтров и фильтр-прессов при обезвоживании осадков производственных сточных вод необходимо принимать по опытным данным.

Т а б л и ц а 62

Характеристика обрабатываемого осадка	Производительность, кг сухого вещества осадка на $1 \text{ м}^2$ поверхности фильтра в 1 ч		Влажность кека, %	
	вакуум-фильтров	фильтр-прессов	при вакуум-фильтровании	при фильтр-прессовании
Сброженный осадок из первичных отстойников	25 - 35	12 - 17	75 - 77	60 - 65
Сброженная в мезофильных условиях смесь осадка из первичных отстойников и активного ила, аэробно стабилизированный активный ил	20 - 25	10 - 16	78 - 80	62 - 68
Сброженная в термофильных условиях смесь осадка из первичных отстойников и активного ила	17 - 22	7 - 13	78 - 80	62 - 70
Сырой осадок из первичных отстойников	30 - 40	12 - 16	72 - 75	55 - 60
Смесь сырого осадка из первичных отстойников и уплотненного активного ила	20 - 30	5 - 12	75 - 80	62 - 75
Уплотненный активный ил станций аэрации населенных пунктов	8 - 12	2 - 7	85 - 87	80 - 83

Примечание. Для вакуум-фильтрования сырых осадков надлежит предусматривать барабанные вакуум-фильтры со сходящим полотном.

**6.379.** Величину вакуума при вакуум-фильтровании следует принимать в пределах 40-65 кПа (300-500 мм рт. ст.), давление сжатого воздуха на отдуве осадка - 20-30 кПа ( $0,2-0,3 \text{ кгс/см}^2$ ). Производительность вакуум-насосов надлежит определять из условия

расхода воздуха 0,5 м<sup>3</sup>/мин на 1 м<sup>2</sup> площади фильтра, а расход сжатого воздуха - 0,1 м<sup>3</sup>/мин на 1 м<sup>2</sup> площади фильтра.

При фильтр-прессовании подачу скоагулированного осадка надлежит предусматривать под давлением не менее 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>); расход сжатого воздуха на просушку осадка следует принимать 0,2 м<sup>3</sup>/мин на 1 м<sup>2</sup> фильтровальной поверхности; давление сжатого воздуха - не менее 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>); расход промывной воды - 4 л/мин на 1 м<sup>2</sup> фильтровальной поверхности; давление промывной воды - не менее 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>).

**6.380.** Допускается применение для обезвоживания осадков непрерывно действующих осадительных горизонтальных центрифуг со шнековой выгрузкой осадка. Производительность центрифуг по исходному осадку  $q_{cf}$ , м<sup>3</sup>/ч, следует определять по формуле

$$q_{cf} = (15 - 20) l_{rot} d_{rot}, \quad (114)$$

где  $l_{rot}$ ,  $d_{rot}$  - соответственно длина и диаметр ротора, м.

При работе с флокулянтами производительность центрифуг необходимо принимать в 2 раза меньшей. Эффективность задержания сухого вещества при этом увеличивается до 90-95 %.

Эффективность задержания сухого вещества и влажность кека следует принимать по [табл. 63](#).

Т а б л и ц а 63

Характеристика обрабатываемого осадка	Эффективность задержания сухого вещества, %	Влажность кека, %
Сырой или сброженный осадок из первичных отстойников	45 - 65	65 - 75
Анаэробно сброженная смесь осадка из первичных отстойников и активного ила	25 - 40	65 - 75
Аэробно стабилизированная смесь осадка из первичных отстойников и активного ила	25 - 35	70 - 80
Сырой активный ил при зольности, %:		
28-35	10 - 15	75 - 85
38-42	15 - 25	70 - 80
44-47	25 - 35	60 - 75

**Примечание.** Центрифугирование активного ила целесообразно применять для удаления его избыточного количества.

**6.381.** Перед подачей осадка на центрифуги необходимо предусматривать удаление из него песка, а перед центрифугами с диаметром ротора менее 0,5 м - установку решеток дробилок.

**6.382.** При подаче фугата после центрифуг на очистные сооружения надлежит учитывать увеличение нагрузки на них по БПК<sub>полн</sub> в зависимости от эффективности задержания сухого вещества из расчета 1 мг БПК<sub>полн</sub> на 1 мг остаточного сухого вещества в фугате.

**6.383.** Для предотвращения увеличения нагрузки на очистные сооружения надлежит предусматривать дополнительную обработку фугата:

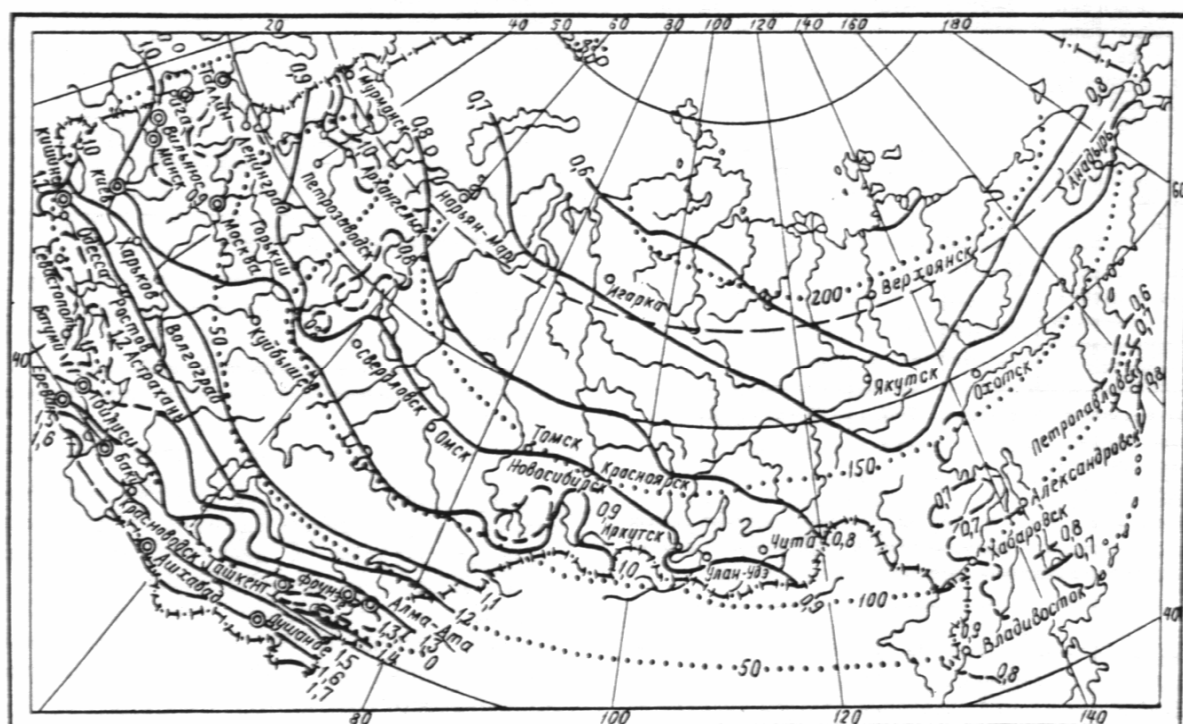
аэробную стабилизацию в смеси с осадком первичных отстойников и избыточным активным илом с последующим гравитационным уплотнением в течение 3-5 ч;

иловые площадки для фугата, полученного после центрифугирования сброженных осадков, при этом нагрузку на площадки на искусственном основании с дренажем следует принимать по [табл. 64](#) с коэффициентом 2;

возврат в аэротенки фугата после центрифугирования неуплотненного активного ила.

Характеристика осадка	Иловые площадки				
	на естественном основании	на естественном основании с дренажем	на искусственном асфальтобетонном основании с дренажем	каскадные с отстаиванием и поверхностным удалением иловой воды на естественном основании	площадки-уплотнители
Сброженная в мезофильных условиях смесь осадка из первичных отстойников и активного ила	1,2	1,5	2,0	1,5	1,5
То же, в термофильных условиях	0,8	1,0	1,5	1,0	1,0
Сброженный осадок из первичных отстойников и осадок из двухъярусных отстойников	2,0	2,3	2,5	2,0	2,3
Аэробно стабилизированная смесь активного ила и осадка из первичных отстойников или стабилизированный активный ил	1,2	1,5	2,0	1,5	1,5

Примечание. Нагрузку на иловые площадки в других климатических условиях следует определять с учетом климатического коэффициента, приведенного на черт. 3.



Черт. 3. Климатические коэффициенты для определения величины нагрузки на иловые площадки (сплошные и пунктирные линии) и продолжительности периода намораживания на иловых площадках, дни (точечные линии)



**6.384.** Доза высокомолекулярных флокулянтов катионного типа - 2-7 кг/т сухого вещества осадка. Большую дозу флокулянтов надлежит принимать при центрифугировании активного ила, меньшую - для сырого осадка.

Влажность обезвоженного активного ила следует принимать 83-88 %, сырого осадка - 70-75 %.

Фугат следует возвращать на очистные сооружения без дополнительной обработки. Объем очистных сооружений при этом не увеличивается.

Применение флокулянтов рекомендуется при использовании центрифуг с отношением длины ротора к диаметру 2,5-4.

**6.385.** Количество резервного оборудования надлежит принимать:

вакуум-фильтров и фильтр-прессов при количестве рабочих единиц до трех - 1, от четырех до десяти - 2;

центрифуг при количестве рабочих единиц до двух - 1, трех и более - 2.

**6.386.** При проектировании механического обезвоживания осадка необходимо предусматривать аварийные иловые площадки на 20 % годового количества осадка.

### Иловые площадки

**6.387.** Иловые площадки допускается проектировать на естественном основании с дренажем и без дренажа, на искусственном асфальтобетонном основании с дренажем, каскадные с отстаиванием и поверхностным удалением иловой воды, площадки-уплотнители.

**6.388.** Нагрузку осадка на иловые площадки,  $\text{м}^3/\text{м}^2$  в год, в районах со среднегодовой температурой воздуха 3-6 °С и среднегодовым количеством атмосферных осадков до 500 мм надлежит принимать по [табл. 64](#).

**6.389.** На иловых площадках должны предусматриваться дороги со съездами на карты для автотранспорта и средств механизации с цепью обеспечения механизированной уборки, погрузки и транспортирования подсушенного осадка.

Для уборки и вывоза подсушенного осадка следует предусматривать механизмы, используемые на земляных работах.

**6.390.** Иловые площадки на естественном основании допускается проектировать при условии залегания грунтовых вод на глубине не менее 1,5 м от поверхности карт и только в тех случаях, когда допускается фильтрация иловых вод в грунт.

При меньшей глубине залегания грунтовых вод следует предусматривать понижение их уровня или применять иловые площадки на искусственном асфальтобетонном основании с дренажем.

**6.391.** При проектировании иловых площадок надлежит принимать: рабочую глубину карт - 0,7-1 м; высоту оградительных валиков - на 0,3 м выше рабочего уровня; ширину валиков поверху - не менее 0,7 м, при использовании механизмов для ремонта земляных валиков 1,8 - 2 м; уклон дна разводящих труб или лотков - по расчету, но не менее 0,01; число карт - не менее четырех.

**6.392.** При проектировании иловых площадок с отстаиванием и поверхностным отводом иловой воды надлежит принимать:

число каскадов - 4-7; число карт в каждом каскаде - 4-8;

полезную площадь одной карты - от 0,25 до 2 га; ширину карт - 30-100 м (при уклонах местности 0,004-0,08), 50-100 м (при уклонах 0,01-0,04), 60-100 м (при уклонах 0,01 и менее); длину карт при уклонах свыше 0,04 - 80-100 м, при уклонах 0,01 и менее - 100-250 м, отношение ширины к длине 1:2 - 1:2,5; высоту оградительных валиков и насыпей для дорог - до 2,5 м; рабочую глубину карт - на 0,3 м менее высоты оградительных валиков; напуски осадка: при 4 картах в каскаде - на 2 первые карты, при 7-8 картах в каскаде - на 3-4 первые карты; перепуски иловой воды между картами - в шахматном порядке: количество иловой воды - 30-50 % количества обезвоживаемого осадка.



**6.393.** Допускается предусматривать иловые площадки-уплотнители рабочей глубиной до 2 м в виде прямоугольных карт-резервуаров с водонепроницаемыми днищами и стенами. Для выпуска иловой воды, выделяющейся при отстаивании осадка, вдоль продольных стен надлежит предусматривать отверстия, перекрываемые шиберами.

**6.394.** При проектировании площадок-уплотнителей следует принимать:  
ширину карт - 9-18 м;  
расстояние между выпусками иловой воды - не более 18 м;  
устройство пандусов для возможности механизированной уборки высушенного осадка.

**6.395.** Площадь иловых площадок следует проверять на намораживание. Для намораживания осадка допускается использование 80 % площади иловых площадок (остальные 20 % площади предназначаются для использования во время весеннего таяния намороженного осадка).

Продолжительность периода намораживания следует принимать равной числу дней со среднесуточной температурой воздуха ниже минус 10 °С (см. [черт. 3](#)).

Количество намороженного осадка допускается принимать равным 75 % поданного на иловые площадки за период намораживания.

Высоту намораживаемого слоя осадка надлежит принимать на 0,1 м менее высоты валика. Дно разводящих лотков или труб должно быть выше горизонта намораживания.

**6.396.** Искусственное дренирующее основание иловых площадок должно составлять не менее 10 % площади карты. Конструкцию и размещение дренажных устройств и размеры площадок следует принимать с учетом механизированной уборки осадка.

**6.397.** Твердое покрытие иловых площадок необходимо устраивать из двух слоев асфальта толщиной по 0,015-0,025 м и по щебеночно-песчаной подготовке толщиной 0,1 м, асфальтобетонное или бетонное - в зависимости от типа механизмов, применяемых для уборки осадка.

**6.398.** Подачу иловой воды с иловых площадок следует предусматривать на очистные сооружения, при этом сооружения рассчитываются с учетом дополнительных загрязняющих веществ и количества иловой воды. Дополнительные количества загрязняющих веществ от иловой воды надлежит принимать: при сушке сброженных осадков - по взвешенным веществам 1000-2000 мг/л, по БПК<sub>полн</sub> -1000-2000 мг/л (большие значения для площадок-уплотнителей, меньшие - для других типов иловых площадок), для аэробно стабилизированных осадков - по [п. 6.367](#).

**6.399.** Иловые площадки при обосновании допускается устраивать на намывном (насыпном) грунте.

**6.400.** При размещении иловых площадок вне территории станций очистки для обслуживающего персонала следует предусматривать служебное и бытовые помещения, а также кладовую согласно [п. 5.26](#) и телефонную связь.

#### **Сооружения для обеззараживания, компостирования, термической сушки и сжигания осадка**

**6.401.** Осадок надлежит подвергать обеззараживанию в жидком виде или после подсушки на иловых площадках, или после механического обезвоживания.

**6.402.** Обеззараживание и дегельминтизацию сырых, мезофильно сброженных и аэробно стабилизированных осадков следует осуществлять путем их прогревания до 60 °С с выдерживанием не менее 20 мин при расчетной температуре.

Для обеззараживания обезвоженных осадков допускается применять биотермическую обработку (компостирование) в полевых условиях.

**6.403.** Компостирование осадков следует осуществлять в смеси с наполнителями (твердыми бытовыми отходами, торфам, опилками, листвой, соломой, молотой корой)

или готовым компостом. Соотношение компонентов смеси обезвоженных осадков сточных вод и твердых бытовых отходов составляет 1:2 по массе, а с другими указанными наполнителями - 1:1 по объему с получением смеси влажностью не более 60 %.

**6.404.** Процесс компостирования следует осуществлять на обвалованных асфальтобетонных или бетонных площадках с использованием средств механизации в штабелях высотой от 2,5 до 3 м при естественной и до 5 м при принудительной аэрации.

**6.405.** При проектировании аэрируемых штабелей необходимо предусматривать: укладку в основании каждого штабеля перфорированных труб диаметрами 100-200 мм с размерами отверстий 8-10 мм; подачу воздуха (расход воздуха - 15-25 м<sup>3</sup>/ч на 1 т органического вещества осадка).

**6.406.** Длительность процесса компостирования надлежит принимать в зависимости от способа аэрации, состава осадка, вида наполнителя, климатических условий и на основании опыта эксплуатации в аналогичных условиях или по данным научно-исследовательских организаций.

В процессе компостирования необходимо предусматривать перемешивание смеси.

**6.407.** Необходимость термической сушки осадка должна определяться условиями дальнейшей утилизации и транспортирования.

**6.408.** Для термической сушки осадков следует применять сушилки различных типов.

**6.409.** Подбор сушилок следует производить исходя из производительности по испаряемой влаге с учетом паспортных данных оборудования.

**6.410.** Перед подачей на сушку необходимо осуществлять максимально возможное обезвоживание осадков с целью снижения энергоемкости процесса.

**6.411.** Влажность высушенного осадка следует принимать в пределах 30-40 %.

**6.412.** При обосновании допускается сжигание осадка, не подлежащего дальнейшей утилизации, в печах различных типов.

**6.413.** Отводимые от установок для сушки и сжигания осадка газы перед выбросом в атмосферу должны отвечать требованиям [СН 245-71](#).

## **СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И СКЛАДИРОВАНИЯ ОСАДКА**

**6.414.** Для хранения механически обезвоженного осадка надлежит предусматривать открытые площадки с твердым покрытием. Высоту слоя осадка на площадках следует принимать 1,5-3 м.

Для хранения термически высушенного осадка с учетом климатических условий следует применять аналогичные площадки, при обосновании - закрытые склады.

Хранение механически обезвоженного, термически высушенного осадка следует предусматривать в объеме 3-4-месячного производства.

Следует предусматривать механизацию погрузочно-разгрузочных работ.

**6.415.** Для не утилизируемых осадков должны быть предусмотрены сооружения, обеспечивающие их складирование в условиях, предотвращающих загрязнение окружающей среды. Места складирования должны быть согласованы с органами госнадзора.

## **7. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

### **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

**7.1.** Категории надежности электроснабжения электроприемников сооружений систем канализации следует определять по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) Минэнерго СССР.

Категория надежности электроснабжения насосных и воздуховывных станций должна соответствовать их надежности действия и приниматься по [п. 5.1.](#)

**7.2.** Выбор напряжения электродвигателей следует производить в зависимости от их мощности, принятой схемы электропитания и с учетом перспективы развития проектируемого объекта.

Выбор исполнения электродвигателей должен зависеть от окружающей среды.

При выборе электродвигателей, как правило, следует учитывать возможную комплектацию.

Компенсация реактивной мощности должна выполняться в соответствии с требованиями «Руководящих указаний по компенсации реактивной мощности» Минэнерго СССР.

**7.3.** Распределительные устройства, трансформаторные подстанции и щиты управления для сооружений с нормальной средой следует размещать во встраиваемых или пристраиваемых к сооружению помещениях и учитывать возможность их расширений и увеличения мощности.

При сооружении подстанции глубокого ввода напряжением 110 или 35 кВ для питания очистных сооружений распределительное устройство подстанции на 6-10 кВ рекомендуется совмещать с распределительным устройством очистных сооружений.

В насосных станциях допускается установка закрытых щитов в машинном зале на полу или балконе при условии принятия мер, исключающих попадание на них воды и затопление при аварии.

**7.4.** Классификацию взрывоопасных зон помещений и смежных с взрывоопасной зоной других помещений, а также категории и группы взрывоопасной смеси следует принимать в соответствии с ПУЭ-76, [ГОСТ 12.1.011-78](#) и СН 463-74.

**7.5.** Электродвигатели, пусковые устройства и приборы на сооружениях для обработки и перекачки сточных вод, содержащих легко воспламеняющиеся взрывоопасные вещества, следует принимать в соответствии с ПУЭ-76 и [ГОСТ 12.2.020-76.](#)

Предусматривать установку двигателей внутреннего сгорания в этих насосных станциях запрещается.

**7.6.** В системах технологического контроля необходимо предусматривать: средства и приборы постоянного контроля; средства периодического контроля, например, для наладки и проверки работы сооружений.

**7.7.** Технологический контроль качественных параметров сточных вод допускается осуществлять путем непрерывного инструментального контроля с помощью промышленных приборов и анализаторов или лабораторными методами.

**7.8.** В конструкциях сооружений следует предусматривать узлы, закладные детали, проемы, камеры и прочие устройства для установки средств электрооборудования и автоматизации, на соединительных линиях - защиту от засорения (разделительные мембраны, продувку или промывку соединительных линий и др.).

**7.9.** Объем автоматизации и степень оснащения сооружений средствами технологического контроля необходимо устанавливать в зависимости от условий эксплуатации, обосновывать технико-экономическими расчетами с учетом социальных факторов.

Автоматизацию следует выполнять по заданным технологическим параметрам или в отдельных случаях по временной программе.

В первую очередь автоматизации подлежат насосные установки.

**7.10.** Для обеспечения централизованного управления и контроля работы сооружений следует предусматривать диспетчерское управление системой канализации, использующее в необходимых случаях средства телемеханики.

**7.11.** Для крупных систем канализации в тех случаях, когда на объектах, которым они подведомственны, функционируют автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), следует предусматривать подсистемы, обеспечивающие сбор, обработку и передачу необходимой информации, а также решение отдельных задач по управлению.

**7.12.** Диспетчерское управление должно предусматриваться, как правило, одноступенчатое с одним диспетчерским пунктом. Для наиболее крупных канализационных систем со сложными сооружениями и большими расстояниями между ними допускается двухступенчатое управление с центральным и местным диспетчерскими пунктами.

**7.13.** Связь между диспетчерским пунктом и контролируруемыми объектами, а также помещениями дежурного персонала и мастерскими следует осуществлять посредством прямой диспетчерской связи.

Следует, как правило, предусматривать прямую диспетчерскую связь между диспетчерским пунктом канализации и диспетчерским пунктом энергохозяйства промышленного предприятия, а в случае его отсутствия - с центральным диспетчерским пунктом промышленного предприятия.

**7.14.** С контролируемых сооружений на диспетчерский пункт должны передаваться только те сигналы и измерения, без которых не могут быть обеспечены оперативное управление и контроль работы сооружений, скорейшая ликвидация и локализация аварий.

**7.15.** На диспетчерский пункт очистных сооружений следует передавать следующие измерения и сигнализацию.

**Измерения:**

расхода сточных вод, поступающих на очистные сооружения, или расхода очищенных сточных вод;

pH сточных вод (при необходимости);

концентрации растворенного кислорода в сточных водах (при необходимости);

температуры сточных вод;

общего расхода воздуха, подаваемого на аэротенки;

расхода активного ила, подаваемого на аэротенки;

расхода избыточного активного ила;

расхода сырого осадка, подаваемого на сооружения по его обработке.

**Сигнализация:**

аварийного отключения оборудования;

нарушения технологического процесса;

предельных уровней сточных вод и осадков в резервуарах, в подводящем канале здания решеток или решеток-дробилок;

предельной концентрации взрывоопасных газов в производственных помещениях;

предельной концентрации хлор-газа в помещениях хлораторной.

**7.16.** Помещения диспетчерских пунктов допускается блокировать с технологическими сооружениями: производственно-административным корпусом, воздуходувной станцией и др. (при размещении диспетчерского пункта в воздуходувной станции его следует изолировать от шума).

В диспетчерских пунктах следует предусматривать следующие помещения:

диспетчерскую для размещения диспетчерского щита, пульта и средств связи с постоянным пребыванием дежурного персонала;

вспомогательные помещения (кладовую, ремонтную мастерскую, комнату отдыха, санузел).

## НАСОСНЫЕ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

**7.17.** Насосные станции, как правило, должны проектироваться с управлением без постоянного обслуживающего персонала. При этом рекомендуются следующие виды управления:

автоматическое управление насосными агрегатами - в зависимости от уровня сточной жидкости в приемном резервуаре;

местное - с периодически приходящим персоналом и с передачей необходимых сигналов на диспетчерский пункт.

**7.18.** В насосных станциях, оборудованных агрегатами с электродвигателями мощностью свыше 100 кВт и получающих электропитание от собственных трансформаторных подстанций (ТП), следует учитывать возможность появления ударных толчков нагрузки в трансформаторах, величина и частота которых ограничиваются заводами-изготовителями.

**7.19.** В насосных станциях, оборудованных агрегатами с высоковольтными электродвигателями, не допускающими их автоматизацию «по уровню» в связи с невозможностью обеспечения необходимой частоты включения приводов масляных выключателей из-за малого ресурса или ограниченной частоты включения электродвигателей, рекомендуется использование регулируемого привода.

Регулируемым электроприводом следует оборудовать, как правило, один насосный агрегат в группе из двух-трех рабочих агрегатов.

Управление регулируемыми электроприводами следует осуществлять автоматически в зависимости от уровня в приемном резервуаре.

**7.20.** На насосных станциях, имеющих сложные коммуникации, требующие частых переключений, а также технологическое оборудование, не приспособленное для автоматизации, допускается наличие постоянного обслуживающего персонала. При этом управление агрегатами должно производиться централизованно со щита управления.

**7.21.** На автоматизированных насосных станциях независимо от категории надежности действия при аварийном отключении насосных агрегатов следует осуществлять автоматическое включение резервного агрегата.

На телемеханизированных объектах автоматическое включение резервного агрегата следует осуществлять на насосных станциях первой категории надежности действия.

**7.22.** При аварийном затоплении насосной станции следует предусматривать автоматическое отключение основных насосных агрегатов.

**7.23.** Пуск насосных агрегатов должен, как правило, производиться при открытых напорных задвижках на обратный клапан. Пуск насосных агрегатов при закрытых задвижках следует предусматривать при опасности гидравлических ударов, а также при наличии требований, связанных с запуском синхронных электродвигателей, и в других обоснованных случаях.

**7.24.** В насосных станциях следует контролировать следующие технологические параметры:

расход перекачиваемой жидкости (при необходимости);

уровни в приемном резервуаре;

уровни в дренажной приемке;

давление в напорных трубопроводах;

давление, развиваемое каждым насосным агрегатом;

давление воды в системе гидроуплотнения.

**7.25.** В насосных станциях следует предусматривать местную аварийно-предупредительную сигнализацию. При отсутствии постоянного обслуживающего персонала предусматривается передача общего сигнала о неисправности на диспетчерский пункт или пункт с круглосуточным дежурством.

**7.26.** В воздуходувных станциях, как правило, следует предусматривать местное управление воздуходувными агрегатами из машинного зала. В отдельных случаях допускается предусматривать дистанционное управление агрегатами из диспетчерского или оперативного пункта.

Последовательность операции по пуску и остановке воздуходувного агрегата, а также контроль отдельных его параметров должны быть выполнены системой автоматизации с учетом рекомендаций заводской инструкции.

При обосновании следует предусматривать автоматическое регулирование производительности воздуходувных агрегатов по величине растворенного кислорода в сточной воде.

В напорных воздуховодах следует контролировать давление и температуру воздуха (местное измерение).

## **ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

**7.27.** Работу механизированных решеток следует автоматизировать по заданной программе или по максимальному перепаду уровня жидкости до и после решетки.

**7.28.** В песколовках при высоком уровне автоматизации очистных сооружений следует автоматизировать удаление песка по заданной программе, устанавливаемой при эксплуатации.

**7.29.** В первичных отстойниках (радиальных или горизонтальных) следует автоматизировать периодический выпуск осадка поочередно из каждого отстойника по заданной программе или уровню осадка с учетом пуска скребковых механизмов.

**7.30.** В усреднителях необходимо контролировать на выходе величину рН или другие параметры, требуемые по технологии.

**7.31.** В сооружениях, в которых используется сжатый воздух (усреднителях, аэрируемых песколовках, преаэраторах и биокоагуляторах), следует контролировать расход воздуха.

**7.32.** В аэротенках следует контролировать расходы иловой смеси, активного ила и воздуха на каждой секции, а при высоком уровне автоматизации следует регулировать подачу воздуха по величине растворенного кислорода в сточной воде.

**7.33.** В высоконагружаемых биофильтрах следует контролировать расход поступающей и рециркуляционной воды.

**7.34.** Во вторичных отстойниках следует автоматизировать поддержание заданного уровня ила, контролировать работу илососов.

**7.35.** В илоуплотнителях следует автоматизировать выпуск уплотненного ила по заданной программе или уровню ила.

**7.36.** В метантенках необходимо автоматизировать поддержание заданной температуры осадка внутри метантенка, контролировать температуру осадка внутри метантенка, уровень загрузки, расходы поступающего осадка, пара и газа, давление пара и газа.

**7.37.** На вакуум-фильтрах и фильтр-прессах следует автоматизировать дозирование подаваемых реагентов, контролировать уровень осадка в корыте вакуум-фильтра, разрежение в ресивере, давление сжатого воздуха, уровень воды в ресивере.

**7.38.** В сточной воде после контакта с хлором следует контролировать концентрацию остаточного хлора.

**7.39.** Автоматизацию технологических процессов обработки производственных сточных вод и необходимый объем контроля следует принимать по данным научно-исследовательских организаций.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНЫМ РЕШЕНИЯМ И КОНСТРУКЦИЯМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### ГЕНПЛАН И ОБЪЕМНО ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

**8.1.** Выбор площадок для строительства сооружений канализации, планировку, застройку и благоустройство их территории следует выполнять в соответствии с технологическими требованиями, указаниями [СНиП II-89-80](#) и общими требованиями [СНиП 2.04.02-84](#).

Планировочные отметки площадок канализационных сооружений и насосных станций, размещаемых на прибрежных участках водотоков и водоемов, надлежит принимать не менее чем на 0,5 м выше максимального горизонта паводковых вод с обеспеченностью 3 % с учетом ветрового нагона воды и высоты наката ветровой волны, определяемой согласно [СНиП 2.06.04-82](#).

**8.2.** Территория очистных сооружений канализации населенных пунктов, а также очистных сооружений канализации промышленных предприятий, располагаемых за пределами промышленных площадок, во всех случаях должна быть ограждена. Ограждение следует предусматривать в соответствии с «Указаниями по проектированию ограждений и участков предприятий, зданий и сооружений», утвержденными Госстроем СССР. Тип ограждения необходимо выбирать с учетом местных условий. В необходимых случаях для отдельных сооружений следует предусматривать ограждения в соответствии с правилами техники безопасности. Поля фильтрации допускается не ограждать.

**8.3.** Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений систем канализации надлежит выполнять согласно СНиП II-90-81, [СНиП 2.04.02-84](#) и указаниям настоящего раздела.

**8.4.** Здания и сооружения канализации следует принимать не ниже II степени огнестойкости и относить ко II классу ответственности, за исключением иловых площадок, полей фильтрации, биологических прудов, регулирующих емкостей, канализационных сетей и сооружений на них, которые следует относить к III классу ответственности и степень огнестойкости которых не нормируется.

Огнестойкость конструкций отдельно стоящих емкостных сооружений, не содержащих жидкостей с пожароопасными или пожаровзрывоопасными примесями, не ограничивается.

**8.5.** По пожарной безопасности процессы перекачки и очистки бытовых сточных вод относятся к категории Д. Категория пожарной опасности процессов перекачки и очистки производственных сточных вод, содержащих легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, устанавливается в зависимости от характера этих веществ.

**8.6.** На сооружениях канализации необходимо предусматривать бытовые помещения, состав которых определяется в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов согласно СНиП II-92-76.

Санитарная характеристика производственных процессов на сооружениях канализации населенных пунктов принимается по [табл. 65](#).

Т а б л и ц а 65

Производственные процессы на сооружениях канализации населенных пунктов	Группа санитарной характеристики производственных процессов
Работы:	
на очистных сооружениях, насосных станциях по перекачке сточных вод, сетях канализации, в лабораториях	Шв
в хлораторных и на складах хлора	Ша
в воздухоподогревателях и в ремонтных мастерских	Iв
в аппарате управления	Iа



Примечание. Работу инженерно-технических работников на канализационных сооружениях надлежит относить к группам производственных процессов тех участков, которые они обслуживают.

**8.7.** Работы на сооружениях биологической очистки производственных сточных вод по санитарной характеристике приравниваются к работам на очистных сооружениях городской канализации.

Санитарную характеристику работ на сооружениях механической, химической и других методов очистки производственных сточных вод следует принимать в зависимости от состава сточных вод и метода очистки.

Данные для проектирования естественного и искусственного освещения производственных помещений следует принимать согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**8.8.** Блокирование в одном здании различных по назначению производственных и вспомогательных помещений следует производить во всех случаях, когда это не противоречит условиям технологического процесса, санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям, целесообразно по условиям планировки участка и технико-экономическим соображениям.

Блокировать прямоугольные емкости сооружений следует во всех случаях, когда это целесообразно по условиям технологического процесса и конструктивным соображениям.

**8.9.** Внутреннюю отделку хозяйственных, административных, лабораторных и других помещений в зданиях систем канализации следует назначать согласно [СНиП 2.04.02-84](#), производственных помещений - по [табл. 66](#), бытовых помещений - согласно СНиП II-92-76.

**8.10.** Расчет конструкций канализационных емкостных сооружений надлежит выполнять согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**8.11.** Антикоррозионная защита строительных конструкций зданий и сооружений должна быть предусмотрена согласно СНиП II-28-73\* и [СНиП 2.04.02-84](#).

## ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

**8.12.** Необходимый воздухообмен в производственных помещениях надлежит, как правило, рассчитывать по количеству вредных выделений от оборудования, арматуры и коммуникаций. Количество вредных выделений следует принимать по данным технологической части проекта.

При отсутствии таких данных следует использовать данные натурных обследований аналогичных действующих сооружений. Для сооружений, которым нет аналогов, допускается рассчитывать количество воздуха по кратности воздухообмена по [табл. 67](#).

Т а б л и ц а 66

Здания и помещения	Отделочные работы		
	стены	потолки	полы
1. Здания решеток	Штукатурка кирпичных стен. Панель из глазурованной плитки высотой 1,8 м от пола. Выше панели - окраска влагостойкими красками	Окраска влагостойкими красками	Керамическая плитка
2. Биофильтры	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Окраска влагостойкими красками	То же	Цементный пол
3. Камера управления метантанков; распределительная камера; насосные станции	Штукатурка кирпичных стен. Окраска влагостойкими красками. Железобетонных стен. Окраска клеевыми красками	То же. Клеевая окраска	То же
4. Цех обезвоживания осадка	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Окраска влагостойкими красками	Окраска влагостойкими красками	«

Здания и помещения	Отделочные работы		
	стены	потолки	полы
5. Воздуходувная станция: машинный зал	Расшивка швов панельных стен. Штукатурка кирпичных стен. Окраска панели масляной краской на высоту 1,5 м. Окраска клеевыми красками выше панели	Клеевая побелка	Керамическая плитка (бетонный пол на монтажной площадке)
подсобные помещения	Кирпичная кладка с подрезкой швов. Затирка или расшивка швов панелей. Известковая побелка	Известковая побелка	Цементный пол
6. Фильтры	Штукатурка кирпичных стен. Окраска влагостойкими красками	-	То же
7. Насосные станции: машинный зал	Штукатурка кирпичных стен в надземной части. В заглубленной части - затирка бетонных поверхностей цементным раствором. Окраска панелей масляной краской на высоту 1,5 м. Окраска клеевыми красками выше панели	Клеевая побелка	Керамическая плитка
помещения над приемным резервуаром	Штукатурка кирпичных стен. Затирка бетонных стен подземной части цементным раствором. Окраска влагостойкими красками	Окраска влагостойкими красками	Цементный пол

Т а б л и ц а 67

Здания и помещения	Температура воздуха для проектирования систем отопления, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		приток	вытяжка
1. Канализационные насосные станции (машинные залы) для перекачки: а) бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод и осадка б) производственных взрывоопасных сточных вод	5	По расчету на удаление теплоизбытков, но не менее 3	
2. Приемные резервуары и помещения решеток насосных станций для перекачки: а) бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод и осадка б) производственных агрессивных или взрывоопасных сточных вод	5	5	5
3. Воздуходувная станция	5	По расчету на удаление теплоизбытков	
4. Здания решеток	5	5	5
5. Биофильтры (аэрофильтры) в зданиях	См. <a href="#">примеч. 3</a>	По расчету на удаление влаги	
6. Аэротенки в зданиях	То же	То же	
7. Метантенки: а) насосная станция б) инжекторная, газовый киоск	5	12	12
8. Цех механического обезвоживания (помещения вакуум-фильтров и бункерное отделение)	16	По расчету на влаговыведение	
9. Реагентное хозяйство для приготовления раствора: а) хлорного железа, сульфата аммония, едкого натра, хлорной извести б) известкового молока, суперфосфата, аммиачной селитры, соды кальцинированной, полиакриламида	16	6	6
	16	3	3

Здания и помещения	Температура воздуха для проектирования систем отопления, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		приток	вытяжка
10. Склады: а) бисульфита натрия	5	6	6
б) извести, суперфосфата, аммиачной селитры (в таре), сульфата аммония, соды кальцинированной, полиакриламида	5	3	3

Примечания: 1. При наличии в производственных помещениях обслуживающего персонала температура воздуха в них должна быть не менее 16 °С.

2. Воздухообмен следует принимать по расчету. При отсутствии данных о количестве вредных, выделяющихся в воздух помещений, допускается определять количество вентиляционного воздуха по кратности воздухообмена на основании ведомственных норм основного производства, от которого поступают сточные воды.

3. Температуру воздуха в зданиях биофильтров (аэрофильтров) и аэротенков следует принимать не менее чем на 2 °С выше температуры сточной воды.

**8.13.** В отделении решеток и приемных резервуаров удаление воздуха необходимо предусматривать в размере 1/3 из верхней зоны и 2/3 из нижней зоны с удалением воздуха из-под перекрытий каналов и резервуаров. Кроме того, необходимо предусматривать отсосы от дробилок.

## 9. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ КАНАЛИЗАЦИИ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

### СЕЙСМИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

**9.1.** Требования настоящего подраздела должны выполняться при проектировании систем канализации для районов сейсмичностью 7-9 баллов дополнительно к требованиям [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.2.** При проектировании канализации промышленных предприятий и населенных пунктов, расположенных в сейсмических районах, надлежит предусматривать мероприятия, исключающие затопление территории сточными водами и загрязнение подземных вод и открытых водоемов в случае повреждения канализационных трубопроводов и сооружений.

**9.3.** При выборе схем канализации надлежит предусматривать децентрализованное размещение канализационных сооружений, если это не вызовет значительного усложнения и удорожания работ, а также следует принимать разделение технологических элементов очистных сооружений на отдельные секции.

**9.4.** При благоприятных местных условиях следует применять методы естественной очистки сточных вод.

**9.5.** Заглубленные здания необходимо располагать на расстоянии не менее 10 м от других сооружений и не менее  $12D_{ext}$  ( $D_{ext}$  - наружный диаметр трубопровода) от трубопроводов.

**9.6.** В насосных станциях в местах присоединения трубопроводов к насосам необходимо предусматривать гибкие соединения, допускающие угловые и продольные взаимные перемещения концов труб.

**9.7.** Для предохранения территории канализуемого объекта от затопления сточными водами, а также загрязнения подземных вод и открытых водоемов (водотоков) при аварии необходимо от сети устраивать перепуски (под напором) в другие сети или аварийные резервуары без сброса в водные объекты.

**9.8.** Для коллекторов и сетей безнапорной и напорной канализации надлежит принимать все виды труб с учетом назначения трубопроводов, требуемой прочности труб, компенсационной способности стыков, а также результатов технико-экономических расчетов, при этом глубина заложения всех видов труб в любых грунтах не нормируется.

**9.9.** Прочность канализационных сетей необходимо обеспечивать выбором материала и класса прочности труб на основании статического расчета с учетом дополнительной сейсмической нагрузки, определяемой также расчетом.

**9.10.** Компенсационные способности стыков необходимо обеспечивать применением гибких стыковых соединений, определяемых расчетом.

**9.11.** Проектирование напорных трубопроводов следует производить согласно [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.12.** Не рекомендуется прокладывать коллекторы в насыщенных водой грунтах (кроме скальных, полускальных и крупнообломочных), в насыпных грунтах независимо от их влажности, а также на участках со следами тектонических нарушений.

## ПРОСАДОЧНЫЕ ГРУНТЫ

**9.13.** Системы канализации, подлежащие строительству на просадочных, засоленных и набухающих грунтах, надлежит проектировать согласно [СНиП 2.02.01-83](#) и [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.14.** При грунтовых условиях II типа по просадочности следует применять при просадках грунтов от собственной массы:

а) до 20 см для самотечных трубопроводов - железобетонные и асбестоцементные безнапорные, керамические трубы; то же, для напорных трубопроводов - железобетонные напорные, асбестоцементные, полиэтиленовые трубы;

б) свыше 20 см для самотечных трубопроводов - железобетонные напорные, асбестоцементные напорные, керамические трубы; то же для напорных трубопроводов - полиэтиленовые, чугунные трубы.

Допускается применение для напорных трубопроводов стальных труб на участках при возможной просадке грунта от собственной массы до 20 см и рабочем давлении свыше 0,9 МПа (9 кгс/см<sup>2</sup>), а также при возможной просадке свыше 20 см и рабочем давлении свыше 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).

Требования к основаниям под безнапорные трубопроводы в грунтовых условиях I и II типов по просадочности приведены в [табл. 68](#).

Т а б л и ц а 68

Тип грунта по просадочности	Характеристика территории	Требования к основаниям под трубопроводы
I	Застроенная	Без учета просадочности
	Незастроенная	То же
II (просадка до 20 см)	Застроенная	Уплотнение, грунта и устройство поддона
	Незастроенная	Уплотнение грунта
II (просадка св. 20 см)	Застроенная	Уплотнение грунта и устройство поддона
	Незастроенная	Уплотнение грунта

**П р и м е ч а н и я :** 1. Незастроенная территория - территория, на которой в ближайшие 15 лет не предусматривается строительство населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

2. Уплотнение грунта - трамбование грунта основания на глубину 0,3 м до плотности сухого грунта не менее 1,65 тс/м<sup>3</sup> на нижней границе уплотненного слоя.

3. Поддон - водонепроницаемая конструкция с бортами высотой 0,1-0,15 м, на которую укладывается дренажный слой толщиной 0,1 м.

4. Требования к основаниям под трубопроводы следует уточнять в зависимости от класса ответственности зданий и сооружений, расположенных вблизи трубопровода.

5. Для углубления траншей под стыковые соединения трубопроводов следует применять трамбование грунта.

**9.15.** Стыковые соединения железобетонных, асбестоцементных, керамических, чугунных, полиэтиленовых труб на просадочных грунтах со II типом грунтовых условий должны быть податливыми за счет применения эластичных заделок.

**9.16.** При возможной просадке от собственной массы грунта свыше 10 см условие, при котором сохраняется герметичность безнапорного трубопровода вследствие горизонтальных перемещений грунта, определяется выражением

$$\Delta_{lim} \geq \Delta_k + \Delta_s, \quad (115)$$

где  $\Delta_{lim}$  - допустимая осевая компенсационная способность стыкового соединения труб, см, принимаемая равной половине глубины щели раструбных труб или длины муфты стыковых соединений;

$\Delta_k$  - необходимая из условия воздействия горизонтальных перемещений грунта, возникающих при просадках его от собственной массы, компенсационная способность стыкового соединения;

$\Delta_s$  - величина оставляемого при строительстве зазора между концами труб в стыке, принимаемая равной 1 см. Необходимая из условия воздействия горизонтальных перемещений компенсационная способность стыкового соединения  $\Delta_k$ , см, определяется по формуле

$$\Delta_k = K_w l_{sec} \left( \varepsilon + \frac{D_{ext}}{R_{gr}} \right), \quad (116)$$

где  $K_w$  - коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,6;

$l_{sec}$  - длина секции (звена) трубопровода, см;

$\varepsilon$  - относительная величина горизонтального перемещения грунта при просадке его от собственной массы;

$D_{ext}$  - наружный диаметр трубопровода, м;

$R_{gr}$  - условный радиус кривизны поверхности грунта при просадке его от собственной массы, м.

Относительная величина горизонтального перемещения  $\varepsilon$ , м, определяется по формуле

$$\varepsilon = 0,66 \left( \frac{S_{pr}}{l_{pr}} - 0,005 \right), \quad (117)$$

где  $S_{pr}$  - просадка грунта от собственной массы, м;

$l_{pr}$  - длина криволинейного участка просадки грунта, м, от собственной массы, вычисляемая по формуле

$$l_{pr} = H_{pr} (0,5 + K_\beta \operatorname{tg} \beta), \quad (118)$$

здесь  $H_{pr}$  - величина просадочной толщи, м;

$K_\beta$  - коэффициент, принимаемый равным для однородных толщ грунтов - 1, для неоднородных - 1,7;

$\operatorname{tg} \beta$  - угол распространения воды в стороны от источника замачивания, принимаемый равным для супесей и лессов  $-35^\circ$ , для суглинков и глин - менее  $50^\circ$ .

Условный радиус кривизны поверхности грунта  $R_{gr}$ , м, вычисляется по формуле

$$R_{gr} = \frac{l_{pr}^2}{2 S_{pr}} (1 + S_{pr}) \quad (119)$$

## ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

### Общие указания

**9.17.** При проектировании оснований под сети и сооружения следует руководствоваться принципами I или II использования вечномерзлых грунтов согласно СНиП II-18-76.

**9.18.** Использование грунтов оснований по принципу I следует принимать в случаях, если:

грунты характеризуются значительными осадками при оттаивании;

оттаивание грунтов вокруг трубопровода влияет на устойчивость расположенных вблизи зданий и сооружений, строящихся с сохранением основания в мерзлом состоянии.

**9.19.** Использование грунтов оснований по принципу II следует принимать в случаях, если:

грунты характеризуются незначительными осадками на всю расчетную глубину оттаивания;

здания и сооружения по трассе трубопроводов расположены на расстоянии, исключающем их тепловое влияние, или строятся с допущением оттаивания вечномерзлых грунтов в их основании.

**9.20.** В расчетных расходах следует учитывать холостой сброс воды для предохранения сетей от замерзания, величина которого определяется теплотехническим расчетом, но допускается не более 20 % основного расхода.

### Коллекторы и сети

**9.21.** Систему канализации надлежит проектировать неполную раздельную (с поверхностным отведением дождевых вод), при этом предусматривать максимально возможное совместное отведение бытовых и производственных сточных вод.

**9.22.** Способы прокладки трубопроводов в зависимости от объемно-планировочных решения застройки, мерзлотно-грунтовых условий по трассе, теплового режима трубопроводов и принципа использования вечномерзлых грунтов в качестве основания следует принимать:

подземный - в траншеях или каналах (проходных, полупроходных, непроходных);

наземный - на подсыпке с обвалованием;

надземный - по опорам, эстакадам, мачтам и др. с устройством пешеходных переходов в населенных пунктах при расположении на низких опорах.

**9.23.** При проектировании способа прокладки трубопроводов и подготовки оснований под них следует руководствоваться [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.24.** Прокладка сетей канализации совместно с сетями хозяйственно-питьевого водопровода допускается только в том случае, когда под канализационные трубы выделен отдельный отсек канала, обеспечивающий отвод сточных вод в аварийный период.

**9.25.** При трассировке сетей канализации надлежит по возможности предусматривать присоединение объектов с постоянным выпуском сточных вод к начальным участкам сети.

**9.26.** На выпусках из зданий следует предусматривать комбинированную изоляцию труб (теплоаккумулирующую и тепловую).

**9.27.** Расстояние от центра смотровых колодцев до зданий и сооружений, возводимых по первому принципу строительства, надлежит принимать не менее 10 м.

**9.28.** Материал труб для напорных сетей канализации следует принимать как для водопроводных сетей.

Для самотечных сетей канализации необходимо применять трубы полиэтиленовые и чугунные с резиновой уплотнительной манжетой.

**9.29.** Уклон тоннелей или каналов должен обеспечивать выпуск аварийных утечек в систему канализации.

При плоском рельефе местности для удаления аварийных утечек допускается предусматривать насосные станции.

**9.30.** Для исключения возможного нарушения вечномерзлого состояния грунтов в основании зданий выпуски канализации следует прокладывать в подземных каналах или надземно для зданий с проветриваемыми подпольями.

**9.31.** Устройство открытых лотков в колодцах на сетях канализации не допускается. Для чистки труб следует предусматривать закрытые ревизии.

**9.32.** Для предохранения от замерзания трубопроводов канализации следует предусматривать:

дополнительный сброс в сеть канализации теплой воды (отработанной или специально подогретой);

сопровождение участков трубопроводов, в наибольшей степени подверженных опасности замерзания, греющим кабелем или теплопроводом.

Выбор мер должен быть обоснован технико-экономическим расчетом.

### **Очистные сооружения**

**9.33.** Строительные конструкции зданий и сооружений надлежит принимать согласно СНиП II-18-76 и [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.34.** Условия спуска сточных вод в водные объекты должны удовлетворять требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правил санитарной охраны прибрежных вод морей», при этом необходимо учитывать низкую самоочищающую способность водных объектов, их полное перемерзание или резкое сокращение расходов в зимний период.

**9.35.** Для очистки сточных вод могут быть применены биологический, биолого-химический, физико-химический методы. Выбор метода очистки должен быть определен его технико-экономическими показателями, условиями сброса сточных вод в водные объекты, наличием транспортных связей и степенью освоения района, типом населенного места (постоянный, временный), наличием реагентов и т. п.

**9.36.** При выборе метода и степени очистки следует учитывать температуру сточных вод, холостые сбросы водопроводной воды, изменения концентрации загрязняющих веществ за счет разбавления.

Среднемесячную температуру сточных вод  $T_w$ , °С, при подземной прокладке канализационной сети следует определять по формуле

$$T_w = T_{wot} + y_1, \quad (120)$$

где  $T_{wot}$  - среднемесячная температура воды в водоисточнике, °С;

$y_1$  - эмпирическое число, зависящее от степени благоустройства населенного места. Для районов застройки, не имеющих централизованного горячего водоснабжения,  $y_1 = 4-5$ ; для районов, имеющих систему централизованного горячего водоснабжения в отдельных группах зданий,  $y_1 = 7-9$ ; для районов, где здания оборудованы централизованным горячим водоснабжением,  $y_1 = 10-12$ .

**9.37.** Расчетную температуру сточных вод в месте выпуска следует определять теплотехническим расчетом.

**9.38.** Биологическую очистку сточных вод надлежит предусматривать только на искусственных сооружениях.

**9.39.** Обработку осадка следует осуществлять, как правило, на искусственных сооружениях.



**9.40.** Намораживание осадка с последующим его оттаиванием надлежит предусматривать в специальных накопителях при производительности очистных сооружений до 3-5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Высота слоя намораживания осадка не должна превышать глубину сезонного оттаивания.

**9.41.** Размещение очистных сооружений следует предусматривать, как правило, в закрытых отапливаемых зданиях при производительности до 3-5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. При большей производительности и соответствующих теплотехнических расчетах очистные сооружения могут располагаться на открытом воздухе с обязательным устройством над ними шатров, проходных галерей и т. п. При этом необходимо предусматривать мероприятия по защите сооружений, механических узлов и устройств от обледенения.

**9.42.** Очистные сооружения следует применять высокой промышленной сборности или заводской готовности, обеспечивающие минимальное привлечение человеческого труда при простом управлении: тонкослойные отстойники, многокамерные аэротенки, флототенки, аэротенки с высокими дозами ила, флотационные илоотделители, аэробные стабилизаторы осадка и т. п.

**9.43.** Для очистки небольших количеств сточных вод следует применять установки: аэрационные, работающие по методу полного окисления (до 3 тыс. м<sup>3</sup>/сут); аэрационные с аэробной стабилизацией избыточного активного ила (от 0,2 до 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут);

физико-химической очистки (от 0,1 до 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

**9.44.** Установки физико-химической очистки предпочтительней для вахтовых и временных поселков, профилакториев и населенных пунктов, отличающихся большой неравномерностью поступления сточных вод, низкой температурой и концентрацией загрязняющих веществ.

**9.45.** Для физико-химической очистки сточных вод допускается применять следующие схемы:

I - усреднение, коагуляция, отстаивание, фильтрование, обеззараживание;

II - усреднение, коагуляция, отстаивание, фильтрование, озонирование.

Схема I обеспечивает снижение БПК<sub>полн</sub> от 180 до 15 мг/л, схема II - от 335 до 15 мг/л за счет окисления озоном оставшихся растворенных органических веществ с одновременным обеззараживанием сточных вод.

**9.46.** В качестве реагентов следует применять сернокислый алюминий с содержанием активной части не менее 15 %, активную кремнекислоту (АК), кальцинированную соду, гипохлорит натрия, озон.

В схеме I сода и озон исключаются.

**9.47.** Дозы реагентов надлежит принимать, мг/л: сернокислого безводного алюминия - 110-100, АК - 10-15, хлора - 5 (при подаче в отстойник) или 3 (перед фильтром), озона - 50-55, соды - 6-7.

## **ПОДРАБАТЫВАЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ**

### **Общие указания**

**9.48.** При проектировании наружных сетей и сооружений канализации на подрабатываемых территориях необходимо учитывать дополнительные воздействия от сдвижений и деформаций земной поверхности, вызываемых проводимыми горными выработками.

Назначение мероприятий по защите от воздействий горных выработок следует производить с учетом сроков их проведения под проектируемыми сетями и сооружениями согласно СНиП II-8-78 и [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.49.** На подрабатываемых территориях не допускается размещение полей фильтрации.

**9.50.** Мероприятия по защите безнапорных трубопроводов канализации от воздействий деформирующегося грунта должны обеспечивать сохранение безнапорного режима, герметичность стыковых соединений, прочность отдельных секций.

**9.51.** При выборе мероприятий по защите и определении их объемов в разрабатываемом на стадии проектирования горно-геологическом обосновании должны быть дополнительно указаны:

сроки начала подработок площадки расположения сетей и сооружений канализации, а также отдельных участков внеплощадочных трубопроводов;

места пересечений трубопроводами линий выхода на поверхность (под наносы) тектонических нарушений, границ шахтных полей и охранных целиков;

территории возможных образований на земной поверхности крупных трещин с уступами и провалов.

### Коллекторы и сети

**9.52.** Ожидаемые деформации земной поверхности для проектирования защиты безнапорных трубопроводов канализации должны быть заданы:

на площадях с известным на момент разработки проекта положением горных выработок - от проведения заданных очистных выработок;

на площадях, где планы проведения выработок неизвестны, - от условно задаваемых выработок по одному наиболее мощному из намечаемых к отработке пластов или выработок на одном горизонте;

в местах пересечений трубопроводами границ шахтных полей, охранных целиков и пиний выхода на поверхность тектонических нарушений - суммарными от выработок в пластах, намечаемых к отработке в ближайшие 5 лет.

При определении объемов мероприятий по защите необходимо принимать максимальные значения ожидаемых деформаций с учетом коэффициента перегрузки согласно СНиП II-8-78.

**9.53.** Для безнапорной канализации следует применять керамические, железобетонные, асбестоцементные и пластмассовые трубы, а также железобетонные потки или каналы.

Выбор типа труб необходимо производить в зависимости от состава сточных вод и горно-геологических условий строительной площадки или трассы трубопровода.

**9.54.** Для сохранения безнапорного режима в трубопроводе уклоны участков при проектировании продольного профиля необходимо назначать с учетом расчетных неравномерных оседаний (наклонов) земной поверхности исходя из условия

$$i_p \geq i_p^{\min} + i_{gr}, \quad (121)$$

где  $i_p$  - необходимый для сохранения безнапорного режима работы строительный уклон трубопровода;

$i_p^{\min}$  - наименьший допустимый уклон трубопровода при расчетном наполнении;

$i_{gr}$  - расчетные наклоны земной поверхности на участке трубопровода, принимаемые согласно [п. 9.52](#).

**9.55.** При невозможности обеспечить необходимый уклон безнапорного трубопровода, например, по условиям рельефа местности или в условиях заданной разности отметок начальной и конечной точек проектируемого трубопровода, а также у границ шахтных полей, охранных целиков и тектонических нарушений следует:

трассу трубопровода предусматривать в направлении больших уклонов или в зоне меньших ожидаемых наклонов земной поверхности;

увеличить диаметр трубопровода;

уменьшить расчетное наполнение трубопровода; предусматривать станции перекачки сточных вод в тот же или другой трубопровод за пределами зоны неблагоприятных наклонов земной поверхности.

Станции перекачки сточных вод следует сооружать при строительстве трубопровода, если горные работы намечены на ближайшие 5 лет, и непосредственно перед горными работами при более поздних сроках их осуществления.

**9.56.** Стыковые соединения труб следует предусматривать податливыми, работающими как компенсаторы, за счет применения эластичных заделок.

Условие, при котором сохраняется герметичность стыковых соединений безнапорного трубопровода, определяется выражением

$$\Delta_{lim} \geq \Delta_k + \Delta_s, \quad (122)$$

где  $\Delta_{lim}$  - допускаемая (нормативная) осевая компенсационная способность податливого стыкового соединения труб, принимаемая для труб, см:

керамических - 4;

железобетонных раструбных - 5;

асбестоцементных муфтовых - 6;

$\Delta_k$  - необходимая осевая компенсационная способность стыка, см, определяемая расчетом в зависимости от ожидаемых деформаций земной поверхности и геометрических размеров принимаемых труб;

$\Delta_s$  - величина оставляемого при строительстве зазора между концами труб в стыке, см, принимаемая в размере не менее 20 % значения  $\Delta_{lim}$ .

**9.57.** Несущая способность поперечного сечения трубы при растяжении  $P_p$  должна удовлетворять условию

$$P_p \geq P_\varepsilon + P_i, \quad (123)$$

где  $P_\varepsilon$  - максимальное продольное усилие в отдельной секции трубы, вызываемое горизонтальными деформациями грунта;

$P_i$  - максимальное продольное усилие в отдельной секции трубы, вызываемое появлением уступа на земной поверхности.

**9.58.** При несоблюдении [условий \(122\)](#) или [\(123\)](#) необходимо:

применить трубы меньшей длины или другого типа;

изменить трассу трубопровода, проложив ее в зоне меньших ожидаемых деформаций земной поверхности;

повысить несущую способность трубопровода устройством в его основании железобетонной постели (ложа) с разрезкой на секции податливыми швами.

**9.59.** Разность отметок входного и выходного колодцев дюкера следует назначать с учетом неравномерных оседаний земной поверхности, вызываемых проведением очистных горных выработок.

**9.60.** Расстояние между канализационными колодцами на прямолинейных участках трубопроводов канализации в условиях подрабатываемых территорий необходимо принимать не более 50 м.

**9.61.** При необходимости пересечения трубопроводом канализации площадей, где возможно образование локальных трещин с уступами или провалов, следует предусматривать напорные участки и надземную ее прокладку.

### Очистные сооружения

**9.62.** Сооружения канализации следует проектировать, как правило, по жестким и комбинированным конструктивным схемам. Размеры в плане жестких блоков, отсеков должны определяться расчетом в зависимости от величин деформаций земной

поверхности и наличия практически осуществимых конструктивных мер защиты, в том числе деформационных швов необходимой компенсационной способности.

**9.63.** Податливые конструктивные схемы допускаются только для сооружений канализации типа открытых емкостей, не имеющих стационарного оборудования.

**9.64.** Сооружения канализации, имеющие стационарное оборудование, следует проектировать только по жестким конструктивным схемам.

**9.65.** Сблокированные сооружения канализации различного функционального назначения должны быть разделены между собой деформационными швами.

**9.66.** Для задержания отбросов следует применять подвижные решетки с регулируемым углом наклона и решетки-дробилки.

**9.67.** В качестве оросителей биофильтров рекомендуется применять разбрызгиватели (спринклеры) и движущиеся оросители.

При применении реактивных оросителей фундаменты-стояки необходимо отделять от сооружений водонепроницаемым деформационным швом.

**9.68.** Коммуникационные системы не должны иметь жесткой связи с сооружениями.

Уклоны лотков и каналов следует назначать с учетом расчетных деформаций земной поверхности.

**9.69.** Особенности проектирования систем канализации для Западно-Сибирского нефтегазового комплекса приведены в рекомендуемом приложении.

**(Измененная редакция. Изм. № 1).**

ПРИЛОЖЕНИЕ

*Рекомендуемое*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

### **Общие указания**

1. При проектировании способа прокладки трубопроводов и подготовки оснований под них надлежит руководствоваться указаниями [СНиП 2.04.02-84](#).

2. При проектировании сетей и сооружений на вечномерзлых грунтах следует руководствоваться указаниями [пп. 9.17-9.47](#).

3. В районах распространения вечномерзлых грунтов и слабых водонасыщенных грунтов наружные сети канализации следует предусматривать, как правило, напорными из стальных труб.

4. При проектировании систем канализации надлежит, как правило, применять сооружения и установки в комплектно-блочном исполнении заводского изготовления по [ГОСТ 25298-82](#).

5. Для очистки сточных вод надлежит применять высокоэффективные интенсивные методы (механическая очистка на тонкослойных отстойниках, двухъярусных отстойниках с пластмассовыми модулями; биологическая очистка в биофильтрах с пластмассовой загрузкой, аэротенках с высокими дозами активного ила; физико-химическая очистка при большой неравномерности поступления сточных вод, их низкой температуре и возможных перерывах в подаче).

6. Для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод следует принимать, как правило, фильтровальные установки, в том числе с использованием местных фильтрующих материалов.

7. Осадок сточных вод при невозможности его утилизации рекомендуется после стабилизации и обеззараживания (термическим или химическим способом) складировать в накопителях.

8. Для обеззараживания очищенных сточных вод следует применять прямой электролиз или раствор гипохлорита натрия, получаемый электролизом поваренной соли или минерализованной воды.

9. Отвод поверхностных вод (дождевых и талых) надлежит предусматривать, как правило, открытыми водостоками с очисткой стока с наиболее загрязненных территорий (автобаз, резервуарных парков и т. д.).

10. Технологические процессы перекачки и очистки сточных вод, а также обработки осадка должны быть максимально механизированы и автоматизированы.

11. Сооружения для очистки сточных вод производительностью до 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут следует размещать, как правило, в отапливаемых зданиях. При большей производительности необходимость размещения сооружений в отапливаемых зданиях должна определяться теплотехническим расчетом.

12. При расположении сооружений на открытом воздухе следует предусматривать ветро- и снегозащитные мероприятия (шатры, навесы, перегородки, проходные галереи между зданиями и сооружениями и т. п.), а также защиту сооружений, механических узлов и устройств от обледенения.

13. При отсутствии на площадках очистных сооружений открытых емкостей вне помещений ограждение территории допускается не предусматривать.

14. Санитарно-защитные зоны от канализационных сооружений до границ жилой застройки, участков общественных зданий и предприятий пищевой промышленности надлежит принимать по [п. 1.10](#) минимально допустимыми.

Следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие сокращение санитарно-защитных зон (размещение сооружений с подветренной стороны по отношению к жилой застройке и т. п.).

**(Измененная редакция. Изм. № 1).**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания .....	2
2. Расчетные расходы сточных вод. Гидравлический расчет канализационных сетей.....	3
Удельные расходы, коэффициенты неравномерности и расчетные расходы сточных вод.....	3
Расчетные расходы дождевых вод.....	5
Расчетные расходы сточных вод полураздельной системы канализации.....	11
Регулирование стока дождевых вод.....	12
Гидравлический расчет канализационных сетей.....	13
Наименьшие диаметры труб.....	14
Расчетные скорости и наполнения труб и каналов.....	14
Уклоны трубопроводов, каналов и лотков.....	15
3. Схемы и системы канализации.....	16
Схемы и системы канализации населенных пунктов.....	16
Системы канализации малых населенных пунктов (до 5000 чел.) и отдельно стоящих зданий.....	16
Схемы и системы канализации промышленных предприятий.....	17
Схема канализования поверхностных сточных вод с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий.....	18
4. Канализационные сети и сооружения на них.....	19
Условия трассирования сетей и прокладки трубопроводов.....	19
Повороты, соединения и глубина заложения трубопроводов.....	20
Трубы, упоры, арматура и основания под трубы.....	20
Смотровые колодцы.....	21
Перепадные колодцы.....	22
Дождеприемники.....	23
Дюкеры.....	23
Переходы через дороги.....	24
Выпуски, ливнеотводы и ливнеспуски.....	24

Особенности проектирования сетей канализации промышленных предприятий .....	24
Вентиляция сетей .....	25
Сливные станции .....	26
5. Насосные и воздуходувные станции .....	26
Общие указания .....	26
Насосные станции .....	26
Воздуходувные станции .....	30
6. Очистные сооружения .....	30
Общие указания .....	30
Сооружения для механической очистки сточных вод .....	33
Решетки .....	33
Песколовки .....	34
Усреднители .....	35
Отстойники .....	38
Двухъярусные отстойники и осветлители-перегниватели .....	42
Септики .....	43
Гидроциклоны .....	44
Центрифуги .....	45
Флотационные установки .....	46
Дегазаторы .....	47
Сооружения для биологической очистки сточных вод .....	48
Преаэраторы и биокоагуляторы .....	48
Биологические фильтры .....	48
Аэротенки .....	52
Вторичные отстойники. Илоотделители .....	57
Аэрационные установки на полное окисление (аэротенки с продленной аэрацией) .....	58
Циркуляционные окислительные каналы .....	58
Поля фильтрации .....	59
Поля подземной фильтрации .....	60
Песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи .....	61
Фильтрующие колодцы .....	62
Биологические пруды .....	62
Сооружения для насыщения очищенных сточных вод кислородом .....	65
Обеззараживание сточных вод .....	66
Сооружения для глубокой очистки сточных вод .....	66
Общие указания .....	66
Фильтры с зернистой загрузкой .....	67
Фильтры с полимерной загрузкой .....	69
Сетчатые барабанные фильтры .....	69
Сооружения для физико-химической очистки сточных вод .....	70
Нейтрализация сточных вод .....	70
Реагентные установки .....	71
Обезвреживание цианосодержащих сточных вод .....	73
Обезвреживание хромсодержащих сточных вод .....	74
Биогенная подпитка .....	74
Сооружения для адсорбционной очистки сточных вод .....	74
Общие указания .....	74
Адсорберы с плотным слоем загрузки активного угля .....	74
Адсорберы с псевдоожиженным слоем активного угля .....	76
Сооружения для ионообменной очистки сточных вод .....	76
Сооружения для электрохимической очистки сточных вод .....	79

Электролизеры для обработки цианосодержащих сточных вод.....	79
Электрокоагуляторы с алюминиевыми электродами .....	80
Электрокоагуляторы со стальными электродами.....	81
Сооружения для обработки осадка сточных вод .....	83
Общие указания .....	83
Уплотнители и сгустители осадка перед обезвоживанием или сбраживанием .....	83
Метантенки.....	84
Аэробные стабилизаторы.....	87
Сооружения для механического обезвоживания осадка .....	87
Иловые площадки .....	92
Сооружения для обеззараживания, компостирования, термической сушки и сжигания осадка.....	93
Сооружения для хранения и складирования осадка.....	94
7. Электрооборудование, технологический контроль, автоматизация и системы оперативного управления .....	94
Общие указания.....	94
Насосные и воздуходувные станции .....	97
Очистные сооружения .....	98
8. Требования к строительным решениям и конструкциям зданий и сооружений .....	99
Генплан и объемно планировочные решения .....	99
Отопление и вентиляция .....	100
9. Дополнительные требования к системам канализации в особых природных и климатических условиях.....	102
Сейсмические районы.....	102
Просадочные грунты .....	103
Вечномерзлые грунты.....	105
Общие указания .....	105
Коллекторы и сети .....	105
Очистные сооружения.....	106
Подрабатываемые территории.....	107
Общие указания .....	107
Коллекторы и сети .....	108
Очистные сооружения.....	109
Приложение. Особенности проектирования систем канализации для Западно-сибирского нефтегазового комплекса .....	110



**ВНУТРЕННИЕ  
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

**СНИП 3.05.01-85**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**МОСКВА 1988**

РАЗРАБОТАНЫ Государственным проектным институтом Проектпромвентиляция и Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидромеханизации, санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС) Минмонтажспецстроя СССР (канд. техн. наук *П.А. Овчинников* - руководитель темы; *Е. Н. Зарецкий*, *Л.Г. Суханова*, *В.С. Нефедова*; кандидаты техн. наук *А.Г. Яшкуль*, *Г.С. Шкаликов*).

ВНЕСЕНЫ Минмонтажспецстроем СССР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главтехнормированием Госстроя СССР (*Н.А. Шишов*).

С введением в действие СНИП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» утрачивает силу СНИП III-28-75 «Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений».

При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и государственных стандартов, публикуемые в журнале «Бюллетень строительной техники», «Сборнике изменений к строительным нормам и правилам» Госстроя СССР и информационном указателе «Государственные стандарты СССР» Госстандарта.

<b>Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)</b>	<b>Строительные нормы и правила</b>	<b>СНИП 3.05.01-85</b>
	<b>Внутренние санитарно-технические системы</b>	<b>Взамен СНИП III-28-75</b>

Настоящие правила распространяются на монтаж внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, отопления, канализации, водостоков, вентиляции, кондиционирования воздуха (в том числе трубопроводов к вентиляционным установкам), котельных с давлением пара до 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) и температурой воды до 388 К (115 °С) при строительстве и реконструкции предприятий, зданий и сооружений, а также на изготовление воздуховодов, узлов и деталей из труб.

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Монтаж внутренних санитарно-технических систем следует производить в соответствии с требованиями настоящих правил, [СН 478-80](#), а также [СНИП 3.01.01-85](#), [СНИП III-4-80](#), СНИП III-3-81, стандартов, технических условий и инструкций заводов - изготовителей оборудования.

При монтаже и изготовлении узлов и деталей систем отопления и трубопроводов к вентиляционным установкам (далее - «теплоснабжения») с температурой воды выше 388 К (115 °С) и паром с рабочим давлением более 0,07 МПа (0,7 кгс/см) следует также выполнять Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденные Госгортехнадзором СССР.

1.2. Монтаж внутренних санитарно-технических систем и котельных необходимо выполнять индустриальными методами из узлов трубопроводов, воздухопроводов и оборудования, поставляемых комплектно крупными блоками.

При монтаже покрытий промышленных зданий из крупных блоков вентиляционные и другие санитарно-технические системы следует монтировать в блоках до установки их в проектное положение.

Монтаж санитарно-технических систем следует производить при строительной готовности объекта (захватки) в объеме:

<b>Внесены Минмонтажспецстроем СССР</b>	<b>Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 13 декабря 1985 г. № 224</b>	<b>Срок введения в действие 1 июля 1986 г.</b>
-------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

для промышленных зданий - все здание при объеме до 5000 м<sup>3</sup> и часть здания при объеме свыше 5000 м<sup>3</sup>, включающая по признаку расположения отдельное производственное помещение, цех, пролет и т. д. или комплекс устройств (в том числе внутренние водостоки, тепловой пункт, систему вентиляции, один или несколько кондиционеров и т. д.);

для жилых и общественных зданий до пяти этажей - отдельное здание, одна или несколько секций; свыше пяти этажей - 5 этажей одной или нескольких секций.

1.3. До начала монтажа внутренних санитарно-технических систем генеральным подрядчиком должны быть выполнены следующие работы:

монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок, на которые будет устанавливаться санитарно-техническое оборудование;

устройство фундаментов или площадок для установки котлов, водоподогревателей, насосов, вентиляторов, кондиционеров, дымососов, калориферов и другого санитарно-технического оборудования;

возведение строительных конструкций вентиляционных камер приточных систем; устройство гидроизоляции в местах установки кондиционеров, приточных вентиляционных камер, мокрых фильтров;

устройство траншей для выпусков канализации до первых от здания колодцев и колодцев с лотками, а также прокладка вводов наружных коммуникаций санитарно-технических систем в здание;

устройство полов (или соответствующей подготовки) в местах установки отопительных приборов на подставках и вентиляторов, устанавливаемых на пружинных виброизоляторах, а также «плавающих» оснований для установки вентиляционного оборудования;

устройство опор для установки крышных вентиляторов, выхлопных шахт и дефлекторов на покрытиях зданий, а также опор под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах и технических подпольях;

подготовка отверстий, борозд, ниш и гнезд в фундаментах, стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимых для прокладки трубопроводов и воздухопроводов;

нанесение на внутренних и наружных стенах всех помещений вспомогательных отметок, равных проектным отметкам чистого пола плюс 500 мм;

установка оконных коробок, а в жилых и общественных зданиях - подоконных досок;

оштукатуривание (или облицовка) поверхностей стен и ниш в местах установки санитарных и отопительных приборов, прокладки трубопроводов и воздухопроводов, а также оштукатуривание поверхности борозд для скрытой прокладки трубопроводов в наружных стенах;

подготовка монтажных проемов в стенах и перекрытиях для подачи крупногабаритного оборудования и воздуховодов;

установка в соответствии с рабочей документацией закладных деталей в строительных конструкциях для крепления оборудования, воздуховодов и трубопроводов;

обеспечение возможности включения электроинструментов, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого;

остекление оконных проемов в наружных ограждениях, утепление входов и отверстий.

1.4. Общестроительные, санитарно-технические и другие специальные работы следует выполнять в санитарных узлах в следующей очередности:

подготовка под полы, оштукатуривание стен и потолков, устройство маяков для установки трапов;

установка средств крепления, прокладка трубопроводов и проведение их гидростатического или манометрического испытания; гидроизоляция перекрытий;

огрунтовка стен, устройство чистых полов;

установка ванн, кронштейнов под умывальники и деталей крепления смывных бачков;

первая окраска стен и потолков, облицовка плитками;

установка умывальников, унитазов и смывных бачков;

вторая окраска стен и потолков; установка водоразборной арматуры.

Строительные, санитарно-технические и другие специальные работы в вентиляционных камерах необходимо выполнять в следующей очередности:

подготовка под полы, устройство фундаментов, оштукатуривание стен и потолков;

устройство монтажных проемов, монтаж кран-балок;

работы по устройству вентиляционных камер; гидроизоляция перекрытий;

установка калориферов с обвязкой трубопроводами;

монтаж вентиляционного оборудования и воздуховодов и другие санитарно-технические, а также электромонтажные работы;

испытание наливом водой поддона камеры орошения; изоляционные работы (тепло- и звукоизоляция);

отделочные работы (в том числе заделка отверстий в перекрытиях, стенах и перегородках после прокладки трубопроводов и воздуховодов);

устройство чистых полов.

При монтаже санитарно-технических систем и проведении смежных общестроительных работ не должно быть повреждений ранее выполненных работ.

1.5 Размеры отверстий и борозд для прокладки трубопроводов в перекрытиях, стенах и перегородках зданий и сооружений принимаются в соответствии с рекомендуемым [приложением 5](#), если другие размеры не предусмотрены проектом.

1.6. Сварку стальных труб следует производить любым способом, регламентированным стандартами.

Типы сварных соединений стальных трубопроводов, форма, конструктивные размеры сварного шва должны соответствовать требованиям [ГОСТ 16037-80](#).

Сварку оцинкованных стальных труб следует осуществлять самозащитной проволокой марки Св-15ГСТЮЦА с Се по [ГОСТ 2246-70](#) диаметром 0,8-1,2 мм или электродами диаметром не более 3 мм с рутиловым или фтористо-кальциевым покрытием, если применение других сварочных материалов не согласовано в установленном порядке.

Соединение оцинкованных стальных труб, деталей и узлов сваркой при монтаже и на заготовительном предприятии следует выполнять при условии обеспечения местного отсоса токсичных выделений или очистки цинкового покрытия на длину 20-30 мм со стыкуемых концов труб с последующим покрытием наружной поверхности

сварного шва и околошовной зоны краской, содержащей 94 % цинковой пыли (по массе) и 6 % синтетических связующих веществ (полистерина, хлорированного каучука, эпоксидной смолы).

При сварке стальных труб, деталей и узлов следует выполнять требования ГОСТ 12.3.003-75.

Соединение стальных труб (неоцинкованных и оцинкованных), а также их деталей и узлов диаметром условного прохода до 25 мм включительно на объекте строительства следует производить сваркой внахлестку (с раздачей одного конца трубы или безрезьбовой муфтой). Стыковое соединение труб диаметром условного прохода до 25 мм включительно допускается выполнять на заготовительных предприятиях.

При сварке резьбовые поверхности и поверхности зеркала фланцев должны быть защищены от брызг и капель расплавленного металла.

В сварном шве не должно быть трещин, раковин, пор, подрезов, незаваренных кратеров, а также пережогов и подтеков наплавленного металла.

Отверстия в трубах диаметром до 40 мм для приварки патрубков необходимо выполнять, как правило, путем сверления, фрезерования или вырубки на прессе.

Диаметр отверстия должен быть равен внутреннему диаметру патрубка с допускаемыми отклонениями +1 мм.

1.7. Монтаж санитарно-технических систем в сложных, уникальных и экспериментальных зданиях следует выполнять по требованиям настоящих правил и особым указаниям рабочей документации.

## 2. ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

2.1. Изготовление узлов и деталей трубопроводов из стальных труб следует производить в соответствии с техническими условиями и стандартами. Допуски на изготовление не должны превышать величин, указанных в [табл. 1](#).

Т а б л и ц а 1

Содержание допуска	Величина допуска (отклонения)
Отклонение: от перпендикулярности торцов отрезанных труб длины заготовки детали	Не более 2° ± 2 мм при длине до 1 м и ± 1 мм на каждый последующий метр
Размеры заусенцев в отверстиях и на торцах отрезанных труб	Не более 0,5 мм
Овальность труб в зонегиба	Не более 10 %
Число ниток с неполной или сорванной резьбой	То же
Отклонение длины резьбы: короткой	- 10 %
длинной	+ 5 мм

2.2. Соединение стальных труб, а также деталей и узлов из них следует выполнять на сварке, резьбе, накидных гайках и фланцах (к арматуре и оборудованию).

Оцинкованные трубы, узлы и детали должны соединяться, как правило, на резьбе с применением оцинкованных стальных соединительных частей или неоцинкованных из ковкого чугуна, на накидных гайках и фланцах (к арматуре и оборудованию).

Для резьбовых соединений стальных труб следует применять цилиндрическую трубную резьбу, выполняемую по ГОСТ 6357-81 (класс точности В) накаткой на легких трубах и нарезкой - на обыкновенных и усиленных.

При изготовлении резьбы методом накатки на трубе допускается уменьшение ее внутреннего диаметра до 10 % по всей длине резьбы.

2.3. Повороты трубопроводов в системах отопления и теплоснабжения следует

выполнять путем изгиба труб или применения бесшовных приварных отводов из углеродистой стали по [ГОСТ 17375-83](#).

Радиусгиба труб с условным проходом до 40 мм включительно должен быть не менее  $2,5 D_{\text{нар}}$ , а с условным проходом 50 мм и более - не менее  $3,5 D_{\text{нар}}$  трубы.

2.4. В системах холодного и горячего водоснабжения повороты трубопроводов следует выполнять путем установки угольников по [ГОСТ 8946-75](#), отводов или изгиба труб. Оцинкованные трубы следует гнуть только в холодном состоянии.

Для труб диаметром 100 мм и более допускается применение гнутых и сварных отводов. Минимальный радиус этих отводов должен быть не менее полуторного условного прохода трубы.

При гибке сварных труб сварной шов следует располагать с наружной стороны трубной заготовки и под углом не менее  $45^\circ$  к плоскостигиба.

2.5. Подварка сварного шва на изогнутых участках труб в нагревательных элементах отопительных панелей не допускается.

2.6. При сборке узлов резьбовые соединения должны быть уплотнены. В качестве уплотнителя для резьбовых соединений при температуре перемещаемой среды до 378 К ( $105^\circ\text{C}$ ) включительно следует применять ленту из фторопластового уплотнительного материала (ФУМ) или льняную пряжу, пропитанную свинцовым суриком или белилами, замешенными на олифе.

В качестве уплотнителя для резьбовых соединений при температуре перемещаемой среды выше 378 К ( $105^\circ\text{C}$ ) и для конденсационных линий следует применять ленту ФУМ или асбестовую пряжу вместе с льняной пряжей, пропитанные графитом, замешенным на олифе.

Лента ФУМ и льняная пряжа должны накладываться ровным слоем по ходу резьбы и не выступать внутрь и наружу трубы.

В качестве уплотнителя для фланцевых соединений при температуре перемещаемой среды не более 423 К ( $150^\circ\text{C}$ ) следует применять паронит толщиной 2-3 мм или фторопласт-4, а при температуре не более 403 К ( $130^\circ\text{C}$ ) - прокладки из термостойкой резины.

Для резьбовых и фланцевых соединений допускаются и другие уплотнительные материалы, обеспечивающие герметичность соединений при проектной температуре теплоносителя и согласованные в установленном порядке.

2.7. Фланцы соединяются с трубой сваркой.

Отклонение от перпендикулярности фланца, приваренного к трубе, по отношению к оси трубы допускается до 1 % наружного диаметра фланца, но не более 2 мм.

Поверхность фланцев должна быть гладкой и без заусенцев. Головки болтов следует располагать с одной стороны соединения.

На вертикальных участках трубопроводов гайки необходимо располагать снизу.

Концы болтов, как правило, не должны выступать из гаек более чем на 0,5 диаметра болта или 3 шага резьбы.

Конец трубы, включая шов приварки фланца к трубе, не должен выступать за зеркало фланца.

Прокладки во фланцевых соединениях не должны перекрывать болтовых отверстий.

Установка между фланцами нескольких или скошенных прокладок не допускается.

2.8. Отклонения линейных размеров собранных узлов не должны превышать  $\pm 3$  мм при длине до 1 м и  $\pm 1$  мм на каждый последующий метр.

2.9. Узлы санитарно-технических систем должны быть испытаны на герметичность на месте их изготовления.

Узлы трубопроводов систем отопления, теплоснабжения, внутреннего одного и горячего водоснабжения, в том числе и предназначенные для заделки в отопительные панели, вентили, краны, задвижки, грязевики, воздухоотборники, элеваторы и т. п. необходимо подвергать испытанию гидростатическим (гидравлическим) или

пузырьковым (пневматическим) методом в соответствии с [ГОСТ 25136-82](#) и ГОСТ 24054-80.

2.10. При гидростатическом методе испытаний на герметичность из узлов полностью удаляют воздух, заполняют водой с температурой не ниже 278 К (5 °С) и выдерживают под пробным избыточным давлением  $P_{пр}$ , равным  $1,5P_y$ , где  $P_y$  - условное избыточное давление, которое могут выдерживать соединения при нормальной температуре рабочей среды в условиях эксплуатации.

Если при испытании на трубопроводе появилась роса, то испытание следует продолжить после ее высыхания или вытирания.

Узлы канализации из стальных труб и смывные трубы к высокорасполагаемым бачкам следует выдерживать под пробным избыточным давлением 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) в течение не менее 3 мин.

Падение давления при испытаниях не допускается.

2.11. Выдержавшими испытание считаются узлы из стальных труб санитарно-технических систем, на поверхности и в местах соединения которых не появятся капли, пятна воды и не произойдет падения давления.

Выдержавшими испытание считаются вентили, задвижки и краны, если на поверхности и в местах уплотнительных устройств после двукратного поворота регулирующих устройств (перед испытанием) не появятся капли воды.

2.12. При пузырьковом методе испытания на герметичность узлы трубопровода заполняют воздухом с избыточным давлением 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>), погружают в ванну с водой и выдерживают не менее 30 с.

Выдержавшими испытание считаются узлы, при испытании которых не появятся пузырьки воздуха в ванне с водой.

Обстукивание соединений, поворот регулирующих устройств и устранение дефектов во время испытаний не допускаются.

2.13. Наружная поверхность узлов и деталей из неоцинкованных труб, за исключением резьбовых соединений и поверхности зеркала фланца, на заводе-изготовителе должна быть покрыта грунтовкой, а резьбовая поверхность узлов и деталей - антикоррозионной смазкой в соответствии с требованиями ТУ 36-808-85.

### **ИЗГОТОВЛЕНИЕ УЗЛОВ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ**

2.14. Перед сборкой в узлы следует проверить качество чугунных канализационных труб и фасонных частей путем внешнего осмотра и легкого обстукивания деревянным молотком.

Отклонение от перпендикулярности торцов труб после обрубки не должно превышать 3°.

На концах чугунных труб допускаются трещины длиной не более 15 мм и волнистость кромок не более 10 мм.

Перед заделкой стыков концы труб и раструбы должны быть очищены от грязи.

2.15. Стыки чугунных канализационных труб должны быть уплотнены пропитанным пеньковым канатом по ГОСТ 483-75 или пропитанной ленточной паклей по ГОСТ 16183-77 с последующей заливкой расплавленной комовой или молотой серой по ГОСТ 127-76 с добавлением обогащенного каолина по ГОСТ 19608-84, или гипсоглиноземистым расширяющимся цементом по [ГОСТ 11052-74](#), или другими уплотнительными и заполняющими стык материалами, согласованными в установленном порядке.

Раструбы труб, предназначенных для пропуска агрессивных сточных вод, следует уплотнять просмоленным пеньковым канатом или пропитанной ленточной паклей с последующей заливкой кислотоупорным цементом или иным материалом, стойким к агрессивному воздействию, а в ревизиях - устанавливать прокладки из тепломорозокислотощелочестойкой резины марки ТМКЩ по ГОСТ 7338-77.



2.16. Отклонения линейных размеров узлов из чугунных канализационных труб от детализированных чертежей не должны превышать  $\pm 10$  мм.

2.17. Узлы системы канализации из пластмассовых труб следует изготавливать в соответствии с [СН 478-80](#).

## **ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ**

2.18. Воздуховоды и детали вентиляционных систем должны быть изготовлены в соответствии с рабочей документацией и утвержденными в установленном порядке техническими условиями.

2.19. Воздуховоды из тонколистовой кровельной стали диаметром и размером большей стороны до 2000 мм следует изготавливать спирально-замковыми или прямошовными на фальцах, спирально-сварными или прямошовными на сварке, а воздуховоды, имеющие размер стороны более 2000 мм, - панельными (сварными, клеесварными).

Воздуховоды из металлопласта следует изготавливать на фальцах, а из нержавеющей стали, титана, а также из листового алюминия и его сплавов - на фальцах или на сварке.

2.20. Стальные листы толщиной менее 1,5 мм следует сваривать внахлестку, а толщиной 1,5-2 мм - внахлестку или встык. Листы толщиной свыше 2 мм должны свариваться встык.

2.21. Для сварных соединений прямых участков и фасонных частей воздуховодов из тонколистовой кровельной и нержавеющей стали следует применять следующие способы сварки: плазменную, автоматическую и полуавтоматическую дуговую под слоем флюса или в среде углекислого газа, контактную, роликовую и ручную дуговую.

Для сварки воздуховодов из листового алюминия и его сплавов следует применять следующие способы сварки:

аргонодуговую автоматическую - плавящимся электродом;

аргонодуговую ручную - неплавящимся электродом с присадочной проволокой; газовую.

Для сварки воздуховодов из титана следует применять аргонодуговую сварку плавящимся электродом.

2.22. Воздуховоды из листового алюминия и его сплавов толщиной до 1,5 мм следует выполнять на фальцах, толщиной от 1,5 до 2 мм - на фальцах или сварке, а при толщине листа более 2 мм - на сварке.

Продольные фальцы на воздуховодах из тонколистовой кровельной и нержавеющей стали и листового алюминия диаметром или размером большей стороны 500 мм и более должны быть закреплены в начале и конце звена воздуховода точечной сваркой, электрозаклепками, заклепками или кляммерами.

Фальцы на воздуховодах при любой толщине металла и способе изготовления должны осуществляться с отсечкой.

2.23. Концевые участки фальцевых швов в торцах воздуховодов и в воздухораспределительных отверстиях воздуховодов из металлопласта должны быть закреплены алюминиевыми или стальными заклепками с оксидным покрытием, обеспечивающим эксплуатацию в агрессивных средах, определенных рабочей документацией.

Фальцевые швы должны иметь одинаковую ширину по всей длине и быть равномерно плотно осажены.

2.24. В фальцевых воздуховодах, а также в картах раскроя не должно быть крестообразных соединений швов.

2.25. На прямых участках воздуховодов прямоугольного сечения при стороне сечения более 400 мм следует выполнять жесткости в виде зигов с шагом 200-300 мм по периметру воздуховода или диагональные перегибы (зиги). При стороне более 1000 мм, кроме того, нужно ставить наружные или внутренние рамки жесткости, которые не



должны выступать внутрь воздуховода более чем на 10 мм. Рамки жесткости должны быть надежно закреплены точечной сваркой, электрозаклепками или заклепками.

На воздуховоды из металлопласта рамки жесткости должны устанавливаться с помощью алюминиевых или стальных заклепок с оксидным покрытием, обеспечивающим эксплуатацию в агрессивных средах, определенных рабочей документацией.

2.26. Элементы фасонных частей следует соединять между собой на зигах, фальцах, сварке, заклепках.

Элементы фасонных частей из металлопласта следует соединять между собой на фальцах.

Зиговые соединения для систем, транспортирующих воздух повышенной влажности или с примесью взрывоопасной пыли, не допускаются.

2.27. Соединение участков воздуховодов следует выполнять бесфланцевым способом или на фланцах. Соединения должны быть прочными и герметичными.

2.28. Закрепление фланцев на воздуховодах следует выполнять отбортовкой с упорным зигом, на сварке, точечной сваркой или на заклепках диаметром 4-5 мм, размещаемых через 200-250 мм, но не менее чем четырьмя заклепками.

Закрепление фланцев на воздуховодах из металлопласта следует выполнять отбортовкой с упорным зигом.

В воздуховодах, транспортирующих агрессивную среду, закрепление фланцев с помощью зигов не допускается.

При толщине стенки воздуховода более 1 мм фланцы допускается насаживать на воздуховод без отбортовки закреплением прихватками электродуговой сваркой с последующей герметизацией зазора между фланцем и воздуховодом.

2.29. Отбортовку воздуховодов в местах установки фланцев следует выполнять с таким расчетом, чтобы отогнутый борт не закрывал отверстий для болтов во фланцах.

Фланцы устанавливаются перпендикулярно оси воздуховода.

2.30. Регулирующие приспособления (шиберы, дроссель-клапаны, заслонки, регулирующие органы воздухораспределителей и др.) должны легко закрываться и открываться, а также фиксироваться в заданном положении.

Движки шиберов должны плотно прилегать к направляющим и свободно перемещаться в них.

Ручка управления дроссель-клапана должна устанавливаться параллельно его полотну.

2.31. Воздуховоды, изготовленные из неоцинкованной стали, их соединительные крепежные детали (включая внутренние поверхности фланцев) должны быть огрунтованы (окрашены) на заготовительном предприятии в соответствии с проектом (рабочим проектом).

Окончательная окраска наружной поверхности воздуховодов производится специализированными строительными организациями после их монтажа.

Вентиляционные заготовки должны быть укомплектованы деталями для их соединения и средствами крепления.

### **КОМПЛЕКТАЦИЯ И ПОДГОТОВКА К УСТАНОВКЕ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ**

2.32. Порядок передачи оборудования, изделий и материалов установлен Правилами о договорах подряда на капитальное строительство, утвержденными Советом Министров СССР, и Положением о взаимоотношениях организаций - генеральных подрядчиков с субподрядными организациями, утвержденным постановлением Госстроя СССР и Госплана СССР.

2.33. Узлы и детали из труб для санитарно-технических систем должны

транспортироваться на объекты в контейнерах или пакетах и иметь сопроводительную документацию.

К каждому контейнеру и пакету должна быть прикреплена табличка с маркировкой упакованных узлов в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями на изготовление изделий.

2.34. Не установленные на деталях и в узлах арматура, приборы автоматики, контрольно-измерительные приборы, соединительные части, средства крепления, прокладки, болты, гайки, шайбы и т. п. должны упаковываться отдельно, при этом в маркировке контейнера должны указываться обозначения или наименования этих изделий.

2.35. Чугунные секционные котлы следует поставлять на строительные объекты блоками или пакетами, предварительно собранными и испытанными на заводах-изготовителях или на заготовительных предприятиях монтажных организаций.

Водоподогреватели, calorifers, насосы, центральные и индивидуальные тепловые пункты, водомерные узлы следует поставлять на строящиеся объекты транспортабельными монтажно-комплектными блоками со средствами крепления, трубной обвязкой, с запорной арматурой, прокладками, болтами, гайками и шайбами.

2.36. Секции чугунных радиаторов следует собрать в приборы на ниппелях с применением уплотняющих прокладок:

из термостойкой резины толщиной 1,5 мм при температуре теплоносителя до 403 К (130 °С);

из паронита толщиной от 1 до 2 мм при температуре теплоносителя до 423 К (150 °С).

2.37. Перегруппированные чугунные радиаторы или блоки чугунных радиаторов и ребристых труб должны быть испытаны гидростатическим методом давлением 0,9 МПа (9 кгс/см<sup>2</sup>) или пузырьковым методом давлением 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>). Результаты пузырьковых испытаний являются основанием для предъявления рекламаций по качеству заводам - изготовителям чугунных отопительных приборов.

Блоки стальных радиаторов должны быть испытаны пузырьковым методом давлением 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>).

Блоки конвекторов должны быть испытаны гидростатическим методом давлением 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>) или пузырьковым методом давлением 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Порядок испытания должен соответствовать требованиям [пп. 2.9-2.12](#).

После испытания вода из блоков отопительных приборов должна быть удалена.

Отопительные панели после гидростатического испытания должны быть продуты воздухом, а их присоединительные патрубки закрыты инвентарными заглушками.

### **3. МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ**

#### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

3.1. Соединение оцинкованных и неоцинкованных стальных труб при монтаже следует выполнять в соответствии с требованиями [разделов 1 и 2](#) настоящих правил.

Разъемные соединения на трубопроводах следует выполнять у арматуры и там, где это необходимо по условиям сборки трубопроводов.

Разъемные соединения трубопроводов, а также арматура, ревизии и прочистки должны располагаться в местах, доступных для обслуживания.

3.2. Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 м длины.

3.3. Неизолированные трубопроводы систем отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения не должны примыкать к поверхности строительных конструкций.

Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси неизолированных

трубопроводов при диаметре условного прохода до 32 мм включительно при открытой прокладке должно составлять от 35 до 55 мм, при диаметрах 40-50 мм - от 50 до 60 мм, а при диаметрах более 50 мм - принимается по рабочей документации.

Расстояние от трубопроводов, отопительных приборов и калориферов с температурой теплоносителя выше 378 К (105 °С) до конструкций зданий и сооружений из горючих (сгораемых) материалов, определяемых проектом (рабочим проектом) по ГОСТ 12.1.044-84, должно быть не менее 100 мм.

3.4. Средства крепления не следует располагать в местах соединения трубопроводов.

Заделка креплений с помощью деревянных пробок, а также приварка трубопроводов к средствам крепления не допускаются.

Расстояние между средствами крепления стальных трубопроводов на горизонтальных участках необходимо принимать в соответствии с размерами, указанными в [табл. 2](#), если нет других указаний в рабочей документации.

Т а б л и ц а 2

Диаметр условного прохода трубы, мм	Наибольшее расстояние, м, между средствами крепления трубопроводов	
	неизолированных	изолированных
15	2,5	1,5
20	3	2
25	3,5	2
32	4	2,5
40	4,5	3
50	5	3
70, 80	6	4
100	6	4,5
125	7	5
150	8	6

3.5. Средства крепления стояков из стальных труб в жилых и общественных зданиях при высоте этажа до 3 м не устанавливаются, а при высоте этажа более 3 м средства крепления устанавливаются на половине высоты этажа.

Средства крепления стояков в производственных зданиях следует устанавливать через 3 м.

3.6. Расстояния между средствами крепления чугунных канализационных труб при их горизонтальной прокладке следует принимать не более 2 м, а для стояков - одно крепление на этаж, но не более 3 м между средствами крепления. Средства крепления следует располагать под раструбами.

3.7. Подводки к отопительным приборам при длине более 1500 мм должны иметь крепление.

3.8. Санитарные и отопительные приборы должны быть установлены по отвесу и уровню.

Санитарно-технические кабины должны устанавливаться на выверенное по уровню основание.

Перед установкой санитарно-технических кабин необходимо проверить, чтобы уровень верха канализационного стояка нижележащей кабины и уровень подготовительного основания были параллельны.

Установку санитарно-технических кабин следует производить так, чтобы оси канализационных стояков смежных этажей совпадали.

Присоединение санитарно-технических кабин к вентиляционным каналам должно производиться до укладки плит перекрытия данного этажа.

3.9. Гидростатическое (гидравлическое) или манометрическое (пневматическое) испытание трубопроводов при скрытой прокладке трубопроводов должно производиться до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ

по форме обязательного приложения 6 [СНиП 3.01.01-85](#).

Испытание изолируемых трубопроводов следует осуществлять до нанесения изоляции.

3.10. Системы отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения, трубопроводы котельных по окончании их монтажа должны быть промыты водой до выхода ее без механических взвесей.

Промывка систем хозяйственно-питьевого водоснабжения считается законченной после выхода воды, удовлетворяющей требованиям [ГОСТ 2874-82](#) «Питьевая вода».

### **ВНУТРЕННЕЕ ХОЛОДНОЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

3.11. Высоту установки водоразборной арматуры (расстояние от горизонтальной оси арматуры до санитарных приборов, мм) следует принимать:

водоразборных кранов и смесителей от бортов раковин - на 250, а от бортов моек - на 200;

туалетных кранов и смесителей от бортов умывальников - на 200.

Высота установки кранов от уровня чистого пола, мм:

водоразборных кранов в банях, смывных кранов унитазов, смесителей инвентарных моек в общественных и лечебных учреждениях, смесителей для ванн - 800;

смесителей для видуаров с косым выпуском - 800, с прямым выпуском - 1000;

смесителей и моек клеенок в лечебных учреждениях, смесителей общих для ванн и умывальников, смесителей локтевых для хирургических умывальников - 1100;

кранов для мытья полов в туалетных комнатах общественных зданий - 600;

смесителей для душа - 1200.

Душевые сетки должны устанавливаться на высоте 2100-2250 мм от низа сетки до уровня чистого пола, в кабинах для инвалидов - на высоте 1700 - 1850 мм, в детских дошкольных учреждениях - на высоте 1500 мм от днища поддона. Отклонения от размеров, указанных в настоящем пункте, не должны превышать 20 мм.

**(Измененная редакция. Изм. № 1).**

*Пр и м е ч а н и е .* Для раковин со спинками, имеющими отверстия для кранов, а также для моек и умывальников с настольной арматурой высота установки кранов определяется конструкцией прибора.

3.11а. В душевых кабинах инвалидов и в детских дошкольных учреждениях следует применять душевые сетки с гибким шлангом.

В помещениях для инвалидов краны холодной и горячей воды, а также смесители должны быть рычажного или нажимного действия.

Смесители умывальников, раковин, а также краны смывных бачков, устанавливаемых в помещениях, предназначенных для инвалидов с дефектами верхних конечностей, должны иметь ножное или локтевое управление.

**(Измененная редакция. Изм. № 1).**

### **ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ И ВОДОСТОКИ**

3.12. Раструбы труб и фасонных частей (кроме двухраструбных муфт) должны быть направлены против движения воды.

Стыки чугунных канализационных труб на монтаже должны быть уплотнены просмоленным пеньковым канатом или пропитанной ленточной паклей с последующей зачеканкой цементным раствором марки не ниже 100 или заливкой раствора гипсоглиноземистого расширяющегося цемента или расплавленной и нагретой до температуры 403-408 К (130-135 °С серой с добавлением 10 % обогащенного каолина по ГОСТ 19608-84 или ГОСТ 19607-74.

Допускается применение других уплотнительных и заполняющих стык материалов, согласованных в установленном порядке.

В период монтажа открытые концы трубопроводов и водосточные воронки

необходимо временно закрывать инвентарными заглушками.

3.13. К деревянным конструкциям санитарные приборы следует крепить шурупами.

Выпуск унитаза следует соединять непосредственно с раструбом отводной трубы или с отводной трубой с помощью чугунного, полиэтиленового патрубка или резиновой муфты.

Раструб отводной трубы под унитаз с прямым выпуском должен быть установлен заподлицо с полом.

3.14. Унитазы следует крепить к полу шурупами или приклеивать клеем. При креплении шурупами под основание унитаза следует устанавливать резиновую прокладку.

Приклеивание должно производиться при температуре воздуха в помещении не ниже 278 К (5 °С).

Для достижения необходимой прочности приклеенные унитазы должны выдерживаться без нагрузки в неподвижном положении до набора прочности клеевого соединения не менее 12 ч.

3.15. Высота установки санитарных приборов от уровня чистого пола должна соответствовать размерам, указанным в [табл. 3](#).

Т а б л и ц а 3

Санитарные приборы	Высота установки от уровня чистого пола, мм		
	В жилых, общественных и производственных зданиях	В школах и детских лечебных учреждениях	В дошкольных учреждениях и в помещениях для инвалидов, передвигающихся с помощью различных приспособлений
Умывальники (до верха борта)	800	700	500
Раковины и мойки (до верха борта)	850	850	500
Ванны (до верха борта)	600	500	500
Писсуары настенные и лотковые (до верха борта)	650	500	400
Душевые поддоны (до верха борта)	400	400	300
Питьевые фонтанчики подвешенного типа (до верха борта)	900	750	-

П р и м е ч а н и я : 1. Допускаемые отклонения высоты установки санитарных приборов для отдельно стоящих приборов не должны превышать  $\pm 20$  мм, а при групповой установке однотипных приборов 45 мм.

2. Смывная труба для промывки писсуарного лотка должна быть направлена отверстиями к стене под углом 45° вниз.

3. При установке общего смесителя для умывальника и ванны высота установки умывальника 850 мм до верха борта.

4. Высота установки санитарных приборов в лечебных учреждениях должна приниматься следующей, мм:

мойка инвентарная чугунная (до верха бортов) - 650;

мойка для клеенок - 700;

видуар (до верха) - 400;

бачок для дезинфицирующего раствора (до низа бачка) - 1230.

5. Расстояния между осями умывальников следует принимать не менее 650 мм, ручных и ножных ванн, писсуаров - не менее 700 мм.

6. В помещениях для инвалидов умывальники, раковины и мойки следует устанавливать на расстоянии от боковой стены помещения не менее 200 мм.

**(Измененная редакция. Изм. № 1).**

3.16. В бытовых помещениях общественных и промышленных зданий установку группы умывальников следует предусматривать на общей подставке.

3.17. До испытаний систем канализации в сифонах в целях предохранения их от

загрязнения должны быть вывернуты нижние пробки, а у бутылочных сифонов - стаканчики.

## **ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И КОТЕЛЬНЫЕ**

3.18. Уклоны подводов к отопительным приборам следует выполнять от 5 до 10 мм на длину подводки в сторону движения теплоносителя. При длине подводки до 500 мм уклон труб выполнять не следует.

3.19. Присоединение подводов к гладким стальным, чугунным и биметаллическим ребристым трубам следует производить с помощью фланцев (заглушек) с эксцентрично расположенными отверстиями для обеспечения свободного удаления воздуха и стока воды или конденсата из труб. Для паровых подводов допускается концентрическое присоединение.

3.20. Радиаторы всех типов следует устанавливать на расстояниях, мм, не менее: 60 - от пола, 50 - от нижней поверхности подоконных досок и 25 - от поверхности штукатурки стен.

В помещениях лечебно-профилактических и детских учреждений радиаторы следует устанавливать на расстоянии не менее 100 мм от пола и 60 мм от поверхности стены.

При отсутствии подоконной доски расстояние 50 мм следует принимать от верха прибора до низа оконного проема.

При открытой прокладке трубопроводов расстояние от поверхности ниши до отопительных приборов должно обеспечивать возможность прокладки подводов к отопительным приборам по прямой линии.

3.21. Конвекторы должны устанавливаться на расстоянии:  
не менее 20 мм от поверхности стен до оребрения конвектора без кожуха;  
плотную или с зазором не более 3 мм от поверхности стены до оребрения нагревательного элемента настенного конвектора с кожухом;  
не менее 20 мм от поверхности стены до кожуха напольного конвектора.

Расстояние от верха конвектора до низа подоконной доски должно быть не менее 70 % глубины конвектора.

Расстояние от пола до низа настенного конвектора с кожухом или без кожуха должно быть не менее 70 % и не более 150 % глубины устанавливаемого отопительного прибора.

При ширине выступающей части подоконной доски от стены более 150 мм расстояние от ее низа до верха конвекторов с кожухом должно быть не менее высоты подъема кожуха, необходимой для его снятия.

Присоединение конвекторов к трубопроводам отопления следует выполнять на резьбе или на сварке.

3.22. Гладкие и ребристые трубы следует устанавливать на расстоянии не менее 200 мм от пола и подоконной доски до оси ближайшей трубы и 25 мм от поверхности штукатурки стен. Расстояние между осями смежных труб должно быть не менее 200 мм.

3.23. При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка, как правило, не должен выходить за пределы оконного проема. При этом совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и оконных проемов не обязательно.

3.24. В однотрубной системе отопления с односторонним присоединением отопительных приборов открыто, прокладываемый стояк должен быть расположен на расстоянии  $150 \pm 50$  мм от кромки оконного проема, а длина подводов к отопительным приборам должна быть не более 400 мм.

3.25. Отопительные приборы следует устанавливать на кронштейнах или на подставках, изготовляемых в соответствии со стандартами, техническими условиями или рабочей документацией.

Число кронштейнов следует устанавливать из расчета один на 1 м<sup>2</sup> поверхности нагрева чугунного радиатора, но не менее трех на радиатор (кроме радиаторов в две секции), а для ребристых труб - по два на трубу. Вместо верхних кронштейнов разрешается устанавливать радиаторные планки, которые должны быть расположены на 2/3 высоты радиатора.

Кронштейны следует устанавливать под шейки радиаторов, а под ребристые трубы - у фланцев.

При установке радиаторов на подставках число последних должно быть 2 - при числе секций до 10 и 3 - при числе секций более 10. При этом верх радиатора должен быть закреплен.

3.26. Число креплений на блок конвектора без кожуха следует принимать: при однорядной и двухрядной установке - 2 крепления к стене или полу; при трехрядной и четырехрядной установке - 3 крепления к стене или 2 крепления к полу.

Для конвекторов, поставляемых в комплекте со средствами крепления, число креплений определяется заводом-изготовителем согласно стандартам на конвекторы.

3.27. Кронштейны под отопительные приборы следует крепить к бетонным стенам дюбелями, а к кирпичным стенам - дюбелями или заделкой кронштейнов цементным раствором марки не ниже 100 на глубину не менее 100 мм (без учета толщины слоя штукатурки).

Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

3.28. Оси соединяемых стояков стеновых панелей со встроенными нагревательными элементами при установке должны совпадать.

Соединение стояков следует выполнять на сварке внахлестку (с раздачей одного конца трубы или соединением безрезьбовой муфтой).

Присоединение трубопроводов к воздухонагревателям (калориферам, отопительным агрегатам) должно выполняться на фланцах, резьбе или сварке.

Всасывающие и выхлопные отверстия отопительных агрегатов до пуска их в эксплуатацию должны быть закрыты.

3.29. Вентили и обратные клапаны должны устанавливаться таким образом, чтобы среда поступала под клапан.

Обратные клапаны необходимо устанавливать горизонтально или строго вертикально в зависимости от их конструкции.

Направление стрелки на корпусе должно совпадать с направлением движения среды.

3.30. Шпиндели кранов двойной регулировки и регулирующих проходных кранов следует устанавливать вертикально при расположении отопительных приборов без ниш, а при установке в нишах - под углом 45° вверх.

Шпиндели трехходовых кранов необходимо располагать горизонтально.

3.31. Манометры, устанавливаемые на трубопроводах с температурой теплоносителя до 378 К (105 °С), должны присоединяться через трехходовой кран.

Манометры, устанавливаемые на трубопроводах с температурой теплоносителя выше 378 К (105 °С), должны присоединяться через сифонную трубку и трехходовой кран.

3.32. Термометры на трубопроводах должны быть установлены в гильзах, а выступающая часть термометра должна быть защищена оправой.

На трубопроводах с условным проходом до 57 мм включительно в месте установки термометров следует предусматривать расширитель.

3.33. Для фланцевых соединений мазутопроводов следует применять прокладки из паронита, смоченного в горячей воде и натертого графитом.



## ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

3.34. Воздуховоды должны монтироваться вне зависимости от наличия технологического оборудования в соответствии с проектными привязками и отметками. Присоединение воздуховодов к технологическому оборудованию должно производиться после его установки.

3.35. Воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, следует монтировать так, чтобы в нижней части воздуховодов не было продольных швов.

Участки воздуховодов, в которых возможно выпадение росы из транспортируемого влажного воздуха, следует прокладывать с уклоном 0,01-0,015 в сторону дренажных устройств.

3.36. Прокладки между фланцами воздуховодов не должны выступать внутрь воздуховодов.

Прокладки должны быть изготовлены из следующих материалов:

поролон, ленточной пористой или монолитной резины толщиной 4-5 мм или полимерного мастичного жгута (ПМЖ) - для воздуховодов, по которым перемещаются воздух, пыль или отходы материалов с температурой до 343 К (70 °С);

асбестового шнура или асбестового картона - с температурой выше 343 К (70 °С);

кислотостойкой резины или кислотостойкого прокладочного пластика - для воздуховодов, по которым перемещается воздух с парами кислот.

Для герметизации бесфланцевых соединений воздуховодов следует применять:

герметизирующую ленту «Герлен» - для воздуховодов, по которым перемещается воздух с температурой до 313 К (40 °С);

мастику «Бутепрол» - для воздуховодов круглого сечения с температурой до 343 К (70 °С);

термоусаживающиеся манжеты или ленты - для воздуховодов круглого сечения с температурой до 333 К (60 °С) и другие герметизирующие материалы, согласованные в установленном порядке.

3.37. Болты во фланцевых соединениях должны быть затянуты, все гайки болтов должны располагаться с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки, как правило, должны располагаться с нижней стороны соединения.

3.38. Крепление воздуховодов следует выполнять в соответствии с рабочей документацией.

Крепления горизонтальных металлических неизолированных воздуховодов (хомуты, подвески, опоры и др.) на бесфланцевом соединении следует устанавливать на расстоянии не более 4 м одно от другого при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения менее 400 мм и на расстоянии не более 3 м одно от другого - при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения 400 мм и более.

Крепления горизонтальных металлических неизолированных воздуховодов на фланцевом соединении круглого сечения диаметром до 2000 мм или прямоугольного сечения при размерах его большей стороны до 2000 мм включительно следует устанавливать на расстоянии не более 6 м одно от другого. Расстояния между креплениями изолированных металлических воздуховодов любых размеров поперечных сечений, а также неизолированных воздуховодов круглого сечения диаметром более 2000 мм или прямоугольного сечения при размерах его большей стороны более 2000 мм должны назначаться рабочей документацией.

Хомуты должны плотно охватывать металлические воздуховоды.

Крепления вертикальных металлических воздуховодов следует устанавливать на расстоянии не более 4 м одно от другого.

Чертежи нетиповых креплений должны входить в комплект рабочей документации.

Крепление вертикальных металлических воздухопроводов внутри помещений многоэтажных корпусов с высотой этажа до 4 м следует выполнять в междуэтажных перекрытиях.

Крепление вертикальных металлических воздухопроводов внутри помещений с высотой этажа более 4 м на кровле здания должно назначаться проектом (рабочим проектом).

Крепление растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздухопровода не допускается. Натяжение регулируемых подвесок должно быть равномерным.

Отклонение воздухопроводов от вертикали не должно превышать 2 мм на 1 м длины воздухопровода.

3.39. Свободно подвешиваемые воздухопроводы должны быть расчалены путем установки двойных подвесок через каждые две одинарные подвески при длине подвески от 0,5 до 1,5 м.

При длине подвесок более 1,5 м двойные подвески следует устанавливать через каждую одинарную подвеску.

3.40. Воздуховоды должны быть укреплены так, чтобы их вес не передавался на вентиляционное оборудование.

Воздуховоды, как правило, должны присоединяться к вентиляторам через виброизолирующие гибкие вставки из стеклоткани или другого материала, обеспечивающего гибкость, плотность и долговечность.

Виброизолирующие гибкие вставки следует устанавливать непосредственно перед индивидуальными испытаниями.

3.41. При монтаже вертикальных воздухопроводов из асбестоцементных коробов крепления следует устанавливать через 3-4 м. При монтаже горизонтальных воздухопроводов следует устанавливать по два крепления на каждую секцию при муфтовых соединениях и по одному креплению - при раструбных соединениях. Крепление следует выполнять у раструба.

3.42. В вертикальных воздуховодах из раструбных коробов верхний короб должен вставляться в раструб нижнего.

3.43. Раструбные и муфтовые соединения в соответствии с типовыми технологическими картами следует уплотнять жгутами из пеньковой пряжи, смоченными в асбестоцементном растворе с добавкой казеинового клея.

Свободное пространство раструба или муфты следует заполнить асбестоцементной мастикой.

Места соединения после отвердения мастики должны быть оклеены тканью. Ткань должна плотно прилегать к коробу по всему периметру и должна быть окрашена масляной краской.

3.44. Транспортирование и складирование в монтажной зоне асбестоцементных коробов, соединяемых на муфтах, должно производиться в горизонтальном положении, а раструбных - в вертикальном.

Фасонные части при перевозке не должны свободно перемещаться, для чего их следует закреплять распорками.

При переноске, укладке, погрузке и разгрузке коробов и фасонных частей запрещается бросать их и подвергать ударам.

3.45. При изготовлении прямых участков воздухопроводов из полимерной пленки допускаются изгибы воздухопроводов не более 15°.

3.46. Для прохода через ограждающие конструкции воздухопровод из полимерной пленки должен иметь металлические вставки.

3.47. Воздуховоды из полимерной пленки должны подвешиваться на стальных кольцах из проволоки диаметром 3-4 мм, расположенных на расстоянии не более 2 м одно от другого.

Диаметр колец должен быть на 10 % больше диаметра воздухопровода. Стальные

кольца следует крепить с помощью проволоки или пластины с вырезом к несущему тросу (проволоке) диаметром 4-5 мм, натянутому вдоль оси воздуховода и закрепленному к конструкциям здания через каждые 20-30 м.

Для исключения продольных перемещений воздуховода при его наполнении воздухом полимерную пленку следует натянуть до исчезновения провисов между кольцами.

3.48. Вентиляторы радиальные на виброоснованиях и на жестком основании, устанавливаемые на фундаменты, должны закрепляться анкерными болтами.

При установке вентиляторов на пружинные виброизоляторы последние должны иметь равномерную осадку. Виброизоляторы к полу крепить не требуется.

3.49. При установке вентиляторов на металлоконструкции виброизоляторы следует крепить к ним. Элементы металлоконструкций, к которым крепятся виброизоляторы, должны совпадать в плане с соответствующими элементами рамы вентиляторного агрегата.

При установке на жесткое основание станина вентилятора должна плотно прилегать к звукоизолирующим прокладкам.

3.50. Зазоры между кромкой переднего диска рабочего колеса и кромкой входного патрубка радиального вентилятора как в осевом, так и в радиальном направлении не должны превышать 1 % диаметра рабочего колеса.

Валы радиальных вентиляторов должны быть установлены горизонтально (валы крышных вентиляторов - вертикально), вертикальные стенки кожухов центробежных вентиляторов не должны иметь перекосов и наклона.

Прокладки для составных кожухов вентиляторов следует применять из того же материала, что и прокладки для воздухопроводов этой системы.

3.51. Электродвигатели должны быть точно выверены с установленными вентиляторами и закреплены. Оси шкивов электродвигателей и вентиляторов при ременной передаче должны быть параллельными, а средние линии шкивов должны совпадать.

Салазки электродвигателей должны быть взаимно параллельны и установлены по уровню. Опорная поверхность салазок должна соприкасаться по всей плоскости с фундаментом.

Соединительные муфты и ременные передачи следует ограждать.

3.52. Всасывающее отверстие вентилятора, не присоединенное к воздуховоду, необходимо защищать металлической сеткой с размером ячейки не более 70×70 мм.

3.53. Фильтрующий материал матерчатых фильтров должен быть натянут без провисов и морщин, а также плотно прилегать к боковым стенкам. При наличии на фильтрующем материале начеса последний должен быть расположен со стороны поступления воздуха.

3.54. Воздухонагреватели кондиционеров следует собирать на прокладках из листового и шнурового асбеста. Остальные блоки, камеры и узлы кондиционеров должны собираться на прокладках из ленточной резины толщиной 3-4 мм, поставляемой в комплекте с оборудованием.

3.55. Кондиционеры должны быть установлены горизонтально. Стенки камер и блоков не должны иметь вмятин, перекосов и наклонов.

Лопатки клапанов должны свободно (от руки) поворачиваться. При положении «Закрыто» должна быть обеспечена плотность прилегания лопаток к упорам и между собой.

Опоры блоков камер и узлов кондиционеров должны устанавливаться вертикально.

3.56. Гибкие воздуховоды следует применять в соответствии с проектом (рабочим проектом) в качестве фасонных частей сложной геометрической формы, а также для присоединения вентиляционного оборудования, воздухораспределителей, шумоглушителей и других устройств, расположенных в подшивных потолках, камерах.

#### **4. ИСПЫТАНИЕ ВНУТРЕННИХ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ИСПЫТАНИЮ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ВОДОСТОКОВ И КОТЕЛЬНЫХ**

4.1. По завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены:

испытания систем отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения и котельных гидростатическим или манометрическим методом с составлением акта согласно обязательному [приложению 3](#), а также промывка систем в соответствии с требованиями [п. 3.10](#) настоящих правил;

испытания систем внутренней канализации и водостоков с составлением акта согласно обязательному [приложению 4](#);

индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением акта согласно обязательному [приложению 1](#);

тепловое испытание систем отопления на равномерный прогрев отопительных приборов.

Испытания систем с применением пластмассовых трубопроводов следует производить с соблюдением требований [СН 478-80](#).

Испытания должны производиться до начала отделочных работ.

Применяемые для испытаний манометры должны быть поверены в соответствии с ГОСТ 8.002-71.

4.2. При индивидуальных испытаниях оборудования должны быть выполнены следующие работы:

проверка соответствия установленного оборудования и выполненных работ рабочей документации и требованиям настоящих правил;

испытание оборудования на холостом ходу и под нагрузкой в течение 4 ч непрерывной работы. При этом проверяются балансировка колес и роторов в сборе насосов и дымососов, качество сальниковой набивки, исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателя, выполнение требований к сборке и монтажу оборудования, указанных в технической документации предприятий-изготовителей.

4.3. Испытания гидростатическим методом систем отопления, теплоснабжения, котлов и водоподогревателей должны производиться при положительной температуре в помещениях здания, а систем холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков - при температуре не ниже 278 К (5 °С). Температура воды должна быть также не ниже 278 К (5 °С).

#### **СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

4.4. Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим методом с соблюдением требований ГОСТ 24054-80, [ГОСТ 25136-82](#) и настоящих правил.

Величину пробного давления при гидростатическом методе испытания следует принимать равной 1,5 избыточного рабочего давления.

Гидростатические и манометрические испытания систем холодного и горячего водоснабжения должны производиться до установки водоразборной арматуры.

Выдержавшими испытания считаются системы, если в течение 10 мин нахождения под пробным давлением при гидростатическом методе испытаний не обнаружено падения давления более 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) и капель в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и утечки воды через смывные устройства.

По окончании испытаний гидростатическим методом необходимо выпустить воду из систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения.

4.5. Манометрические испытания системы внутреннего холодного и горячего

водоснабжения следует производить в следующей последовательности: систему заполнить воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>); при обнаружении дефектов монтажа на слух следует снизить давление до атмосферного и устранить дефекты; затем систему заполнить воздухом давлением 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), выдержать ее под пробным давлением в течение 5 мин.

Система признается выдержавшей испытание, если при нахождении ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

## **СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

4.6. Испытание водяных систем отопления и теплоснабжения должно производиться при отключенных котлах и расширительных сосудах гидростатическим методом давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) в самой нижней точке системы.

Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин нахождения ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2 кгс/см) и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Величина пробного давления при гидростатическом методе испытания для систем отопления и теплоснабжения, присоединенных к теплоцентралям, не должна превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов и отопительно-вентиляционного оборудования.

4.7. Манометрические испытания систем отопления и теплоснабжения следует производить в последовательности, указанной в [п. 4.5](#).

4.8. Системы панельного отопления должны быть испытаны, как правило, гидростатическим методом.

Манометрическое испытание допускается производить при отрицательной температуре наружного воздуха.

Гидростатическое испытание систем панельного отопления должно производиться (до заделки монтажных окон) давлением 1 МПа (10кгс/см<sup>2</sup>) в течение 15 мин, при этом падение давления допускается не более 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Для систем панельного отопления, совмещенных с отопительными приборами, величина пробного давления не должна превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов.

Величина пробного давления систем панельного отопления, паровых систем отопления и теплоснабжения при манометрических испытаниях должна составлять 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>). Продолжительность испытания - 5 мин. Падение давления должно быть не более 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

4.9. Паровые системы отопления и теплоснабжения с рабочим давлением до 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) должны испытываться гидростатическим методом давлением, равным 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>) в нижней точке системы; системы с рабочим давлением более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) - гидростатическим давлением, равным рабочему давлению плюс 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), но не менее 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>) в верхней точке системы.

Система признается выдержавшей испытание давлением, если в течение 5 мин нахождения ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>) и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах.

Системы парового отопления и теплоснабжения после гидростатических или манометрических испытаний должны быть проверены путем пуска пара с рабочим давлением системы. При этом утечки пара не допускаются.

4.10. Тепловое испытание систем отопления и теплоснабжения при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в

подающих магистральных систем не менее 333 К (60 °С). При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

При отсутствии в теплое время года источников теплоты тепловое испытание систем отопления должно быть произведено по подключении к источнику теплоты.

Тепловое испытание систем отопления при отрицательной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе, соответствующей температуре наружного воздуха во время испытания по отопительному температурному графику, но не менее 323 К (50 °С), и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Тепловое испытание систем отопления следует производить в течение 7 ч, при этом проверяется равномерность прогрева отопительных приборов (на ощупь).

## **КОТЕЛЬНЫЕ**

4.11. Котлы должны испытываться гидростатическим методом до производства обмуровочных работ, а водоподогреватели - до нанесения тепловой изоляции. При этих испытаниях трубопроводы систем отопления и горячего водоснабжения должны быть отключены.

По окончании гидростатических испытаний необходимо выпустить воду из котлов и водоподогревателей.

Котлы и водоподогреватели должны испытываться гидростатическим давлением вместе с установленной на них арматурой.

Перед гидростатическим испытанием котла крышки и люки должны быть плотно закрыты, предохранительные клапаны заклинены, а на ближайшем к паровому котлу фланцевом соединении выкидного приспособления или обвода у водогрейного котла поставлена заглушка.

Величина пробного давления гидростатических испытаний котлов и водоподогревателей принимается в соответствии со стандартами или техническими условиями на это оборудование.

Пробное давление выдерживается в течение 5 мин, после чего оно снижается до величины максимального рабочего давления, которое и поддерживается в течение всего времени, необходимого для осмотра котла или водоподогревателя.

Котлы и водоподогреватели признаются выдержавшими гидростатическое испытание, если:

в течение времени нахождения их под пробным давлением не наблюдалось падения давления;

не обнаружено признаков разрыва, течи и потения поверхности.

4.12. Мазутопроводы следует испытывать гидростатическим давлением 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>). Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин нахождения под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>).

## **ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ И ВОДОСТОКИ**

4.13. Испытания систем внутренней канализации должны выполняться методом пролива воды путем одновременного открытия 75 % санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку в течение времени, необходимого для его осмотра.

Выдержавшей испытание считается система, если при ее осмотре не обнаружено течи через стенки трубопроводов и места соединений.

Испытания отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, должны выполняться до их закрытия наполнением водой до уровня пола первого этажа.

4.14. Испытания участков систем канализации, скрываемых при последующих

работах, должны выполняться проливом воды до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ согласно обязательному приложению 6 [СНиП 3.01.01-85](#).

4.15. Испытание внутренних водостоков следует производить наполнением их водой до уровня наивысшей водосточной воронки. Продолжительность испытания должна составлять не менее 10 мин.

Водостоки считаются выдержавшими испытание, если при осмотре не обнаружено течи, а уровень воды в стояках не понизился.

## **ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА**

4.16. Завершающей стадией монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха являются их индивидуальные испытания.

К началу индивидуальных испытаний систем следует закончить общестроительные и отделочные работы по вентиляционным камерам и шахтам, а также закончить монтаж и индивидуальные испытания средств обеспечения (электроснабжения, теплоснабжения и др.). При отсутствии электроснабжения вентиляционных установок и кондиционирования воздуха по постоянной схеме подключение электроэнергии по временной схеме и проверку исправности пусковых устройств осуществляет генеральный подрядчик.

4.17. Монтажные и строительные организации при индивидуальных испытаниях должны выполнить следующие работы:

проверить соответствие фактического исполнения систем вентиляции и кондиционирования воздуха проекту (рабочему проекту) и требованиям настоящего раздела;

проверить на герметичность участки воздуховода, скрываемые строительными конструкциями, методом аэродинамических испытаний по [ГОСТ 12.3.018-79](#), по результатам проверки на герметичность составить акт освидетельствования скрытых работ по форме обязательного приложения 6 [СНиП 3.01.01-85](#);

испытать (обкатать) на холостом ходу вентиляционное оборудование, имеющее привод, клапаны и заслонки, с соблюдением требований, предусмотренных техническими условиями заводов-изготовителей.

Продолжительность обкатки принимается по техническим условиям или паспорту испытываемого оборудования. По результатам испытаний (обкатки) вентиляционного оборудования составляется акт по форме обязательного [приложения 1](#).

4.18. При регулировке систем вентиляции и кондиционирования воздуха до проектных параметров с учетом требований [ГОСТ 12.4.021-75](#) следует выполнить:

испытание вентиляторов при работе их в сети (определение соответствия фактических характеристик паспортным данным: подачи и давления воздуха, частоты вращения и т. д.);

проверку равномерности прогрева (охлаждения) теплообменных аппаратов и проверку отсутствия выноса влаги через каплеуловители камер орошения;

испытание и регулировку систем с целью достижения проектных показателей по расходу воздуха в воздуховодах, местных отсосах, по воздухообмену в помещениях и определение в системах подсосов или потерь воздуха, допустимая величина которых через неплотности в воздуховодах и других элементах систем не должна превышать проектных значений в соответствии со [СНиП 2.04.05-85](#);

проверку действия вытяжных устройств естественной вентиляции.

На каждую систему вентиляции и кондиционирования воздуха оформляется паспорт в двух экземплярах по форме обязательного [приложения 2](#).

4.19. Отклонения показателей по расходу воздуха от предусмотренных проектом после регулировки и испытания систем вентиляции и кондиционирования воздуха допускаются:



± 10 % - по расходу воздуха, проходящего через воздухораспределительные и воздухоприемные устройства общеобменных установок вентиляции и кондиционирования воздуха при условии обеспечения требуемого подпора (разрежения) воздуха в помещении;

+10 % - по расходу воздуха, удаляемого через местные отсосы и подаваемого через душирующие патрубки.

4.20. При комплексном опробовании систем вентиляции и кондиционирования воздуха в состав пусконаладочных работ входят:

опробование одновременно работающих систем;

проверка работоспособности систем вентиляции, кондиционирования воздуха и теплоснабжения при проектных режимах работы с определением соответствия фактических параметров проектным;

выявление причин, по которым не обеспечиваются проектные режимы работы систем, и принятие мер по их устранению;

опробование устройств защиты, блокировки, сигнализации и управления оборудования;

замеры уровней звукового давления в расчетных точках.

Комплексное опробование систем осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

Порядок проведения комплексного опробования систем и устранения выявленных дефектов должен соответствовать СНиП III-3-81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Обязательное*

**АКТ  
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ  
(ФОРМА)**

выполненного в \_\_\_\_\_  
(наименование объекта строительства, здания, цеха)

г. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 198 г.

Комиссия в составе представителей:

Заказчика \_\_\_\_\_  
(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика \_\_\_\_\_  
(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

монтажной организации \_\_\_\_\_  
(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

составили настоящий акт о нижеследующем:

\_\_\_\_\_  
[(вентиляторы, насосы, муфты, самоочищающиеся фильтры с электроприводом,

регулирующие клапаны систем вентиляции (кондиционирования воздуха)

\_\_\_\_\_  
(указываются номера систем)]

прошли обкатку в течение \_\_\_\_\_ согласно техническим условиям, паспорту.

1. В результате обкатки указанного оборудования установлено, что требования по его сборке и монтажу, приведенные в документации предприятий-изготовителей, соблюдены и неисправности в его работе не обнаружены.

Представитель заказчика \_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель генерального  
подрядчика \_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель монтажной  
организации \_\_\_\_\_  
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
Обязательное

\_\_\_\_\_  
(наименование ведомства,  
наладочной организации)

**ПАСПОРТ  
ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
(СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА)  
(ФОРМА)**

Объект \_\_\_\_\_  
Зона (цех) \_\_\_\_\_

**А. Общие сведения**

1. Назначение системы \_\_\_\_\_

2. Местонахождение оборудования системы \_\_\_\_\_

**Б. Основные технические характеристики оборудования системы**

**1. Вентилятор**

Данные	Тип	№	Диаметр колеса D <sub>ном</sub> , мм	Подача м <sup>3</sup> /ч	Полное давление Па	Диаметр шкива, мм	Частота вращения с <sup>-1</sup>
По проекту							
Фактически							

Примечание . \_\_\_\_\_

**2. Электродвигатель**

Данные	Тип	Мощность, кВт	Частота вращения с <sup>-1</sup>	Диаметр шкива, мм	Вид передачи
По проекту					
Фактически					

Примечание . \_\_\_\_\_

**3. Воздуонагреватели, воздухоохладители, в том числе зональные**

Данные	Тип	Числ	Схема	Вид и параметры	Опробование*
--------	-----	------	-------	-----------------	--------------

			обязки по теплоносителю	расположения по воздуху		
По проекту						
Фактически						

\* Выполняется монтажной организацией с участием заказчика (наладочной организации).

Примечание . \_\_\_\_\_

#### 4. Пылегазоулавливающее устройство

Данные	Наименование	№	Число	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	% подсоса (выбив)	Сопротивление, Па
По проекту						
Фактически						

Примечание . \_\_\_\_\_

#### 5. Увлажнитель воздуха

Данные	Насос				Электродвигатель			Характеристика увлажнителя
	тип	подача, м <sup>3</sup> /ч	давление перед форсунками, кПа	частота вращения, с <sup>-1</sup>	тип	мощность, кВт	частота вращения, с <sup>-1</sup>	
По проекту								
Фактически								

Примечание . \_\_\_\_\_

#### В. Расходы воздуха по помещениям (по сети)

Номер мерного сечения	Наименование помещений	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч		Невязка, % отклонения от показателей
		фактически	по проекту	

#### Схема системы вентиляции (кондиционирования воздуха)

Примечание . Указываются выявленные отклонения от проекта (рабочего проекта) и их согласование с проектной организацией или устранение.

Представитель заказчика (пусконаладочной организации) \_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия)

Представитель проектной организации \_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия)

Представитель монтажной организации \_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия)

**АКТ  
ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ИЛИ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ  
НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ  
(ФОРМА)**

(наименование системы)

смонтированной в \_\_\_\_\_

(наименование объекта,

здания, цеха)

г. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика \_\_\_\_\_

(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика \_\_\_\_\_

(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

монтажной (строительной) организации \_\_\_\_\_

(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

произвела осмотр и проверку качества монтажа и составила настоящий акт о  
нижеследующем:

1. Монтаж выполнен по проекту \_\_\_\_\_

(наименование проектной организации

и номера чертежей)

2. Испытание произведено \_\_\_\_\_

(гидростатическим

или манометрическим методом)

давлением \_\_\_\_\_ МПа ( \_\_\_\_\_ кгс/см<sup>2</sup>)

в течение \_\_\_\_\_ мин

3. Падение давления составило \_\_\_\_\_ МПа ( \_\_\_\_\_ кгс/см<sup>2</sup>)

4. Признаков разрыва или нарушения прочности соединения котлов и  
водоподогревателей, капель в сварных швах, резьбовых соединениях, отопительных  
приборах, на поверхности труб, арматуры и утечки воды через водоразборную  
арматуру, смывные устройства и т.п. не обнаружено (*ненужное зачеркнуть*).

**Решение комиссии:**

Монтаж выполнен в соответствии с проектной документацией, действующими  
техническими условиями, стандартами, строительными нормами и правилами  
производства и приемки работ.

Система признается выдержавшей испытание давлением на герметичность.

Представитель заказчика \_\_\_\_\_

(подпись)

Представитель генерального

подрядчика \_\_\_\_\_

(подпись)

Представитель монтажной  
(строительной) организации \_\_\_\_\_

(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
Обязательное

**АКТ  
ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВОДОСТОКОВ  
(ФОРМА)**

\_\_\_\_\_ (наименование системы)

смонтированной в \_\_\_\_\_ (наименование объекта,

здания, цеха)

г. \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 19 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика \_\_\_\_\_ (наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика \_\_\_\_\_ (наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

монтажной (строительной) организации \_\_\_\_\_ (наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

произвела осмотр и проверку качества монтажа, выполненного монтажным управлением, и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. Монтаж выполнен по проекту \_\_\_\_\_ (наименование

\_\_\_\_\_ проектной организации и номера чертежей)

2. Испытание произведено проливом воды путем одновременного открытия \_\_\_\_\_ (число)

санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку в течении \_\_\_\_\_ мин, или наполнением водой на высоту этажа *(ненужное зачеркнуть)*.

3. При осмотре во время испытаний течи через стенки трубопроводов и места соединений не обнаружено.

**Решение комиссии:**

Монтаж выполнен в соответствии с проектной документацией, действующими техническими условиями, стандартами, строительными нормами и правилами производства работ.

Система признается выдержавшей испытания проливом воды.

Представитель заказчика \_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель генерального  
подрядчика \_\_\_\_\_

(подпись)

Представитель монтажной  
(строительной) организации \_\_\_\_\_

(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5  
Рекомендуемое

**РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ  
(ВОЗДУХОПРОВОДОВ) В ПЕРЕКРЫТИЯХ, СТЕНАХ И ПЕРЕГОРОДКАХ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Назначение трубопровода (воздухопровода)	Размер, мм		
	отверстия	борозды	
		ширина	глубина
<b>Отопление</b>			
Стояк однотрубной системы	100×100	130	130
Два стояка двухтрубной системы	150×100	200	130
Подводка к приборам и сцепки	100×100	60	60
Главный стояк	200×200	200	200
Магистраль	250×300	-	-
<b>Водопровод и канализация</b>			
Водопроводный стояк:			
один	100×100	130	130
два	200×100	200	130
Один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	250×150	250	130
100; 150	350×200	350	200
Один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	150×150	200	130
100; 150	200×200	250	250
Два водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	200×150	250	130
100; 150	320×200	380	250
Три водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	450×150	350	130
100; 150	500×200	480	250
Подводка водопроводная:			
одна	100×100	60	60
две	100×200	-	-
Подводка канализационная, магистраль водопроводная	200×200	-	-
Канализационный коллектор	250×300	-	-
<b>Вводы и выпуски наружных сетей</b>			
Теплоснабжение, не менее	600×400	-	-
Водопровод и канализация, не менее	400×400	-	-
<b>Вентиляция</b>			
Воздуховоды:			
круглого сечения (D - диаметр воздуховода)	D + 150	-	-
прямоугольного сечения (A и B - размеры сторон воздуховода)	A + 150 B + 150	- -	- -

Примечание. Для отверстий в перекрытиях первый размер означает длину отверстия (параллельно стене, к которой крепится трубопровод или воздуховод), второй - ширину. Для отверстий в стенах первый размер означает ширину, второй - высоту.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	1
2. Заготовительные работы.....	4
Изготовление узлов и деталей трубопроводов из стальных труб .....	4
Изготовление узлов систем канализации .....	6
Изготовление металлических воздухопроводов .....	7
Комплектация и подготовка к установке санитарно-технического оборудования, отопительных приборов, узлов и деталей трубопроводов.....	8
3. Монтажно-сборочные работы .....	9
Общие положения .....	9
Внутреннее холодное и горячее водоснабжение .....	11
Внутренняя канализация и водостоки.....	11
Отопление, теплоснабжение и котельные .....	13
Вентиляция и кондиционирование воздуха .....	15
4. Испытание внутренних санитарно-технических систем.....	18
Общие положения по испытанию систем холодного и горячего водоснабжения, отопления, теплоснабжения, канализации, водостоков и котельных.....	18
Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения .....	18
Системы отопления и теплоснабжения.....	19
Котельные .....	20
Внутренняя канализация и водостоки.....	20
Вентиляция и кондиционирование воздуха .....	21
Приложение 1. Акт индивидуального испытания оборудования (форма) .....	22
Приложение 2. Паспорт вентиляционной системы (системы кондиционирования воздуха) (форма).....	23
Приложение 3. Акт гидростатического или манометрического испытания на герметичность (форма) .....	25
Приложение 4. Акт испытания систем внутренней канализации и водостоков (форма).....	26
Приложение 5. Размеры отверстий и борозд для прокладки трубопроводов (воздухопроводов) в перекрытиях, стенах и перегородках зданий и сооружений.....	27



**НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ**

**СНиП 3.05.04-85\***

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ СССР**

**МОСКВА 1990**

РАЗРАБОТАНЫ ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР (канд. техн. наук *В.И. Готовцев* - руководитель темы, *В.К. Андриади*), с участием Союзводоканалпроекта Госстроя СССР (*П.Г. Васильев* и *А.С. Игнатович*), Донецкого Промстройинипроекта Госстроя СССР (*С.А. Светицкий*), НИИОСП им. Гресеванова Госстроя СССР (канд. техн. наук *В. Г. Галицкий* и *Д.И. Федорович*), Гипроречтранса Минречфлота РСФСР (*М.Н. Доманевский*), НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им. К.Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР (д-р техн. наук *Н.А. Лукиных*, канд. техн. наук *В.П. Криштул*), института Тульский Промстройпроект Минтяжстроя СССР.

ВНЕСЕНЫ ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главтехнормированием Госстроя СССР (*Н. А. Шишов*).

СНиП 3.05.04-85\* является переизданием СНиП 3.05.04-85 с изменением № 1, утвержденным постановлением Госстроя СССР от 25 мая 1990 г. № 51.

Изменение разработано ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР и ЦНИИЭП инженерного оборудования Госкомархитектуры.

Разделы, пункты, таблицы, в которые внесены изменения, отмечены звездочкой.

Согласовано с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР письмом от 10 ноября 1984 г. № 121212/1600-14.

*При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале «Бюллетень строительной техники» Госстроя СССР и информационном указателе «Государственные стандарты СССР» Госстандарта.*

<b>Государственный строительный комитет СССР (Госстрой СССР)</b>	<b>Строительные нормы и правила</b>	<b>СНиП 3.05.04-85*</b>
	<b>Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации</b>	<b>Взамен СНиП III-30-74 в части требований по производству и приемке работ по строительству и реконструкции наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации</b>

\* Настоящие правила распространяются на строительство новых, расширение и реконструкцию действующих наружных сетей<sup>1</sup> и сооружений водоснабжения и канализации населенных пунктов народного хозяйства.

\* Переиздание с изменениями на 1 июля 1990 г.

<sup>1</sup> Наружных сетей - в последующем тексте «трубопроводов».

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. При строительстве новых, расширении и реконструкции действующих трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации кроме требований проектов (рабочих проектов)<sup>1</sup> и настоящих правил должны соблюдаться также требования [СНиП 3.01.01-85\\*](#), [СНиП 3.01.03-84](#), [СНиП III-4-80\\*](#) и других норм и правил, стандартов и ведомственных нормативных документов, утвержденных в соответствии со СНиП 1.01.01-83.

<sup>1</sup> Проектов (рабочих проектов) - в последующем тексте «проектов».

1.2. Законченные строительством трубопроводы и сооружения водоснабжения и канализации следует принимать в эксплуатацию в соответствии с требованиями [СНиП 3.01.04-87](#).

<b>Внесены ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР</b>	<b>Утверждены постановлением Госстроя СССР от 31 мая 1985 г. № 73</b>	<b>Срок введения в действие 1 июля 1986 г.</b>
--------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

## 2. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

2.1. Земляные работы и работы по устройству оснований при строительстве трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации должны выполняться в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01-87](#).

## 3. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. При перемещении труб и собранных секций, имеющих антикоррозионные покрытия, следует применять мягкие клещевые захваты, гибкие полотенца и другие средства, исключающие повреждение этих покрытий.

3.2. При раскладке труб, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не следует допускать попадания в них поверхностных или сточных вод. Трубы и фасонные части, арматура и готовые узлы перед монтажом должны быть осмотрены и очищены изнутри и снаружи от грязи, снега, льда, масел и посторонних предметов.

3.3. Монтаж трубопроводов должен производиться в соответствии с проектом производства работ и технологическими картами после проверки соответствия проекту размеров траншеи, крепления стенок, отметок дна и при надземной прокладке - опорных конструкций. Результаты проверки должны быть отражены в журнале производства работ.

3.4. Трубы раструбного типа безнапорных трубопроводов следует, как правило, укладывать раструбом вверх по уклону.

3.5. Предусмотренную проектом прямолинейность участков безнапорных трубопроводов между смежными колодцами следует контролировать просмотром «на свет» с помощью зеркала до и после засыпки траншеи. При просмотре трубопровода круглого сечения видимый в зеркале круг должен иметь правильную форму.

Допустимая величина отклонения от формы круга по горизонтали должна составлять не более 1/4 диаметра трубопровода, но не более 50 мм в каждую сторону. Отклонения от правильной формы круга по вертикали не допускаются.

3.6. Максимальные отклонения от проектного положения осей напорных трубопроводов не должны превышать  $\pm 100$  мм в плане, отметок лотков безнапорных трубопроводов -  $\pm 5$  мм, а отметок верха напорных трубопроводов -  $\pm 30$  мм, если другие нормы не обоснованы проектом.

3.7. Прокладка напорных трубопроводов по пологой кривой без применения фасонных частей допускается для раструбных труб со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях с углом поворота в каждом стыке не более чем на 2° для труб условным диаметром до 600 мм и не более чем на 1° для труб условным диаметром свыше 600 мм.

3.8. При монтаже трубопроводов водоснабжения и канализации в горных условиях кроме требований настоящих правил следует соблюдать также требования разд. 9 [СНиП III-42-80](#).

3.9. При прокладке трубопроводов на прямолинейном участке трассы соединяемые концы смежных труб должны быть отцентрированы так, чтобы ширина раструбной щели была одинаковой по всей окружности.

3.10. Концы труб, а также отверстия во фланцах запорной и другой арматуры при перерывах в укладке следует закрывать заглушками или деревянными пробками.

3.11. Резиновые уплотнители для монтажа трубопроводов в условиях низких температур наружного воздуха не допускается применять в замороженном состоянии.

3.12. Для заделки (уплотнения) стыковых соединений трубопроводов следует применять уплотнительные и «замковые» материалы, а также герметики согласно проекту.

3.13. Фланцевые соединения фасонных частей и арматуры следует монтировать с соблюдением следующих требований:

фланцевые соединения должны быть установлены перпендикулярно оси трубы; плоскости соединяемых фланцев должны быть ровными, гайки болтов должны быть расположены на одной стороне соединения; затяжку болтов следует выполнять равномерно крест-накрест;

устранение перекосов фланцев установкой скошенных прокладок или подтягиванием болтов не допускается;

сваривание стыков смежных с фланцевым соединением следует выполнять лишь после равномерной затяжки всех болтов на фланцах.

3.14. При использовании грунта для сооружения упора опорная стенка котлована должна быть с ненарушенной структурой грунта.

3.15. Зазор между трубопроводом и сборной частью бетонных или кирпичных упоров должен быть плотно заполнен бетонной смесью или цементным раствором.

3.16. Защиту стальных и железобетонных трубопроводов от коррозии следует осуществлять в соответствии с проектом и требованиями [СНиП 3.04.03-85](#) и [СНиП 2.03.11-85](#).

3.17. На сооружаемых трубопроводах подлежат приемке с составлением актов освидетельствования скрытых работ по форме, приведенной в [СНиП 3.01.01-85\\*](#) следующие этапы и элементы скрытых работ: подготовка основания под трубопроводы, устройство упоров, величина зазоров и выполнение уплотнений стыковых соединений, устройство колодцев и камер, противокоррозионная защита трубопроводов, герметизация мест прохода трубопроводов через стенки колодцев и камер, засыпка трубопроводов с уплотнением и др.

### **СТАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ**

3.18. Способы сварки, а также типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений стальных трубопроводов должны соответствовать требованиям [ГОСТ 16037-80](#).

3.19. Перед сборкой и сваркой труб следует очистить их от загрязнений, проверить геометрические размеры разделки кромок, зачистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм.

3.20. По окончании сварочных работ наружная изоляция труб в местах сварных

соединений должна быть восстановлена в соответствии с проектом.

3.21. При сборке стыков труб без подкладного кольца смещение кромок не должно превышать 20 % толщины стенки, но не более 3 мм. Для стыковых соединений, собираемых и свариваемых на остающемся цилиндрическом кольце, смещение кромок изнутри трубы не должно превышать 1 мм.

3.22. Сборку труб диаметром свыше 100 мм, изготовленных с продольным или спиральным сварным швом, следует производить со смещением швов смежных труб не менее чем на 100 мм. При сборке стыка труб, у которых заводской продольный или спиральный шов сварен с двух сторон, смещение этих швов можно не производить.

3.23. Поперечные сварные соединения должны быть расположены на расстоянии не менее чем:

0,2 м от края конструкции опоры трубопровода;

0,3 м от наружной и внутренней поверхностей камеры или поверхности ограждающей конструкции, через которую проходит трубопровод, а также от края футляра.

3.24. Соединение концов стыкуемых труб и секций трубопроводов при величине зазора между ними более допустимого следует выполнять вставкой «катушки» длиной не менее 200 мм.

3.25. Расстояние между кольцевым сварным швом трубопровода и швом привариваемых к трубопроводу патрубков должно быть не менее 100 мм.

3.26. Сборка труб для сварки должна выполняться с помощью центраторов; допускается правка плавных вмятин на концах труб глубиной до 3,5 % диаметра трубы и подгонка кромок с помощью домкратов, роликовых опор и других средств. Участки труб с вмятинами свыше 3,5 % диаметра трубы или имеющие надрывы следует вырезать. Концы труб с забоинами или задирами фасок глубиной свыше 5 мм следует обрезать.

При наложении корневого шва прихватки должны быть полностью переварены. Применяемые для прихваток электроды или сварочная проволока должны быть тех же марок, что и для сварки основного шва.

3.27. К сварке стыков стальных трубопроводов допускаются сварщики при наличии документов на право производства сварочных работ в соответствии с Правилами аттестации сварщиков, утвержденными Госгортехнадзором СССР.

3.28. Перед допуском к работе по сварке стыков трубопроводов каждый сварщик должен сварить допускной стык в производственных условиях (на объекте строительства) в случаях:

если он впервые приступил к сварке трубопроводов или имел перерыв в работе свыше 6 месяцев;

если сварка труб осуществляется из новых марок сталей, с применением новых марок сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки, флюсов) или с использованием новых типов сварочного оборудования.

На трубах диаметром 529 мм и более разрешается сваривать половину допускного стыка. Допускной стык подвергается:

внешнему осмотру, при котором сварной шов должен удовлетворять требованиям настоящего раздела и [ГОСТ 16037-80](#);

радиографическому контролю в соответствии с требованиями [ГОСТ 7512-82](#);

механическим испытаниям на разрыв и изгиб в соответствии с [ГОСТ 6996-66](#).

В случае неудовлетворительных результатов проверки допускного стыка производятся сварка и повторный контроль двух других допускных стыков. В случае получения при повторном контроле неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из стыков сварщик признается не выдержавшим испытаний и может быть допущен к сварке трубопровода только после дополнительного обучения и повторных испытаний.

3.29. Каждый сварщик должен иметь присвоенное ему клеймо. Сварщик обязан выбивать или наплавливать клеймо на расстоянии 30 - 50 мм от стыка со стороны, доступной для осмотра.

3.30. Сварку и прихватку стыковых соединений труб допускается производить при температуре наружного воздуха до минус 50 °С. При этом сварочные работы без подогрева свариваемых стыков допускается выполнять:

при температуре наружного воздуха до минус 20 °С - при применении труб из углеродистой стали с содержанием углерода не более 0,24 % (независимо от толщины стенок труб), а также труб из низколегированной стали с толщиной стенок не более 10 мм;

при температуре наружного воздуха до минус 10 °С - при применении труб из углеродистой стали с содержанием углерода свыше 0,24 %, а также труб из низколегированной стали с толщиной стенок свыше 10 мм. При температуре наружного воздуха ниже вышеуказанных пределов сварочные работы следует производить с подогревом в специальных кабинах, в которых температуру воздуха следует поддерживать не ниже вышеуказанной, или осуществлять подогрев на открытом воздухе концов свариваемых труб на длину не менее 200 мм до температуры не ниже 200 °С.

После окончания сварки необходимо обеспечить постепенное понижение температуры стыков и прилегающих к ним зон труб путем укрытия их после сварки асбестовым полотенцем или другим способом.

3.31. При многослойной сварке каждый слой шва перед наложением следующего шва должен быть очищен от шлака и брызг металла. Участки металла шва с порами, раковинами и трещинами должны быть вырублены до основного металла, а кратеры швов заварены.

3.32. При ручной электродуговой сварке отдельные слои шва должны быть наложены так, чтобы замыкающие участки их в соседних слоях не совпадали один с другим.

3.33. При выполнении сварочных работ на открытом воздухе во время осадков места сварки должны быть защищены от влаги и ветра.

3.34. При контроле качества сварных соединений стальных трубопроводов следует выполнять:

операционный контроль в процессе сборки и сварки трубопровода в соответствии с требованиями [СНиП 3.01.01-85\\*](#);

проверку сплошности сварных стыков с выявлением внутренних дефектов одним из неразрушающих (физических) методов контроля - радиографическим (рентгено- или гаммаграфическим) по [ГОСТ 7512-82](#) или ультразвуковым по [ГОСТ 14782-86](#).

Применение ультразвукового метода допускается только в сочетании с радиографическим, которым должно быть проверено не менее 10 % общего числа стыков, подлежащих контролю.

3.35. При операционном контроле качества сварных соединений стальных трубопроводов следует проверить соответствие стандартам конструктивных элементов и размеров сварных соединений, способа сварки, качества сварочных материалов, подготовки кромок, величины зазоров, числа прихваток, а также исправности сварочного оборудования.

3.36. Внешнему осмотру подлежат все сварные стыки. На трубопроводах диаметром 1020 мм и более сварные стыки, сваренные без подкладного кольца, подвергаются внешнему осмотру и измерению размеров снаружи и изнутри трубы, в остальных случаях - только снаружи. Перед осмотром сварной шов и прилегающие к нему поверхности труб на ширину не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Качество сварного шва по результатам внешнего осмотра считается

удовлетворительным, если не обнаружено:

- трещин в шве и прилегающей зоне;
- отступлений от допускаемых размеров и формы шва;
- подрезов, западаний между валиками, наплывов, прожогов, незаваренных кратеров и выходящих на поверхность пор, непроваров или провисаний в корне шва (при осмотре стыка изнутри трубы);
- смещений кромок труб, превышающих допускаемые размеры.

Стыки, не удовлетворяющие перечисленным требованиям, подлежат исправлению или удалению и повторному контролю их качества.

3.37. Проверке качества сварных швов физическими методами контроля подвергаются трубопроводы водоснабжения и канализации с расчетным давлением: до 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) в объеме не менее 2 % (но не менее одного стыка на каждого сварщика); 1 - 2 МПа (10-20 кгс/см<sup>2</sup>) - в объеме не менее 5 % (но не менее двух стыков на каждого сварщика); свыше 2 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>) - в объеме не менее 10 % (но не менее трех стыков на каждого сварщика).

3.38. Сварные стыки для контроля физическими методами отбираются в присутствии представителя заказчика, который записывает в журнале производства работ сведения об отобранных для контроля стыках (местоположение, клеймо сварщика и др.).

3.39. Физическим методам контроля следует подвергать 100 % сварных соединений трубопроводов, прокладываемых на участках переходов под и над железнодорожными и трамвайными путями, через водные преграды, под автомобильными дорогами, в городских коллекторах для коммуникаций при совмещенной прокладке с другими инженерными коммуникациями. Длину контролируемых участков трубопроводов на участках переходов следует принимать не менее следующих размеров:

для железных дорог - расстоянию между осями крайних путей и по 40 м от них в каждую сторону;

для автомобильных дорог - ширине насыпи по подошве или выемки по верху и по 25 м от них в каждую сторону;

для водных преград - в границах подводного перехода, определяемых разд. 6 [СНиП 2.05.06-85](#);

для других инженерных коммуникаций - ширине пересекаемого сооружения, включая его водоотводящие устройства плюс не менее чем по 4 м в каждую сторону от крайних границ пересекаемого сооружения.

3.40. Сварные швы следует браковать, если при проверке физическими методами контроля обнаружены трещины, незаваренные кратеры, прожоги, свищи, а также непровары в корне шва, выполненного на подкладном кольце.

При проверке сварных швов радиографическим методом допустимыми дефектами считаются:

поры и включения, размеры которых не превышают максимально допустимых по [ГОСТ 23055-78](#) для 7-го класса сварных соединений;

непровары, вогнутость и превышение проплава в корне шва, выполненного электродуговой сваркой без подкладного кольца, высота (глубина) которых не превышает 10 % номинальной толщины стенки, а суммарная длина - 1/3 внутреннего периметра соединения.

3.41. При выявлении физическими методами контроля недопустимых дефектов в сварных швах эти дефекты следует устранить и произвести повторный контроль качества удвоенного числа швов по сравнению с указанным в [п. 3.37](#). В случае выявления недопустимых дефектов при повторном контроле должны быть проконтролированы все стыки, выполненные данным сварщиком.

3.42. Участки сварного шва с недопустимыми дефектами подлежат исправлению путем местной выборки и последующей подварки (как правило, без переварки всего



сварного соединения), если суммарная длина выборок после удаления дефектных участков не превышает суммарной длины, указанной в [ГОСТ 23055-78](#) для 7-го класса.

Исправление дефектов в стыках следует производить дуговой сваркой.

Подрезы должны исправляться наплавкой ниточных валиков высотой не более 2 - 3 мм. Трещины длиной менее 50 мм засверливаются по концам, вырубаются, тщательно зачищаются и завариваются в несколько слоев.

3.43. Результаты проверки качества сварных стыков стальных трубопроводов физическими методами контроля следует оформлять актом (протоколом).

### ЧУГУННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

3.44. Монтаж чугунных труб, выпускаемых в соответствии с [ГОСТ 9583-75](#), следует осуществлять с уплотнением раструбных соединений пеньковой смоляной или битуминизированной пряжью и устройством асбестоцементного замка, или только герметиком, а труб, выпускаемых в соответствии с ТУ 14-3-12 47-83, резиновыми манжетами, поставляемыми комплектно с трубами без устройства замка.

Состав асбестоцементной смеси для устройства замка, а также герметика определяется проектом.

3.45. Величину зазора между упорной поверхностью раструба и торцом соединяемой трубы (независимо от материала заделки стыка) следует принимать, мм, для труб диаметром до 300 мм - 5, свыше 300 мм - 8-10.

3.46. Размеры элементов заделки стыкового соединения чугунных напорных труб должны соответствовать величинам, приведенным в [табл. 1](#).

Т а б л и ц а 1

Условный диаметр труб $D_y$ , мм	Глубина заделки, мм		
	при применении пеньковой пряжи	при устройстве замка	при применении только герметика
65-200	35	30	50
250-400	45	30-35	60-65
600-1000	50-60	40-50	70-80

### АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

3.47. Величину зазора между торцами соединяемых труб следует принимать, мм: для труб диаметром до 300 мм - 5, свыше 300 мм - 10.

3.48. Перед началом монтажа трубопроводов на концах соединяемых труб в зависимости от длины применяемых муфт следует сделать отметки, соответствующие начальному положению муфты до монтажа стыка и конечному - в смонтированном стыке.

3.49. Соединение асбестоцементных труб с арматурой или металлическими трубами следует осуществлять с помощью чугунных фасонных частей или стальных сварных патрубков и резиновых уплотнителей.

3.50. После окончания монтажа каждого стыкового соединения необходимо проверить правильность расположения муфт и резиновых уплотнителей в них, а также равномерность затяжки фланцевых соединений чугунных муфт.

### ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И БЕТОННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

3.51. Величину зазора между упорной поверхностью раструба и торцом соединяемой трубы следует принимать, мм:

для железобетонных напорных труб диаметром до 1000 мм - 12-15, диаметром свыше 1000 мм - 18-22;

для железобетонных и бетонных безнапорных раструбных труб диаметром до 700 мм - 8-12, свыше 700 мм - 15-18;

для фальцевых труб - не более 25.



3.52. Стыковые соединения труб, поставляемых без резиновых колец, следует уплотнять пеньковой смоляной или битуминизированной прядью, или сизальской битуминизированной прядью с заделкой замка асбестоцементной смесью, а также полисульфидными (тиоколовыми) герметиками. Глубина заделки приведена в [табл. 2](#), при этом отклонения по глубине заделки пряди и замка не должны превышать  $\pm 5$  мм.

Зазоры между упорной поверхностью раструбов и торцами труб в трубопроводах диаметром 1000 мм и более следует изнутри заделывать цементным раствором. Марка цемента определяется проектом.

Для водосточных трубопроводов допускается раструбную рабочую щель на всю глубину заделывать цементным раствором марки В7,5, если другие требования не предусмотрены проектом.

Т а б л и ц а 2

Диаметр условного прохода, мм	Глубина заделки, мм		
	при применении пеньковой или сизальской пряди	при устройстве замка	при применении только герметиков
100-150	25 (35)	25	35
200-250	40 (50)	40	40
400-600	50 (60)	50	50
800-1600	55 (65)	55	70
2400	70 (80)	70	95

3.53. Герметизацию стыковых соединений фальцевых безнапорных железобетонных и бетонных труб с гладкими концами следует производить в соответствии с проектом.

3.54. Соединение железобетонных и бетонных труб с трубопроводной арматурой и металлическими трубами следует осуществлять с помощью стальных вставок или железобетонных фасонных соединительных частей, изготовленных согласно проекту.

### ТРУБОПРОВОДЫ ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ ТРУБ

3.55. Величину зазора между торцами укладываемых керамических труб (независимо от материала заделки стыков) следует принимать, мм: для труб диаметром до 300 мм - 5 - 7, при больших диаметрах - 8 - 10.

3.56. Стыковые соединения трубопроводов из керамических труб следует уплотнять пеньковой или сизальской битуминизированной прядью с последующим устройством замка из цементного раствора марки В7,5, асфальтовой (битумной) мастикой и полисульфидными (тиоколовыми) герметиками, если другие материалы не предусмотрены проектом. Применение асфальтовой мастики допускается при температуре транспортируемой сточной жидкости не более 40 °С и при отсутствии в ней растворителей битума.

Основные размеры элементов стыкового соединения керамических труб должны соответствовать величинам, приведенным в [табл. 3](#).

Т а б л и ц а 3

Диаметр условного прохода, мм	Глубина заделки, мм		
	при применении пеньковой или сизальской пряди	при устройстве замка	при применении только герметиков или битумной мастики
160-300	30	30	40
350 - 600	30	38	45

3.57. Заделка труб в стенках колодцев и камер должна обеспечивать герметичность соединений и водонепроницаемость колодцев в мокрых грунтах.

## **ТРУБОПРОВОДЫ ИЗ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ\***

3.58. Соединение труб из полиэтилена высокого давления (ПВД) и полиэтилена низкого давления (ПНД) между собой и с фасонными частями следует осуществлять нагретым инструментом методом контактно-стыковой сварки встык или в раструб. Сварка между собой труб и фасонных частей из полиэтилена различных видов (ПНД и ПВД) не допускается.

3.59. Для сварки следует использовать установки (устройства), обеспечивающие поддержание параметров технологических режимов в соответствии с ОСТ 6-19-505-79 и другой нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке.

3.60. К сварке трубопроводов из ПВД и ПНД допускаются сварщики при наличии документов на право производства работ по сварке пластмасс.

3.61. Сварку труб из ПВД и ПНД допускается производить при температуре наружного воздуха не ниже минус 10 °С. При более низкой температуре наружного воздуха сварку следует производить в утепленных помещениях.

При выполнении сварочных работ место сварки необходимо защищать от воздействия атмосферных осадков и пыли.

3.62. Соединение труб из поливинилхлорида (ПВХ) между собой и с фасонными частями следует осуществлять методом склеивания в раструб (с применением клея марки ГИПК-127 в соответствии с ТУ 6-05-251-95-79) и с использованием резиновых манжет, поставляемых комплектно с трубами.

3.63. Склеенные стыки в течение 15 мин не должны подвергаться механическим воздействиям. Трубопроводы с клеевыми соединениями в течение 24 ч не должны подвергаться гидравлическим испытаниям.

3.64. Работы по склеиванию следует производить при температуре наружного воздуха от 5 до 35 °С. Место работы должно быть защищено от воздействия атмосферных осадков и пыли.

## **4. ПЕРЕХОДЫ ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ПРЕГРАДЫ**

4.1. Строительство переходов напорных трубопроводов водоснабжения и канализации через водные преграды (реки, озера, водохранилища, каналы), подводные трубопроводы водозаборов и канализационных выпусков в пределах русла водоемов, а также подземных переходов через овраги, дороги (автомобильные и железные, включая линии метрополитена и трамвайные пути) и городские проезды должно быть осуществлено специализированными организациями в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01-87](#), [СНиП III-42-80](#) (разд. 8) и настоящего раздела.

4.2. Способы прокладки трубопроводных переходов через естественные и искусственные преграды определяются проектом.

4.3. Прокладку подземных трубопроводов под дорогами следует осуществлять при постоянном маркшейдерско-геодезическом контроле строительной организации за соблюдением предусмотренного проектом планового и высотного положений футляров и трубопроводов.

4.4. Отклонения оси защитных футляров переходов от проектного положения для самотечных безнапорных трубопроводов не должны превышать:

- по вертикали - 0,6 % длины футляра при условии обеспечения проектного уклона;
- по горизонтали - 1 % длины футляра.

Для напорных трубопроводов эти отклонения не должны превышать соответственно 1 и 1,5 % длины футляра.

## **5. СООРУЖЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОДЫ**

5.1. Строительство сооружений для забора поверхностной воды из рек, озер, водохранилищ и каналов должно осуществляться, как правило, специализированными строительными и монтажными организациями в соответствии с проектом.

5.2. До начала устройства основания под русловые водоприемники должны быть проверены их разбивочные оси и отметки временных реперов.

### **ВОДОЗАБОРНЫЕ СКВАЖИНЫ**

5.3. В процессе бурения скважин все виды работ и основные показатели (проходка, диаметр бурового инструмента, крепление и извлечение труб из скважины, цементация, замеры уровней воды и другие операции) следует отражать в журнале по производству буровых работ. При этом следует отмечать наименование пройденных пород, цвет, плотность (крепость), трещиноватость, гранулометрический состав пород, водоносность, наличие и величину «пробки» при проходке пльвунов, появившийся и установившийся уровень воды всех встреченных водоносных горизонтов, поглощение промывочной жидкости. Замер уровня воды в скважинах при бурении следует производить перед началом работ каждой смены. В фонтанирующих скважинах уровни воды следует измерять путем наращивания труб или замером давления воды.

5.4. В процессе бурения в зависимости от фактического геологического разреза допускается в пределах установленного проектом водоносного горизонта корректировка буровой организацией глубины скважины, диаметров и глубины посадки технических колонн без изменения эксплуатационного диаметра скважины и без увеличения стоимости работ. Внесение изменений в конструкцию скважины не должно ухудшать ее санитарного состояния и производительности.

5.5. Образцы следует отбирать по одному из каждого слоя породы, а при однородном слое - через 10 м.

По согласованию с проектной организацией образцы пород допускается отбирать не из всех скважин.

5.6. Изолирование эксплуатируемого водоносного горизонта в скважине от неиспользуемых водоносных горизонтов следует выполнять при способе бурения:

вращательном - путем затрубной и межтрубной цементации колонн обсадных труб до отметок, предусмотренных проектом:

ударном - задавливанием и забивкой обсадной колонны в слой естественной плотной глины на глубину не менее 1 м или проведением подбашмачной цементации путем создания каверны расширителем или эксцентричным долотом.

5.7. Для обеспечения предусмотренного проектом гранулометрического состава материала обсыпки фильтров скважин глинистые и мелкопесчаные фракции должны быть удалены отмывкой, а перед засыпкой отмытый материал следует продезинфицировать.

5.8. Обнажение фильтра в процессе его обсыпки следует проводить путем поднятия колонны обсадных труб каждый раз на 0,5 - 0,6 м после обсыпки скважины на 0,8 - 1 м по высоте. Верхняя граница обсыпки должна быть выше рабочей части фильтра не менее чем на 5 м.

5.9. Водозаборные скважины после окончания бурения и установки фильтра должны быть испытаны откачками, производимыми непрерывно в течение времени, предусмотренного проектом.

Перед началом откачки скважина должна быть очищена от шлама и прокачана, как правило, эрлифтом. В трещиноватых скальных и гравийно-галечниковых водоносных породах откачку следует начинать с максимального проектного понижения уровня воды, а в песчаных породах - с минимального проектного понижения. Величина

минимального фактического понижения уровня воды должна быть в пределах 0,4 - 0,6 максимального фактического.

При вынужденной остановке работ по откачке воды, если суммарное время остановки превышает 10 % общего проектного времени на одно понижение уровня воды, откачку воды на это понижение следует повторить. В случае откачки из скважин, оборудованных фильтром с обсыпкой, величину усадки материала обсыпки следует измерять в процессе откачки один раз в сутки.

5.10. Дебит (производительность) скважин следует определять мерной емкостью с временем ее заполнения не менее 45 с. Допускается определять дебит с помощью водосливов и водомеров.

Уровень воды в скважине следует измерять с точностью до 0,1 % глубины измеряемого уровня воды.

Дебит и уровни воды в скважине следует измерять не реже чем через каждые 2 ч в течение всего времени откачки, определенного проектом.

Контрольные промеры глубины скважины следует производить в начале и в конце откачки в присутствии представителя заказчика.

5.11. В процессе откачки буровая организация должна производить замер температуры воды и отбор проб воды в соответствии с [ГОСТ 18963-73](#) и ГОСТ 4979-49 с доставкой их в лабораторию для проверки качества воды согласно [ГОСТ 2874-82](#).

Качество цементации всех обсадных колонн, а также местоположение рабочей части фильтра следует проверять геофизическими методами. Устье самоизливающейся скважины по окончании бурения необходимо оборудовать задвижкой и штуцером для манометра.

5.12. По окончании бурения водозаборной скважины и испытания ее откачкой воды верх эксплуатационной трубы должен быть заварен металлической крышкой и иметь отверстие с резьбой под болт-пробку для замера уровня воды. На трубе должны быть нанесены проектный и буровой номера скважины, наименование буровой организации и год бурения.

Для эксплуатации скважина в соответствии с проектом должна быть оборудована приборами для замера уровней воды и дебита.

5.13. По окончании бурения и испытания откачкой водозаборной скважины буровая организация должна передать ее заказчику в соответствии с требованиями [СНиП 3.01.04-87](#), а также образцы пройденных пород и документацию (паспорт), включающую:

геолого-литологический разрез с конструкцией скважины, откорректированный по данным геофизических исследований;

акты на заложение скважины, установку фильтра, цементацию обсадных колонн; сводную каротажную диаграмму с результатами ее расшифровки, подписанную организацией, выполнившей геофизические работы;

журнал наблюдений за откачкой воды из водозаборной скважины; данные о результатах химических, бактериологических анализов и органолептических показателей воды по [ГОСТ 2874-82](#) и заключение санитарно-эпидемиологической службы.

Документация до сдачи заказчику должна быть согласована с проектной организацией.

## ЕМКОСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

5.14. При монтаже бетонных и железобетонных монолитных и сборных емкостных сооружений кроме требований проекта следует выполнять также требования [СНиП 3.03.01-87](#) и настоящих правил.

5.15. Обратную засыпку грунта в пазухи и обсыпку емкостных сооружений необходимо производить, как правило, механизированным способом после прокладки

коммуникаций к емкостным сооружениям, проведения гидравлического испытания сооружений, устранения выявленных дефектов, выполнения гидроизоляции стен и перекрытия.

5.16. После окончания всех видов работ и набора бетоном проектной прочности производится гидравлическое испытание емкостных сооружений в соответствии с требованиями [разд. 7](#).

5.17. Монтаж дренажно-распределительных систем фильтровальных сооружений допускается производить после проведения гидравлического испытания емкости сооружения на герметичность.

5.18. Круглые отверстия в трубопроводах для распределения воды и воздуха, а также для сбора воды следует выполнять сверлением в соответствии с классом, указываемым в проекте.

Отклонения от проектной ширины щелевых отверстий в полиэтиленовых трубах не должны превышать 0,1 мм, а от проектной длины щели в свету  $\pm 3$  мм.

5.19. Отклонения в расстояниях между осями муфт колпачков в распределительных и отводящих системах фильтров не должны превышать  $\pm 4$  мм, а в отметках верха колпачков (по цилиндрическим выступам) -  $\pm 2$  мм от проектного положения.

5.20. Отметки кромок водосливов в устройствах для распределения и сбора воды (желоба, лотки и др.) должны соответствовать проекту и должны быть выровнены по уровню воды.

При устройстве переливов с треугольными вырезами отклонения отметок низа вырезов от проектных не должны превышать  $\pm 3$  мм.

5.21. На внутренней и внешней поверхностях желобов и каналов для сбора и распределения воды, а также для сбора осадков не должно быть раковин и наростов. Лотки желобов и каналов должны иметь заданный проектом уклон в сторону движения воды (или осадка). Наличие на них участков с обратным уклоном не допускается.

5.22. Укладку фильтрующей загрузки в сооружения для очистки воды фильтрованием допускается производить после гидравлического испытания емкостей этих сооружений, промывки и прочистки подключенных к ним трубопроводов, индивидуального опробования работы каждой из распределительных и сборных систем, измерительных и запорных устройств.

5.23. Материалы фильтрующей загрузки, укладываемой в сооружения для очистки воды, в том числе в биофильтры, по гранулометрическому составу должны соответствовать проекту или требованиям [СНиП 2.04.02-84](#) и [СНиП 2.04.03-85](#).

5.24. Отклонение толщины слоя каждой фракции фильтрующей загрузки от проектной величины и толщины всей загрузки не должно быть свыше  $\pm 20$  мм.

5.25. После окончания работ по укладке загрузки фильтровального сооружения питьевого водоснабжения должна быть произведена промывка и дезинфекция сооружения, порядок проведения которых представлен в рекомендуемом [приложении 5](#).

5.26. Монтаж возгораемых элементов конструкций деревянных оросителей, водоуловительных решеток, воздухонаправляющих щитов и перегородок вентиляторных градирен и брызгальных бассейнов следует осуществлять после завершения сварочных работ.

## **6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬСТВУ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

6.1. При строительстве трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации в особых природных и климатических условиях следует соблюдать требования проекта и настоящего раздела.

6.2. Трубопроводы временного водоснабжения, как правило, необходимо укладывать

на поверхности земли с соблюдением при этом требований, предъявляемых к укладке трубопроводов постоянного водоснабжения.

6.3. Строительство трубопроводов и сооружений на вечномёрзлых грунтах следует производить, как правило, при отрицательных температурах наружного воздуха с сохранением мерзлых грунтов оснований. В случае строительства трубопроводов и сооружений при положительных температурах наружного воздуха следует сохранять грунты основания в мерзлом состоянии и не допускать нарушений их температурно-влажностного режима, установленного проектом.

Подготовку основания под трубопроводы и сооружения на льдонасыщенных грунтах следует осуществлять путем оттаивания их на проектную глубину и уплотнения, а также путем замены в соответствии с проектом льдонасыщенных грунтов тальми уплотненными грунтами.

Движение транспортных средств и строительных машин в летнее время должно производиться по дорогам и подъездным путям, сооруженным в соответствии с проектом.

6.4. Строительство трубопроводов и сооружений в сейсмических районах следует осуществлять теми же способами и методами, как и в обычных условиях строительства, но с выполнением предусмотренных проектом мероприятий по обеспечению их сейсмостойкости. Стыки стальных трубопроводов и фасонных частей следует сваривать только электродуговыми методами и проверять качество сварки их физическими методами контроля в объеме 100 %.

При строительстве железобетонных емкостных сооружений, трубопроводов, колодцев и камер следует применять цементные растворы с пластифицирующими добавками в соответствии с проектом.

6.5. Все работы по обеспечению сейсмостойкости трубопроводов и сооружений, выполненные в процессе строительства, следует отражать в журнале работ и в актах освидетельствования скрытых работ.

6.6. При обратной засыпке пазух емкостных сооружений, строящихся на подрабатываемых территориях, следует обеспечивать сохранность деформационных швов.

Зазоры деформационных швов на всю их высоту (от подошвы фундаментов до верха надфундаментной части сооружений) должны быть очищены от грунта, строительного мусора, наплывов бетона, раствора и отходов опалубки.

Актами освидетельствования скрытых работ должны быть оформлены все основные специальные работы, в том числе: монтаж компенсаторов, устройство швов скольжения в фундаментных конструкциях и деформационных швов; анкеровка и сварка в местах устройства шарнирных соединений связей-распорок; устройство пропусков труб через стены колодцев, камер, емкостных сооружений.

6.7. Трубопроводы на болотах следует укладывать в траншею после отвода из нее воды или в залитую водой траншею при условии принятия в соответствии с проектом необходимых мер против их всплытия.

Плети трубопровода следует протаскивать вдоль траншеи или перемещать на плаву с заглушенными концами.

Укладку трубопроводов на полностью отсыпанные с уплотнением дамбы необходимо производить как в обычных грунтовых условиях.

6.8. При строительстве трубопроводов на просадочных грунтах приямки под стыковые соединения следует выполнять путем уплотнения грунта.



## 7. ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ НАПОРНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

7.1. При отсутствии в проекте указания о способе испытания напорные трубопроводы подлежат испытанию на прочность и герметичность, как правило, гидравлическим способом. В зависимости от климатических условий в районе строительства и при отсутствии воды может быть применен пневматический способ испытания для трубопроводов с внутренним расчетным давлением  $P_p$ , не более:

подземных чугунных, асбестоцементных и железобетонных - 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>);

подземных стальных - 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>);

надземных стальных - 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>).

7.2. Испытание напорных трубопроводов всех классов должно осуществляться строительно-монтажной организацией, как правило, в два этапа:

*первый* - предварительное испытание на прочность и герметичность, выполняемое после засыпки пазух с подбивкой грунта на половину вертикального диаметра и присыпкой труб в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01-87](#) с оставленными открытыми для осмотра стыковыми соединениями; это испытание допускается выполнять без участия представителей заказчика и эксплуатационной организации с составлением акта, утверждаемого главным инженером строительной организации;

*второй* - приемочное (окончательное) испытание на прочность и герметичность следует выполнять после полной засыпки трубопровода при участии представителей заказчика и эксплуатационной организации с составлением акта о результатах испытания по форме обязательных [приложений 1](#) или [3](#).

Оба этапа испытания должны выполняться до установки гидрантов, вентузов, предохранительных клапанов, вместо которых на время испытания следует устанавливать фланцевые заглушки. Предварительное испытание трубопроводов, доступных осмотру в рабочем состоянии или подлежащих в процессе строительства немедленной засыпке (производство работ в зимнее время, в стесненных условиях), при соответствующем обосновании в проектах допускается не производить.

7.3. Трубопроводы подводных переходов подлежат предварительному испытанию дважды: на стапеле или площадке после сваривания труб, но до нанесения антикоррозионной изоляции на сварные соединения, и вторично - после укладки трубопровода в траншею в проектное положение, но до засыпки грунтом.

Результаты предварительного и приемочного испытаний надлежит оформлять актом по форме обязательного [приложения 1](#).

7.4. Трубопроводы, прокладываемые на переходах через железные и автомобильные дороги I и II категорий, подлежат предварительному испытанию после укладки рабочего трубопровода в футляре (кожухе) до заполнения межтрубного пространства полости футляра и до засыпки рабочего и приемного котлованов перехода.

7.5. Величины внутреннего расчетного давления  $P_p$  и испытательного давления  $P_{и}$  для проведения предварительного и приемочного испытаний напорного трубопровода на прочность должны быть определены проектом в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02-84](#) и указаны в рабочей документации.

Величина испытательного давления на герметичность  $P_{г}$  для проведения как предварительного, так и приемочного испытаний напорного трубопровода должна быть равной величине внутреннего расчетного давления  $P_p$  плюс величина  $\Delta P$ , принимаемая в соответствии с [табл. 4](#) в зависимости от верхнего предела измерения давления, класса точности и цены деления шкалы манометра. При этом величина  $P_{г}$  не должна превышать величины приемочного испытательного давления трубопровода на прочность  $P_{и}$ .

7.6\* Трубопроводы из стальных, чугунных, железобетонных и асбестоцементных труб, независимо от способа испытания, следует испытывать при длине менее 1 км - за



один прием; при большей длине - участками не более 1 км. Длину испытательных участков этих трубопроводов при гидравлическом способе испытания разрешается принимать свыше 1 км при условии, что величина допустимого расхода подкаченной воды должна определяться как для участка длиной 1 км.

Трубопроводы из труб ПВД, ПНД и ПВХ независимо от способа испытания следует испытывать при длине не более 0,5 км за один прием, при большей длине - участками не более 0,5 км. При соответствующем обосновании в проекте допускается испытание указанных трубопроводов за один прием при длине до 1 км при условии, что величина допустимого расхода подкаченной воды должна определяться как для участка длиной 0,5 км.

Таблица 4

Величина внутреннего расчетного давления в трубопроводе $P_p$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$\Delta P$ для различных величин внутреннего расчетного давления $P_p$ в трубопроводе и характеристик используемых технических манометров											
	верхний предел измерения давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	цена деления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$\Delta P$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	верхний предел измерения давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	цена деления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$\Delta P$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	верхний предел измерения давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	цена деления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$\Delta P$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	верхний предел измерения давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	цена деления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$\Delta P$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
	Классы точности технических манометров											
	0,4			0,6			1			1,5		
До 0,4 (4)	0,6 (6)	0,002 (0,02)	0,02 (0,2)	0,6(6)	0,005 (0,05)	0,03 (0,3)	0,6 (6)	0,005 (0,05)	0,05 (0,5)	0,6 (6)	0,01 (0,1)	0,07 (0,7)
От 0,41 до 0,75 (от 4,1 до 7,5)	1 (10)	0,005 (0,05)	0,04 (0,4)	1,6 (16)	0,01 (0,1)	0,07 (0,7)	1,6 (16)	0,01 (0,1)	0,1 (1)	1,6 (16)	0,02 (0,2)	0,14 (1,4)
От 0,76 до 1,2 (от 7,6 до 12)	1,6 (16)	0,005 (0,05)	0,05 (0,5)	1,6 (16)	0,01 (0,1)	0,09 (0,9)	2,5 (25)	0,02 (0,2)	0,14 (1,4)	2,5 (25)	0,05 (0,5)	0,25 (2,5)
От 1,21 до 2,0 (от 12,1 до 20)	2,5 (25)	0,01 (0,1)	0,1 (1)	2,5 (25)	0,02 (0,2)	0,14 (1,4)	4 (40)	0,05 (0,5)	0,25 (2,5)	4 (40)	0,1 (1)	0,5 (5)
От 2,01 до 2,5 (от 20,1 до 25)	4 (40)	0,02 (0,2)	0,14 (1,4)	4 (40)	0,05 (0,5)	0,25 (2,5)	4 (40)	0,05 (0,5)	0,3 (3)	6 (60)	0,1 (1)	0,5 (5)
От 2,51 до 3,0 (от 25,1 до 30)	4 (40)	0,02 (0,2)	0,16 (1,6)	4 (40)	0,05 (0,5)	0,25 (2,5)	6 (60)	0,05 (0,5)	0,35 (3,5)	6 (60)	0,1 (1)	0,6 (6)
От 3,01 до 4,0 (от 30,1 до 40)	6 (60)	0,02 (0,2)	0,2 (2)	6 (60)	0,05 (0,5)	0,3 (3)	6 (60)	0,05 (0,5)	0,45 (4,5)	6 (60)	0,1 (1)	0,7 (7)
От 4,01 до 5,0 (от 40,1 до 50)	6 (60)	0,2 (0,2)	0,24 (2,4)	6 (60)	0,05 (0,5)	0,4 (4)	10 (100)	0,1 (1)	0,6 (6)	10 (100)	0,2 (2)	1 (10)

7.7. При отсутствии в проекте указаний о величине гидравлического испытательного давления  $P_{и}$  для выполнения предварительного испытания напорных трубопроводов на прочность величина принимается в соответствии с [табл. 5\\*](#)

Т а б л и ц а 5

Характеристика трубопровода	Величина испытательного давления при предварительном испытании, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
1. Стальной I класса* со стыковыми соединениями на сварке (в том числе подводный) с внутренним расчетным давлением $P_p$ до 0,75 МПа (7,5 кгс/см <sup>2</sup> )	1,5 (15)
2. То же, от 0,75 до 2,5 МПа (от 7,5 до 25 кгс/см <sup>2</sup> )	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 2, но не более заводского испытательного давления труб
3. То же, св. 2,5 МПа (25 кгс/см <sup>2</sup> )	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,5, но не более заводского испытательного давления труб
4. Стальной, состоящий из отдельных секций, соединяемых на фланцах, с внутренним расчетным давлением $P_p$ до 0,5 МПа (5 кгс/см <sup>2</sup> )	0,6 (6)
5. Стальной 2- и 3-го классов со стыковыми соединениями на сварке и с внутренним расчетным давлением $P_p$ до 0,75 МПа (7,5 кгс/см <sup>2</sup> )	1,0 (10)
6. То же, от 0,75 до 2,5 МПа (от 7,5 до 25 кгс/см <sup>2</sup> )	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,5, но не более заводского испытательного давления труб
7. То же, св. 2,5 МПа (25 кгс/см <sup>2</sup> )	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,25, но не более заводского испытательного давления труб
8. Стальной самотечный водовод водозабора или канализационный выпуск	Устанавливается проектом
9. Чугунный со стыковыми соединениями под зачеканку (по <a href="#">ГОСТ 9583-75</a> для труб всех классов) с внутренним расчетным давлением до 1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> )	Внутреннее расчетное давление плюс 0,5 (5), но не менее 1 (10) и не более 1,5 (15)
10. То же, со стыковыми соединениями на резиновых манжетах для труб всех классов	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,5, но не менее 1,5 (15) и не более 0,6 заводского испытательного гидравлического давления
11. Железобетонный	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,3, но не более заводского испытательного давления на водонепроницаемость
12. Асбестоцементный	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,3, но не более 0,6 заводского испытательного давления на водонепроницаемость
13. Пластмассовый	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,3

\* Классы трубопроводов принимаются по [СНиП 2.04.02-84](#).

7.8. До проведения предварительного и приемочного испытаний напорных трубопроводов должны быть:

закончены все работы по заделке стыковых соединений, устройству упоров, монтажу соединительных частей и арматуры, получены удовлетворительные результаты контроля качества сварки и изоляции стальных трубопроводов;

установлены фланцевые заглушки на отводах взамен гидрантов, вантузов, предохранительных клапанов и в местах присоединения к эксплуатируемым трубопроводам;

подготовлены средства наполнения, опрессовки и опорожнения испытываемого участка, смонтированы временные коммуникации и установлены приборы и краны, необходимые для проведения испытаний;

осушены и провентилированы колодцы для производства подготовительных работ, организовано дежурство на границе участков охранной зоны;

заполнен водой испытываемый участок трубопровода (при гидравлическом способе испытания) и из него удален воздух.

Порядок проведения гидравлического испытания напорных трубопроводов на прочность и герметичность изложен в рекомендуемом [приложении 2](#).

7.9. Для проведения испытания трубопровода ответственному исполнителю работ должен быть выдан наряд-допуск на производство работ повышенной опасности с указанием в нем размеров охранной зоны. Форма наряда-допуска и порядок его выдачи должны соответствовать требованиям [СНиП III-4-80\\*](#).

7.10. Для измерения гидравлического давления при проведении предварительного и приемочного испытаний трубопроводов на прочность и герметичность следует применять аттестованные в установленном порядке пружинные манометры класса точности не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 160 мм и со шкалой на номинальное давление около  $4/3$  испытательного  $P_{и}$ .

Для измерения объема воды, подкачиваемой в трубопровод и выпускаемой из него при проведении испытания, следует применять мерные бачки или счетчики холодной воды (водомеры) по ГОСТ 6019-83, аттестованные в установленном порядке.

7.11. Заполнение испытываемого трубопровода водой должно производиться, как правило, с интенсивностью,  $m^3/ч$ , не более: 4 - 5 - для трубопроводов диаметром до 400 мм; 6 - 10 - для трубопроводов диаметром от 400 до 600 мм; 10 - 15 - для трубопроводов диаметром 700 - 1000 мм и 15 - 20 - для трубопроводов диаметром свыше 1100 мм.

При заполнении трубопровода водой воздух должен быть удален через открытые краны и задвижки.

7.12. Приемочное гидравлическое испытание напорного трубопровода допускается начинать после засыпки его грунтом в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01-87](#) и заполнения водой с целью водонасыщения, и если при этом он был выдержан в заполненном состоянии не менее: 72 ч - для железобетонных труб (в том числе 12 ч под внутренним расчетным давлением  $P_p$ ); асбестоцементных труб - 24 ч (в том числе 12 ч под внутренним расчетным давлением  $P_p$ ); 24 ч - для чугунных труб. Для стальных и полиэтиленовых трубопроводов выдержка с целью водонасыщения не производится.

Если трубопровод был заполнен водой до засыпки грунтом, то указанная продолжительность водонасыщения устанавливается с момента засыпки трубопровода.

7.13. Напорный трубопровод признается выдержавшим предварительное и приемочное гидравлическое испытания на герметичность, если величина расхода подкаченной воды не превышает величин допустимого расхода подкаченной воды на испытываемый участок длиной 1 км и более указанного в [табл. 6\\*](#).

Если расход подкаченной воды превышает допустимый, то трубопровод признается не выдержавшим испытание и должны быть приняты меры к обнаружению и устранению скрытых дефектов трубопровода, после чего должно быть выполнено повторное испытание трубопровода.

Таблица 6\*

Внутренний диаметр трубопровода, мм	Допустимый расход подкаченной воды на испытываемый участок трубопровода длиной 1 км и более, л/мин, при приемочном испытательном давлении для труб			
	стальных	чугунных	асбестоцементных	железобетонных
100	0,28	0,70	1,40	-
125	0,35	0,90	1,56	-
150	0,42	1,05	1,72	-
200	0,56	1,40	1,98	2,0
250	0,70	1,55	2,22	2,2
300	0,85	1,70	2,42	2,4
350	0,90	1,80	2,62	2,6
400	1,00	1,95	2,80	2,8
450	1,05	2,10	2,96	3,0
500	1,10	2,20	3,14	3,2
600	1,20	2,40	-	3,4
700	1,30	2,55	-	3,7
800	1,35	2,70	-	3,9
900	1,45	2,90	-	4,2
1000	1,50	3,00	-	4,4
1100	1,55	-	-	4,6
1200	1,65	-	-	4,8
1400	1,75	-	-	5,0
1600	1,85	-	-	5,2
1800	1,95	-	-	6,2
2000	2,10	-	-	6,9

Примечания: 1. Для чугунных трубопроводов со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях допустимый расход подкаченной воды следует принимать с коэффициентом 0,7.

2. При длине испытываемого участка трубопровода менее 1 км приведенные в таблице допустимые расходы подкаченной воды следует умножать на его длину, выраженную в км; при длине свыше 1 км допустимый расход подкаченной воды следует принимать как для 1 км.

3. Для трубопроводов из ПВХ и ПНД со сварными соединениями и трубопроводов из ПВХ с клеящими соединениями допустимый расход подкаченной воды следует принимать как для стальных трубопроводов, эквивалентных по величине наружного диаметра, определяя этот расход интерполяцией.

4. Для трубопроводов из ПВХ с соединениями на резиновых манжетах допустимый расход подкаченной воды следует принимать как для чугунных трубопроводов с такими же соединениями, эквивалентных по величине наружного диаметра, определяя этот расход интерполяцией.

7.14. Величину испытательного давления при испытании трубопроводов пневматическим способом на прочность и герметичность при отсутствии в проекте данных следует принимать:

для стальных трубопроводов с расчетным внутренним давлением  $P_p$  до 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>) включ. - 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>) при предварительном и приемочном испытаниях трубопроводов;

для стальных трубопроводов с расчетным внутренним давлением  $P_p$  0,5 - 1,6 МПа (5 - 16 кгс/см<sup>2</sup>) - 1,15  $P_p$  при предварительном и приемочном испытаниях трубопроводов;

для чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов независимо от величины расчетного внутреннего давления - 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>) - при предварительном и 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>) - приемочном испытаниях.

7.15. После наполнения стального трубопровода воздухом до начала его испытания следует произвести выравнивание температуры воздуха в трубопроводе и температуры грунта. Минимальное время выдержки в зависимости от диаметра трубопровода, ч, при  $D_y$ :

До 300 мм	- 2
От 300 до 600 «	- 4
« 600 « 900 «	- 8

« 900 «1200 « - 16  
 « 1200 «1400 « - 24  
 Св. 1400 « - 32

7.16. При проведении предварительного пневматического испытания на прочность трубопровод следует выдерживать под испытательным давлением в течение 30 мин. Для поддержания испытательного давления надлежит производить подкачку воздуха.

7.17. Осмотр трубопровода с целью выявления дефектных мест разрешается производить при снижении давления: в стальных трубопроводах - до 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>); в чугунных, железобетонных и асбестоцементных - до 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>). При этом выявление неплотностей и других дефектов на трубопроводе следует производить по звуку просачивающегося воздуха и по пузырям, образующимся в местах утечек воздуха через стыковые соединения, покрытые снаружи мыльной эмульсией.

7.18. Дефекты, выявленные и отмеченные при осмотре трубопровода, следует устранить после снижения избыточного давления в трубопроводе до нуля. После устранения дефектов должно быть произведено повторное испытание трубопровода.

7.19. Трубопровод признается выдержавшим предварительное пневматическое испытание на прочность, если при тщательном осмотре трубопровода не будет обнаружено нарушения целостности трубопровода, дефектов в стыках и сварных соединениях.

7.20. Приемочное испытание трубопроводов пневматическим способом на прочность и герметичность должно выполняться в такой последовательности:

давление в трубопроводе следует довести до величины испытательного давления на прочность, указанной в [п. 7.14](#), и под этим давлением трубопровод выдержать в течение 30 мин; если нарушения целостности трубопровода под испытательным давлением не произойдет, то давление в трубопроводе снизить до 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) и трубопровод выдержать под этим давлением 24 ч;

после окончания срока выдержки трубопровода под давлением 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) устанавливается давление, равное 0,03 МПа (0,3 кгс/см<sup>2</sup>), являющееся начальным испытательным давлением трубопровода на герметичность  $P_n$ , отмечается время начала испытания на герметичность, а также барометрическое давление  $P_n^b$ , мм рт. ст., соответствующее моменту начала испытания;

трубопровод испытывать под этим давлением в течение времени, указанного в [табл. 7](#);

по истечении времени, указанного в [табл. 7](#), измерить конечное давление в трубопроводе  $P_k$ , мм вод. ст., и конечное барометрическое давление  $P_k^b$ , мм рт.ст.;

величину падения давления  $P$ , мм вод. ст., определить по формуле

$$P = \gamma (P_n - P_k) + 13,6 (P_n^b - P_k^b). \quad (1)$$

Т а б л и ц а 7

Внутренний диаметр труб, мм	Трубопроводы					
	стальные		чугунные		асбестоцементные и железобетонные	
	продолжительность испытания, ч-мин	допустимая величина падения давления за время испытания, мм вод. ст.	продолжительность испытания, ч - мин	допустимая величина падения давления за время испытания, мм вод. ст.	продолжительность испытания, ч-мин	допустимая величина падения давления за время испытания, мм вод. ст.
100	0-30	55	0-15	65	0-15	130
125	0-30	45	0-15	55	0-15	110
150	1-00	75	0-15	50	0-15	100

Внутренний диаметр труб, мм	Трубопроводы					
	стальные		чугунные		асбестоцементные и железобетонные	
	продолжительность испытания, ч-мин	допустимая величина падения давления за время испытания, мм вод. ст.	продолжительность испытания, ч - мин	допустимая величина падения давления за время испытания, мм вод. ст.	продолжительность испытания, ч-мин	допустимая величина падения давления за время испытания, мм вод. ст.
200	1-00	55	0-30	65	0-30	130
250	1-00	45	0-30	50	0-30	100
300	2-00	75	1-00	70	1-00	140
350	2-00	55	1-00	55	1-00	110
400	2-00	45	1-00	50	2-00	100
450	4-00	80	2-00	80	3-00	160
500	4-00	75	2-00	70	3-00	140
600	4-00	50	2-00	55	3-00	110
700	6-00	60	3-00	65	5-00	130
800	6-00	50	3-00	45	5-00	90
900	6-00	40	4-00	55	6-00	110
1000	12-00	70	4-00	50	6-00	100
1200	12-00	50	-	-	-	-
1400	12-00	45	-	-	-	-

При использовании в манометре в качестве рабочей жидкости воды  $\gamma = 1$ , керосина -  $\gamma = 0,87$ .

*Примечание.* По согласованию с проектной организацией продолжительность снижения давления допускается уменьшать в два раза, но не менее чем до 1 ч; при этом величину падения давления следует принимать в пропорционально уменьшенном размере.

7.21. Трубопровод признается выдержавшим приемочное (окончательное) пневматическое испытание, если не будет нарушена его целостность и величина падения давления  $P$ , определенная по [формуле \(1\)](#), не будет превышать значений, указанных в [табл. 7](#). При этом допускается образование пузырьков воздуха на наружной смоченной поверхности железобетонных напорных труб.

### БЕЗНАПОРНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

7.22. Безнапорный трубопровод следует испытывать на герметичность дважды: предварительное - до засыпки и приемочное (окончательное) после засыпки одним из следующих способов:

*первым* - определение объема воды, добавляемой в трубопровод, проложенный в сухих грунтах, а также в мокрых грунтах, когда уровень (горизонт) грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли более чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шельги;

*вторым* - определение притока воды в трубопровод, проложенный в мокрых грунтах, когда уровень (горизонт) грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли менее чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шельги. Способ испытания трубопровода устанавливается проектом.

7.23. Колодцы безнапорных трубопроводов, имеющие гидроизоляцию с внутренней стороны, следует испытывать на герметичность путем определения объема добавляемой воды, а колодцы, имеющие гидроизоляцию с наружной стороны, - путем определения притока воды в них.

Колодцы, имеющие по проекту водонепроницаемые стенки, внутреннюю и наружную изоляцию, могут быть испытаны на добавление воды или приток грунтовой воды, в соответствии с [п. 7.22](#), совместно с трубопроводами или отдельно от них.



Колодцы, не имеющие по проекту водонепроницаемых стенок, внутренней или наружной гидроизоляции, приемочному испытанию на герметичность не подвергаются.

7.24. Испытанию безнапорных трубопроводов на герметичность следует подвергать участки между смежными колодцами.

При затруднениях с доставкой воды, обоснованных в проекте, испытание безнапорных трубопроводов допускается производить выборочно (по указанию заказчика): при общей протяженности трубопровода до 5 км - двух-трех участков; при протяженности трубопровода свыше 5 км - нескольких участков общей протяженностью не менее 30 %.

Если результаты выборочного испытания участков трубопровода окажутся неудовлетворительными, то испытанию подлежат все участки трубопровода.

7.25. Гидростатическое давление в трубопроводе при его предварительном испытании должно создаваться заполнением водой стояка, установленного в верхней его точке, или наполнением водой верхнего колодца, если последний подлежит испытанию. При этом величина гидростатического давления в верхней точке трубопровода определяется по величине превышения уровня воды в стояке или колодце над шельгой трубопровода или над горизонтом грунтовых вод, если последний расположен выше шельги. Величина гидростатического давления в трубопроводе при его испытании должна быть указана в рабочей документации. Для трубопроводов, прокладываемых из безнапорных бетонных, железобетонных и керамических труб, эта величина, как правило, должна быть равна 0,04 МПа (0,4 кгс/см<sup>2</sup>).

7.26. Предварительное испытание трубопроводов на герметичность производится при не присыпанном землей трубопроводе в течение 30 мин. Величину испытательного давления необходимо поддерживать добавлением воды в стояк или в колодец, не допуская снижения уровня воды в них более чем на 20 см.

Трубопровод и колодец признаются выдержавшими предварительное испытание, если при их осмотре не будет обнаружено утечек воды. При отсутствии в проекте повышенных требований к герметичности трубопровода на поверхности труб и стыков допускается отпотевание с образованием капель, не сливающихся в одну струю при количестве отпотеваний не более чем на 5 % труб на испытываемом участке.

7.27. Приемочное испытание на герметичность следует начинать после выдержки в заполненном водой состоянии железобетонного трубопровода и колодцев, имеющих гидроизоляцию с внутренней стороны или водонепроницаемые по проекту стенки, - в течение 72 ч и трубопроводов и колодцев из других материалов - 24 ч.

7.28. Герметичность при приемочном испытании засыпанного трубопровода определяется способами:

*первым* - по замеряемому в верхнем колодце объему добавляемой в стояк или колодец воды в течение 30 мин; при этом понижение уровня воды в стояке или в колодце допускается не более чем на 20 см;

*вторым* - по замеряемому в нижнем колодце объему притекающей в трубопровод грунтовой воды.

Трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на герметичность, если определенные при испытании объемы добавленной воды по первому способу (приток грунтовой воды по второму способу) будут не более указанных в [табл. 8\\*](#), о чем должен быть составлен акт по форме обязательного [приложения 4](#).

Таблица 8\*

Условный диаметр трубопровода $D_y$ , мм	Допустимый объем добавленной в трубопровод воды (приток воды) на 10 м длины испытываемого трубопровода за время испытания 30 мин, л, для труб		
	железобетонных и бетонных	керамических	асбестоцементных
100	1,0	1,0	0,3
150	1,4	1,4	0,5
200	4,2	2,4	1,4
250	5,0	3,0	-
300	5,4	3,6	1,8
350	6,2	4,0	-
400	6,7	4,2	2,2
450	-	4,4	-
500	7,5	4,6	-
550	-	4,8	-
600	8,3	5,0	-

Примечания: 1. При увеличении продолжительности испытания более 30 мин величину допустимого объема добавленной воды (притока воды) следует увеличивать пропорционально увеличению продолжительности испытания.

2. Величину допустимого объема добавленной воды (притока воды) в железобетонный трубопровод диаметром свыше 600 мм следует определять по формуле

$$q = 0,83 (D + 4), \text{ л, на 10 м длины трубопровода за время испытания, 30 мин,} \quad (2)$$

где  $D$  - внутренний (условный) диаметр трубопровода, дм.

3. Для железобетонных трубопроводов со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях допустимый объем добавленной воды (приток воды) следует принимать с коэффициентом 0,7.

4. Допустимые объемы добавленной воды (притока воды) через стенки и днище колодца на 1 м его глубины следует принимать равным допустимому объему добавленной воды (притоку воды) на 1 м длины труб, диаметр которых равновелик по площади внутреннему диаметру колодца.

5. Допустимый объем добавленной воды (приток воды) в трубопровод, сооружаемый из сборных железобетонных элементов и блоков, следует принимать таким же, как для трубопроводов из железобетонных труб, равновеликих им по площади поперечного сечения.

6. Допустимый объем добавленной в трубопровод воды (приток воды) на 10 м длины испытываемого трубопровода за время испытания 30 мин для труб ПВХ и ПНД со сварными соединениями и напорных труб ПВХ с клеявыми соединениями следует определять для диаметров до 500 мм включ. по формуле  $q = 0,03D$ , диаметром более 500 мм - по формуле  $q = 0,2 + 0,03D$ , где  $D$  - наружный диаметр трубопровода, дм;  $q$  - величина допустимого объема добавленной воды, л.

7. Допустимый объем добавленной в трубопровод воды (приток воды) на 10 м длины испытываемого трубопровода за время испытания 30 мин для труб ПВХ с соединениями на резиновой манжете следует определять по формуле  $q = 0,06 + 0,01D$ , где  $D$  - наружный диаметр трубопровода, дм;  $q$  - величина допустимого объема добавленной воды, л.

7.29. Трубопроводы дождевой канализации подлежат предварительному и приемочному испытанию на герметичность в соответствии с требованиями настоящего подраздела, если это предусмотрено проектом.

7.30. Трубопроводы из безнапорных железобетонных раструбных, фальцевых и с гладкими концами труб диаметром более 1600 мм, предназначенные по проекту для трубопроводов, постоянно или периодически работающих под давлением до 0,05 МПа (Б м вод. ст.) и имеющих выполненную в соответствии с проектом специальную водонепроницаемую наружную или внутреннюю обделку, подлежат гидравлическому испытанию давлением, определенным в проекте.

## ЕМКОСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

7.31. Гидравлическое испытание на водонепроницаемость (герметичность) емкостных сооружений необходимо производить после достижения бетоном проектной прочности, их очистки и промывки.

Устройство гидроизоляции и обсыпку грунтом емкостных сооружений следует выполнять после получения удовлетворительных результатов гидравлического испытания этих сооружений, если другие требования не обоснованы проектом.

7.32. До проведения гидравлического испытания емкостное сооружение следует наполнить водой в два этапа:

*первый* - наполнение на высоту 1 м с выдержкой в течение суток;

*второй* - наполнение до проектной отметки.

Емкостное сооружение, наполненное водой до проектной отметки, следует выдержать не менее трех суток.

7.33. Емкостное сооружение признается выдержавшим гидравлическое испытание, если убыль воды в нем за сутки не превышает 3 л на 1 м<sup>2</sup> смоченной поверхности стен и днища, в швах и стенках не обнаружено признаков течи и не установлено увлажнения грунта в основании. Допускается только потемнение и слабое отпотевание отдельных мест.

При испытании на водонепроницаемость емкостных сооружений убыль воды на испарение с открытой водной поверхности должна учитываться дополнительно.

7.34. При наличии струйных утечек и подтеков воды на стенах или увлажнении грунта в основании емкостное сооружение считается не выдержавшим испытания, даже если потери воды в нем не превышают нормативных. В этом случае после измерения потерь воды из сооружения при полном заливе должны быть зафиксированы места, подлежащие ремонту.

После устранения выявленных дефектов должно быть произведено повторное испытание емкостного сооружения.

7.35. При испытании резервуаров и емкостей для хранения агрессивных жидкостей утечка воды не допускается. Испытание следует производить до нанесения антикоррозионного покрытия.

7.36. Напорные каналы фильтров и контактных осветлителей (сборные и монолитные железобетонные) подвергаются гидравлическому испытанию расчетным давлением, указанным в рабочей документации.

7.37. Напорные каналы фильтров и контактных осветлителей признаются выдержавшими гидравлическое испытание, если при визуальном осмотре в боковых стенках фильтров и над каналом не обнаружено течей воды и если в течение 10 мин величина испытательного давления не снизится более чем на 0,002 МПа (0,02 кгс/см<sup>2</sup>).

7.38. Водосборный резервуар градирен должен быть водонепроницаемым и при гидравлическом испытании этого резервуара на внутренней поверхности его стен не допускается потемнения или слабого отпотевания отдельных мест.

7.39. Резервуары питьевой воды, отстойники и другие емкостные сооружения после устройства перекрытий подлежат гидравлическому испытанию на водонепроницаемость в соответствии с требованиями [пп. 7.31-7.34](#).

Резервуар питьевой воды до устройства гидроизоляции и засыпки грунтом подлежит дополнительному испытанию на вакуум и на избыточное давление соответственно вакуумметрическим и избыточным давлением воздуха в размере 0,0008 МПа (80 мм вод. ст.) в течение 30 мин и признается выдержавшим испытание, если величины соответственно вакуумметрического и избыточного давлений за 30 мин не снизятся более чем на 0,0002 МПа (20 мм вод. ст.), если другие требования не обоснованы проектом.

7.40. Метантенк (цилиндрическую часть) следует подвергать гидравлическому испытанию согласно требованиям [пп. 7.31-7.34](#), а перекрытие, металлический газовый колпак (газосборник) следует испытывать на герметичность (газонепроницаемость) пневматическим способом на давление 0,005 МПа (500 мм вод. ст.).

Метантенк выдерживается под испытательным давлением не менее 24 ч. При обнаружении дефектных мест они должны быть устранены, после чего сооружение должно быть испытано на падение давления в течение дополнительных 8 ч. Метантенк признается выдержавшим испытание на герметичность, если давление в нем за 8 ч не снизится более чем на 0,001 МПа (100 мм вод. ст.).

7.41. Колпачки дренажно-распределительной системы фильтров после их установки до загрузки фильтров следует подвергать испытанию путем подачи воды интенсивностью 5-8 л/(с·м<sup>2</sup>) и воздуха интенсивностью 20 л/(с·м<sup>2</sup>) трехкратной повторяемостью по 8-10 мин. Обнаруженные при этом дефектные колпачки подлежат замене.

7.42. Законченные строительством трубопроводы и сооружения хозяйственно-питьевого водоснабжения перед приемкой в эксплуатацию подлежат промывке (очистке) и дезинфекции хлорированием с последующей промывкой до получения удовлетворительных контрольных физико-химических и бактериологических анализов воды, отвечающих требованиям [ГОСТ 2874-82](#) и «Инструкции по контролю за обеззараживанием хозяйственно-питьевой воды и за дезинфекцией водопроводных сооружений хлором при централизованном и местном водоснабжении» Минздрава СССР.

7.43. Промывка и дезинфекция трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения должны производиться строительной-монтажной организацией, выполнявшей работы по прокладке и монтажу этих трубопроводов и сооружений, при участии представителей заказчика и эксплуатационной организации при контроле, осуществляемом представителями санитарно-эпидемиологической службы. Порядок проведения промывки и дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения изложен в рекомендуемом [приложении 5](#).

7.44. О результатах произведенной промывки и дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения должен быть составлен акт по форме, приведенной в обязательном [приложении 6](#).

Результаты испытаний емкостных сооружений следует оформить актом, подписываемым представителями строительной-монтажной организации, заказчика и эксплуатационной организации.

#### **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ, СТРОЯЩИХСЯ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

7.45. Напорные трубопроводы водоснабжения и канализации, сооружаемые в условиях просадочных грунтов всех типов вне территории промышленных площадок и населенных пунктов, испытываются участками длиной не более 500 м; на территории промышленных площадок и населенных пунктов длину испытательных участков следует назначать с учетом местных условий, но не более 300 м.

7.46. Проверка водонепроницаемости емкостных сооружений, построенных на просадочных грунтах всех типов, должна производиться по истечении 5 сут после их заполнения водой, при этом убыль воды за сутки не должна превышать 2 л на 1 м<sup>2</sup> смоченной поверхности стен и днища.

При обнаружении течи вода из сооружений должна выпускаться и отводиться в места, определенные проектом, исключающие подтопление застроенной территории.

7.47. Гидравлическое испытание трубопроводов и емкостных сооружений, возводимых в районах распространения вечномёрзлых грунтов, следует производить, как правило, при температуре наружного воздуха не ниже 0 °С, если другие условия испытания не обоснованы проектом.

**АКТ**  
**О ПРОВЕДЕНИИ ПРИЕМОЧНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ**

Город \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_ г.

Комиссия в составе представителей: строительно-монтажной организации

\_\_\_\_\_  
 (наименование организации, должность, фамилия, и.о.)  
 технического надзора заказчика \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 (наименование организации, должность,

\_\_\_\_\_  
 фамилия, и.о.)

эксплуатационной организации \_\_\_\_\_  
 (наименование организации, должность,

\_\_\_\_\_  
 фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания на прочность и герметичность участка напорного трубопровода

\_\_\_\_\_  
 (наименование объекта и номера пикетов на его границах,

\_\_\_\_\_  
 длина трубопровода, диаметр, материал труб и стыковых соединений)

Указанные в рабочей документации величины расчетного внутреннего давления испытываемого трубопровода  $P_p = \underline{\hspace{2cm}}$  МПа ( $\underline{\hspace{2cm}}$  кгс/см<sup>2</sup>) и испытательного давления  $P_{и} = \underline{\hspace{2cm}}$  МПа ( $\underline{\hspace{2cm}}$  кгс/см<sup>2</sup>).

Измерение давления при испытании производилось техническим манометром класса точности \_\_\_\_\_ с верхним пределом измерений \_\_\_\_\_ кгс/см<sup>2</sup>.

Цена деления шкалы манометра \_\_\_\_\_ кгс/см<sup>2</sup>.

Манометр был расположен выше оси трубопровода на  $Z = \underline{\hspace{2cm}}$  м.

При указанных выше величинах внутреннего расчетного и испытательного давлений испытываемого трубопровода показания манометра  $P_{р.м}$  и  $P_{и.м}$  должны быть соответственно:

$$P_{р.м} = P_p - \frac{Z}{10} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кгс/см}^2, P_{и.м} = P_{и} - \frac{Z}{10} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кгс/см}^2.$$

Допустимый расход подкаченной воды, определенный по [табл. 6\\*](#), на 1 км трубопровода, равен \_\_\_\_\_ л/мин или, в пересчете на длину испытываемого трубопровода, равен \_\_\_\_\_ л/мин.

**ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ**

Для испытания на прочность давление в трубопроводе было повышено до  $P_{и.м} = \underline{\hspace{2cm}}$  кгс/см<sup>2</sup> и поддерживалось в течение \_\_\_\_\_ мин, при этом не допускалось его снижение более чем на 1 кгс/см<sup>2</sup>. После этого давление было снижено до величины внутреннего расчетного манометрического давления  $P_{р.м} = \underline{\hspace{2cm}}$  кгс/см<sup>2</sup> и произведен осмотр узлов трубопровода в колодцах (камерах); при этом утечек и разрывов не обнаружено и трубопровод был допущен для проведения дальнейшего испытания на герметичность.

Для испытания на герметичность давление в трубопроводе было повышено до величины испытательного давления на герметичность  $P_{г} = P_{р.м} + \Delta P = \underline{\hspace{2cm}}$  кгс/см<sup>2</sup>, отмечено время начала испытания  $T_{н} = \underline{\hspace{1cm}}$  ч \_\_\_\_\_ мин и начальный уровень воды в

мерном бачке  $h_n = \underline{\hspace{2cm}}$  мм.

Испытание трубопровода производилось в следующем порядке:

---

(указать последовательность проведения испытания и наблюдения за

---

падением давления; производился ли выпуск воды из трубопровода

---

и другие особенности методики испытания)

За время испытания трубопровода на герметичность давление в нем по показанию манометра было снижено до  $\underline{\hspace{2cm}}$  кгс/см<sup>2</sup>, отмечено время окончания испытания  $T_k = \underline{\hspace{2cm}}$  ч  $\underline{\hspace{2cm}}$  мин и конечный уровень воды в мерном бачке  $h_k = \underline{\hspace{2cm}}$  мм. Объем воды, потребовавшийся для восстановления давления до испытательного, определенный по уровням воды в мерном бачке,  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$  л.

Продолжительность испытания трубопровода на герметичность  $T = T_k - T_n = \underline{\hspace{2cm}}$  мин. Величина расхода воды, подкаченной в трубопровод во время испытания, равна  $q_n$

$\frac{Q}{T} = \underline{\hspace{2cm}}$  л/мин, что менее допустимого расхода.

### РЕШЕНИЕ КОМИССИИ

Трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на прочность и герметичность.

Представитель

строительно-монтажной организации

\_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель технического надзора

заказчика

\_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель эксплуатационной

организации

\_\_\_\_\_ (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

*Рекомендуемое*

### ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

1. Предварительное и приемочное гидравлические испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность следует проводить в следующем порядке.

При проведении испытания на прочность:

повысить давление в трубопроводе до испытательного  $P_n$  и путем подкачки воды поддерживать его в течение не менее 10 мин, не допуская снижения давления более чем на 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>);

снизить испытательное давление до внутреннего расчетного давления  $P_p$  и, поддерживая его путем подкачивания воды, произвести осмотр трубопровода с целью выявления дефектов на нем в течение времени, необходимого для выполнения этого осмотра;

в случае выявления дефектов устранить их и произвести повторное испытание трубопровода.

После окончания испытания трубопровода на прочность приступить к испытанию его на герметичность, для этого необходимо:

давление в трубопроводе повысить до величины испытательного давления на

герметичность  $P_r$ ;

зафиксировать время начала испытания  $T_n$  и замерить начальный уровень воды в мерном бачке  $h_n$ ;

произвести наблюдение за падением давления в трубопроводе, при этом могут иметь место три варианта падения давления:

*первый* - если в течение 10 мин давление упадет не менее чем на два деления шкалы манометра, но не упадет ниже внутреннего расчетного давления  $P_p$ , то на этом наблюдение за падением давления закончить;

*второй* - если в течение 10 мин давление упадет менее чем на два деления шкалы манометра, то наблюдение за снижением давления до внутреннего расчетного давления  $P_p$  следует продолжить до тех пор, пока давление упадет не менее чем на два деления шкалы манометра; при этом продолжительность наблюдения не должна быть более 3 ч для железобетонных и 1 ч - для чугунных, асбестоцементных и стальных трубопроводов. Если по истечении этого времени давление не снизится до внутреннего расчетного давления  $P_p$ , то следует произвести сброс воды из трубопровода в мерный бачок (или замерить объем сброшенной воды другим способом);

*третий* - если в течение 10 мин давление упадет ниже внутреннего расчетного давления  $P_p$ , то дальнейшее испытание трубопровода прекратить и принять меры для обнаружения и устранения скрытых дефектов трубопровода путем выдерживания его под внутренним расчетным давлением  $P_p$  до тех пор, пока при тщательном осмотре не будут выявлены дефекты, вызвавшие недопустимое падение давления в трубопроводе.

После окончания наблюдения за падением давления по первому варианту и завершения сброса воды по второму варианту необходимо выполнить следующее:

подкачкой воды из мерного бачка давление в трубопроводе повысить до величины испытательного давления на герметичность  $P_r$ , зафиксировать время окончания испытания на герметичность  $T_k$  и замерить конечный уровень воды в мерном бачке  $h_k$ ;

определить продолжительность испытания трубопровода ( $T_k - T_n$ ), мин, объем подкаченной в трубопровод воды из мерного бачка  $Q$  (для первого варианта), разность между объемами подкаченной в трубопровод и сброшенной из него воды или объем дополнительно подкаченной в трубопровод воды  $Q$  (для второго варианта) и рассчитать величину фактического расхода дополнительного объема вкаченной воды  $q_n$ , л/мин, по формуле

$$q_n = \frac{Q}{T_k - T_n}.$$

2. Заполнение трубопровода дополнительным объемом воды при испытании на герметичность требуется для замещения воздуха, вышедшего через непроницаемые для воды неплотности в соединениях; заполнения объемов трубопровода, возникших при незначительных угловых деформациях труб в стыковых соединениях, подвижках резиновых уплотнителей в этих соединениях и смещениях торцевых заглушек; дополнительного замачивания под испытательным давлением стенок асбестоцементных и железобетонных труб, а также для восполнения возможных скрытых просачиваний воды в местах, недоступных для осмотра трубопровода.





## РЕШЕНИЕ КОМИССИИ

Трубопровод признается выдержавшим пневматическое испытание на прочность и герметичность.

Представитель строительно-монтажной  
организации

\_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель технического надзора  
Заказчика

\_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель эксплуатационной  
организации

\_\_\_\_\_ (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
Обязательное

### АКТ О ПРОВЕДЕНИИ ПРИЕМОЧНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ БЕЗНАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Город \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_ г.

Комиссия в составе представителей:  
строительно-монтажной организации \_\_\_\_\_  
(наименование организации,  
\_\_\_\_\_, технического надзора заказчика  
должность, фамилия, и.о.)

\_\_\_\_\_  
(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)  
эксплуатационной организации \_\_\_\_\_  
(наименование организации, должность,  
\_\_\_\_\_  
фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания  
участка безнапорного трубопровода \_\_\_\_\_  
(наименование объекта

\_\_\_\_\_  
номера пикетов на его границах, длина и диаметр)

Уровень грунтовых вод в месте расположения верхнего колодца находится на  
расстоянии \_\_\_\_\_ м от верха трубы в нем при глубине заложения труб (до верха)  
\_\_\_\_\_ м.

Испытание трубопровода производилось \_\_\_\_\_  
(указать совместно или  
\_\_\_\_\_ способом \_\_\_\_\_  
отдельно от колодцев и камер) (указать способ испытания -

\_\_\_\_\_  
добавлением воды в трубопровод или притоком грунтовой воды в него)

Гидростатическое давление величиной \_\_\_\_\_ м вод. ст. Создавалось заполнением  
водой \_\_\_\_\_  
(указать номер колодца или установленного в нем стояка)

В соответствии с табл.8\* допустимый объем добавленной в трубопровод воды,  
приток грунтовой воды на 10 м длины трубопровода за время испытания 30 мин  
(ненужное зачеркнуть)  
равен \_\_\_\_\_ л. Фактический за время испытания объем добавленной воды, приток

грунтовой воды составил \_\_\_\_\_ л, или в пересчете на 10 м длины трубопровода (ненужное зачеркнуть) (с учетом испытания совместно с колодцами, камерами) и продолжительности испытания в течение 30 мин составил \_\_\_\_\_ л, что меньше допустимого расхода.

### РЕШЕНИЕ КОМИССИИ

Трубопровод признается выдержавшим приемочное гидравлическое испытание на герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации

\_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель технического надзора заказчика

\_\_\_\_\_ (подпись)

Представитель эксплуатационной организации

\_\_\_\_\_ (подпись)

### ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Рекомендуемое

#### ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЫВКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

1. Для дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения допускается применять следующие хлорсодержащие реагенты, разрешенные Министерством здравоохранения СССР:

сухие реагенты - хлорную известь по ГОСТ 1692-85, гипохлорит кальция (нейтральный) по ГОСТ 25263-82 марки А;

жидкие реагенты - гипохлорит натрия (хлорноватистокислый натрий) по ГОСТ 11086-76 марок А и Б; электролитический гипохлорит натрия и жидкий хлор по ГОСТ 6718-86.

2. Очистку полости и промывку трубопровода для удаления оставшихся загрязнений и случайных предметов следует выполнять, как правило, перед проведением гидравлического испытания путем водовоздушной (гидропневматической) промывки или гидромеханическим способом с помощью эластичных очистных поршней (поролонových и других) или только водой.

3. Скорость движения эластичного поршня при гидромеханической промывке следует принимать в пределах 0,3 - 1,0 м/с при внутреннем давлении в трубопроводе около 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>).

Очистные поролонные поршни следует применять диаметром в пределах 1,2-1,3 диаметра трубопровода, длиной - 1,5-2,0 диаметра трубопровода только на прямых участках трубопровода с плавными поворотами, не превышающими 15°, при отсутствии выступающих во внутрь трубопровода концов присоединенных к нему трубопроводов или других деталей, а также при полностью открытых задвижках на трубопроводе. Диаметр выпускного трубопровода следует принимать на один сортament меньше диаметра промываемого трубопровода.

4. Гидропневматическую промывку следует осуществлять подачей по трубопроводу вместе с водой сжатого воздуха в количестве не менее 50 % расхода воды. Воздух следует вводить в трубопровод под давлением, превышающим внутреннее давление в

трубопроводе на 0,05 - 0,15 МПа (0,5 - 1,5 кгс/см<sup>2</sup>). Скорость движения водовоздушной смеси принимается в пределах от 2,0 до 3,0 м/с.

5. Длина промываемых участков трубопроводов, а также места введения в трубопровод воды и поршня и порядок проведения работ должны быть определены в проекте производства работ, включающем рабочую схему, план трассы, профиль и детализовку колодцев.

Длину участка трубопровода для проведения хлорирования следует назначать, как правило, не более 1 - 2 км.

6. После очистки и промывки трубопровод подлежит дезинфекции хлорированием при концентрации активного хлора 75 - 100 мг/л (г/м<sup>3</sup> с временем контакта хлорной воды в трубопроводе 5 - 6 ч или при концентрации 40 - 50 мг/л (г/м<sup>3</sup>) с временем контакта не менее 24 ч. Концентрация активного хлора назначается в зависимости от степени загрязненности трубопровода.

7. Перед хлорированием следует выполнить следующие подготовительные работы:

осуществить монтаж необходимых коммуникаций по введению раствора хлорной извести (хлора) и воды, выпуска воздуха, стояков для отбора проб (с выводением их выше уровня земли), монтаж трубопроводов для сброса и отведения хлорной воды (с обеспечением мер безопасности); подготовить рабочую схему хлорирования (план трассы, профиль и детализовку трубопровода с нанесением перечисленных коммуникаций), а также график проведения работ;

определить и подготовить необходимое количество хлорной извести (хлора) с учетом процентного содержания в товарном продукте активного хлора, объема хлорируемого участка трубопровода с принятой концентрацией (дозой) активного хлора в растворе по формуле

$$T = \frac{0,082D^2lK}{A},$$

где Т - необходимая масса товарного продукта хлорсодержащего реагента с учетом 5 % на потери, кг;

D и l - соответственно диаметр и длина трубопровода, м;

K - принятая концентрация (доза) активного хлора, г/м<sup>3</sup> (мг/л);

A - процентное содержание активного хлора в товарном продукте, %.

**Пример.** Для хлорирования дозой 40 г/м<sup>3</sup> участка трубопровода диаметром 400 мм, длиной 1000 м с применением хлорной извести, содержащей 18 % активного хлора, потребуется товарной массы хлорной извести в количестве 29,2 кг.

8. Для осуществления контроля за содержанием активного хлора по длине трубопровода в процессе его заполнения хлорной водой через каждые 500 м следует устанавливать временные пробоотборные стояки с запорной арматурой, выводимые выше поверхности земли, которые также используют для выпуска воздуха по мере заполнения трубопровода. Их диаметр принимается по расчету, но не менее 100 мм.

9. Введение хлорного раствора в трубопровод следует продолжать до тех пор, пока в точках, наиболее удаленных от места подачи хлорной извести, станет вытекать вода с содержанием активного (остаточного) хлора не менее 50 % заданного. С этого момента дальнейшую подачу хлорного раствора необходимо прекратить, оставляя трубопровод заполненным хлорным раствором в течение расчетного времени контакта, указанного в [п. 6](#) настоящего приложения.

10. После окончания контакта хлорную воду следует сбросить в места, указанные в проекте, и трубопровод промыть чистой водой до тех пор, пока содержание остаточного хлора в промывной воде не снизится до 0,3 - 0,5 мг/л. Для хлорирования последующих участков трубопровода хлорную воду допускается использовать повторно. После окончания дезинфекции сбрасываемую из трубопровода хлорную

воду необходимо разбавлять водой до концентрации активного хлора 2 - 3 мг/л или дехлорировать путем введения гипосульфита натрия в количестве 3,5 мг на 1 мг активного остаточного хлора в растворе.

Места и условия сброса хлорной воды и порядок осуществления контроля ее отвода должны быть согласованы с местными органами санитарно-эпидемиологической службы.

11. В местах присоединений (врезок) вновь построенного трубопровода к действующей сети следует осуществлять местную дезинфекцию фасонных частей и арматуры раствором хлорной извести.

12. Дезинфекция водозаборных скважин перед сдачей их в эксплуатацию выполняется в тех случаях, когда после их промывки качество воды по бактериологическим показателям не соответствует требованиям [ГОСТ 2874-82](#).

Дезинфекция проводится в два этапа: сначала надводной части скважины, затем - подводной. Для обеззараживания надводной части в скважине выше кровли водоносного горизонта необходимо установить пневматическую пробку, выше которой скважину заполнить раствором хлорной извести или другого хлорсодержащего реагента с концентрацией активного хлора 50-100 мг/л в зависимости от степени предполагаемого загрязнения. Через 3-6 ч контакта следует пробку извлечь и при помощи специального смесителя ввести хлорный раствор в подводную часть скважины с таким расчетом, чтобы концентрация активного хлора после смешения с водой была не менее 50 мг/л. Через 3-6 ч контакта произвести откачку до исчезновения в воде заметного запаха хлора, после чего отобрать пробы воды для контрольного бактериологического анализа.

*Примечание.* Расчетный объем хлорного раствора принимается больше объема скважин (по высоте и диаметру): при обеззараживании надводной части - в 1,2- 1,5 раза, подводной части - в 2-3 раза.

13. Дезинфекцию емкостных сооружений следует производить методом орошения раствором хлорной извести или других хлорсодержащих реагентов с концентрацией активного хлора 200 - 250 мг/л. Такой раствор необходимо приготовить из расчета 0,3 - 0,5 л на 1 м<sup>2</sup> внутренней поверхности резервуара и путем орошения из шланга или гидропульта покрыть им стены и днище резервуара. По истечении 1 - 2 ч дезинфицированные поверхности промыть чистой водопроводной водой, удаляя отработанный раствор через грязевые выпуски. Работа должна производиться в специальной одежде, резиновых сапогах и противогазах; перед входом в резервуар следует установить бачок с раствором хлорной извести для обмывания сапог.

14. Дезинфекцию фильтров после их загрузки, отстойников, смесителей и напорных баков малой емкости следует производить объемным методом, наполняя их раствором с концентрацией 75 - 100 мг/л активного хлора. После контакта в течение 5-6 ч раствор хлора необходимо удалить через грязевую трубу и емкости промыть чистой водопроводной водой до содержания в промывной воде 0,3 - 0,5 мг/л остаточного хлора.

15. При хлорировании трубопроводов и сооружений водоснабжения следует соблюдать требования [СНиП III-4-80\\*](#) и ведомственных нормативных документов по технике безопасности.

**АКТ  
О ПРОВЕДЕНИИ ПРОМЫВКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ  
(СООРУЖЕНИЙ) ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Город \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_ г.

Комиссия в составе представителей:  
санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) \_\_\_\_\_  
(города, района,

\_\_\_\_\_ (должность, фамилия, и.о.)

заказчика \_\_\_\_\_  
(наименование организации,

\_\_\_\_\_ (должность, фамилия, и.о.)  
строительно-монтажной организации \_\_\_\_\_  
(наименование организации,

\_\_\_\_\_ (должность, фамилия, и.о.)  
эксплуатационной организации \_\_\_\_\_  
(наименование организации,

\_\_\_\_\_ (должность, фамилия, и.о.)  
составили настоящий акт о том, что трубопровод, сооружение  
(ненужное зачеркнуть)

\_\_\_\_\_ подвергнут промывке и дезинфекции  
(наименование объекта, длина, диаметр, объем)

хлорированием \_\_\_\_\_ при концентрации  
(указать, каким реагентом)

активного хлора \_\_\_\_\_ мг/л (г/м<sup>3</sup>) и продолжительности контакта \_\_\_\_\_ ч.

Результаты физико-химического и бактериологического анализов воды на \_\_\_\_\_  
листах прилагаются.

Представитель санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) \_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель заказчика \_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель строительно-монтажной организации \_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель эксплуатационной организации \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Заключение СЭС:** Трубопровод, сооружение считать продезинфицированным и  
(ненужное зачеркнуть)  
промытым и разрешить пуск его в эксплуатацию.

Главный врач СЭС:  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ (дата) \_\_\_\_\_ (фамилия, и.о., подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	2
2. Земляные работы .....	2
3. Монтаж трубопроводов .....	2
Общие положения .....	2
Стальные трубопроводы.....	3
Чугунные трубопроводы .....	7
Асбестоцементные трубопроводы.....	7
Железобетонные и бетонные трубопроводы.....	7
Трубопроводы из керамических труб .....	8
Трубопроводы из пластмассовых труб* .....	9
4. Переходы трубопроводов через естественные и искусственные преграды .....	9
5. Сооружения водоснабжения и канализации .....	10
Сооружения для забора поверхностной воды .....	10
Водозаборные скважины .....	10
Емкостные сооружения .....	11
6. Дополнительные требования к строительству трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации в особых природных и климатических условиях.....	12
7. Испытание трубопроводов и сооружений .....	14
Напорные трубопроводы.....	14
Безнапорные трубопроводы.....	21
Емкостные сооружения .....	23
Дополнительные требования к испытанию напорных трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации, строящихся в особых природных и климатических условиях .....	25
Приложение 1. Акт о проведении приемочного гидравлического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность.....	26
Приложение 2. Порядок проведения гидравлического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность.....	27
Приложение 3. Акт о проведении пневматического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность.....	29
Приложение 4. Акт о проведении приемочного гидравлического испытания безнапорного трубопровода на герметичность .....	30
Приложение 5. Порядок проведения промывки и дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения.....	31
Приложение 6. Акт о проведении промывки и дезинфекции трубопроводов (сооружений) хозяйственно-питьевого водоснабжения.....	34



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
И ОЧИСТКИ ВОДЫ (НИИ КВОВ)  
АКХ им. К. Д. ПАМФИЛОВА

---

ПОСОБИЕ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СООРУЖЕНИЙ  
ДЛЯ ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

(к СНиП 2.04.02-84)

*Утверждено приказом НИИ КВОВ  
АКХ им. К. Д. Памфилова  
от 9 апреля 1985 г. № 24*

---

МОСКВА  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
1989

Рекомендовано к изданию ученым советом НИИ КВОВ АКХ им. К. Д. Памфилова.

Содержит сведения, уточняющие конструктивные и другие особенности сооружений, вошедших в основной нормативный документ, а также указания по ряду новых разработок, которые могут применяться только в экспериментальном порядке, при этом для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо наличие положительного заключения санитарных органов.

Для инженерно-технических работников проектных организаций.

*При пользовании Пособием необходимо учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале «Бюллетень строительной техники», «Сборнике изменений к строительным нормам и правилам» Госстроя СССР и информационном указателе «Государственные стандарты СССР» Госстандарта.*

#### ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие является дополнением к разд. 6 «Водоподготовка» [СНиП 2.04.02-84](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Составлено с учетом научных исследований и обобщения опыта проектирования, строительства и эксплуатации водопроводных станций за последние годы.

Пособие разработано НИИ КВОВ АКХ им. К. Д. Памфилова - кандидатами техн. наук *Е. И. Апелъциной* (разд. [1](#)), *В. М. Корабельниковым* (разд. [4](#), [13](#), [14](#)), *А. М. Перлиной* (разд. [13](#)), *И. И. Деминым* (разд. [6](#)), *В. П. Криштулом*, *В. М. Трескуновым* (разд. [7](#)), *Г. Л. Медришем* (разд. [15](#)), *В. М. Любарским* (разд. [16](#)) совместно с ВНИИ ВОДГЕО - д-ром техн. наук *А. И. Егоровым* (разд. [2](#)), кандидатами техн. наук *И. М. Миркисом*, *Э. А. Прошиным* (разд. [1](#)), *И. С. Родиной* (разд. [2](#)), *Э. Л. Вольфтруб* (разд. [3](#), [4](#)), *Г. Ю. Ассом* (разд. [12](#)); РНИИ АКХ им. К. Д. Памфилова - кандидатами техн. наук *И. Х. Коварской* (разд. [5](#)), *А. И. Филатовым* (разд. [8](#)), ОИСИ - канд. техн. наук *П. А. Грабовским* (разд. [8](#)); ЦНИИКИВР - канд. техн. наук *М. Г. Журбой* (разд. [9](#)); АЗНИИ водных проблем - канд. техн. наук *И. С. Бабаевым* (разд. [10](#)); ЦНИИЭП инженерного оборудования - кандидатами техн. наук *В. И. Родиным*, *Б. Д. Сукасяном*, инж. *Г. Р. Рабиновичем* (разд. [11](#)).

В отборе материала, составлении и редактировании Пособия участвовали: кандидаты техн. наук *И. И. Демин*, *Л. Н. Паскуцкая*, *В. П. Криштул* (НИИ КВОВ АКХ им. К. Д. Памфилова); канд. техн. наук *В. В. Ашанин*, д-р техн. наук, проф. *И. Э. Апелъцин* (ВНИИ ВОДГЕО); инженеры *В. А. Красулин*, *Л. П. Розанова* (Гипрокоммунводоканал); *А. Ф. Бриткин* (Союзводоканалпроект); *Г. Р. Рабинович* (ЦНИИЭП инженерного оборудования)

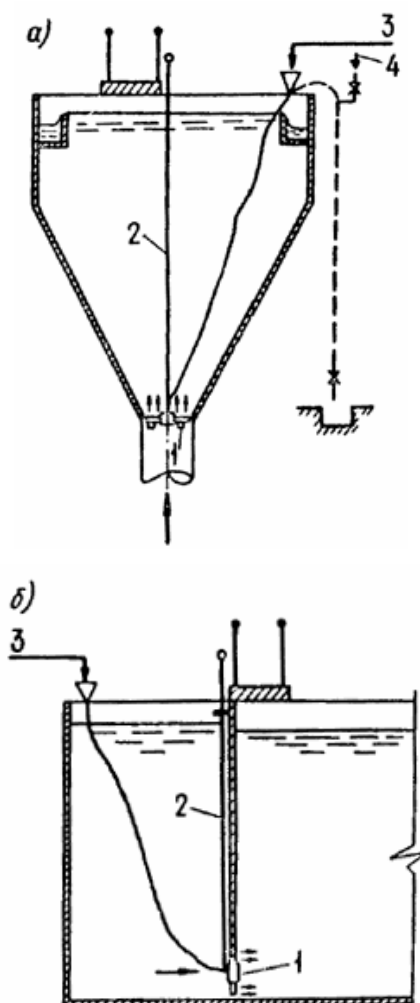
## 1. РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ РЕАГЕНТОВ

В практике водоподготовки в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02-84](#) должно быть обеспечено быстрое и равномерное распределение реагентов в обрабатываемой воде. Особенно важно увеличение скорости распределения при введении коагулянтов (растворов солей алюминия и железа) для создания условий их эффективного и рационального использования.

Ниже описано несколько типов распределителей реагентов, разработанных НИИ КВОВ АКХ им. К. Д. Памфилова (тип I) и ВНИИ ВОДГЕО (типы II - IV).

### ПЕРФОРИРОВАННЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ КОАГУЛЯНТА (ТИП I)

**1.1.** Распределитель предназначен для введения растворов коагулянта или флокулянта и может быть установлен в трубе перед смесителем, при поступлении воды в смеситель или в одном из отделений входной камеры перед контактными осветлителями (черт. 1). В последнем случае рекомендуется устанавливать распределитель в проеме перегородки, создающем сужение потока и увеличение его турбулентности.



**Черт. 1.** Схема установки перфорированного распределителя коагулянта (тип I)

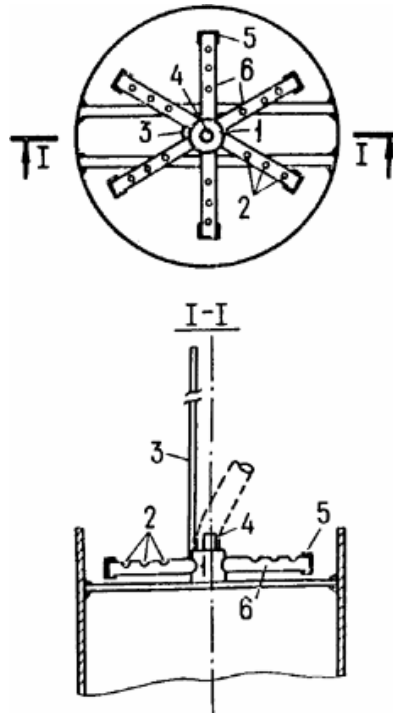
*а* - в вихревом смесителе; *б* - в перегородчатом или коридорном смесителе, входной камере контактного осветлителя; 1 - распределитель; 2 - секционная свинчивающаяся штанга; 3 - подача коагулянта; 4 - зарядка сифона

**1.2.** Потери напора при обтекании распределителя водой составляют 10 - 15 см.

**1.3.** Распределители из перфорированных трубок не рекомендуется применять при обработке воды раствором коагулянта, содержащим нерастворимые примеси.

**1.4.** Для введения растворов минеральных коагулянтов следует применять распределители из винипластовых труб или из нержавеющей стали.

1.5. Распределитель коагулянта (черт. 2) состоит из центрального бачка со штуцером, на который надевается шланг для подачи коагулянта, и радиальных перфорированных трубок-лучей, имеющих отверстия, направленные по движению потока воды. Распределитель опускается на место установки с помощью свинчивающейся из отдельных секций штанги.



**Черт. 2. Перфорированный распределитель коагулянта (тип I)**

1 - центральный бачок; 2 - отверстия для ввода коагулянта; 3 - разъемная штанга; 4 - штуцер для присоединения шланга подачи коагулянта; 5 - заглушка; 6 - перфорированная трубка-луч

1.6. Число отверстий в распределителе следует определять по расходу раствора коагулянта и величине потери напора в распределителе 30 - 50 см.

1.7. Расход раствора коагулянта  $q_k$ , см<sup>3</sup>/с, следует определять по формуле

$$q_k = \frac{D_k q_v \cdot 100}{C_k \rho}, \quad (1)$$

где  $D_k$  - доза коагулянта, г/м<sup>3</sup>;

$q_v$  - расход воды через смеситель, м<sup>3</sup>/с;

$C_k$  - концентрация раствора коагулянта, % по массе;

$\rho$  - плотность раствора коагулянта концентрации  $C_k$ , г/см<sup>3</sup>.

Плотность раствора коагулянта при заданной концентрации следует принимать по табл. 1.

Таблица 1

Концентрация раствора Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , % по массе	Плотность раствора, г/см <sup>3</sup>
1	1,009
2	1,019
4	1,040
6	1,060
8	1,083
10	1,105
20	1,226

1.8. Расход раствора коагулянта  $q_o$ , см<sup>3</sup>/с, проходящего через одно отверстие, следует определять по формуле

$$q_o = \mu \omega \sqrt{2gh}, \quad (2)$$

где  $\mu$  - коэффициент расхода, приближенно равный 0,75;

$\omega$  - площадь отверстия,  $\text{см}^2$ ;

$g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$h$  - заданная потеря напора в распределителе (см. п. 1.6).

В табл. 2 приведены расходы раствора коагулянта, проходящего через одно отверстие, при потере напора в распределителе, равной 30 см; указаны рекомендуемые диаметры лучей в зависимости от диаметра отверстий.

Т а б л и ц а 2

Диаметр отверстия, мм	Расход раствора коагулянта, проходящего через одно отверстие при $h = 30$ см, $\text{см}^3/\text{с}$	Диаметр луча, мм
3	12,8	15
4	22,8	20
5	35,6	25
6	51,3	32

1.9. Число отверстий  $n_o$  в распределителе (при выбранном диаметре отверстий) надлежит определять по формуле

$$n_o = \frac{q_k}{q_o} \quad (3)$$

При  $n_o > 32$  следует увеличить диаметр отверстий и повторить расчет.

1.10. В целях уменьшения вероятности засорения отверстия должны быть раззенкованы так, чтобы их диаметр увеличивался от внутренней поверхности луча к наружной (после сверления отверстий на лучах сверлом расчетного диаметра).

1.11. Число лучей в распределителе следует выбирать так, чтобы на каждом луче было не более 3 - 4 отверстий (число лучей должно быть не более 8).

1.12. Отверстия на лучах распределителя должны быть расположены симметрично относительно оси трубы, по которой поступает обрабатываемая вода, а на каждом луче - симметрично относительно точки, отстоящей от стенки трубы на 0,25 диаметра трубы  $D$ .

Расположение отверстий на лучах распределителя следует выбирать в соответствии с табл. 3.

Т а б л и ц а 3

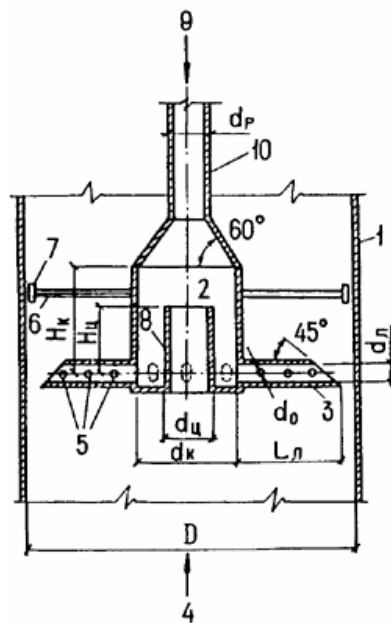
Число отверстий на луче распределителя	Расстояние от внутренней стенки трубы до отверстия, доли от $D$
1	0,25
2	0,2; 0,3
3	0,2; 0,25; 0,3
4	0,16; 0,22; 0,28; 0,34

1.13. Следует предусматривать возможность использования шланга при подаче коагулянта для осуществления обратной промывки распределителя (см. черт. 1).

### КАМЕРНО-ЛУЧЕВОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ (ТИП II)

1.14. Камерно-лучевой распределитель предназначен для смещения обрабатываемой воды с растворами реагентов, за исключением известкового молока.

1.15. Камерно-лучевой распределитель располагается по оси потока обрабатываемой воды (черт. 3) и состоит из: цилиндрической камеры с радиальными перфорированными ответвлениями, имеющими открытые торцы; циркуляционного патрубка, расположенного внутри камеры соосно, открытого с обеих сторон и закрепленного на основании камеры, обращенном к потоку; реагентопровода, присоединенного к камере с противоположной стороны. Реагентопровод может быть снабжен приемной воронкой при подаче раствора реагента самотеком или соединен на фланцах соответствующей коммуникацией при подаче под напором.



**Черт. 3. Камерно-лучевой распределитель (тип II, расположение - внутри трубопровода)**

1 - корпус трубопровода; 2 - камера распределителя; 3 - лучевое ответвление; 4 - движение воды; 5 - отверстие для выхода раствора; 6 - радиальная распорка; 7 - глухая резиновая муфта, устанавливаемая с зазором 5 - 10 мм от корпуса трубопровода; 8 - циркуляционный патрубок; 9 - подача реагента; 10 - реагентопровод

**1.16.** Эффективность действия камерно-лучевого распределителя обеспечивается за счет:

поступления части исходной воды через циркуляционный патрубок внутрь камеры; разбавления этой водой раствора реагента, поступающего внутрь камеры через реагентопровод (предварительное смешение);

увеличения первоначального расхода жидкого реагента, способствующего его рассредоточению в потоке;

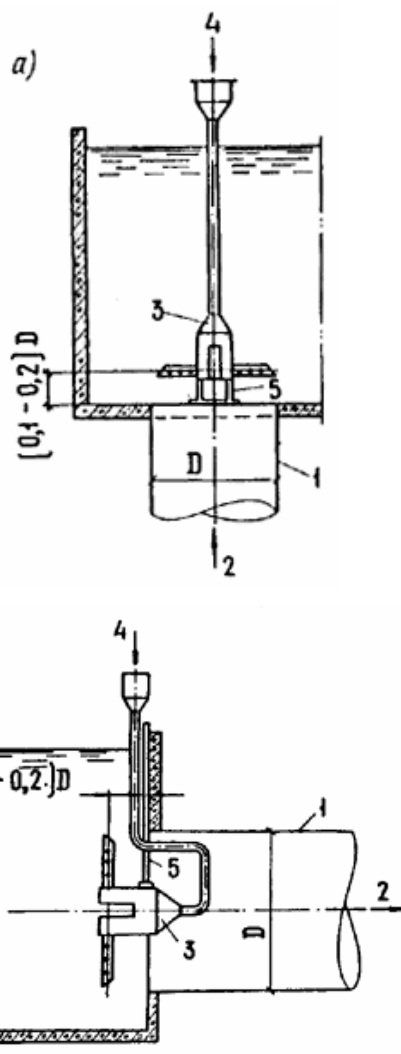
равномерного распределения разбавленного раствора по сечению потока.

Поступление в камеру исходной воды через циркуляционный патрубок происходит под действием скоростного напора, имеющего наибольшую величину в ядре потока.

**1.17.** Камерно-лучевой распределитель размещают, как правило, внутри трубопровода (при вертикальном и горизонтальном его положении), на выходном участке трубопровода, подающего исходную воду, или на входном участке трубопровода, отводящего воду из сооружения, после которого она подлежит дальнейшей реагентной обработке (черт. 4).

Предпочтительный вариант установки распределителей в трубопроводах рекомендуется выбирать с учетом возможности их осмотра и замены без прекращения подачи обрабатываемой воды.

При обработке воды несколькими реагентами распределители растворов следует устанавливать в последовательности, определяемой технологической схемой. При этом отдельные распределители могут быть объединены в блоки.



**Черт. 4. Схемы установки камерно-лучевых распределителей (тип II)**

*a* - вблизи выходного сечения вертикального трубопровода; *б* - вблизи входного сечения горизонтального отводящего трубопровода; 1 - трубопровод; 2 - движение воды; 3 - камерно-лучевой распределитель; 4 - подача реагента; 5 - опорная конструкция

**1.18.** Расчетные показатели камерно-лучевых распределителей и размеры их конструктивных элементов приведены в табл. 4.

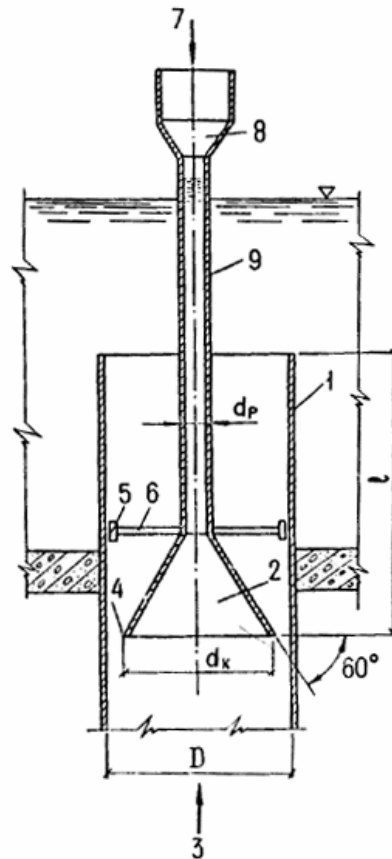
Т а б л и ц а 4

Показатели и конструктивные элементы	Значения показателей
Продолжительность смешения при установке внутри трубопровода $T$ , с	0,6 - 1,0
То же, при установке вблизи выходного (входного) сечения трубопровода $T$ , с	1,0
Скорость потока $v$ , м/с	Не менее 0,5
Коэффициент гидравлического сопротивления $\zeta$	2,1
Отношения размеров элементов к диаметру $D$ подающего (отводящего) трубопровода:	
диаметр камеры $d_k$	0,25 - 0,30
диаметр циркуляционного патрубка $d_{ц}$	0,15 - 0,20
диаметр лучевого ответвления $d_{л}$	0,05 - 0,08
диаметр реагентопровода $d_p$	0,10 - 0,15
высота камеры $H_k$	0,30
высота циркуляционного патрубка $H_{ц}$	0,20
длина лучевых ответвлений $L_{л}$	0,25 - 0,30
Число лучевых ответвлений $n_{л}$	8
Диаметр боковых отверстий лучевых ответвлений $d_{о}$ , мм	4 - 10
Коэффициент перфорации лучевых ответвлений $K_{п}$	1,4 - 1,6

## ДИФFUЗОРНЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ (ТИП III)

**1.19.** Диффузорные распределители предназначены для смешения обрабатываемой воды с жидкими реагентами, в особенности с теми, которые содержат значительное количество твердых примесей (известковым молоком, угольной суспензией).

**1.20.** Диффузорный распределитель устанавливают в вертикальных трубопроводах по оси потока обрабатываемой воды. Он состоит из конического диффузора, обращенного выходным сечением навстречу потоку, и реагентопровода, присоединенного к входному сечению диффузора и снабженного приемником реагента. Горизонтальные кромки выходного сечения диффузора образуют со стенками трубопровода рабочий зазор для пропуска потока обрабатываемой воды (черт. 5).



**Черт. 5. Диффузорный распределитель (тип III)**

1 - корпус трубопровода; 2 - диффузор; 3 - движение воды; 4 - рабочий зазор; 5 - глухая резиновая муфта; 6 - радиальная распорка; 7 - подача реагента; 8 - приемник реагента; 9 - реагентопровод

**1.21.** Быстрое распределение реагентов обеспечивается за счет:  
поступления части исходной воды в диффузор под действием скоростного напора, имеющего наибольшую величину в ядре потока;  
рециркуляции воды внутри диффузора в результате гашения скоростного напора и смешения ее с реагентом, поступающим в диффузор через реагентопровод;  
равномерного распределения разбавленного реагента в рабочем зазоре;  
турбулентной диффузии, образующейся в результате расширения потока при выходе из рабочего зазора.

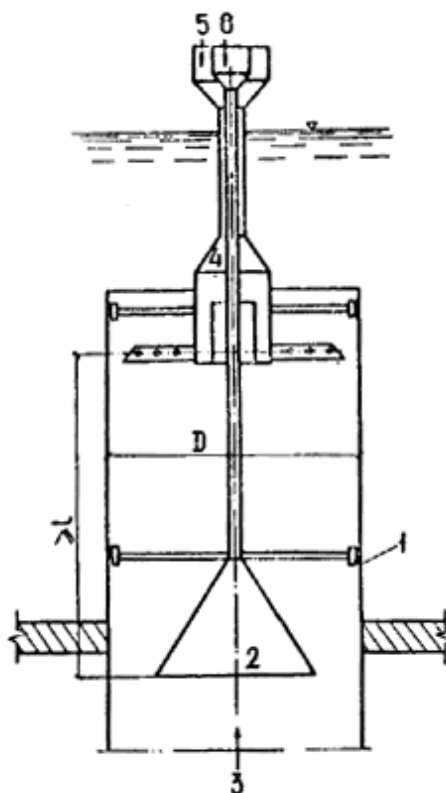
Поступление разбавленного реагента из диффузора в рабочий зазор происходит за счет подсоса в область минимальных давлений.

**1.22.** Диффузорный распределитель следует размещать в трубопроводе свободно и центрировать радиальными распорками с зазорами между их торцами и стенкой трубопровода, равными 5 - 10 мм. Допускается блокировка с камерно-лучевым распределителем (черт. 6).

**1.23.** Диффузорный распределитель можно одновременно с основным назначением использовать в качестве сужающего устройства для измерения расхода



обрабатываемой воды с коэффициентом гидравлического сопротивления, указанным в табл. 5.



**Черт. 6. Схема совмещения диффузорного и камерно-лучевого распределителей**

1 - корпус трубопровода; 2 - диффузорный распределитель; 3 - движение воды; 4 - камерно-лучевой распределитель; 5 - подача коагулянта; 6 - подача извести

1.24. Расчетные показатели и размеры диффузорных распределителей указаны в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Показатели и конструктивные элементы	Значения показателей
Продолжительность смешения $T$ , с	1,0
Скорость потока $v$ , м/с	0,5 - 1,5
Коэффициент гидравлического сопротивления $\zeta$	5,9
Отношения размеров элементов к диаметру $D$ трубопровода:	
длина участка смешения $l$	Не менее 2,0
диаметр выходного сечения диффузора $d_k$	0,67
диаметр реактопровода $d_p$	0,10 - 0,15

### СТРУЙНЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ СУСПЕНЗИЙ РЕАГЕНТОВ (ТИП IV)

1.25. Распределители струйного типа предназначены для быстрого смешения суспензий реагентов (извести, угля, глины и др.) с водой в напорных трубопроводах диаметром 200 - 1400 мм.

Распределители надлежит выполнять по одной из приведенных на черт. 7 схем, включающих: два распределительных элемента для трубопроводов диаметром  $D = 200$  - 400 мм (вариант а); три - для  $D = 500$  - 700 мм (вариант б); четыре - для  $D = 800$  - 1000 мм (варианты в, г); пять - для  $D = 1200$  - 1400 мм (вариант д).

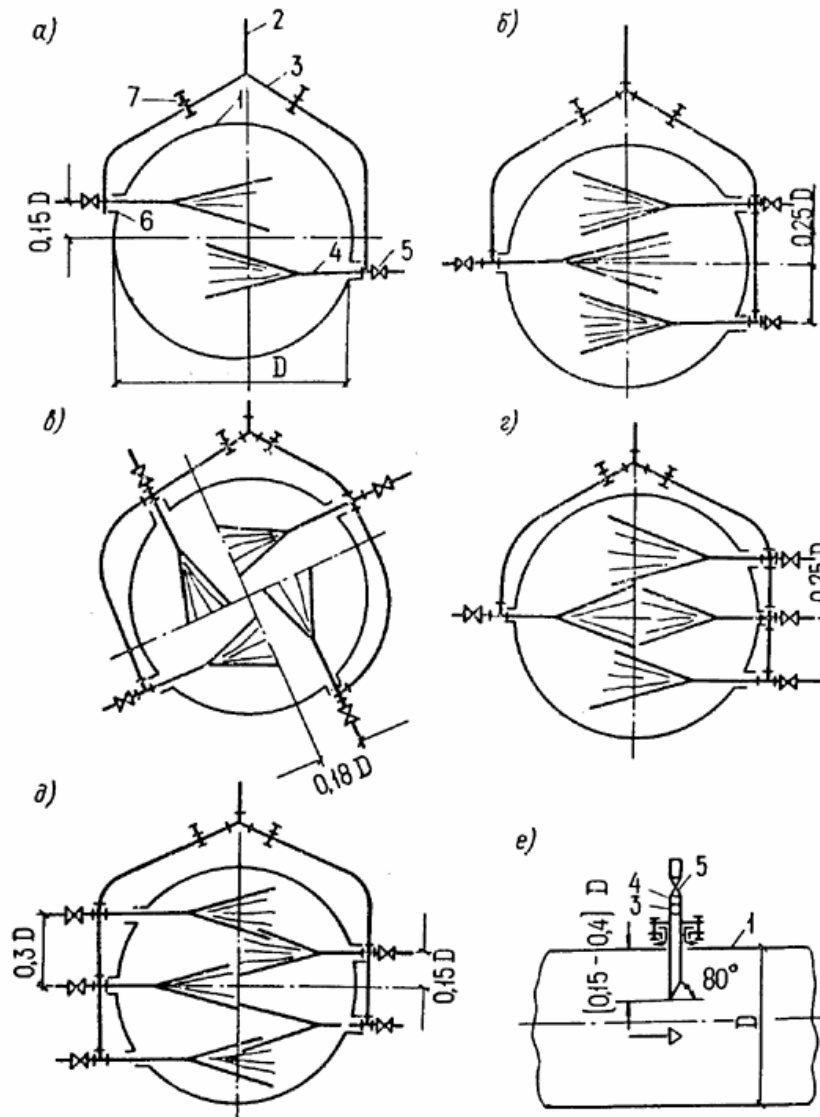
1.26. Распределители можно устанавливать как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов. В месте установки распределителя расстояние от поверхности трубопровода до ограждающих конструкций должно быть не менее 300 мм.

1.27. Каждый распределительный элемент распределителя суспензии следует выполнять в виде трубки, введенной срезанным концом в трубопровод через сальниковое устройство и установленной срезом по направлению потока. На противоположном конце трубки снаружи трубопровода устанавливают запорную арматуру или струбцину на резиноканевом рукаве.

1.28. Быстрое смешение обеспечивается струйной подачей суспензии реагента через несколько распределительных элементов перпендикулярно потоку воды с охватом большей части поперечного сечения потока струями реагента.

Для повышения эффективности смешения предусмотрена возможность увеличения длины распространения струй за счет выполнения среза трубки под углом  $80^\circ$ . Продольное перемещение распределительного элемента в сальнике позволяет добиться наибольшей площади охвата поперечного сечения потока воды струей реагента. При скорости выхода струи из распределительного элемента менее средней скорости движения воды в трубопроводе длину введенного в трубопровод участка распределительного элемента следует увеличивать, при большей скорости выхода реагента - уменьшать.

1.29. Диаметр выпускного отверстия распределительного элемента следует принимать равным 8 - 15 мм. При этом следует предусматривать возможность и устройство для очистки от внутренних отложений путем последовательного отключения одной из ветвей распределительного коллектора и применения пробойников соответствующего диаметра (6 - 12 мм).



Черт. 7. Струйные распределители суспензий реагентов (тип IV)

*a - д* - варианты схем: *a* -  $D = 200 - 400$  мм; *б* -  $D = 500 - 700$  мм; *в, г* -  $D = 800 - 1000$  мм; *д* -  $D = 1200 - 1400$  мм; *e* - деталь ввода суспензии; *1* - трубопровод; *2* - реагентопровод; *3* - коллектор

распределительный (резинотканевый рукав); 4 - стальная трубка; 5 - арматура запорная; 6 - сальник; 7 - струбцина запорная

## 2. АЭРИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Следует применять в экспериментальном порядке.

### СУЩНОСТЬ МЕТОДА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

**2.1.** При обработке природных вод в процессе гидролиза коагулянта образуется значительное количество свободной углекислоты, содержащейся главным образом в газовой фазе вследствие ее малой растворимости. На начальной стадии коагуляции взвешенных веществ при развитой поверхности твердой и газовой фаз происходит интенсивная адсорбция мельчайших пузырьков углекислоты на поверхность микрохлопьев коагулированной взвеси. В результате образуется осадок непрочной, рыхлой структуры.

**2.2.** Своевременное удаление углекислоты из сферы образования микрохлопьев, достигаемое за счет аэрации воды, значительно интенсифицирует процесс коагуляции. Аэрирование способствует лучшему гидравлическому перемешиванию воды с коагулянтом на стадии скрытой коагуляции. В результате образуются хлопья более прочной и плотной структуры, быстрее осаждающиеся в отстойных сооружениях. Отдувка углекислоты вызывает повышение рН воды, что снижает ее коррозионную активность.

**2.3.** Метод с применением аэрирования может быть рекомендован при обработке воды с повышенной мутностью и цветностью в целях интенсификации работы водоочистных сооружений, экономии коагулянта и повышения качества осветленной воды по органолептическим показателям (запаху, привкусу, насыщению кислородом).

**2.4.** Аэрирование может осуществляться при использовании любых технологических схем обработки воды, предусмотренных [СНиП 2.04.02-84](#).

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И НЕОБХОДИМОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ

**2.5.** Оптимальный режим аэрирования следует определять опытным путем в зависимости от качества воды, и прежде всего, от ее мутности и цветности.

**2.6.** Методика определения оптимальной дозы коагулянта и процента аэрирования воды изложена в пп. [2.22](#) - [2.24](#). При невозможности осуществления пробной обработки речной воды расчетные значения дозы коагулянта и процента аэрирования воды для проектируемых водоочистных сооружений ориентировочно можно принимать по табл. [6](#) (в зависимости от мутности воды). В этом случае интервал между вводом коагулянта и подачей диспергированного воздуха в среднем принимают равным 15 с.

Т а б л и ц а 6

Мутность воды, мг/л	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, мг/л		Расход воздуха в зависимости от расхода воды, %
	согласно <a href="#">СНиП 2.04.02-84</a>	с аэрированием	
До 100	25 - 35	20 - 30	10
Св. 100 до 200	30 - 40	25 - 30	15
« 200 « 400	35 - 50	25 - 40	20
« 400 « 600	50 - 60	35 - 45	20
« 600 « 800	60 - 70	40 - 50	25
« 800 « 1000	70 - 80	50 - 60	30

П р и м е ч а н и е . При обработке цветных вод расход воздуха нужно принимать, %, при цветности воды, град:

до 40	10
св. 40 до 60	15
« 60 « 80	20

**2.7.** Аэрирование воды допускается осуществлять в открытых смесителях гидравлического типа (вихревых и перегородчатых), дополнительных сооружений не требуется.

**2.8.** Метод обработки воды с аэрированием требует строгой последовательности ввода коагулянта и сжатого воздуха. Введение диспергированного воздуха в период гидролиза коагулянта и образования микрохлопьев обеспечивает наибольший эффект аэрирования.

**2.9.** Интервал между вводом коагулянта и воздуха следует принимать 10 - 20 с - время, необходимое для смешения коагулянта с водой и начала его гидролиза. Верхний предел относится к тем случаям, когда процесс смешения замедляется вследствие низкой температуры воды. Оптимальный интервал определяется пробной обработкой воды.

**2.10.** Раствор коагулянта следует вводить в подающий трубопровод или при входе воды в смеситель, а диспергированный воздух - непосредственно в смеситель.

Время аэрирования равно времени пребывания воды в смесителе.

**2.11.** Необходимость предварительного хлорирования или подщелачивания, а также применения других реагентов и последовательность их ввода устанавливаются при пробной обработке речной воды.

**2.12.** Аэраторы в смесителях располагают на глубине не менее 3 м от поверхности воды.

Во избежание подсоса воздуха в трубопровод, отводящий воду из смесителя, водосборные лотки должны работать с подогревом (открытый перелив исключается); над трубопроводом необходимо предусматривать отражательный щит. Наилучшим вариантом является применение водосборных лотков с затопленными окнами. Устройство самостоятельного воздухоотделителя после смесителя-аэратора не требуется.

**2.13.** Распределение воздуха в смесителях может быть осуществлено с помощью фильтросных устройств или перфорированных труб. Фильтросы позволяют получить более мелкое дробление пузырьков, при котором расход воздуха для аэрации воды снижается. Однако сопротивление фильтросов значительно выше, и они быстро загрязняются, что влечет за собой частую промывку их и перерасход электроэнергии, поэтому в Пособии рассматриваются только аэраторы из перфорированных труб.

**2.14.** Для подачи воздуха в трубчатые аэраторы могут быть использованы воздуходувные агрегаты, применяемые на водоочистных станциях для приготовления раствора коагулянта и других нужд реагентного хозяйства. Подающий трубопровод следует присоединять к аэратору сверху и оборудовать расходомером.

**2.15.** Схема трубчатого аэратора зависит от конструкции смесителя и условий его эксплуатации.

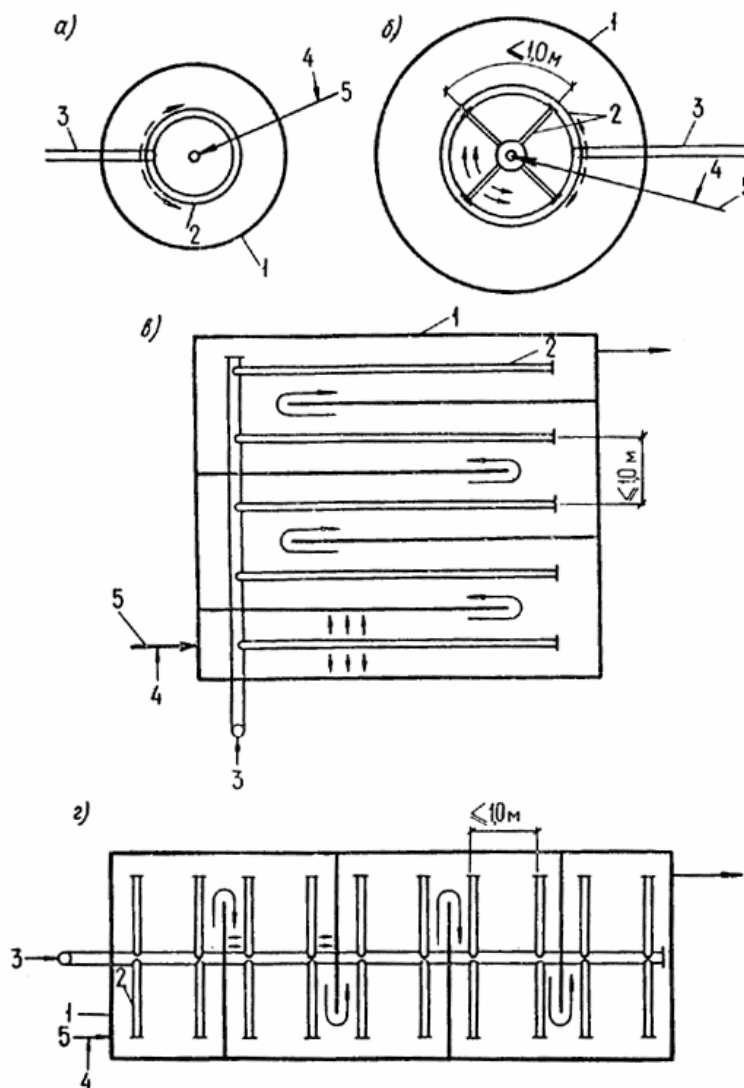
Для обеспечения равномерности распределения воздуха дырчатые трубы аэратора нужно располагать строго горизонтально. На черт. 8 приведены различные схемы трубчатых аэраторов в вихревых и перегородчатых смесителях. На схеме *a* представлен кольцевой трубчатый аэратор, который следует применять для смесителей вихревого типа. При больших размерах сечения смесителя (в плане) целесообразно кольцевую трубу дополнить радиальными трубами, как показано на схеме *б*. Схемы *в* и *г* применяют при устройстве аэраторов в перегородчатых смесителях. Аэратор в перегородчатых смесителях надлежит выполнять в виде коллектора с ответвлениями. Расстояние между ответвлениями следует принимать не более 0,7 - 1 м.

**2.16.** Аэраторы в перегородчатых смесителях следует располагать на подставках высотой 0,1 - 0,15 м от дна, а в вихревых смесителях - в конической его части на высоте 1,5 - 2 м над входным отверстием. Наименьшая высота расположения аэратора в вихревых смесителях принимается при наклоне стенок нижней части, равном 45°. Отверстия в трубах аэратора просверливают диаметром 3 - 4 мм по одной или двум образующим с постоянным шагом.

Все отверстия должны быть направлены вниз по вертикальной оси или под углом  $45^\circ$  к ней. Для предотвращения слипания пузырьков минимальное расстояние между отверстиями (в осях) должно быть не менее 10 диаметров распределительной трубы.

**2.17.** Расчетные скорости движения воздуха, м/с, следует принимать:

на магистральном воздухопроводе	10 - 12
в начале дырчатых ответвлений	8 - 10
на выходе из отверстий	20 - 30



**Черт. 8. Трубчатые аэраторы**

*а, б* - при смесителях вихревого типа; *в, г* - при смесителях перегородчатого типа; *1* - корпус смесителя; *2* - дырчатые ответвления для распределения воздуха; *3* - магистраль (коллектор) для подачи воздуха; *4* - подача коагулянта; *5* - подача воды

Заданные скорости обеспечивают работу всех отверстий аэратора в струйно-барботажном режиме и достаточно эффективную работу аэратора. Неравномерность распределения воздуха по всей поверхности смесителя не превышает 15 - 20 %.

**2.18.** Для обеспечения эффективности аэрирования интенсивность аэрации следует принимать равной  $70 - 80 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

**2.19.** В перегородчатых смесителях площадь сечения коллектора в аэраторе принимают в 3 раза более площади распределительных дырчатых труб.

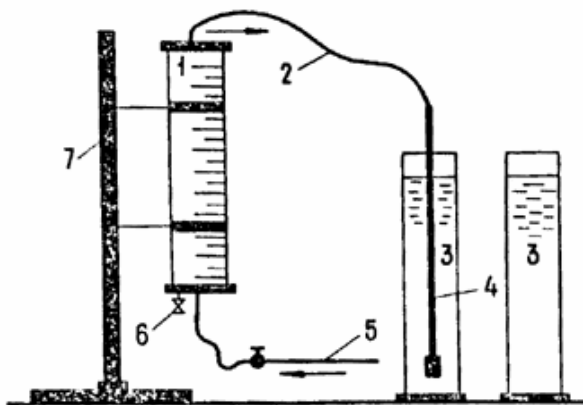
**2.20.** Аэраторы можно изготавливать из металлических и неметаллических труб. В качестве металлических труб могут быть использованы обычные стальные трубы (Ст3) при ограниченном периоде (не более 2 - 3 мес.) коагулирования речных вод. При большем периоде коагулирования целесообразно применять коррозионно-стойкие трубы (полиэтиленовые).

**2.21.** Расчет подводящих воздухопроводов следует производить в соответствии с указаниями «Справочника проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий» (М., Стройиздат, 1981).

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА И РАСХОДА ВОЗДУХА

**2.22.** Предварительно следует определить дозу коагулянта без аэрирования в соответствии с общепринятыми методиками.

Определение оптимального режима коагулирования с применением аэрирования надлежит производить с помощью прибора, схема которого приведена на черт. 9.



**Черт. 9. Прибор для аэрирования воды в цилиндрах**

1 - мерный закрытый цилиндр; 2 - воздушная линия; 3 - лабораторные цилиндры; 4 - стеклянная трубка с резиновым наконечником; 5 - подача воды; 6 - патрубок для опорожнения цилиндра; 7 - штатив

Мерный цилиндр вместимостью 500 мл изготовлен из оргстекла и установлен на штативе. По высоте цилиндр разделен на 20 равных частей. Объем каждой части составляет 5 % объема обрабатываемой воды в цилиндрах. При наполнении водой мерного цилиндра на одно деление такое же количество воздуха вытесняется в обрабатываемую воду. Воздух сверху из цилиндра отводится в стеклянную трубку с резиновым наконечником, которая используется одновременно для диспергирования пузырьков воздуха и перемешивания их со всем объемом обрабатываемой воды.

Расход воздуха и время аэрации соответствуют объему и времени заполнения водой мерного цилиндра.

**2.23.** Методика пробной обработки воды коагулянтom с применением аэрирования заключается в следующем.

Испытуемую воду наливают в ряд цилиндров вместимостью 500 мл. Дозы коагулянта в цилиндрах такие же, как и в опытах без аэрирования, с интервалом 10 мг/л. После добавления коагулянта производят перемешивание воды в цилиндрах в течение 8 - 10 с, затем осуществляют аэрирование. Расход воздуха варьируют в пределах 10 - 40 % объема воды с интервалом 5 %. Вначале во все цилиндры вводят 10 % воздуха, затем 15 % и т.д. Примерный диапазон и изменение расхода воздуха можно принимать по табл. 6. Продолжительность аэрирования составляет 6 - 8 с. После аэрирования производят быстрое смешение содержимого в цилиндрах палочкой с резиновым наконечником в течение 5 с, а затем - медленное, как в опыте без аэрирования.

В цилиндрах воду отстаивают в течение 30 мин и одновременно ведут визуальное наблюдение за эффектом хлопьеобразования, агломерации и осаждения хлопьев.

Контроль качества воды до и после обработки ее производят так же, как и в предыдущих опытах. В результате устанавливают зависимость степени осветления и обесцвечивания воды от дозы коагулянта и процента аэрирования.

**2.24.** Оптимальный режим пробной обработки речной воды переносят непосредственно в технологию действующих водопроводных очистных сооружений. При этом возможна некоторая корректировка режима обработки речной воды с учетом

особенностей технологической схемы и конструктивного оформления водоочистных сооружений.

### **3. КОНТАКТНЫЕ КАМЕРЫ ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Следует применять в экспериментальном порядке.

#### **СУЩНОСТЬ МЕТОДА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**3.1.** Контактные камеры хлопьеобразования следует применять в технологических схемах осветления мало- и среднетурбидных цветных и высоко-цветных вод.

Область применения контактных камер ограничивается мутностью исходной воды до 150 мг/л, цветностью до 250 град.

При более высокой мутности и цветности исходной воды применение контактных камер должно обосновываться соответствующими технологическими изысканиями.

**3.2.** Работа контактных камер хлопьеобразования основана на принципе контактной коагуляции, обусловленной способностью мелких частиц взвеси и микрохлопьев коагулянта после взаимной нейтрализации электрокинетических зарядов прилипать к поверхности более крупных частиц фильтрующей загрузки.

Адгезия частиц загрязнений и продуктов гидролиза коагулянта происходит до тех пор, пока в результате накопления осадка в порах зернистой контактной среды скорость движения воды не достигнет величины, при которой начинаются отрыв хлопьев осадка и вынос их в отстойники. В дальнейшем контактная камера работает в режиме устойчивого равновесия: масса поступающей в камеру взвеси и продуктов гидролиза коагулянта равна массе твердой фазы выносимого водой из камеры осадка. Образование хлопьев осадка в контактных камерах происходит быстрее, чем в камерах со свободным объемом воды, особенно при маломутных цветных водах и низкой температуре воды. Осадок получается более плотным.

**3.3.** Технологической схемой станции осветления и обесцвечивания воды должна быть предусмотрена установка перед контактными камерами хлопьеобразования сеток, предпочтительно барабанных, или микрофильтров, а также распределителей коагулянта (см. разд. 1).

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОНТАКТНЫХ КАМЕР ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ, ВСТРОЕННЫХ В ОТСТОЙНИКИ**

**3.4.** Площадь контактной камеры хлопьеобразования следует определять по удельной нагрузке в расчете на площадь зеркала воды. Удельная нагрузка  $V_k$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup> · ч) или м/ч, назначается в зависимости от концентрации взвеси  $C_0$ , мг/л, с учетом минимальных температур воды в водоисточнике: при  $C_0 < 5$   $V_k = 7 - 10$ ; при  $C_0 = 5 - 10$   $V_k = 10 - 15$ ; при  $C_0 = 20 - 150$   $V_k = 15 - 20$  ( $C_0$  - содержание взвеси в воде, включая образующуюся от коагулянта). Меньшие значения следует принимать для минимальных температур воды. Высота слоя контактной загрузки для вод указанных типов рекомендуется 0,7 м.

**3.5.** В качестве зернистой контактной загрузки камер хлопьеобразования следует использовать полимерные плавающие материалы типа пенопласта полистирольного марок ПСБ и ПСВ, разрешенных для контакта с питьевой водой, или другие аналогичные материалы.

Крупность зерен загрузки - 30 - 40 мм.

**3.6.** Гранулы пенопласта необходимой крупности целесообразно получать путем нарезки плит с помощью нагретой электрическим током нихромовой проволоки диаметром 0,8 - 1,0 мм. Плиты из пенопласта полистирольного выпускаются в широком ассортименте промышленностью. Для ускорения процесса получения гранул нужного размера целесообразно нихромовую проволоку в виде решетки натянуть на деревянную раму с теплоустойчивыми прокладками (например, асбестовыми), имеющую те же размеры, что и плита.

**3.7.** Для предотвращения всплытия гранул пенопласта в контактных камерах следует предусматривать закрепленную удерживающую решетку с прозорами на 10 мм менее минимальных размеров зерен загрузки.



Учитывая незначительную объемную массу пенопласта (в 25 - 50 раз менее, чем воды), удерживающая решетка должна быть рассчитана на выталкивающую силу  $R$ , т/м<sup>2</sup>:

$$R = (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}) (1 - m) H_{\text{р}} + \rho_{\text{в}} \Delta h_{\text{з}}, \quad (4)$$

где  $\rho_{\text{в}}$  - плотность воды, т/м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{п}}$  - плотность пенопласта, 0,02 - 0,04 т/м<sup>3</sup>;

$m$  - пористость загрузки, 0,4 - 0,45;

$H_{\text{р}}$  - высота слоя пенопластовой загрузки, м;

$\Delta h_{\text{з}}$  - расчетный перепад давления в загрузке, м (см. п. 3.9).

В решетке должен быть предусмотрен люк, через который производится загрузка и выгрузка зернистого материала при необходимости проведения его ревизии. Материалом для решетки могут служить арматурные стержни, уголки и т.п. (для них следует предусматривать противокоррозионное покрытие).

**3.8.** Для задержания пенопласта при опорожнении отстойников в нижней части камеры должна быть установлена вторая нижняя решетка с ячейками, аналогичными верхней решетке.

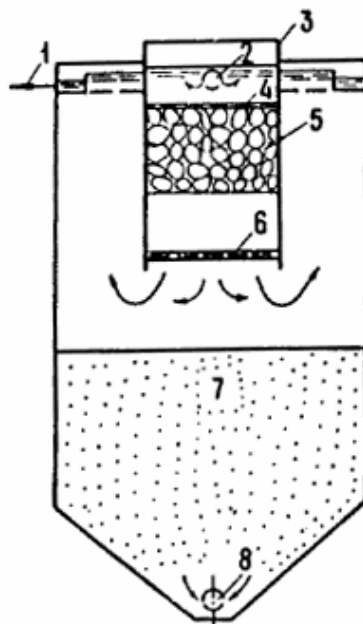
**3.9.** Потерю напора (перепад давления) в слое заиленной зернистой контактной загрузки  $\Delta h_{\text{з}}$  принимают равной 0,05 - 0,10 м.

**3.10.** Промывку контактных камер следует осуществлять обратным током воды при кратковременном выпуске ее без остановки станции. Промывку производят периодически при потере напора в камере выше расчетной (см. п. 3.9).

Периодичность промывки зависит от состояния сетчатых защитных устройств на водозаборе или станции водоподготовки и степени загрязненности исходной воды.

**3.11.** Контактные камеры хлопьеобразования следует принимать встроенными в вертикальные и горизонтальные отстойники.

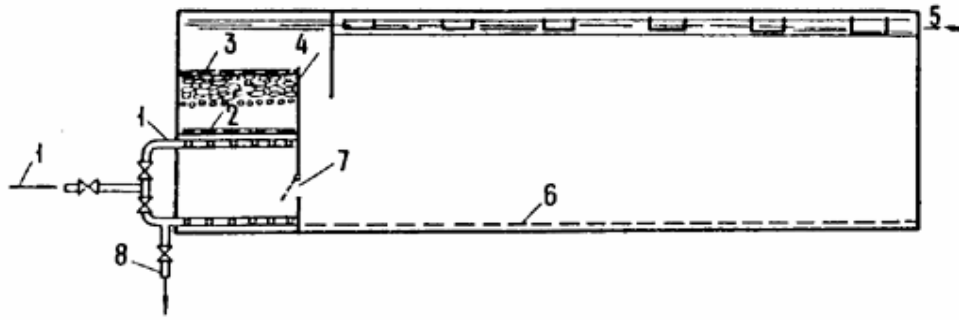
**3.12.** В вертикальных отстойниках контактные камеры располагают в центральной части отстойника. Воду в камеру подают на высоту 0,2 - 0,3 м над контактной загрузкой (черт. 10).



**Черт. 10. Вертикальный отстойник с контактной камерой хлопьеобразования**

1 - отвод отстоянной воды; 2 - подача исходной воды; 3 - контактная камера хлопьеобразования; 4 - верхняя решетка; 5 - плавающая загрузка; 6 - нижняя решетка; 7 - зона накопления и уплотнения осадка; 8 - удаление осадка

**3.13.** При осветлении воды в горизонтальных отстойниках контактные камеры располагают в начале отстойников (черт. 11).



**Черт. 11. Горизонтальный отстойник с контактной камерой хлопьеобразования**

1 - подача исходной воды; 2 - нижняя решетка; 3 - верхняя решетка; 4 - контактная зернистая загрузка; 5 - отвод осветленной воды; 6 - система удаления осадка из отстойника; 7 - люк для ревизии трубопроводов; 8 - система удаления осадка из камеры

**3.14.** Над камерами хлопьеобразования необходимо предусматривать павильоны шириной не более 6 м.

**3.15.** Отвод воды из камеры хлопьеобразования в горизонтальный отстойник следует предусматривать над стенкой (затопленный водослив), отделяющей камеру от отстойника, при скорости движения воды не более 0,05 м/с; за стенкой устанавливается подвесная перегородка, погруженная на 1/4 высоты отстойника и отклоняющая поток воды книзу.

**3.16.** На уровне верхней кромки затопленного водослива закрепляется решетка (см. п. [3.24](#)).

**3.17.** Распределение воды по площади камеры хлопьеобразования следует предусматривать с помощью перфорированных труб с отверстиями, направленными вниз под углом 45°. Расстояние между осями перфорированных труб следует принимать не более 2 м. Распределительные трубы размещают непосредственно под нижней решеткой, расположенной на расстоянии 1 - 1,2 м от верхней решетки.

**3.18.** Днище камеры следует выполнять с углом наклона граней 45°, в нижней части сходящихся граней располагают трубы для удаления осадка.

**3.19.** Для осуществления ревизии дна камеры и трубопроводов подачи воды и отвода осадка в нижней части затопленного водослива, отделяющего камеру от отстойника, следует предусматривать люк.

### **ПРИМЕНЕНИЕ КОНТАКТНЫХ КАМЕР ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ КОРИДОРНЫХ ОСВЕТИТЕЛЕЙ СО ВЗВЕШЕННЫМ ОСАДКОМ**

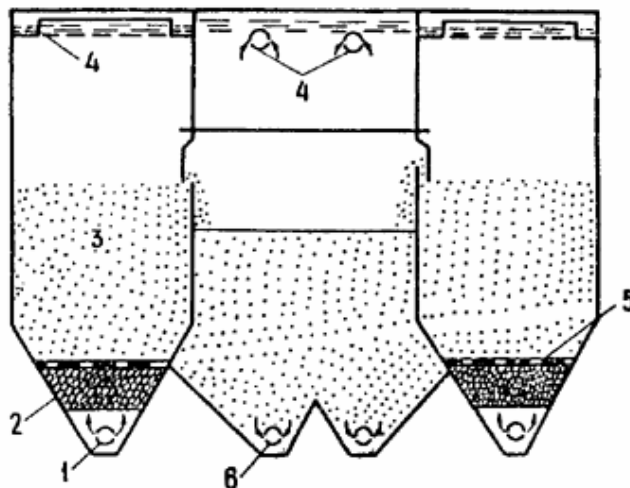
**3.20.** Основные технологические и конструктивные параметры контактных камер при их размещении в осветлителях следует принимать в соответствии с рекомендациями пп. [3.4](#) - [3.7](#).

**3.21.** В отличие от указанных рекомендаций высота слоя зернистой загрузки должна составлять 0,3 - 0,4 м (большие значения - при мутности исходной воды менее 5 мг/л).

**3.22.** Контактные камеры располагают по всей площади рабочих коридоров осветлителей в их нижней конической части (черт. [12](#)). Решетку для предотвращения всплытия гранул пенопласта закрепляют на расстоянии 0,9 - 1,0 м над перфорированной трубой, подающей воду в осветлитель. Нижняя решетка не требуется.

**3.23.** При наличии контактных камер хлопьеобразования скорость восходящего потока воды в зоне осветления над слоем взвешенного осадка надлежит принимать на 20 - 30 % более, чем указано в [СНиП 2.04.02-84](#).

**3.24.** При использовании контактных камер необходимо обеспечить возможность спуска воды из рабочих коридоров осветлителей через распределяющие исходную воду дырчатые трубы, подсоединив их к коммуникациям сброса осадка.



**Черт. 12. Осветлитель с контактной камерой хлопьеобразования**

*1* - подача исходной воды; *2* - контактная камера хлопьеобразования; *3* - зона взвешенного осадка; *4* - отвод осветленной воды; *5* - решетка; *6* - удаление осадка

#### **4. ОТСТОЙНИКИ И ОСВЕТИТЕЛИ, ОБОРУДОВАННЫЕ ТОНКОСЛОЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

##### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**4.1.** Отстойные сооружения (вертикальные и горизонтальные отстойники и осветлители со взвешенным осадком), оборудованные тонкослойными элементами, предназначены для осветления природных поверхностных вод малой и средней мутности и цветности на водоочистных станциях систем хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.

**4.2.** В сооружениях тонкослойного осветления осаждение взвеси происходит в наклонных элементах малой высоты. При этом обеспечиваются быстрое выделение взвеси и ее сползание по наклонной плоскости элементов в зоны хлопьеобразования и осадкоуплотнения.

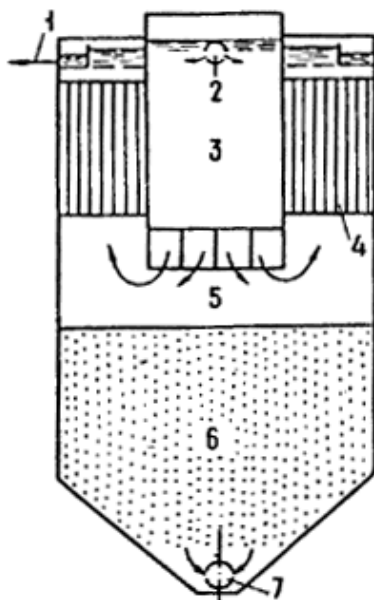
**4.3.** Тонкослойные отстойные сооружения можно применять как при реконструкции действующих отстойников и осветлителей с целью их интенсификации, так и для вновь проектируемых водоочистных станций.

**4.4.** Рекомендации настоящего Пособия распространяются на сооружения с противоточным движением воды и осадка в тонкослойных элементах.

**4.5.** Требования к качеству и методам обработки воды, поступающей на сооружения с тонкослойными элементами, аналогичны требованиям для других типов отстойных сооружений. Производительность тонкослойных отстойников и осветлителей не ограничивается.

##### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОНКОСЛОЙНЫХ ОТСТОЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**4.6.** Тонкослойный вертикальный отстойник (черт. [13](#)) работает следующим образом. Исходная вода, обработанная реагентами, поступает в расположенную в центральной части отстойника камеру хлопьеобразования и затем, после ее прохождения, вместе с образующимися хлопьями проходит последовательно распределительную зону и тонкослойные наклонные элементы. Осветленная вода через сборные желоба отводится из сооружения. Осадок из отстойника сбрасывается через систему удаления осадка.

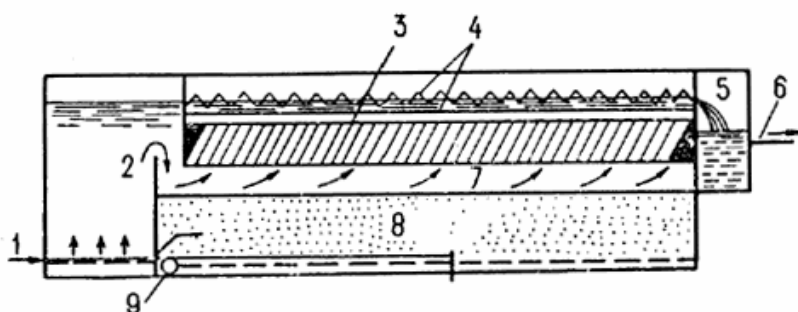


**Черт. 13. Вертикальный отстойник, оборудованный тонкослойными блоками**

1 - отвод отстойной воды; 2 - подача исходной воды; 3 - камера хлопьеобразования; 4 - тонкослойные блоки; 5 - зона распределения воды; 6 - зона накопления осадка; 7 - удаление осадка

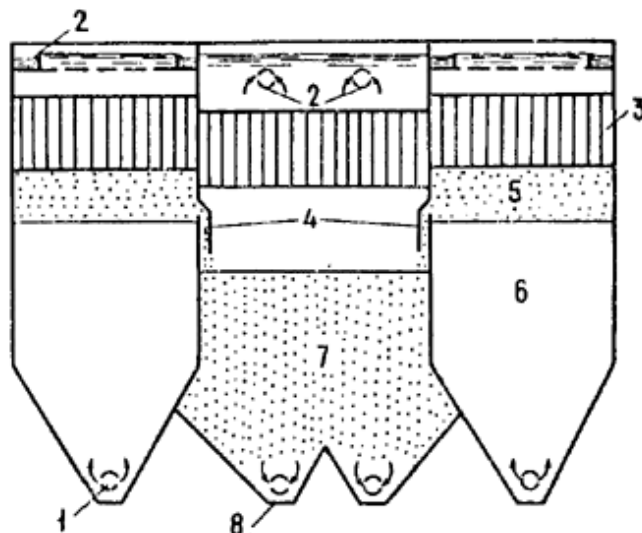
4.7. В тонкослойном горизонтальном отстойнике (черт. 14) обработанная реагентами исходная вода поступает во встроенную камеру хлопьеобразования (любого из рекомендуемых действующими нормами типов). Из камеры поток воды, двигаясь горизонтально под блоками и поднимаясь снизу вверх, проходит тонкослойные элементы и поступает в расположенную над ними сборную систему и карман. Накапливающийся в отстойнике осадок периодически сбрасывается через систему удаления осадка.

4.8. Тонкослойный осветлитель (черт. 15) работает следующим образом. Исходная вода, обработанная реагентами, поступает в зоны предварительного хлопьеобразования (взвешенного осадка) и далее через распределительную зону и зону сползающего осадка поступает в тонкослойные элементы. Осветленная вода, пройдя тонкослойные элементы, поступает в сборные устройства и отводится из сооружения. Осадок из зоны его накопления удаляется через перфорированные трубы.



**Черт. 14. Горизонтальный отстойник, оборудованный тонкослойными блоками**

1 - подача исходной воды; 2 - камера хлопьеобразования; 3 - тонкослойные блоки; 4 - сборные желоба; 5 - карман сбора осветленной воды; 6 - отвод осветленной воды; 7 - зона распределения воды; 8 - зона накопления осадка; 9 - удаление осадка

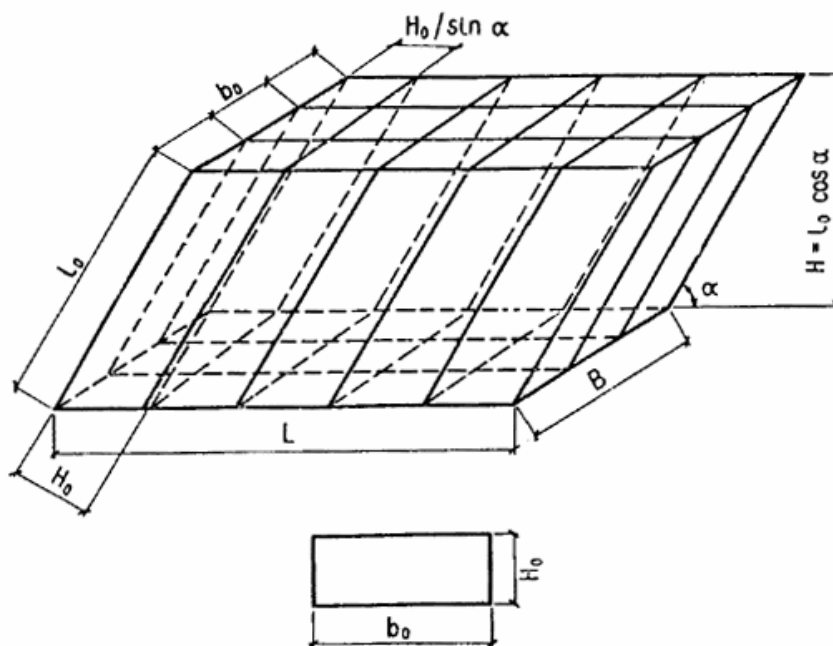


**Черт. 15. Осветлитель, оборуданный тонкослойными блоками**

1 - подача исходной воды; 2 - отвод осветленной воды; 3 - тонкослойные блоки; 4 - окна для отвода осадка; 5 - зона сползания осадка; 6 - зона взвешенного осадка; 7 - зона накопления осадка; 8 - удаление осадка

4.9. Тонкослойные элементы или блоки могут выполняться из мягких или полужестких полимерных пленок, соединенных в сотовую конструкцию, или из жестких листовых материалов в виде отдельных полок (черт. 16).

4.10. Размеры в плане отдельных блоков для удобства их монтажа и эксплуатации следует принимать  $1 \times 1 - 1,5 \times 1,5$  м с учетом фактических размеров сооружения. Высоту поперечного сечения тонкослойного ячеистого элемента рекомендуется принимать равной 0,03 - 0,05 м. Ячейки могут быть приняты любой формы, исключающей накопление в них осадка. Угол наклона элементов необходимо принимать 50 - 60° (меньшие значения - для более мутных вод, большие - для маломутных цветных). Длину тонкослойных элементов следует определять специальным расчетом и принимать 0,9 - 1,5 м (см. п. 4.14).



**Черт. 16. Конструктивные параметры тонкослойных элементов в блоке**

$l_0$  - длина тонкослойного элемента;  $b_0$  - ширина тонкослойного элемента;  $H_0$  - высота тонкослойного элемента;  $H$  - высота тонкослойного сотоблока;  $L$  - длина тонкослойного сотоблока;  $B$  - ширина тонкослойного сотоблока

**4.11.** Установку отдельных блоков в отстойниках и осветлителях следует осуществлять с помощью специальных несущих конструкций, расположенных под или над ними, либо их креплением к элементам сборной системы (желобам, лоткам, трубам) и промежуточным стенкам сооружений. При этом могут быть использованы стальные или полимерные трубы, дерево, арматурная проволока, профилированные конструкции и т.д.

**4.12.** Необходимо обеспечивать герметичность зазоров между отдельными блоками и внутренними стенками сооружений, например, с помощью резиновых прокладок.

**4.13.** Сбор осветленной воды из тонкослойных сооружений следует осуществлять по желобам с затопленными отверстиями или открытыми водосливами, например, треугольного профиля, расположенными на расстоянии не более 2 м один от другого.

### РАСЧЕТ ТОНКОСЛОЙНЫХ ОТСТОЙНИКОВ И ОСВЕТИТЕЛЕЙ

**4.14.** Расчет технологических и конструктивных параметров сооружений, а также отдельных тонкослойных элементов следует производить по зависимости

$$l_0 = \varphi K_\phi H_0 \left[ \frac{v_0}{u_0 \cos \alpha K_{ар} \beta} - K_{ст} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha) \right]. \quad (5)$$

Для удобства расчета формула (5) приведена к виду

$$V_n = \frac{u_0 \beta K_{ар}}{K_1} \left( \frac{l_0}{K_2 H_0} + 1 \right) \quad (6)$$

$$\text{или} \quad l_0 = K_2 H_0 \left( \frac{V_n K_1}{u_0 \beta K_{ар}} - 1 \right), \quad (7)$$

$$\text{где } K_1 = \frac{1}{K_{ст} K_{о.и} K_k}; \quad (8)$$

$$K_2 = \frac{\varphi K_\phi K_{ст}}{\sin \alpha \cos \alpha}, \quad (9)$$

$\varphi$  - коэффициент, учитывающий влияние гидродинамических условий потока в тонкослойных элементах (см. п. 4.16);

$K_\phi$  - коэффициент, учитывающий форму поперечного сечения тонкослойных элементов (см. п. 4.19);

$H_0$  - высота тонкослойного элемента, м;

$v_0$  - средняя скорость потока в тонкослойных элементах, м/ч;

$u_0$  - расчетная скорость осаждения взвеси, м/ч;

$\alpha$  - угол наклона тонкослойных элементов к горизонту, град;

$\beta$  - коэффициент, учитывающий стесненное осаждение взвеси под тонкослойными элементами;

$K_{ар}$  - коэффициент агломерации, учитывающий влияние осадка, выделяющегося из тонкослойных элементов, на интенсификацию хлопьеобразования (см. п. 4.17);

$K_{ст}$  - коэффициент, учитывающий стеснение сечения потока в тонкослойном элементе сползающим осадком (см. п. 4.17);

$V_n$  - удельная нагрузка или производительность сооружения в расчете на площадь зеркала воды, м<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup> · ч) или м/ч;

$K_1, K_2$  - обобщенные расчетные коэффициенты [см. формулы (8) и (9)];

$l_0$  - длина тонкослойного элемента, м;

$K_{о.и}$  - коэффициент, учитывающий гидравлическое совершенство тонкослойного сооружения и степень его объемного использования - отношение фактического к расчетному времени пребывания воды (см. п. 4.20);



$K_k$  - конструктивный коэффициент, равный отношению фактической открытой для движения воды площади тонкослойных элементов к общей площади зеркала воды отстойного сооружения (см. п. [4.21](#)).

**4.15.** Расчетная скорость осаждения взвеси должна приниматься в соответствии с опытом эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях. При отсутствии такого опыта следует производить технологическое моделирование процессов хлопьеобразования и тонкослойного осаждения с целью определения требуемого значения  $u_0$ . При невозможности указанного значения  $u_0$  определяют по данным [СНиП 2.04.02-84](#).

**4.16.** Коэффициент  $\varphi$  следует определять по данным табл. [7](#), в которой  $b_0$  - ширина тонкослойного элемента,  $H_0$  - высота тонкослойного элемента.

Т а б л и ц а 7

Характеристика тонкослойного элемента	Значение $b_0/H_0$			
	1,0 - 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 10	> 10
Значение $\varphi$	1,25	1,15	1,05	1,0

**4.17.** Значение  $K_{ст}$  рекомендуется принимать в среднем 0,7 - 0,8 (бóльшие значения - для более мутных вод, меньшие - для маломутных цветных вод).

**4.18.** Значение произведения  $\beta K_{ар}$  следует принимать равным 1,15 - 1,3 (бóльшие значения - для тонкослойного осветлителя, меньшие - для тонкослойного вертикального отстойника).

**4.19.** Значение коэффициента формы  $K_{ф}$  зависит от фактической формы и конфигурации тонкослойных элементов (ячеек) в поперечном сечении: для сечения прямоугольной формы - 1,0; круглой - 0,785; треугольной - 0,5; шестиугольной - 0,65 - 0,75; при использовании труб и межтрубного пространства - 0,5.

**4.20.** Величину  $K_{о.и}$  для предварительных расчетов рекомендуется принимать равной 0,6 - 0,75.

**4.21.** Значение коэффициента  $K_k$  следует определять по фактическим данным с учетом толщины материала для тонкослойных элементов. Предварительно рекомендуется принимать его равным 0,70 - 0,95 (бóльшие значения - для тонких пленочных материалов).

**4.22.** Удельные нагрузки на тонкослойные сооружения, отнесенные к площади, занятой тонкослойными элементами, и с учетом показателей качества воды могут быть приняты по [СНиП 2.04.02-84](#).

**4.23.** Полученные по расчету размеры тонкослойных элементов и тонкослойных сооружений в целом, а также значения удельных нагрузок надлежит проверить и скорректировать с учетом обеспечения минимального времени между выпусками осадка 6 - 8 ч. При этом высоту защитной зоны для вертикального отстойника следует принять равной 1,5 м, для горизонтального - 1 м.

**4.24.** Высоту зоны сбора осветленной воды рекомендуется принимать не менее 0,4 - 0,5 м.

**4.25.** В тонкослойных осветлителях для предотвращения образования зон повышенной концентрации взвеси нижнюю кромку тонкослойных блоков необходимо располагать непосредственно над верхней отметкой осадкоприемных окон.

### Примеры расчета тонкослойных элементов сооружений

#### Пример 1. Расчет вертикального тонкослойного отстойника.

Качество исходной воды: цветность - 100 град; содержание взвеси - 50 мг/л; доза коагулянта - 60 мг/л по безводному продукту; расчетная скорость осаждения взвеси - 0,3 мм/с  $\approx$  1,08 м/ч.

Тонкослойные элементы прямоугольного сечения имеют размеры в плане 0,05  $\times$  0,05 м (высота  $\times$  ширина) и угол наклона 60° при значениях  $K_k = 0,75$   $K_{о.и} = 0,7$ .

По расчету объема зоны накопления осадка и периода межпродувочного цикла значение нагрузки на сооружения по условиям накопления взвеси принято не более 4 м/ч.



Длина тонкослойных элементов определяется по формулам (7) - (9):

$$K_1 = \frac{1}{0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,75} = 2,4 ;$$

$$K_2 = \frac{1,25 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,5 \cdot 0,865} = 2,3 ;$$

$$l_0 = 2,3 \cdot 0,05 \left( \frac{4 \cdot 2,4}{1,1 \cdot 1,15} - 1 \right) = 0,115 \cdot 6,6 = 0,76 \text{ м.}$$

Принимаем длину тонкослойных элементов равной 0,8 м при нагрузке 4 м/ч.

### **Пример 2. Расчет тонкослойного осветлителя.**

Качество исходной воды: цветность - 20 град; содержание взвеси - 500 мг/л; доза коагулянта - 50 мг/л; расчетная скорость осаждения взвеси - 0,40 мм/с  $\approx$  1,44 м/ч.

Тонкослойные элементы такие же, как в примере 1 (за исключением угла наклона, равного 55°).

Значения конструктивного коэффициента и коэффициента объемного использования принимаются соответственно  $K_k = 0,7$  и  $K_{o,н} = 0,6$ .

С учетом реконструкции существующих осветлителей и их фактических размеров установлено, что нагрузка на сооружения не может быть более 6 м/ч, а высота тонкослойных элементов - 1,2 м.

Используем формулы (6) - (9):

$$V_n = \frac{1,44 \cdot 1,3}{0,57 \cdot 0,82} \left( \frac{1,2}{2,15 \cdot 0,05} + 1 \right) = 0,63 \cdot 12,2 = 7,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$l_0 = 2,15 \cdot 0,05 \left( \frac{6 \cdot 3,0}{1,44 \cdot 1,3} - 1 \right) = 0,107 \cdot 8,7 = 0,94 \text{ м};$$

$$K_1 = \frac{1}{0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,7} = 3,0 ;$$

$$K_2 = \frac{1,25 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,57 \cdot 0,82} = 2,15.$$

Принимаем удельную нагрузку равной 6 м/ч и длину тонкослойных элементов 1,0 м.

## **5. НАПОРНАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СМЫВА ОСАДКА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКАХ**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**5.1.** Система предназначена для удаления осадка из горизонтальных отстойников открытого и закрытого типов после отключения отстойников с помощью напорных струй воды без применения ручного труда.

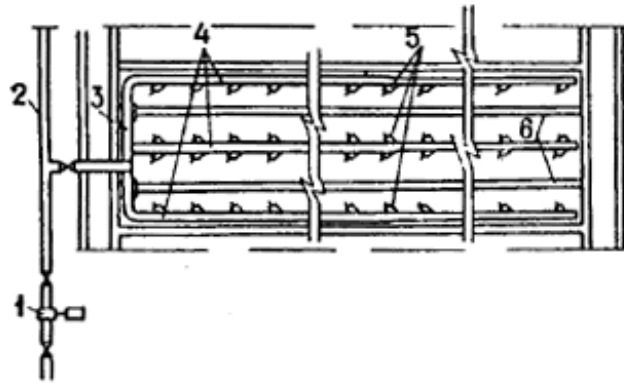
**5.2.** Гидросмыв наиболее целесообразно применять при наличии малоподвижных осадков, образующихся в условиях очистки мутных вод и характеризующихся содержанием взвеси не более 1500 мг/л.

**5.3.** Высота слоя осадка в отстойнике должна быть не более 1 - 1,5 м.

### **УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ СИСТЕМЫ**

**5.4.** Система (черт. 17) включает в себя устройства для подачи воды и отвода размытого осадка.

Подача воды производится с помощью насоса, коллекторов, разводящих труб и специальных насадок. Отвод воды с осадком осуществляется с помощью лотков, устроенных в днище отстойника, и далее по трубам в приемный резервуар сооружений по обработке промывных вод и осадков.



**Черт. 17. Система гидравлического смыва осадка в горизонтальных отстойниках**

1 - насос для подачи воды; 2 - подводящие трубы; 3 - коллектор; 4 - разводящие трубы; 5 - патрубки с насадками; 6 - лотки

**5.5.** Для смыва осадка надлежит использовать сырую воду или воду из верхней части отстойника, сбрасываемую перед его очисткой в специальный запасной резервуар.

**5.6.** Управление системой осуществляют с помощью задвижек, установленных на напорном и всасывающем трубопроводах насоса.

Перед пуском системы в работу закрывают задвижку на трубопроводе, подающем обрабатываемую воду в отстойник, открывают задвижку на канализационном трубопроводе и производят опорожнение отстойника примерно на 2/3 его высоты. Затем открывают задвижку на напорном трубопроводе, подающем воду в систему удаления осадка, и включают насос. При этом осадок, накопившийся в отстойнике, взмучивается, происходит его смыв и удаление одновременно с опорожнением отстойника.

Выключение системы производят через 3 - 5 мин после полного опорожнения отстойника. Ориентировочно время удаления осадка составляет 30 - 40 мин.

**5.7.** Коллектор напорной системы следует размещать при длине отстойника, м:

40 - 45 - в начале разводящих труб;

60 - в средней его части с симметричным (по отношению к коллектору) расположением разводящих труб;

90 - в средней части отстойника надлежит устраивать два коллектора, при этом отстойник делится на две симметричные секции и в каждый коллектор подается вода от насоса по отдельной трубе.

**5.8.** Разводящие трубы следует укладывать по дну отстойника. При ширине отстойника до 4,5 м необходимы две нитки труб, прокладываемых вдоль стен отстойника. Лоток для сбора осадка и промывной воды размещают в этом случае по оси отстойника.

При ширине отстойника, равной 6 м, устанавливают три ряда разводящих труб, один из которых размещают по оси отстойника (в этом случае в отстойнике устраивают два отводящих лотка посредине между разводящими трубами).

**5.9.** Разводящие стальные трубы следует выполнять с переменным (телескопическим) сечением, что увеличивает равномерность распределения воды и позволяет снизить расход металла. Переход с одного диаметра труб на другой надлежит предусматривать посредине длины участка. Для предотвращения заиливания пространство под трубами заливают бетоном (марки не ниже 200) и устраивают откосы.

**5.10.** На каждой разводящей трубе (на трубах, лежащих у стен, - с одной стороны, на центральных - с обеих сторон) вваривают стальные патрубки диаметром 32 мм под углом 45° к оси отстойника по ходу движения осадка при смыве. Патрубки имеют резьбу, на которую наворачивают соединительные части (типа футорки). В соединительные части ввинчивают и закрепляют (с помощью контргайк) бронзовые насадки длиной 50 - 60 мм, наружным диаметром 16 - 18 мм и внутренним - 10 мм. Входные и выходные кромки насадки скругляют.

Расстояния между патрубками с насадками - 1 м, а на последней четверти длины труб - 1,5 м.

**5.11.** Насадки на разводящих трубах, находящихся у противоположных стен отстойника и в центре, должны быть расположены в шахматном порядке, чтобы факелы соседних и противоположных струй сливались и частично пересекались. На трубах в конце отстойника наваривают стальные заглушки.

### РАСЧЕТ СИСТЕМЫ СМЫВА ОСАДКА

**5.12.** Расчет системы смыва осадка производят, исходя из получения в расчетном сечении отстойника размывающей скорости струи  $v_c = 0,5 - 0,8$  м/с (в зависимости от плотности и прочности осадка).

**5.13.** Скорость осевой компактной струи  $v_c$ , м/с, в пределах основного потока для затопленной симметричной струи определяют, исходя из соотношения

$$v_c = \frac{0,96}{0,29 + \frac{\sigma l}{r_0}} v_0, \quad (10)$$

где  $\sigma$  - экспериментальная константа, равная 0,075;

$l$  - расстояние от насадки до расчетного сечения (в данном случае - до приемной канализационной трубы или лотка), м;

$r_0$  - радиус отверстия насадки, м;

$v_0$  - начальная скорость струи на выходе из насадки, м/с.

Внутренний радиус насадки  $r_0$  принимается равным 0,005 м; расстояния от насадки до расчетного сечения  $l$ , м, равны:

для отстойников шириной 4,5 м	2,25
« « « 6,0 м	1,50

Тогда из формулы (10) начальная скорость на выходе из насадки будет: при  $l = 2,25$  м  $v_0 = 35,5 v_c$  м/с; при  $l = 1,50$  м  $v_0 = 23,7 v_c$  м/с.

**5.14.** Расход  $q_n$ , м<sup>3</sup>/с, через насадку определяется по формуле

$$q_n = \omega v_0, \quad (11)$$

где  $\omega$  - площадь сечения отверстия насадки, м<sup>2</sup>.

Для принятого диаметра насадки 10 мм получим  $\omega = 78,5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>, тогда  $q_n = 78,5 \cdot 10^{-6} v_0$ , м<sup>3</sup>/с.

**5.15.** Напор  $h_n$ , м, необходимый для получения начальной скорости, определяется по формуле

$$h_n = \frac{q_n^2}{\mu^2 \omega^2 \cdot 2g} + h_r, \quad (12)$$

где  $\mu$  - коэффициент расхода, принимаемый равным 0,59 - 0,64;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$h_r$  - рабочая высота столба воды в отстойнике при промывке, м.

**5.16.** Расчетные расходы воды для каждого участка разводящих труб определяют в зависимости от числа насадок на нем и расхода воды, проходящего через одну насадку.

**5.17.** Диаметр труб и скорость движения воды в них определяют по вычисленным значениям расходов. При этом скорость движения воды в трубах не должна превышать 1,5 м/с.

Проверку расчетных и конструктивно принятых параметров следует производить по формуле

$$1 - \frac{\lambda L_{кр}}{d} - \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \left( 2 + \frac{1}{n} \right) = 0, \quad (13)$$

где  $L_{кр}$  - критическая длина дырчатой трубы, при которой потеря напора полностью компенсируется восстановлением скоростного напора, м;

$\lambda$  - коэффициент сопротивления трению по длине, равный для стальных труб 0,03 - 0,02;

$d$  - диаметр дырчатой трубы, м;

$n$  - число отверстий (насадок).

Для упрощения расчетов критическую длину дырчатой трубы  $L_{кр}$  по формуле (13) допускается определять для суженной ее части.

**5.18.** Диаметры коллекторов и подводящей трубы следует определять исходя из приходящихся на них расходов воды и скорости ее движения, принимаемой 0,8 - 1,2 м/с.

Напор промывного насоса  $h$ , м, надлежит определять по формуле

$$h = h_n + 1,1 h_l, \quad (14)$$

где  $h_n$  - напор у насадки, определяемый по формуле (12),

$h_l$  - сумма потерь напора на отдельных участках труб, м.

Таблица 8

Размеры отстойников, м		Параметры системы гидросмыва осадка										
		диаметр подводящих труб и коллектора, мм	число разводящих труб, шт.		диаметры телескопических труб, мм		число насадок, шт.	расстояние от насадки до расчетного сечения, м	скорость струи в расчетном сечении, м/с	расход воды, л/с		
длина	ширина		центральных	боковых	центральных	боковых				бокового трубопровода	центрального трубопровода	всей системы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
40	4,5	300	-	2	-	$\frac{250}{200}$	$\frac{2 \cdot 40}{-}$	2,26	0,54	60	-	120
45	6,0	400	1	2	$\frac{400}{300}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{2 \cdot 45}{1 \cdot 90}$	1,51	0,82	67,5	135	270
60	6,0	450	1	2	$\frac{300}{250}$	$\frac{250}{150}$	$\frac{2 \cdot 60}{1 \cdot 120}$	1,51	0,82	90	180	360
90	6,0	2 · 400 (2 секции)	2	4	$\frac{400}{300}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{4 \cdot 45}{2 \cdot 90}$	1,51	0,82	67,5	135	2 · 270

Примечания: 1. В гр. 6 и 7 над чертой указаны диаметры телескопических напорных труб на начальном, под чертой - на конечном участках.

2. В гр. 8 над чертой первая цифра - число боковых труб, вторая - число насадок на них, под чертой первая цифра - число центральных труб, вторая - число насадок на них.

3. Основные параметры системы указаны ориентировочно. В каждом конкретном случае следует производить расчет системы и выбор насосов исходя из местных условий.

**5.19.** Расчетные параметры системы гидравлического удаления осадка в зависимости от размеров наиболее часто применяемых отстойников приведены в табл. [8](#).

**5.20.** Система удаления воды и осадка должна быть рассчитана на пропуск воды, сбрасываемой из отстойника и подаваемой насосами.

## **6. ФЛОТАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**6.1.** Флотационные сооружения надлежит применять для предварительного осветления и обесцвечивания природной водой перед подачей ее на фильтры. Они могут быть использованы как при новом строительстве, так и при реконструкции существующих водоочистных станций.

**6.2.** Наиболее эффективная область применения флотационных сооружений - осветление вод поверхностных источников (озер, водохранилищ, рек и т.п.) с небольшим количеством мелкодисперсных взвешенных веществ (не более 150 мг/л) и повышенной цветностью (до 200 град) при содержании фитопланктона и плавающих нефтепродуктов.

**6.3.** Возможность и целесообразность использования флотационного осветления воды в каждом конкретном случае должны быть обоснованы технологическими испытаниями, произведенными в характерные периоды года по методике, приведенной в пп. [6.16](#) - [6.20](#).

Количество взвешенных веществ в воде после флотационных сооружений не должно превышать 10 мг/л.

**6.4.** Преимущества флотационных сооружений по сравнению с другими сооружениями предварительного осветления (осветлителями со взвешенным осадком, отстойниками) заключаются в следующем:

значительно ускоряется процесс выделения взвеси из воды, благодаря чему уменьшается общий объем очистных сооружений;

улучшается их санитарное состояние вследствие постоянного удаления выделенных загрязнений;

более эффективно удаляется фитопланктон, что в большинстве случаев позволяет отказаться от установки микрофильтров;

удаляются из воды плавающие и плохооседающие примеси.

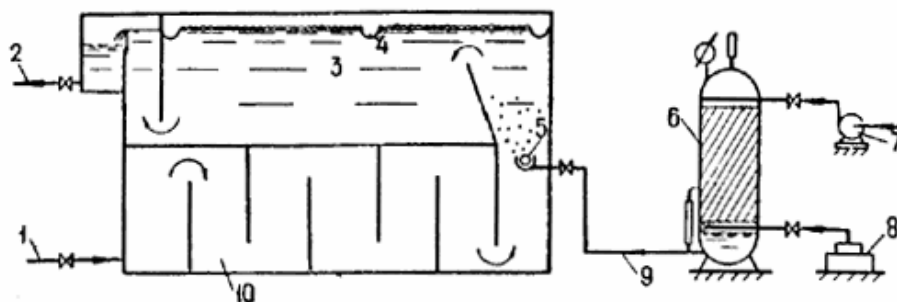
### **СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ, ИХ УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

**6.5.** Очистные сооружения с флотационным осветлением воды имеют тот же состав основных и вспомогательных сооружений, что и обычные станции двухступенчатого осветления, за исключением отстойников или осветлителей со взвешенным слоем осадка, заменяемых флотационными установками.

**6.6.** В составе флотационных сооружений необходимо предусматривать флотационные камеры, узел подготовки и распределения водовоздушного раствора, устройства для удаления и отвода флотационной пены.

Перед осветлением воды флотацией надлежит предусматривать камеры хлопьеобразования, совмещенные с флотационными камерами.

Схема флотационных сооружений представлена на черт. [18](#).



**Черт. 18. Флотационная установка**

1 - подача исходной воды с реагентами; 2 - отвод осветленной воды; 3 - флотационная камера; 4 - лотки для сбора пены; 5 - распределительная система; 6 - напорный бак; 7 - насос; 8 - компрессор; 9 - подача воды, насыщенной воздухом; 10 - камера хлопьеобразования

**6.7.** Флотационная камера (круглая или прямоугольная в плане) должна рассчитываться на удельную нагрузку 6 - 8 м<sup>3</sup>/ч на 1 м площади.

Глубина слоя воды во флотационной камере должна быть 1,5 - 2,5 м. Длина флотационной камеры выбирается равной 3 - 9 м, ширина - не более 6 м, отношение ширины к длине - 2/3 - 1/3.

**6.8.** Во входной части флотационной камеры надлежит устанавливать струенаправляющую перегородку с наклоном 60 - 70° к горизонтали в сторону движения воды в камере.

**6.9.** Скорость входа обрабатываемой воды во флотационную камеру должна быть не более скорости выхода ее из камеры хлопьеобразования. Скорость движения воды над струенаправляющей перегородкой следует принимать 0,016 - 0,02 м/с.

**6.10.** Сбор осветленной воды во флотационной камере необходимо осуществлять равномерно по ее ширине или окружности из нижней части камеры с помощью подвесной стенки и направлять поток вверх (к отводу воды из камеры), или с помощью отводящей системы из перфорированных труб. Скорость движения воды под подвесной стенкой или в отверстиях отводящих дырчатых труб принимается 0,9 - 1,2 м/с.

**6.11.** Днище флотационной камеры должно иметь уклон 0,01 к трубопроводу для опорожнения.

**6.12.** Подготовку водовоздушного раствора следует осуществлять путем насыщения воды воздухом под давлением 0,6 - 0,8 МПа в специальных напорных емкостях. Для приготовления водовоздушного раствора надлежит использовать воду после фильтров.

Расход воды следует принимать 8 - 10 % расхода очищаемой воды.

Подача воздуха в напорную емкость должна осуществляться от автоматизированной компрессорной установки.

Расход воздуха должен составлять 0,9 - 1,2 % расхода очищаемой воды.

*Примечание.* Напорная емкость должна иметь внутреннее антикоррозионное покрытие, оборудоваться предохранительным клапаном и выполняться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к сосудам, работающим под давлением.

**6.13.** Отвод водовоздушного раствора от напорной емкости к флотационным камерам следует производить по стальному трубопроводу. Потери напора в нем не должны превышать 0,8 - 1,0 м.

На трубопроводе допускается установка только отключающей арматуры.

**6.14.** Для равномерного распределения водовоздушного раствора в объеме обрабатываемой воды и для создания условий, обеспечивающих получение мелких воздушных рабочих пузырьков, во флотационной камере надлежит устраивать распределительную систему, состоящую из дырчатого трубопровода и расположенного под ним кожуха, выполненного из материала, стойкого к кислородной коррозии. Распределительную трубу следует устанавливать во входной части флотационной



камеры (в отсеке, образованном ее торцевой стенкой и струенаправляющей перегородкой) на расстоянии 250 - 350 мм от дна камеры. Скорость выхода водовоздушного раствора из отверстий распределительной системы надлежит принимать равной 20 - 25 м/с, диаметр отверстий - 5 - 8 мм. Отверстия следует располагать равномерно в один ряд по нижней образующей трубы. Днище защитного кожуха размещают под отверстиями распределительной системы на расстоянии 80 - 100 мм.

В конце распределительного трубопровода следует устанавливать вентиль или кран для промывки распределительной системы.

**6.15.** Удаление пены с поверхности воды во флотационной камере должно быть осуществлено кратковременным подъемом уровня воды с отводом ее через подвесные лотки, расположенные равномерно по площади камеры, или с помощью скребковых механизмов, перемещающих пену к сборным лоткам.

Верхние кромки лотков необходимо располагать на одной общей отметке на 10 - 15 мм выше уровня воды во флотационной камере.

Днища лотков следует выполнять с уклоном 0,025 в сторону отвода пены.

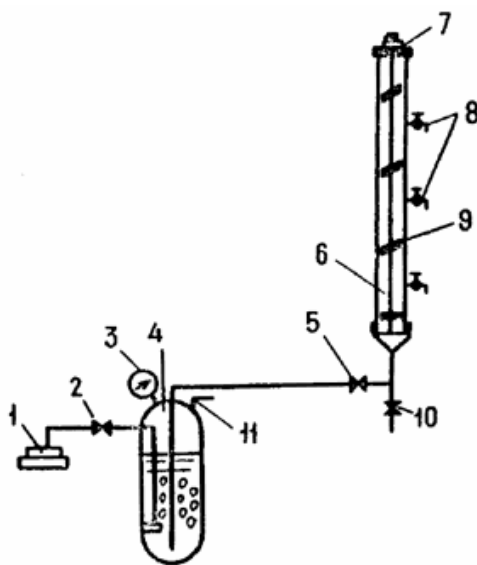
Потери воды при сбросе пены подъемом уровня воды следует принимать 1,0 - 1,5 % расхода обрабатываемой воды.

При удалении пены скребковыми механизмами скорость перемещения скребков в прямоугольных камерах следует принимать не более 0,02 м/с, в круглых - окружную скорость 0,015 - 0,02 м/с при частоте вращения скребков 5 - 10 об/с.

Обработку пены, удаляемой одновременно с частью обрабатываемой воды, необходимо производить аналогично обработке осадка, сбрасываемого из отстойников или осветлителей со взвешенным осадком, в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02-84](#).

## МЕТОДИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ МЕТОДОМ НАПОРНОЙ ФЛОТАЦИИ

**6.16.** С целью определения возможности применения напорной флотации для предварительного осветления воды конкретного водоисточника и получения основных расчетных параметров для расчета флотационных установок производятся технологические исследования на специальной лабораторной установке (черт. 19).



**Черт. 19.** Установка для проведения технологического анализа воды

1 - компрессор; 2 - вентиль воздушный; 3 - манометр; 4 - напорный бак; 5 - игольчатый вентиль водовоздушного раствора; 6 - флотационная колонка; 7 - электропривод; 8 - пробоотборники; 9 - мешалка; 10 - вентиль опорожнения флотационной колонки; 11 - вентиль сброса избытка воздуха

**6.17.** Лабораторная установка состоит из следующих основных элементов:

флотационной колонки, выполненной из прозрачной пластмассовой трубы диаметром 60 - 70 мм, высотой 400 - 600 мм, имеющей деления по высоте и оборудованной перемешивающим устройством, вентилями и пробоотборниками;

напорного бака для подготовки водовоздушного раствора вместимостью 2 л, выполненного из стального сосуда, рассчитанного на рабочее давление 0,8 - 0,9 МПа и оборудованного предохранительной запорной арматурой и манометром;

лабораторного компрессора, рассчитанного на подачу сжатого воздуха под давлением до 0,8 - 0,9 МПа.

**Примечания:** 1. Вместо компрессора могут быть использованы баллон со сжатым воздухом, оборудованный редуктором, понижающим давление до рабочего, или другие источники сжатого воздуха.

2. Напорный бак и его соединительные коммуникации выполняют и испытывают в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора СССР.

**6.18.** Для проведения технологических исследований необходимо кроме лабораторной установки иметь исходную воду в объеме 10 - 12 л и рабочие растворы реагентов (коагулянта, хлора, извести и т.д.).

**6.19.** Технологические исследования следует производить в такой последовательности (см. черт. 19):

1) производится выбор доз реагентов в отдельных цилиндрах по общепринятой методике пробного коагулирования для двухступенчатой очистки воды;

2) до начала работы на установке предварительно подготавливается водовоздушный раствор. До этого в напорный бак 4 через флотационную колонку 6 и трубопровод с вентилем 5 заливается 1 - 1,5 л чистой водопроводной воды, после чего вентиль 5 закрывается, включается компрессор 1 и открывается подача воздуха в напорный бак через вентиль 2. С помощью сбросного вентиля 11 по манометру 3 устанавливается рабочее давление, равное 0,5 - 0,8 МПа. При этом избыток воздуха сбрасывается через вентиль 11 (время растворения воздуха в воде должно быть не менее 10 - 12 мин);

3) в отдельный цилиндр наливается 1 л исходной воды, в которую вводятся реагенты согласно выбранным дозам. Производится тщательное перемешивание реагентов с водой;

4) после перемешивания обрабатываемая вода переливается во флотационную колонку 6, которая заполняется на 60 - 70 % ее объема. Вентили 5 и 10 при этом должны быть закрыты;

5) включается в работу электропривод 7, который приводит во вращение мешалку 9 с лопастями (скорость вращения мешалки должна быть 15 - 20 об/мин), что способствует образованию хлопьев гидроксидов;

6) после образования хорошо сформированных крупных, но неоседающих хлопьев гидроксидов в исходную воду через игольчатый вентиль 5 вводится предварительно подготовленный водовоздушный раствор в количестве от 5 до 20 % объема исходной воды. При этом в нижней части флотационной колонки должны появиться мелкие пузырьки воздуха, равномерно распределяющиеся в обрабатываемой воде по всей площади колонки;

7) отбор проб производят через пробоотборники 8 с определенной высоты с интервалом 1 - 1,5 мин до получения воды постоянного качества. Качество исходной и осветленной воды определяется общепринятыми методами.

В конце флотационного осветления замеряется толщина слоя образованной пены и проводится визуальное наблюдение за ее структурой и плотностью;

8) по окончании технологических исследований вода из флотационной колонки 6 сбрасывается через вентиль 10 и колонка промывается чистой водопроводной водой.

В указанной последовательности следует производить технологические исследования другим сочетанием приемлемых доз реагентов, давлений и расходов водовоздушного раствора.

**6.20.** Оптимальные параметры давления и расхода водовоздушного раствора надлежит определять по результатам технологических исследований, учитывая высоту слоя воды и время ее нахождения во флотационной колонке, позволяющие получить необходимую степень осветления воды. Необходимость в установке микрофильтров следует определять по эффективности содержания фитопланктона.

Пересчет рабочей высоты флотационной камеры и времени флотации производят по формуле

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{H_1}{H_2} \right)^\delta, \quad (15)$$

где  $T_1$  - время флотации во флотационной колонке;

$T_2$  - расчетное время во флотационной камере;

$H_1$  - высота слоя воды, в котором произошло осветление до требуемой степени за время  $T_1$ ;

$H_2$  - расчетная высота слоя воды во флотационной камере;

$\delta$  - показатель степени, принимаемый равным: 0,45 - для маломутных, малоцветных вод; 0,55 - для вод средней мутности и цветных вод; 0,65 - для высокоцветных вод.

## **7. ВОДОВОЗДУШНАЯ ПРОМЫВКА ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**7.1.** Водовоздушная промывка предназначена для удаления из зернистой фильтрующей загрузки загрязнений, задержанных во время рабочего цикла.

В Пособии рассматривается применение водовоздушной промывки только в наиболее распространенных типах фильтровальных сооружений, используемых для осветления и обесцвечивания воды поверхностных источников с применением коагулянтов.

**7.2.** При применении соответствующих устройств для подачи воды и воздуха (см. пп. [7.12](#) - [7.16](#)) водовоздушная промывка может быть использована в фильтровальных сооружениях с нисходящим и восходящим потоками обрабатываемой воды.

**7.3.** Водовоздушная промывка может быть рекомендована только для сооружений с загрузкой из кварцевого песка и других аналогичных материалов, имеющих достаточно высокую плотность и прочность и способных противостоять флотирующему и истирающему действию водовоздушного потока.

*Примечание.* В сооружениях хозяйственно-питьевого водоснабжения допускается применять только те загрузочные материалы, на которые имеется соответствующее разрешение Минздрава СССР или союзных республик.

**7.4.** Площади отдельных фильтровальных сооружений, промываемых водой и воздухом, следует принимать до 40 м<sup>2</sup> на одно отделение (80 м<sup>2</sup> - при сооружениях, состоящих из двух отделений). Большие площади допускаются при соответствующем экспериментальном обосновании.

### **ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ, ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА**

**7.5.** Водовоздушную промывку надлежит осуществлять при подаче в загрузку воды и воздуха в направлении снизу вверх.

**7.6.** Водовоздушная промывка обладает более сильным действием, чем водяная, и это дает возможность получить высокий эффект отмывки загрузки при небольших

расходах промывной воды, в том числе и таких, при которых взвешивания загрузки в восходящем потоке не происходит.

Эта особенность водовоздушной промывки позволяет:

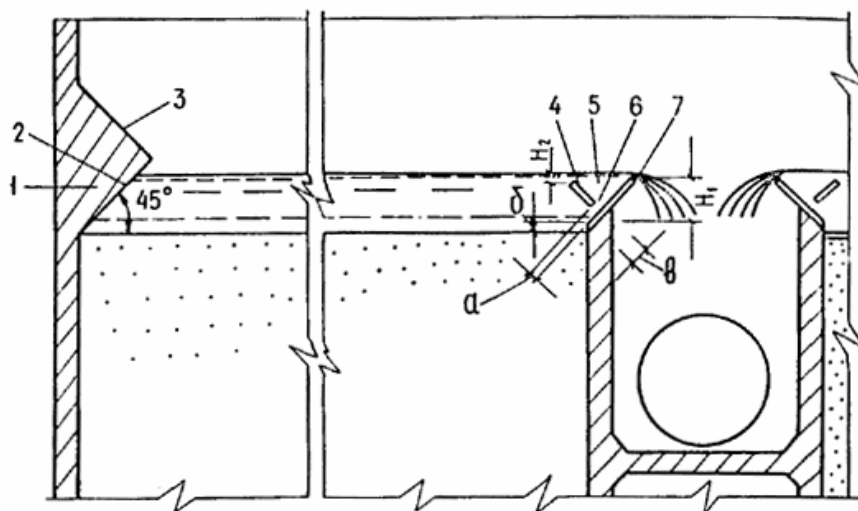
примерно в 2 раза сократить интенсивность подачи и общий расход промывной воды;

соответственно снизить мощность промывных насосов и объемы сооружений для запаса промывной воды, уменьшить размеры трубопроводов для ее подачи и отвода;

уменьшить объемы сооружений по обработке сбросных промывных вод и содержащихся в них осадков.

### СИСТЕМА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТВОДА ВОДЫ ОТ ПРОМЫВКИ

7.7. При использовании водовоздушной промывки надлежит применять горизонтальный отвод промывной воды, схема которого показана на черт. 20.



Черт. 20. Горизонтальный отвод промывной воды

1 - струенаправляющий выступ; 2, 3 - поверхности выступа; 4 - отбойная стенка желоба; 5 - пескоулавливающий желоб; 6 - щель между отбойной и водосливной стенками; 7 - водосливная стенка желоба;  $a$  - 15 - 20 мм;  $b$  - 20 - 30 мм;  $c$  - 30 - 40 мм

7.8. Высота слоя воды в надзагрузочном пространстве сравнительно невелика, что позволяет при малых расходах получить в нем достаточную скорость горизонтального движения воды для быстрого и полного удаления вымываемых из загрузки загрязнений. Наклонная поверхность струенаправляющего выступа, стесняя поток, увеличивает его транспортирующую способность на начальном участке пути движения воды.

7.9. Пескоулавливающий желоб устроен с учетом предотвращения попадания в него воздуха. Выносимые потоком в зону желоба отдельные частицы песка оседают на наклонные стенки и, сползая по ним через нижнюю щель, снова поступают в загрузку.

7.10. Основные расчетно-конструктивные параметры системы горизонтального отвода воды зависят от удельного расхода воды  $q$ , л/ (м · с), определяемого по формуле

$$q = W_{\text{пр}} b, \quad (16)$$

где  $W_{\text{пр}}$  - интенсивность подачи промывной воды, л/ (с · м<sup>2</sup>);

$b$  - ширина фильтра (длина горизонтального пути движения потока воды), м.

Для расчета системы следует принимать интенсивность подачи воды, принятую для второго этапа промывки, т.е. при совместной подаче воды и воздуха (см. п. 7.11).

Размеры основных элементов системы приведены в табл. 9 и на черт. 20.

Таблица 9

Разность отметок, мм	Расход воды на 1 м ширины водослива, л/ (м · с)			
	10	15	20	25
Между верхней и нижней кромками водосливной стенки $H_1$	170	210	260	320
Между верхними кромками водосливной и отбойной стенок $H_2$	20	20	20	25

### РЕЖИМ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОМЫВКИ

**7.11.** Водовоздушную промывку, как правило, следует осуществлять в три этапа:

1-й - подача в загрузку воздуха для частичного разрушения скоплений взвеси в загрузке и выравнивания ее сопротивления по площади сооружения;

2-й - подача воздуха и воды с целью более полного разрушения скоплений взвеси и выноса основной массы загрязнений из загрузки;

3-й - подача воды (с большей, чем на 2-м этапе, интенсивностью) для удаления из загрузки заземленного в порах воздуха и восстановления ее пористости.

**Примечание.** В тех случаях, когда основная масса загрязнений задерживается в верхних слоях фильтрующей загрузки, и при малой прочности скоплений взвеси может оказаться приемлемой двухэтапная промывка, включающая 1-й и 3-й этапы, что должно быть проверено в процессе эксплуатации сооружений.

Интенсивность подачи воды и воздуха и продолжительность отдельных этапов промывки зависят от прочности скоплений взвеси в загрузке и крупности ее зерен. Для средних условий и при эквивалентном диаметре зерен 0,7 - 1,3 мм ориентировочные параметры промывки могут быть приняты в соответствии с данными табл. 10.

Таблица 10

Показатель	Этапы промывки		
	1	2	3
Интенсивность подачи, л/ (с · м <sup>2</sup> )			
воды	-	2,5 - 3,5	5 - 7
воздуха	15 - 20	15 - 20	-
Продолжительность этапа, мин	1 - 2	4 - 7	5 - 7

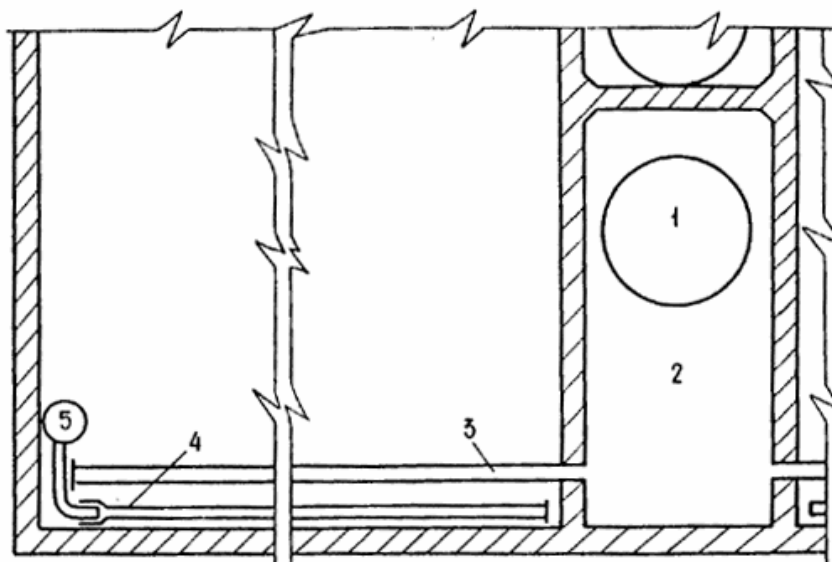
**Примечания:** 1. Более крупным загрузкам соответствуют бóльшие значения интенсивности подачи воды и воздуха.

2. Параметры промывки подлежат уточнению в процессе эксплуатации сооружений.

### УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ И ВОЗДУХА

**7.12.** Распределение воды и воздуха можно производить с помощью специальных колпачков или по перфорированным трубам. В данном Пособии приведены сведения, касающиеся использования только перфорированных труб для подачи воды и воздуха.

**7.13.** Схема трубчатых систем подачи воды и воздуха показана на черт. 21. Системы состоят из магистрали и коллектора (в виде канала или трубы) для подачи воды, а также из дырчатых труб для ее распределения по площади сооружения. Воздух подается и распределяется по магистрали (на черт. 21 не показана), коллектору и дырчатым трубам.



**Черт. 21. Трубчатые системы для подачи воды и воздуха**

*1* - магистраль для распределения воды; *2* - коллектор для распределения воды; *3* - дырчатые трубы для распределения воды; *4* - дырчатые трубы для распределения воздуха; *5* - коллектор для распределения воздуха

**7.14.** Отверстия в трубах, распределяющих воду и воздух, могут быть круглыми (когда фильтровальное сооружение имеет гравийные слои в нижней части) или щелевидными (при безгравийной загрузке).

Щелеванные трубы (обычно полиэтиленовые) имеют щели шириной 0,5 мм, и во избежание засорения их надлежит применять только в сооружениях с нисходящей фильтрацией в условиях, когда исключены коррозия подводящих труб и возможность попадания в трубы продуктов коррозии и других механических примесей с промывной водой и воздухом.

Приведенные соображения должны быть приняты во внимание также в отношении колпачков с узкими щелями.

**7.15.** Расчет и конструирование трубчатых систем для подачи и распределения воды следует производить исходя из следующих условий:

диаметр распределительных (перфорированных) труб определяется исходя из скорости движения воды на входе в них при 3-м этапе промывки, равной 1,5 - 2,0 м/с. При этом расстояния между осями труб следует принимать 250 - 350 мм (меньшие расстояния - для труб меньшего диаметра);

трубы следует укладывать на высоте 120 - 150 мм от дна фильтра до низа труб, точно посередине между трубами для подачи воздуха.

При применении круглых отверстий суммарная их площадь должна составлять 0,18 - 0,22 % площади сооружения. При этом отверстия располагаются в один ряд по нижней образующей труб (диаметр отверстий 10 - 12 мм, расстояния между их осями 120 - 160 мм).

При применении щелеванных полиэтиленовых труб их конструкцию и способ щелевания следует принимать в соответствии с разработками треста Мосводопровод и Мосводоканалниипроекта. Следует учитывать, что при выполнении монтажа перфорированных труб для распределения воды отклонения в расстояниях между осями труб в горизонтальной плоскости должны быть не более  $\pm 10$  мм, в вертикальной - не более  $\pm 5$  мм.



**7.16.** Для распределения воздуха следует применять полиэтиленовые трубы со стенкой толщиной, обеспечивающей их жесткость и прямолинейность. Трубы, поставляемые в бухтах, применять не рекомендуется.

Отверстия или щели в трубах (см. п. 7.14) надлежит располагать в шахматном порядке по двум образующим под углом  $45^\circ$  к вертикали при направлении их вниз.

Щели необходимо нарезать перпендикулярно оси трубы. Они должны иметь ширину 0,5 мм и длину (по внутренней поверхности трубы, т.е. в свету) 15 - 25 мм (в зависимости от диаметра трубы).

Круглые отверстия должны иметь диаметр 3 - 5 мм.

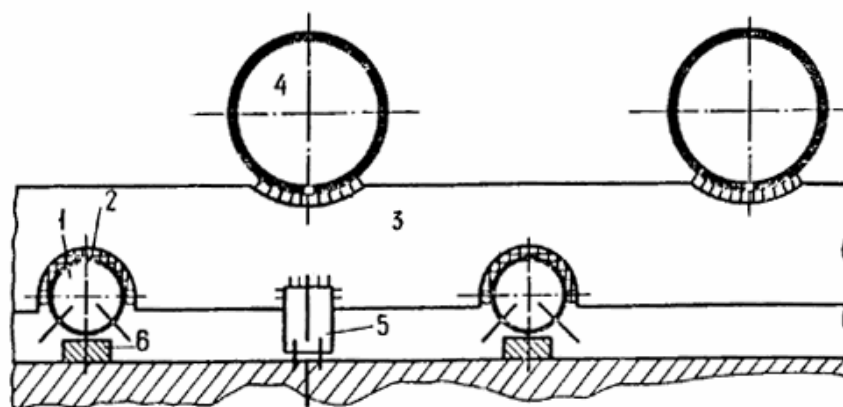
В каждом ряду отверстия или щели надлежит располагать на расстоянии 100 - 180 мм одни от других.

Отверстия и щели должны быть по всей площади фильтра, включая и пристенные участки.

На краевых участках фильтра надлежит укладывать трубы для распределения воздуха, а не для распределения воды.

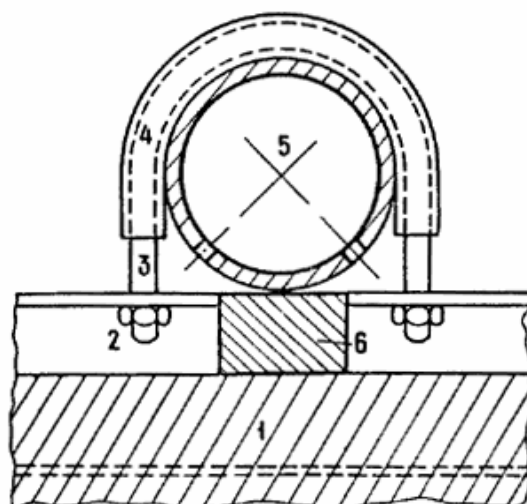
**7.17.** Полиэтиленовые трубы для распределения воздуха необходимо укладывать строго горизонтально непосредственно на днище или на подкладках высотой 10 - 30 мм.

Должно быть обеспечено весьма надежное крепление труб к днищу. Возможные способы крепления труб показаны на черт. 22 и 23.



**Черт. 22. Крепление распределительных труб для подачи воздуха с помощью кондуктора**

1 - трубы для подачи воздуха; 2 - резиновая прокладка; 3 - кондуктор; 4 - трубы для подачи воды; 5 - крепление кондуктора к днищу; 6 - подкладка





### **Черт. 23. Крепление распределительных труб для подачи воздуха с помощью хомутов**

1 - днище; 2 - швеллер, закладываемый в днище; 3 - хомут; 4 - резиновая трубка; 5 - труба для подачи воздуха; 6 - подкладка

Расстояния между креплениями должны предотвращать возможность изгиба труб в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Элементы крепления труб не должны закрывать отверстия в них.

Концы труб должны быть заварены заглушками, утапливаемыми внутрь трубы на 10 - 15 мм. Для упора заглушек через оставшиеся свободными торцы труб следует пропускать 2 - 3 шпильки диаметром по 3 - 5 мм.

Для компенсации теплового расширения труб расстояние между их концами и стенкой фильтра должно быть 20 - 30 мм.

Конструкция системы должна обеспечивать возможность монтажа труб с высокой точностью. Отклонения верха труб от горизонтальной плоскости (проверяются по уровню воды) допускаются не более  $\pm 3$  мм, отклонения осей труб в плане - не более  $\pm 10$  мм.

**7.18.** Во время рабочего цикла трубы системы подачи воздуха должны быть заполнены водой. Для обеспечения выдавливания воды из системы во время промывки коллектор воздушной системы должен располагаться выше распределительных труб. Имеются примеры устройства отдельных коллекторов для каждого отделения фильтра с расположением в нижней части (см. черт. [21](#)), а также над струенаправляющим выступом и внутри его.

Должна быть обеспечена надежная и прочная стыковка труб распределительной системы с коллектором. Коллектор рекомендуется выполнять в виде стальной трубы с приваренными вблизи нижней образующей отводами (коленами под углом  $90^\circ$ ); соединение полиэтиленовых распределительных труб с коленами следует производить, насаживая на них разогретые концы труб (см. черт. [21](#)).

**7.19.** Магистральный воздуховод должен располагаться на отметке, исключающей возможность попадания в него воды во время остановки воздухоудовного агрегата. С учетом давления, имеющегося в нижней части загрузки во время промывки, магистральный трубопровод надлежит располагать на 3 - 4 м выше зеркала воды в фильтровальном сооружении во время промывки.

Магистраль должна соединяться с коллектором воздушной распределительной системы с помощью вертикального стояка. Во избежание образования воздушных мешков на присоединениях следует избегать длинных горизонтальных участков. На стояке устанавливается запорная арматура.

Стояк надлежит присоединять к коллектору со стороны торца. С этой целью труба коллектора пропускается через стенку фильтра и за его пределами соединяется со стояком, подводящим воздух к фильтру.

При различном диаметре труб коллектора и стояка переход с одного диаметра на другой должен производиться за пределами фильтра.

При наличии двух отделений фильтра с самостоятельными коллекторами, как правило, следует устанавливать один стояк с запорной арматурой и симметричными ответвлениями для присоединения к коллекторам.

**7.20.** Приближенный расчет системы подачи и распределения воздуха может быть произведен исходя из следующих данных: скорость выхода воздуха из отверстий труб распределительной системы должна быть равной 45 - 50 м/с, на входе в трубы распределительной системы - 13 - 17, на входе в коллектор - 7 - 10 м/с, при этом две последние скорости находятся в обратных соотношениях (т.е. бóльшим скоростям в трубах соответствуют меньшие скорости в коллекторе и наоборот).

Скорость движения воздуха в магистральных трубопроводах следует принимать равной 18 - 25 м/с.

Указанные расчетные параметры систем подачи и распределения воздуха приняты при атмосферном давлении, поэтому расчет указанных систем следует производить без учета сжатия воздуха.

Параметры распределительных труб и коллектора могут быть проверены, руководствуясь указаниями п. [7.26](#).

## ВОЗДУХОДУВНОЕ УСТРОЙСТВО

**7.21.** Воздуходувное устройство должно обеспечивать как пусковой, так и промывочный режим работы системы.

При пусковом режиме (от момента пуска воздуходувного устройства до момента прорыва воздуха из отверстий распределительной системы) давление в системе максимальное, а расход воздуха минимальный. Этот расход связан со сжатием воздуха в системе его подачи и выдавливанием воды из распределительной системы, при этом воздух может нагреваться. После прорыва воздуха через фильтрующую загрузку давление в системе его подачи падает, а расход увеличивается и должен быть доведен до расчетного, определяемого как произведение интенсивности подачи воздуха на площадь одновременно промываемых сооружений.

**7.22.** Как пусковое, так и рабочее давление воздуха зависит от многих факторов (в том числе и от степени заилиения фильтрующей загрузки), не поддающихся точному учету.

Условно могут быть приняты следующие расчетные параметры подачи воздуха:

пусковой режим - давление в системе равно удвоенной высоте столба воды в фильтровальном сооружении (считая от его дна), расход воздуха составляет 5 - 10 % расчетного;

рабочий режим (во время промывки) - расход воздуха равен расчетному, а давление - сумме потерь напора в системе и высоте столба воды в сооружении. Потери напора в системе подачи воздуха следует определять расчетом. Ориентировочно они могут быть приняты равными 1 м.

При подборе воздуходувного оборудования давление при пусковом и рабочем режимах следует принимать с запасом, равным 0,005 МПа.

**7.23.** Для возможности подбора (при эксплуатации) оптимальных условий работы воздуходувных устройств на напорной линии необходимо устанавливать сбросный патрубок с запорной арматурой, дроссель (или автоматическое устройство) для поддержания оптимального давления на воздуходувном устройстве, запорную арматуру, а также измеритель расхода воздуха.

**7.24.** Должен быть предусмотрен резервный воздуходувный агрегат.

**7.25.** На воздуходувный агрегат следует подавать чистый наружный воздух, прошедший предварительно механические фильтры.

## РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ С ВОДОВОЗДУШНОЙ ПРОМЫВКОЙ

**7.26.** Расчет распределительных труб и коллектора следует производить исходя из суммарной площади отверстий (для труб) или суммарной площади ответвлений (для коллектора), т.е. величины  $f$ , м<sup>2</sup>, определяемой по формулам:

$$f \leq \frac{aF}{\mu\sqrt{1-\zeta}} \quad \text{при } \zeta < 1; \quad (17)$$

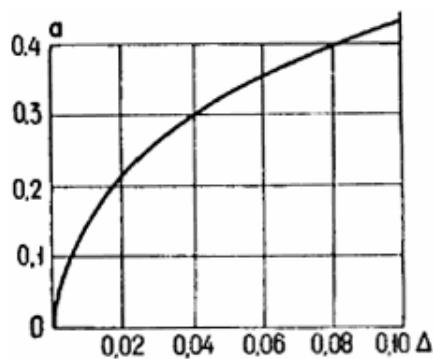
$$f \leq \frac{aF}{\mu\sqrt{\zeta-1}} \text{ при } \zeta > 1, \quad (18)$$

где  $a$  - характеристика трубопровода, определяемая по черт. 24 в зависимости от допустимой степени неравномерности распределения воздуха по площади сооружения, имея в виду, что общая неравномерность  $\Delta_{\text{общ}}$  представляет собой сумму неравномерностей распределения в ответвлениях  $\Delta_0$  и в коллекторе  $\Delta_{\text{кол}}$ , причем  $\Delta_{\text{общ}} = \Delta_0 + \Delta_{\text{кол}} \leq 0,02$ ;

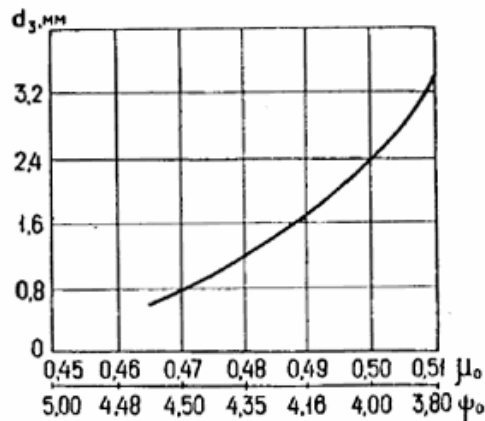
$F$  - площадь поперечного сечения рассматриваемого трубопровода (ответвления или коллектора);

$\mu$  - коэффициент расхода; для ответвлений определяется в зависимости от диаметра зерен загрузки фильтровального сооружения по черт. 25; при применении гравийной загрузки следует принимать равным 0,54;

$\zeta$  - коэффициент сопротивления трубопровода, зависящий от его длины  $l$  и диаметра  $d$ .



**Черт. 24. Номограмма зависимости между неравномерностью распределения воздуха  $\Delta$  и характеристикой трубопровода  $a$**



**Черт. 25. Номограмма зависимости между коэффициентом  $\mu_0$  (или коэффициентом  $\psi_0$ ) и крупностью песчаной загрузки  $d_3$**

Коэффициент сопротивления  $\zeta$  следует определять по формуле

$$\zeta = 0,0044 \frac{l}{d}, \quad (19)$$

а величину  $\mu_{\text{кол}}$  - по формуле

$$\mu_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{1}{5,5 + \psi_{\text{общ}}}}, \quad (20)$$

где  $\psi_{\text{общ}}$  - общий коэффициент сопротивления:

$$\psi_{\text{общ}} = \frac{1 - \zeta_o}{\sin^2\left(\frac{a_o \cdot 180^\circ}{\pi}\right)} + \zeta_o \quad (21)$$

**Пример расчета.** Фильтр имеет отделения длиной 6 м и шириной 5 м. Интенсивность подачи воздуха 20 л/ (с · м<sup>2</sup>). Распределительная система находится в гравийном слое. Расстояния между трубами в осях - 300 мм.

На основе предварительного расчета принимаем диаметр ответвлений равным 50 мм, площадь сечения трубы  $F_o = 0,0019 \text{ м}^2$ , расход воздуха на одну трубу  $\frac{5 \cdot 0,3 \cdot 20}{1000} = 0,03$

0,03 м<sup>3</sup>/с, скорость на входе в трубу  $\frac{0,03}{0,0019} = 15,8 \text{ м/с}$ , что приемлемо.

Принимаем  $\Delta_o = \Delta_{\text{кол}} = 0,01$ .

По черт. 24 и 25  $a_o = a_{\text{кол}} = 0,14$ ;  $\mu_o = 0,54$ .

По формуле (19)

$$\zeta_o = 0,0044 \frac{5}{0,05} = 0,44 < 1,0.$$

Тогда по формуле (17)

$$f_o \leq \frac{0,14 \cdot 0,0019}{0,54 \sqrt{1 - 0,44}} = 0,000656 \text{ м}^2,$$

отсюда скорость истечения воздуха из отверстий будет  $\frac{0,03}{0,000656} = 45,7 \text{ м/с}$ , что соответствует требованиям.

Принимаем 52 отверстия диаметром 4 мм с шагом 96 мм.

По предварительному расчету задаемся диаметром коллектора 300 мм, площадь сечения трубы - 0,0707 м<sup>2</sup>, расход воздуха в начале коллектора  $\frac{20 \cdot 5 \cdot 6}{1000} = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , скорость движения воздуха  $\frac{0,6}{0,0707} = 8,5 \text{ м/с}$ .

По формуле (19)

$$\zeta_{\text{кол}} = 0,0044 \frac{6}{0,3} = 0,088$$

По формуле (21)

$$\psi_{\text{общ}} = \frac{1 - 0,44}{\sin^2\left(\frac{0,14}{3,14} 180\right)} + 0,44 = 29,34$$

По формуле (20) определим

$$\mu_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{1}{5,5 + 29,34}} = 0,17$$

Из формулы (18) находим

$$F_{\text{кол}} = \frac{\mu_{\text{кол}} \Sigma f_o \sqrt{1 - \zeta_{\text{кол}}}}{a_{\text{кол}}}$$

Число ответвлений - 20 и  $\Sigma f_o = 20 \cdot 0,0019 = 0,038 \text{ м}^2$ , тогда

$$F_{\text{кол}} = \frac{\sqrt{1 - 0,088} \cdot 0,17 \cdot 0,038}{0,14} = 0,044 \text{ м}^2.$$

Этой площади соответствует диаметр трубы, равный 0,238 м.

Таким образом, в соответствии с уточненным расчетом в качестве коллектора могут быть приняты трубы диаметром 250 мм. Скорость движения воздуха в начале коллектора - 12,2 м/с, что несколько превышает желательную величину, но может быть допущено.

## **8. ДРЕНАЖИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ ИЗ ПОРИСТОГО ПОЛИМЕРБЕТОНА НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**8.1.** Дренажные системы из пористого полимербетона служат для сбора фильтрованной воды и равномерного распределения промывной воды по площади фильтра. Пористый полимербетон выполняют из заполнителя (щебня или гравия), скрепленного эпоксидным связующим.

**8.2.** Дренажи из пористого полимербетона предназначены для использования в фильтрах при осветлении и обесцвечивании воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения.

*Примечание.* Пористые полимербетонные дренажи могут быть применены в фильтрах технического водоснабжения, а также при обработке подземных вод. В случаях, когда требования к качеству очищенной воды по мутности, содержанию железа и другим показателям ниже требований [ГОСТ 2874-82](#), необходимо производить опытную проверку использования полимербетона в таких условиях.

**8.3.** Полимербетонные дренажи могут быть использованы как при строительстве новых, так и при реконструкции действующих фильтров.

**8.4.** Полимербетонные дренажи могут применяться при водяной и водовоздушной промывках.

**8.5.** Полимербетонные дренажи имеют следующие преимущества перед наиболее распространенными трубчатыми дренажами с поддерживающими слоями гравия: отпадает необходимость применения гравийных слоев; уменьшается трудоемкость строительно-монтажных работ; сокращается металлоемкость; повышается надежность работы фильтров; загрузка фильтров может быть полностью механизирована.

### **КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ДРЕНАЖЕЙ**

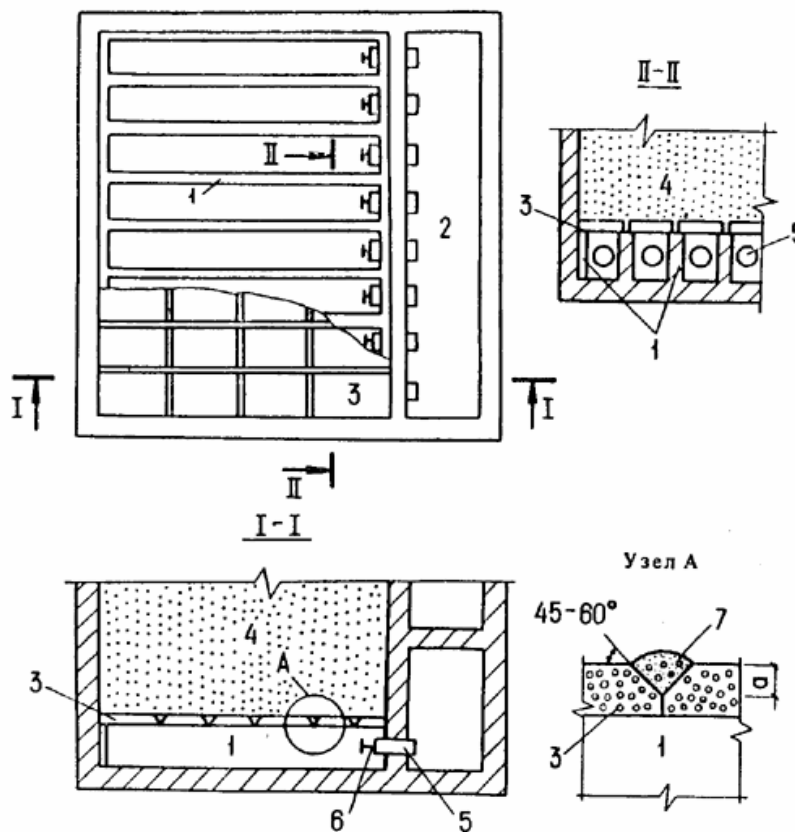
**8.6.** Рекомендуются применять следующие типы дренажных систем: из сборных полимербетонных плит, из железобетонных дырчатых плит, отверстия которых заполнены пористым полимербетоном<sup>1</sup>, и из монолитного полимербетона.

<sup>1</sup> Следует применять в экспериментальном порядке.

**8.7.** Дренаж из полимербетонных плит (черт. [26](#)) состоит из опорных стенок, смонтированных перпендикулярно сборному каналу фильтра, на которые уложены полимербетонные плиты. Фильтрующая загрузка находится непосредственно на плитах. На входах в дренажные каналы установлены патрубки большого сопротивления с диафрагмами и отражателями. Для повышения надежности стыковых соединений торцы плит выполнены со скосами в верхней части под углом 45 - 60°; треугольные пазы между плитами заполняются полимербетонной смесью того же состава, что и полимербетонные плиты (черт. [26](#), узел А).

**8.8.** Дренаж с железобетонными дырчатыми плитами (черт. 27) состоит из опор (горизонтальных балок или вертикальных столбиков), дырчатых плит, поверх которых засыпана фильтрующая загрузка. В стенке сборного канала установлены патрубки с отражателями.

Дренажная железобетонная плита (черт. 28) имеет отверстия, заполненные пористым полимербетоном. Сверху она покрыта слоем пористого полимербетона. Плиты монтируются на опорах. Отверстия в плитах для предотвращения отрыва полимербетона от железобетона следует выполнять сужающимися кверху. Боковые торцы плит должны быть скошены для упрощения заделки стыков после монтажа плит.

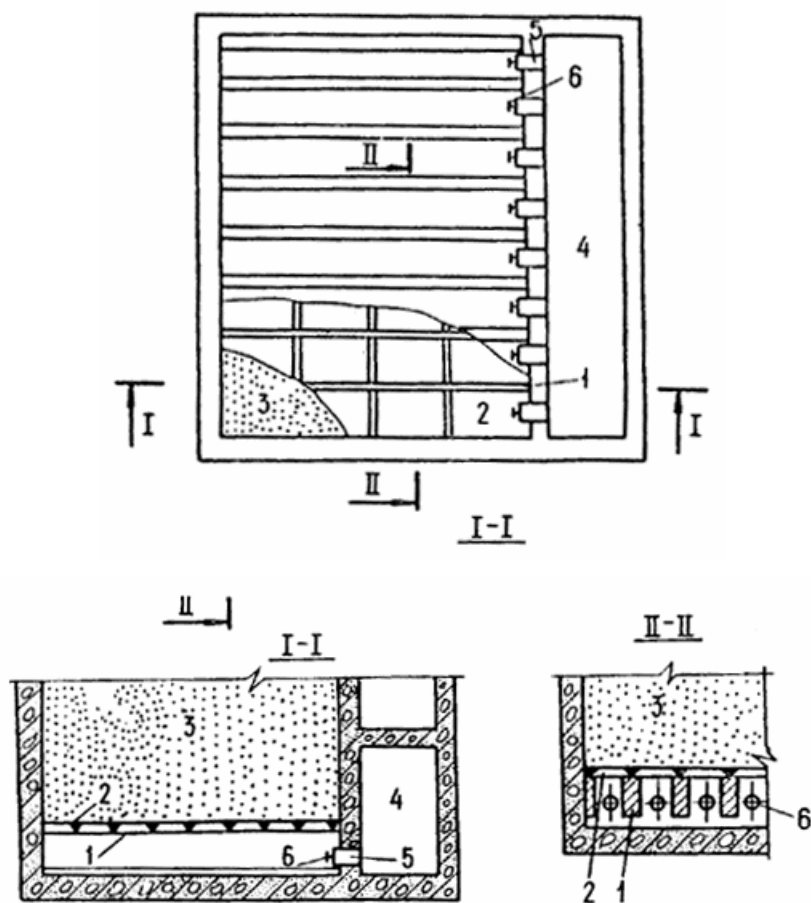


**Черт. 26. Дренаж из полимербетонных плит**

1 - опорные стенки; 2 - сборный канал; 3 - полимербетонные плиты; 4 - фильтрующая загрузка; 5 - патрубки; 6 - отражатели; 7 - стыки плит ( $a$  - 20 - 30 мм)

**8.9.** Дренаж из монолитного полимербетона (черт. 29) представляет собой сплошную полимербетонную плиту, изготавливаемую непосредственно в фильтре. Дренаж состоит из следующих основных частей: опорной системы, включающей вертикальные стенки и уложенные на них горизонтально железобетонные колосники; пористого слоя из полимербетона; деталей крепления, включающих анкерную арматуру и удерживающие пластины.

**8.10.** При водовоздушной промывке на дне фильтра крепят дырчатые воздухораспределительные трубы. Общий трубопровод подачи воздуха следует располагать выше воздухораспределительных труб.



**Черт. 27. Дренаж из дырчатых плит с пористым полимербетоном**

*1* - опорные стенки; *2* - дырчатые плиты; *3* - фильтрующая загрузка; *4* - сборный канал; *5* - патрубки; *6* - отражатели

**8.11.** При использовании дренажа из отдельных плит, размеры которых в плане принимают конструктивно, исходя из условия размещения в ячейке фильтра:

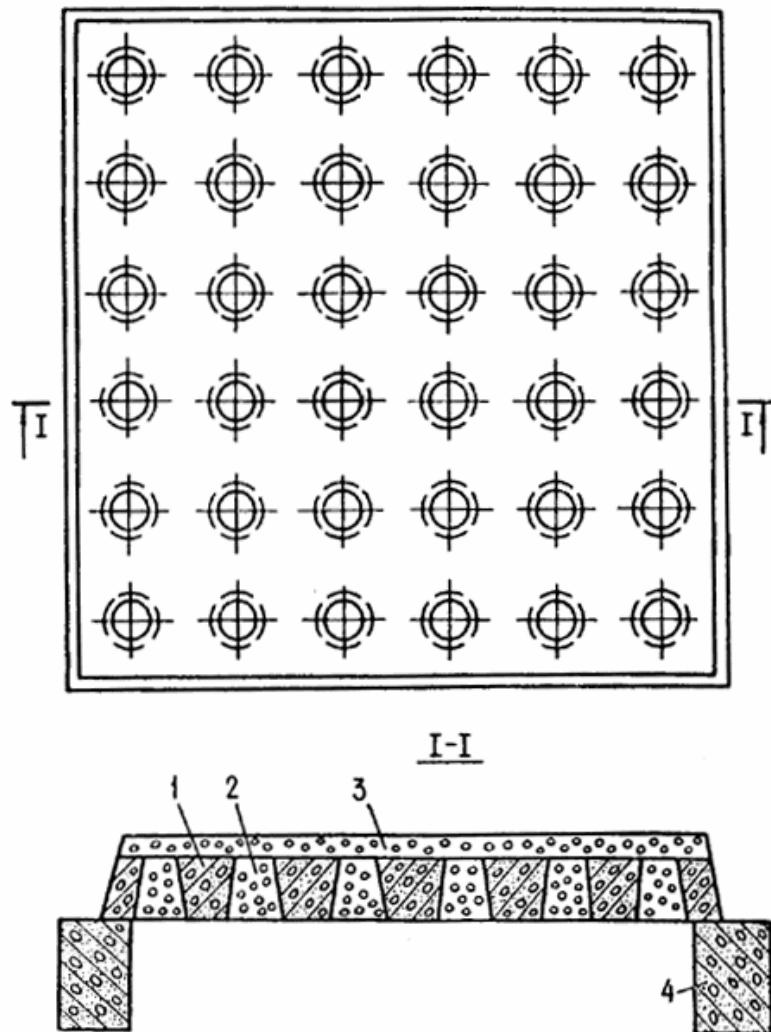
для полимербетонных плит - рекомендуемая ширина (перпендикулярно опорам) 250 - 350 мм, длина 500 - 600 мм;

для дырчатых плит - ширина и длина равны 400 - 900 мм. При этом ширина плит должна быть на 5 - 10 мм менее расстояния между осями опор.

Толщина полимербетонной плиты должна быть не менее 40 мм. Плиту следует проверять расчетом на прочность (см. п. [8.17](#)). Толщину слоя полимербетона над плитой надлежит принимать 15 - 25 мм.

Шаг отверстий в дырчатых плитах должен быть не более 150 мм, диаметры отверстий - не менее 25 мм. При этом разницу в диаметрах отверстия в верхнем и нижнем сечениях плиты следует принимать не менее 2 - 3 мм. Размеры отверстий уточняются гидравлическим расчетом (см. пп. [8.16](#) и [8.41](#)).

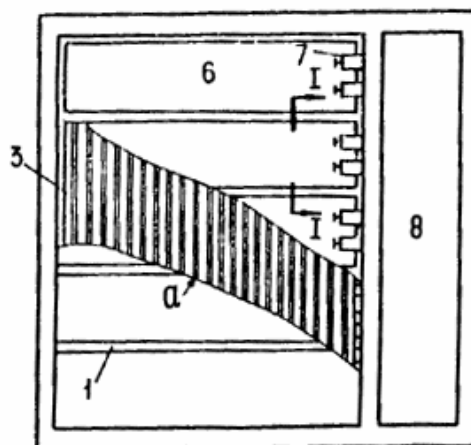


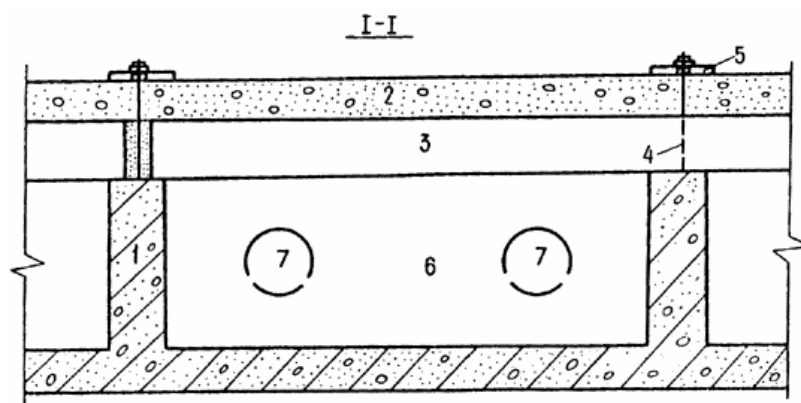


**Черт. 28. Дренажная плита**

*1* - железобетонная плита; *2* - отверстия, заполненные полимербетоном; *3* - слой полимербетона; *4* - опора плиты

**8.12.** При использовании дренажа из монолитного полимербетона высота опорных стенок должна составлять 250 - 300 мм, толщина - 80 - 120 мм, шаг (в осях) - 600 мм, длина патрубков - 70 - 150 мм, длина выступающей в дренажный канал части патрубков - до 300 мм, толщина слоя полимербетона - 40 - 50 мм.





**Черт. 29. Дренаж из монолитного полимербетона**

1 - опорные стенки; 2 - полимербетонная плита; 3 - железобетонные колосники; 4 - анкерная арматура; 5 - стальные удерживающие пластины; 6 - дренажный канал; 7 - патрубki; 8 - сборный канал; а - 3 - 6 мм

Длина колосников должна быть кратной расстоянию между осями опорных стенок, высота - 70 - 80 мм, ширина - 70 - 120 мм; арматура колосников - двойная, диаметром 4 - 6 мм и мощностью не менее 0,5 %.

Ширина зазоров между колосниками - 3 - 6 мм.

Шаг анкерной арматуры - 250 - 300 мм, диаметр ее - 6 - 8 мм. Длина стальных удерживающих пластин - соответственно шагу анкерной арматуры; ширина пластин - 70 - 100 мм, их толщина - 4 - 6 мм.

Толщина основания дренажа - 50 мм, арматура основания дренажа должна выполняться в виде сетки размером 200 × 200 мм из прутков диаметром 6 - 8 мм.

При применении монолитного дренажа необходимо производить расчет опорных колосников на изгиб по общепринятой методике расчета железобетонных балок, анкерной арматуры - на растяжение по максимальной нагрузке снизу при промывке (см. п. 8.17).

**8.13.** Расстояние от дна фильтра до низа плит принимают конструктивно, исходя из размещения патрубков в стенке сборного канала. При этом скорости, м/с, при промывке в начале поддона должны быть не более:

0,4 - при применении полимербетонных плит;

0,5 - « « дырчатых « .

**8.14.** Число и диаметр патрубков в стенках сборного канала назначают конструктивно. При этом должны быть выдержаны следующие диапазоны скоростей воды при промывке: в начале сборного канала -  $v_k$  до 1,2 м/с, в патрубках -  $v_{п} = 1,8 - 2,0$  м/с.

**8.15.** Равномерное распределение промывной воды по площади (90 - 95 %) обеспечивается в фильтрах с полимербетонными плитами потерями напора в патрубках  $h_{п}$ , которые должны быть не менее 2 - 3 м, с дырчатыми плитами - потерями напора в плитах  $h_{пл}$ , м, вычисляемыми по формуле

$$h_{пл} = 18,3 \frac{v_k^2}{2g} - \zeta \frac{v_{п}^2}{2g}, \quad (22)$$

где  $\zeta$  - коэффициент сопротивления патрубка (в варианте дренажа с дырчатыми плитами  $\zeta = 1,5 - 2,0$ );

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

При этом потери напора в дырчатых плитах должны составлять не менее 40 - 50 % потерь напора в полностью расширенной загрузке  $h_3$ , м, которые определяют по формуле

$$h_3 = (\rho_3 - 1) (1 - m_0) H_0, \quad (23)$$

где  $\rho_3$  - относительная плотность частиц фильтрующей загрузки;

$m_0$  - пористость загрузки;

$H_0$  - высота слоя загрузки, м.

**8.16.** В выходном сечении патрубков в конструкции с полимербетонными плитами устанавливают диафрагмы, диаметр отверстий которых  $d_d$ , рассчитывают по формуле

$$d_d = 1,13 \left( \frac{W_{\text{пр}} l_k L_k}{\mu \sqrt{2gh_{\text{п}}}} \right)^{1/2}, \quad (24)$$

где  $W_{\text{пр}}$  - расчетная интенсивность промывки фильтра, см/с;

$l_k, L_k$  - шаг дренажных каналов в осях и их длина, см;

$\mu$  - коэффициент расхода патрубка с диафрагмой;

$h_{\text{п}}$  - потребная потеря напора в патрубке, см.

Диаметр отверстий дырчатых плит  $d_o$ , см, определяют по формуле

$$d_o = 1,13 l_o \sqrt{W_{\text{пр}} \left( \frac{k H_1 \nu^{2-\delta}}{h_{\text{пл}}} \right)^{\frac{1}{2\delta}}}, \quad (25)$$

где  $l_o$  - шаг отверстий в осях, см;

$k$  - коэффициент в вышеуказанной зависимости,  $\text{с}^2 \cdot \text{см}^{\delta-4}$ ;

$H_1$  - толщина железобетонной плиты, см;

$\nu$  - кинематическая вязкость воды, см/с (можно принимать  $\nu = 0,01 \text{ см}^2/\text{с}$ );

$h_{\text{пл}}$  - потребная потеря напора в плите (см. п. 8.15);

$\delta$  - показатель степени зависимости потерь напора в полимербетоне от скорости движения воды.

Показатель степени  $\delta$  и коэффициент  $k$  определяют путем гидравлических испытаний образцов полимербетона. При отсутствии данных испытаний можно принимать  $\delta = 1,67$ , а коэффициент  $k$  задается в зависимости от эквивалентного диаметра зерен полимербетона  $d_3$ :

$d_3$ , мм	4	5	6	7
$k$ , $\text{с}^2 \cdot \text{см}^{-2,33}$	0,68	0,59	0,50	0,40

**8.17.** Плиты и опоры дренажа проверяют на прочность двумя расчетными нагрузками:

1) равномерно распределенной сверху, образующейся от веса мокрой загрузки (фильтр водой не заполнен);

2) равномерно распределенной снизу, образующейся во время промывки.

Нагрузка сверху  $G$ , МПа, определяется по формуле

$$G = 0,01 H_0 [\rho_3 (1 - m_0) + m_0]. \quad (26)$$

Нагрузка снизу определяется перепадом давлений до и после дренажных плит при промывке. Расчет несущей способности железобетонных плит и опор производится по действующим строительным нормам и правилам. Несущая способность полимербетонных плит от нагрузки сверху проверяется по формуле

$$R_{\text{р.н}} \geq 0,075 \left( \frac{l_k - 0,5b}{H_2} \right)^2 \frac{K_{\text{п}} K_{\delta} K_{\text{в}}}{K_{\text{у}}} G, \quad (27)$$

где  $R_{\text{р.н}}$  - нормативная прочность полимербетона на растяжение при изгибе, определяемая по результатам испытаний плит или по паспортным данным, МПа;

$b$  - ширина опорных стенок, см;  
 $H_2$  - толщина полимербетонной плиты, см;  
 $K_n$  - коэффициент перегрузки ( $K_n = 1,1$ );  
 $K_6$  - коэффициент безопасности ( $K_6 = 1,4$ );  
 $K_b$  - коэффициент возможного снижения прочности полимербетона во времени ( $K_b = 1,5 - 2,0$ );  
 $K_y$  - коэффициент условий работы ( $K_y = 0,8$ ).

**8.18.** Отражатели (круглые или прямоугольные) должны иметь размер, примерно равный диаметру патрубка. Отражатели устанавливают на расстоянии 1 - 2 диаметров патрубка от его выходного сечения.

**8.19.** При водовоздушной промывке фильтров в нижней части воздухораспределительных труб следует располагать отверстия диаметром 3 - 5 мм, размещенные в два ряда в шахматном порядке под углом  $45^\circ$  к вертикали. Расстояния между отверстиями принимаются равными 100 - 200 мм.

Скорость выхода воздуха из отверстий принимается равной 40 - 50 м/с. Диаметры воздухораспределительных и подводящих труб определяются в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#). Напор на выходе воздуха из отверстий  $h_o$ , м, рассчитывается по формуле

$$h_o = H_b + 4 h_{пл} + h_3, \quad (28)$$

где  $H_b$  - высота слоя воды над отверстиями при промывке, м;

$h_{пл}$  - потери напора в плитах при промывке водой с расчетной интенсивностью, м;

$h_3$  - потеря напора в загрузке, м, определяемая по формуле [\(23\)](#).

**8.20.** Сборный канал фильтра должен быть снабжен стояками для выпуска воздуха.

**8.21.** Опорожнение фильтра следует предусматривать через сборный канал и спускную трубу диаметром 100 - 200 мм.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРБЕТОННОГО ДРЕНАЖА

**8.22.** Дренажные плиты следует изготавливать на заводе железобетонных изделий на специально оборудованном участке, а при небольшом объеме производства - на месте строительства.

**8.23.** Пористый полимербетон получают путем смешения заполнителя (гравия или щебня) и эпоксидной диановой смолы с отвердителем.

В качестве заполнителя применяют гранитный щебень или гравий по ГОСТ 8267-82, [ГОСТ 8268-82](#) и ГОСТ 10260-82; крупность заполнителя принимают от 3 до 10 мм при эквивалентном диаметре от 4 до 7 мм. При этом масса зерен менее 3 мм и свыше 10 мм не должна превышать 5 %, содержание зерен слабых пород должно быть не более 10 %, пластинчатой и угловатой форм - 15 %, пылевидных, глинистых и илестых частиц - 1 - 2 %.

Перед изготовлением полимербетона заполнитель должен быть отмыт от загрязнений и высушен. Температура заполнителя при изготовлении должна быть не ниже  $18^\circ\text{C}$ , рекомендуемый диапазон температур -  $30 - 50^\circ\text{C}$ .

**8.24.** В качестве связующего следует применять эпоксидную смолу ЭД-20 или ЭД-16 по [ГОСТ 10587-84](#) с отвердителем полиэтиленполиамином по ТУ 6-02-594-80. Отношение по массе между смолой и отвердителем должно быть 1 : 10, отношение массы заполнителя и связующего должно быть 15 : 1 - 20 : 1. Уточненный расход связующего определяется опытными замесами. Погрешность дозирования компонентов должна быть не более 3 %.

**8.25.** Полимербетонную смесь приготавливают в мешалке до однородной консистенции. При небольшом объеме работ допускается ручное перемешивание.

**8.26.** Для изготовления полимербетонных плит применяют металлические съемные формы (на одну или несколько плит), обеспечивающие заданные размеры плит со скосами в торцах под углом  $45 - 60^\circ$  (см. черт [26](#), узел А). Уплотнение

полимербетона производят на виброплощадках при стандартной частоте и амплитуде или с помощью поверхностных вибраторов. При небольшом объеме работ допускается трамбование полимербетона вручную.

**8.27.** Железобетонные дырчатые плиты изготавливают на заводе, на специально оборудованном участке, а при небольшом объеме - на месте монтажа.

**8.28.** Боковые грани железобетонных плит следует делать наклонными, размеры плит поверху должны быть на 10 - 15 мм менее размеров понизу.

**8.29.** Состав бетона и технология изготовления дырчатых железобетонных плит должны обеспечивать его проектную несущую способность (в том числе и трещиностойкость).

**8.30.** Размеры плит должны соответствовать проектным, допустимые отклонения: по длине и ширине  $\pm 5$  мм, по диаметрам отверстий  $\pm 1 - 2$  мм. Не допускаются раковины диаметром свыше 20 мм, глубиной более 15 мм, местные наплывы высотой более 10 - 15 мм. На поверхности полимербетона не должно быть скоплений связующего диаметром свыше 10 мм.

**8.31.** При устройстве монолитной конструкции дренажа приготовленную полимербетонную смесь укладывают непосредственно в фильтр на опорные железобетонные колосники, играющие роль опалубки, разравнивают и уплотняют. При изготовлении монолитного дренажа уплотнение производят с помощью поверхностного вибратора или вручную трамбовками площадью около 1 дм<sup>2</sup>, массой 2 - 2,5 кг.

**8.32.** Суммарная продолжительность всех операций - от начала перемешивания смолы с отвердителем до окончания уплотнения полимербетона - не должна превышать 20 - 30 мин.

### МОНТАЖ ДРЕНАЖА

**8.33.** Перед монтажом дренажных плит проверяют герметичность фильтра.

**8.34.** Опоры дренажных плит следует выполнять из монолитного или сборного железобетона. По периметру ячейки фильтра устраивают опорную стенку толщиной не менее 50 мм. Верхние грани опорных стенок должны быть в одной горизонтальной плоскости, допустимые отклонения  $\pm 20$  мм.

Перед установкой опорных стенок необходимо принять меры по обеспечению сцепления их с дном фильтра для предотвращения отрыва при промывке (анкеровка дна, промывка, проливка цементным молоком).

**8.35.** Монтаж полимербетонных плит на опорах осуществляют по слою цементного раствора, а в случае повышенной агрессивности к бетону - с помощью эпоксидной мастики.

Монтаж дырчатых железобетонных плит производят по слою цементного раствора (на эпоксидной мастике) с помощью анкеров.

**8.36.** Следует применять цементный раствор состава 1 : 3 на цементе марки не ниже 400. Эпоксидная мастика применяется следующего состава (по мас. ч.):

эпоксидная смола ЭД-20 (ЭД-16) - 10;

отвердитель - полиэтиленполиамин - 1;

кварцевый песок (крупностью 0,25 - 0,5 мм) или цемент - 20 - 30.

**8.37.** Стыки плит замоноличивают свежеприготовленным полимербетоном того же состава, что и в дренажных плитах. Уплотнение полимербетона в стыках производят поверхностным вибратором или вручную трамбовками.

**8.38.** Опорные железобетонные колосники в случае монолитного дренажа укладывают с зазорами 3 - 6 мм на вертикальные стенки по цементному раствору состава 1 : 3. Зазоры между колосниками на опорных стенках заделывают цементным раствором того же состава.

Удерживающие стальные пластины приваривают к анкерам на высоте 50 мм от верха колосников до укладки полимербетона.

**8.39.** По периметру ячейки фильтра после укладки плит делают откос из цементного раствора шириной понижу 40 - 60 мм под углом 45 - 60°.

**8.40.** Твердение полимербетона в стыках должно происходить при температуре не ниже 18 °С в течение 6 - 7 сут.

### Примеры гидравлического расчета дренажа

**8.41.** Скорый фильтр размерами в плане 6,0 × 4,8 м загружен среднезернистым кварцевым песком (0,7 - 1,6 мм) высотой слоя 1,2 м. Расчетная интенсивность промывки - 15 л/ (с · м<sup>2</sup>). Сборный канал выполнен в виде трубы диаметром 0,8 м. Полимербетон изготавливается из гранитного щебня крупностью 3 - 10 мм с эквивалентным диаметром 5 мм.

Требуется произвести расчет дренажа для двух вариантов его конструкции - с полимербетонными и дырчатыми плитами.

#### Пример 1. Полимербетонные плиты.

Расчетный расход воды при промывке

$$Q_{\text{пр}} = 15 \cdot 6 \cdot 4,8 = 432 \text{ л/с};$$

скорость в начале сборного канала при промывке

$$v_{\text{к}} = \frac{0,432}{0,785 \times 0,8^2} = 0,86 \text{ м/с.}$$

Принимаем шаг опорных стенок в осях 0,33 м, тогда число патрубков на входах в каналы будет равно 18. Расход воды через каждый патрубок равен 432/18 = 24,0 л/с, скорость воды в трубке при диаметре 125 мм составит

$$v_{\text{п}} = \frac{24,0}{0,785 \times 0,125^2} = 1,96 \text{ м/с.}$$

Высоту канала принимаем равной 0,35 м, толщину опорных стенок - 0,1 м. Сечение канала (в свету) тогда составляет 0,35 × 0,23 м, а скорость воды в начале канала -

$$v_{\text{к}} = \frac{0,024}{0,35 \times 0,23} = 0,298 \text{ м/с.}$$

Значения рассчитанных скоростей соответствуют требованиям пп. [8.13](#) и [8.14](#).

Потерю напора в трубке  $h_{\text{п}}$  принимаем равной 2,5 м (см. п. [8.15](#)), тогда диаметр отверстия диафрагмы на выходе из патрубка по формуле ([24](#)) составит

$$d_{\text{д}} = 1,13 \left( \frac{1,5 \cdot 33 \cdot 480}{0,6 \sqrt{1960 \cdot 250}} \right)^{1/2} = 8,5 \text{ см}$$

(все расчеты выполнены в см, коэффициент расхода принят равным 0,6).

#### Пример 2. Дырчатые плиты.

Дренажные плиты приняты размерами в плане 595 × 595 мм, с высотой железобетонной части 70 мм.

Принимаем на входе в поддон фильтра 10 патрубков диаметром 175 мм. Расход воды через каждый патрубок составит 43,2 л/с, а скорость -

$$v_n = \frac{0,0432}{0,785 \times 0,0184^2} = 1,62 \text{ м/с.}$$

При высоте поддона 0,35 м скорость в его начале

$$v_{\text{нд}} = \frac{0,0432 \cdot 10}{0,35 \times 6,0} = 0,205 \text{ м/с}$$

( $0,35 \times 6,0$  - сечение поддона).

Потребные потери напора в плитах по формуле (22) составят

$$h_{\text{пл}} = 18,3 \frac{86^2}{1960} - 1,5 \frac{162^2}{1960} = 49 \text{ см}$$

(коэффициент сопротивления патрубка  $\zeta$  принят равным 1,5).

Потери напора во взвешенной загрузке при промывке по формуле (23) равны:

$$h_3 = (2,65 - 1) (1 - 0,4) 1,2 = 1,19 \text{ м.}$$

По п. 8.15 потери напора в плитах при равномерной промывке должны быть не менее  $0,5 \cdot 1,19 = 59,5$  см. Принимаем для дальнейшего расчета значение  $h_{\text{пл}} = 59,5$  см.

Средний диаметр отверстий в плитах определяем по формуле (25), приняв шаг отверстий  $l = 10$  см, показатель степени  $\delta = 1,67$  и коэффициент  $k = 0,59 \text{ с}^2 \cdot \text{см}^{-2,33}$  (см. п. 8.16), коэффициент  $\nu = 0,01 \text{ см}^2/\text{с}$ .

$$d_o = 1,13 \cdot 10 \cdot 1,5 \left( \frac{0,59 \cdot 7 \cdot 0,01^{0,33}}{59,5} \right)^{0,3} = 3,95 \text{ см.}$$

Принимаем диаметр отверстия в верхнем сечении  $d_v = 3,7$  см, тогда диаметр в нижнем сечении равен (см. п. 8.16):

$$d_n = \frac{d_o^2}{d_v} = \frac{3,95^2}{3,7} = 4,2 \text{ см.}$$

## 9. ФИЛЬТРЫ С ПЛАВАЮЩЕЙ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

**9.1.** В настоящем разделе приводятся сведения о конструкции и расчете крупнозернистых напорных и безнапорных фильтров с плавающей пенополистирольной загрузкой (ФПЗ), предназначенных для безреагентного осветления поверхностных вод на технические нужды.

**9.2.** ФПЗ могут быть также применены для осветления и обесцвечивания поверхностных вод в реагентной схеме и для доочистки сточных вод. Наличие в воде минеральных масел, нефтепродуктов и жиров с концентрацией свыше 10 мг/л, а также водорослей более 10 тыс. кл/мл препятствует их нормальной работе.

**9.3.** ФПЗ могут работать как самостоятельные сооружения в одноступенчатых схемах очистки, так и в качестве сооружений предварительного осветления воды в двухступенчатых схемах.

**9.4.** Для технического водоснабжения и доочистки сточных вод может применяться загрузка из свежевспененного полистирола марки ПСВ (после ее отмывки в исходной воде в течение 0,5 - 1 ч). Для питьевого водоснабжения Минздравом СССР разрешено использовать загрузку из вспененного полистирола той же марки после ее 10-часовой отмывки в холодной проточной воде.



## ПЛАВАЮЩАЯ ЗАГРУЗКА И ЕЕ ПРИГОТОВЛЕНИЕ

**9.5.** Плавающая загрузка готовится на местах путем вспенивания гранул полистирола марки ПСВ, выпускаемого в соответствии с ОСТ 6-05-200-83.

**9.6.** Вспениванию подвергаются исходные гранулы полистирола II - IV фракций или дробленые крупные гранулы (диаметром свыше 1,5 мм). Вспенивание производится с помощью горячей воды, пара, горячего воздуха, токов высокой частоты.

При вспенивании гранулы увеличиваются в размере в зависимости от продолжительности и температуры вспенивания.

Техническая характеристика установок для вспенивания представлена в табл. [11](#), размеры получаемых после вспенивания гранул - в табл. [12](#).

Т а б л и ц а 11

Тип установки	Производительность, кг/ч	Мощность электродвигателя, кВт · ч	Время вспенивания, мин	Температура вспенивания, °С	Давление пара, Па	Температура воздуха для сушки, °С
1	40 - 150	3,6	1 - 5	105	3000 - 8000	50 - 60
2	40 - 50	-	3 - 5	98 - 100	-	50 - 70
3	57,6	4,0	1,5 - 4	98 - 100	7000 - 15 000	50 - 60
4	100 - 120	5,5	1,5 - 2	98	4000	-

**Примечание.** Подробные данные о проектировании и изготовлении установок могут быть получены в лаборатории охраны вод ЦНИИКИВР (277012, Кишинев, Комсомольская ул., 30).

**9.7.** После вспенивания гранулы пенополистирола промывают в холодной воде (с целью предотвращения их слипания), просушивают горячим воздухом и транспортируют в бункер готовой продукции.

**9.8.** Характерные параметры гранулометрического состава пенополистирольной загрузки  $d_{10}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{80}$  и  $d_3$  в отличие от тяжелых зернистых материалов следует определять по кривой рассева, построенной не по массе, а по объему каждой  $i$ -й фракции, % к общему объему исследуемой загрузки:

$$d_3 = \frac{100}{\sum \frac{W_i}{d_i}}, \quad (29)$$

где  $W_i$  - объем остатка  $i$ -й фракции пенополистирола на сите калибром  $d_i$ .

**9.9.** Необходимое количество исходного полистирола марки ПСВ для получения требуемого количества плавающей загрузки определяют по формуле

$$W_{\text{нв}} = \frac{W_{\text{вс}}}{0,9K_{\text{вс}}}, \quad (30)$$

где  $W_{\text{вс}}$  - объем плавающей загрузки;

$$K_{\text{вс}} = \left( \frac{d_{\text{вс}}}{d_{\text{нв}}} \right)^3$$

- коэффициент вспенивания, определяемый по табл. [12](#).

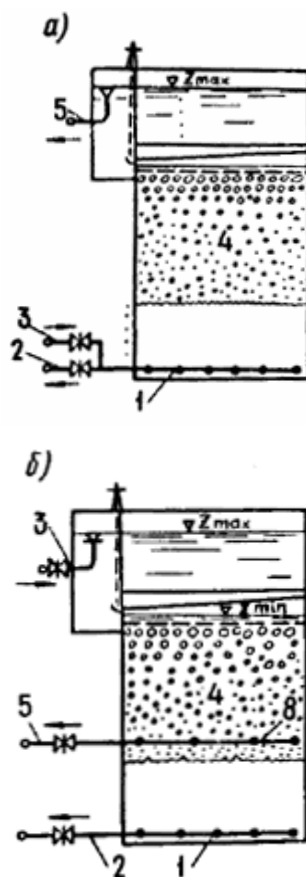
Диаметр гранул до вспенивания, мм	Время вспенивания, мин	Диаметр гранул после вспенивания, мм	
		водой в установке типа 2	паром в установке типа 3
0,4 - 0,9	1	0,6 - 1,2	0,9 - 1,8
	2	0,7 - 1,4	1,0 - 2,1
0,9 - 1,5	2	1,4 - 2,3	1,8 - 3,2
1,5 - 2,5	2	2,3 - 3,8	3,2 - 5,5
2,5 - 3,0	2	4,0 - 6,0	4,8 - 8,0

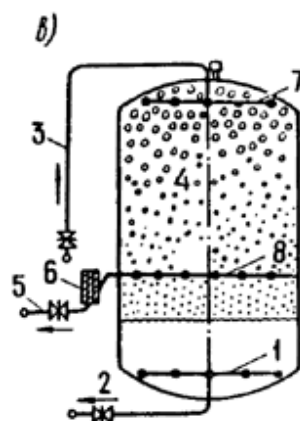
### КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ФИЛЬТРОВ

**9.10.** Для технического водоснабжения рекомендуются фильтры ФПЗ-1 и ФПЗ-4, область применения которых указана в табл. 13.

**9.11.** В фильтре с восходящим фильтрационным потоком ФПЗ-1 (черт. 30, а) исходная вода фильтруется снизу вверх через удерживаемую в затопленном состоянии верхней системой пенополистирольную загрузку, собирается в надфильтровом пространстве и отводится в резервуар чистой воды.

**9.12.** Промывка пенополистирольной загрузки осуществляется нисходящим потоком чистой воды, накопленной в надфильтровом пространстве. Загрузка при этом расширяется на 20 - 30 %, а накопленные в ней загрязнения уносятся в канализацию.





**Черт. 30. Фильтры с плавающей пенополистирольной загрузкой**

*a* - ФПЗ-1; *б* - ФПЗ-4; *в* - ФПЗ-4н (ФПЗ-3,4-150); 1 - нижняя сборно-распределительная система; 2 - отвод промывочной воды; 3 - подача исходной воды; 4 - пенополистирольная загрузка; 5 - отвод фильтрата; 6 - уловитель пенополистирола; 7 - верхняя распределительная система; 8 - средний дренаж

**9.13.** В фильтрах ФПЗ-4 и ФПЗ-4н с нисходящим фильтрационным потоком (черт. [30](#), *б*, *в*) используется более неоднородная загрузка. Исходная вода фильтруется в направлении убывающей крупности гранул и собирается средней дренажной системой, расположенной в толще загрузки с гранулами диаметром 0,8 - 1,5 мм.

**9.14.** Когда потери напора на фильтре достигнут заданной величины (1,5 - 2,0 м в безнапорных фильтрах и 6 - 10 м - в напорных), задвижку на трубопроводе подачи исходной воды закрывают, а задвижку на трубопроводе отвода промывочной воды открывают. Промывка загрузки происходит так же, как в фильтрах ФПЗ-1 (исходной водой).

При концентрации взвеси в исходной воде свыше 150 мг/л рекомендуется после сбрасывания уровня воды в надфильтровом пространстве на 0,5 м подавать в него отфильтрованную воду в количестве, необходимом для промывки загрузки чистой водой в течение 2 мин.

**9.15.** В напорных фильтрах ФПЗ-4н, имеющих заводскую марку ФПЗ-3,4-150 (см. черт. [30](#), *в*), подача исходной воды и ее распределение по площади фильтра осуществляются с помощью дырчатых труб с отверстиями диаметром 10 мм, перекрытых сеткой с ячейками размером 0,5 мм.

**9.16.** Для промывки средних дренажных систем предусмотрены патрубки, смонтированные после задвижки на трубопроводе отвода фильтрата.

**9.17.** Нижние системы фильтров ФПЗ-1 и ФПЗ-4 изготовляют из асбестоцементных дырчатых труб.

**9.18.** Верхние системы безнапорных фильтров изготовляют в виде перекрытия из полутруб или бетонных балок, уложенных с зазорами между ними, равными 5 мм, присыпанных слоем отмытого гравия диаметром зерен 25 - 40 мм на толщину до 0,2 м.

## РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФИЛЬТРОВ

**9.19.** Основные параметры работы фильтров типа ФПЗ для технического водоснабжения приведены в табл. [13](#).

Таблица 13

Фильтр	Максимальное содержание взвеси в исходной воде, мг/л	Скорость фильтрования, м/ч, при режиме работы		Минимальная продолжительность фильтроцикла, ч	Предельные потери напора за фильтроцикл, м
		нормально м	форсированно м		
ФПЗ-1 (с восходящим фильтрационным потоком) безнапорный	200	10	12	8	2,5
ФПЗ-4 (с нисходящим фильтрационным потоком) безнапорный	500	5 - 6	6 - 7	12	2,0
ФПЗ-4н (ФПЗ-3,4-150) (с нисходящим фильтрационным потоком) напорный	500	5 - 6	6 - 7	12	6 - 10

Примечание. Эффективность безреагентного осветления воды составляет примерно 60 - 80 % и зависит от дисперсности и устойчивости взвеси в исходной воде.

**9.20.** Гранулометрический состав загрузки и параметры ее промывки следует определять по табл. 14.

Таблица 14

Фильтр	Диаметр гранул загрузки, мм	Толщина загрузки, м	Интенсивность промывки, л/(с · м <sup>2</sup> )	Продолжительность промывки, мин	Относительное расширение загрузки, %
ФПЗ-1	0,8 - 1,5	2,0	12 - 10	4 - 5	20 - 30
ФПЗ-4	0,5 - 2,0	1,6	12 - 15	5 - 6	15 - 25
ФПЗ-4н (ФПЗ-3,4-150)	2,0 - 4,0	0,4			

**9.21.** Суммарную площадь фильтров следует определять в соответствии с указаниями [СНиП 2.04.02-84](#).

**9.22.** Число фильтров на станции надлежит назначать с учетом того, чтобы при выключении одного фильтра (или секции) на промывку скорости фильтрования увеличивались не более чем на 15 - 20 %.

**9.23.** Общую высоту фильтра  $H_{\phi}$ , м, определяют по формуле

$$H_{\phi} = \Delta H + H_0 + D_{\kappa} + H_3 (1 + a_3) + H_{ав}, \quad (31)$$

где  $\Delta H$  - превышение стенки корпуса фильтра над максимальным уровнем воды в нем, равное 0,2 м;

$H_0$  - высота слоя воды в надфильтровом пространстве, м;

$D_{\kappa}$  - диаметр коллектора нижней сборно-распределительной системы, м;

$H_3, a_3$  - соответственно толщина слоя загрузки в плотном состоянии и величина его относительного расширения при промывке, м;

$H_{ав} \geq 0,2$  м - расстояние между нижней границей расширенного слоя загрузки и коллектором нижней дренажной системы.

**9.24.** Нижнюю сборно-распределительную систему (НСРС) фильтров проектируют в виде центрального или бокового коллектора с ответвлением из перфорированных пластмассовых или асбестоцементных труб, имеющих круглые отверстия  $d_0 = 10$  мм, направленные вниз под углом  $45^\circ$  к вертикальной плоскости, проходящей через оси трубы, либо из бетонных или полимерных блоков размерами в плане  $0,6 \times 0,6$  м и с углом наклона рабочей плоскости  $30^\circ$ . Блоки укладывают на лотки переменного сечения.

**9.25.** Диаметр коллектора НСРС следует определять исходя из скорости воды при промывке, равной 1,5 - 2,2 м/с.

**9.26.** Суммарную площадь отверстий  $\omega_0$ , м, в ответвлениях НСРС определяют в зависимости от условий промывки.

При постоянном уровне воды в надфильтровом пространстве во время промывки площадь отверстий определяют по формуле

$$\omega_0 = \frac{W_{\text{пр}} f_0 \cdot 10^{-3}}{\mu \sqrt{2gh_1}} ; \quad (32)$$

при переменном уровне в общем надфильтровом пространстве фильтров ФПЗ-1 - по формуле

$$\omega_0 = \frac{f_0 N_c}{30 \tau_{\text{пр}} \sqrt{2g}} (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2}) , \quad (33)$$

где  $W_{\text{пр}}$  - интенсивность промывки, л/ (с · м<sup>2</sup>);

$f_0$  - площадь одной секции фильтра, м<sup>2</sup>;

$\mu$  - коэффициент расхода в отверстиях, принимаемый равным 0,6;

$h_1$  - напор воды над осью коллектора в начале промывки, м;

$N_c$  - число секций фильтров;

$\tau_{\text{пр}}$  - продолжительность промывки, мин;

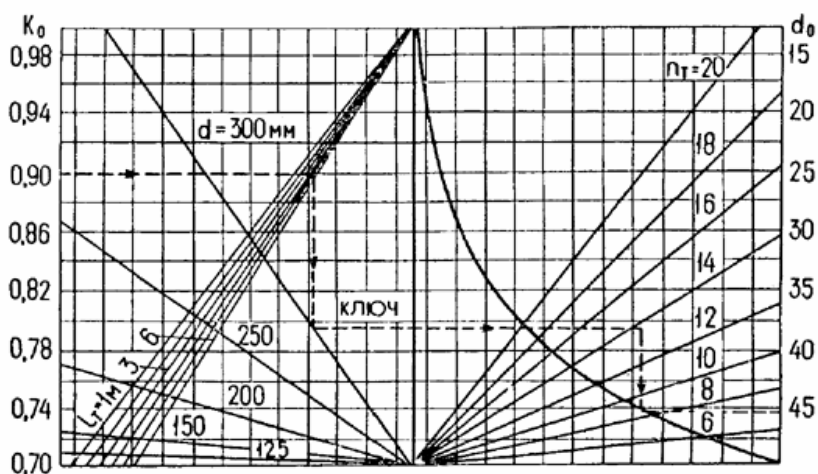
$h_2$  - напор воды над осью коллектора в конце промывки с учетом потерь напора в загрузке и нижней сборной системе, м.

**9.27.** Длину дырчатых труб ответвлений  $l_T$  назначают конструктивно в зависимости от места расположения сборного коллектора, его диаметра, способа присоединения к нему труб и размеров фильтра в плане.

Число труб принимают, исходя из максимального расстояния между ними в плане, равного 0,5 м.

**9.28.** Диаметр дырчатых труб определяют по удельному промывному расходу и скорости движения воды в них, принимаемой 1,5 - 2,5 м/с.

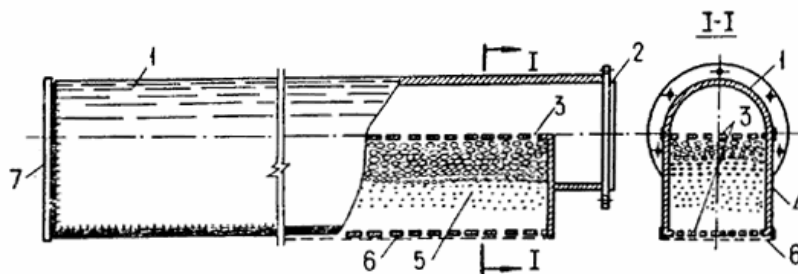
**9.29.** После предварительного расчета, приняв значение коэффициента неравномерности расходов 0,90 - 0,95, по черт. 31 уточняют длину и диаметр дырчатых труб, а также определяют диаметр и число отверстий в них.



**Черт. 31. Номограммы для расчета нижней сборно-распределительной системы (НСРС)**

$d$  - диаметр дырчатых труб, мм;  $l_T$  - длина дырчатых труб, м;  $n_T$  - число отверстий в трубе;  $d_0$  - диаметр отверстий, мм;  $K_0$  - коэффициент неравномерности расходов

**9.30.** Средняя дренажная система (СДС) в фильтрах ФПЗ-4 служит для забора очищенной воды из толщи зернистого слоя и состоит из сборного коллектора и дренажных кассет (черт. 32).



**Черт. 32. Конструкция среднего дренажа ФПЗ-4 (ФПЗ-4н)**

1 - труба; 2 - фланец; 3 - решетка с дырчатой ( $d_0 - 5 - 6$  мм) или щелевой перфорацией ( $4 \times 160$  мм); 4 - боковые стенки; 5 - гранулы полистирола (три слоя 6 - 8, 3 - 5 и 1 - 2 мм); 6 - сетка; 7 - заглушка

Требуемую площадь поперечного сечения трубы средней дренажной системы  $F_{\text{ср.др}}$ , м<sup>2</sup>, определяют по формуле

$$F_{\text{ср.др}} = \frac{v_{\text{н.р}} l L_{\text{др}}}{v_2 \cdot 3600}, \quad (34)$$

где  $v_{\text{н.р}}$  - скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч;

$l$  - расстояние между осями труб, принимаемое 1,0 - 1,5 м;

$L_{\text{др}}$  - длина дренажной трубы, м;

$v_2$  - скорость движения воды в дренажной трубе, равная 1 м/с.

**9.31.** Ширину водоприемной поверхности дренажной трубы  $B_{\text{ср.др}}$ , м, определяют по формуле

$$B_{\text{ср.др}} = \frac{l v_{\text{н.р}}}{m_{\text{п}} \mu \sqrt{2gh_{\text{др}}} \cdot 3600}, \quad (35)$$

где  $m_{\text{п}}$  - скважность водоприемной поверхности, принимаемая равной 20 % ее площади;

$h_{\text{др}}$  - напор воды, м, над водоприемной поверхностью среднего дренажа в начале фильтроцикла, определяемый по формуле

$$h_{\text{др}} = H_{\text{ср.др}} - h_{\text{в.с}} - h_3, \quad (36)$$

где  $H_{\text{ср.др}}$  - расстояние от максимального уровня воды до среднего дренажа;

$h_{\text{в.с}}$  - потери напора в верхней системе с учетом ее возможного частичного заилиения к концу фильтроцикла ( $h_{\text{в.с}} = 0,5$  м);

$h_3$  - потери напора в загрузке к концу фильтроцикла.

**9.32.** Верхняя сборно-распределительная система (ВСРС) служит для предотвращения всплытия полистирола в надфильтровое пространство и равномерного распределения воды по площади фильтра. Она выполняется в виде решеток или гидрозатвора из полимерных полутруб, присыпанных слоем гравия толщиной 0,2 м и диаметром зерен 20 - 30 мм. В отдельных случаях можно устраивать монолитное перекрытие с фильтрующими трубчатыми гильзами или кассетами.

Для обеспечения равномерного распределения воды на площади фильтра в период его промывки потери напора в ВСРС должны быть не менее 0,2 м.

**9.33.** Элементы ВСРС должны быть изготовлены из антикоррозионных материалов и рассчитаны на выталкивающее давление за счет силы Архимеда с учетом веса загрузки и напора над загрузкой.



## 10. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД С ПЛАВУЧИМ ВОДОЗАБОРОМ-ОСВЕТИТЕЛЕМ

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

**10.1.** Сооружения предназначены для осветления высокомутных вод поверхностных источников с содержанием взвеси от 1500 до 20000 мг/л. Цветность обрабатываемой воды - до 120 град.

При содержании взвешенных веществ свыше 20 тыс. мг/л производительность плавучего осветлителя следует уменьшать до 30 %.

**10.2.** Рассматриваемый комплекс сооружений рекомендуется применять при производительности ориентировочно до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Допустимая производительность сооружений проверяется расчетом в соответствии с указаниями п. [10.8](#) в зависимости от условий водозабора.

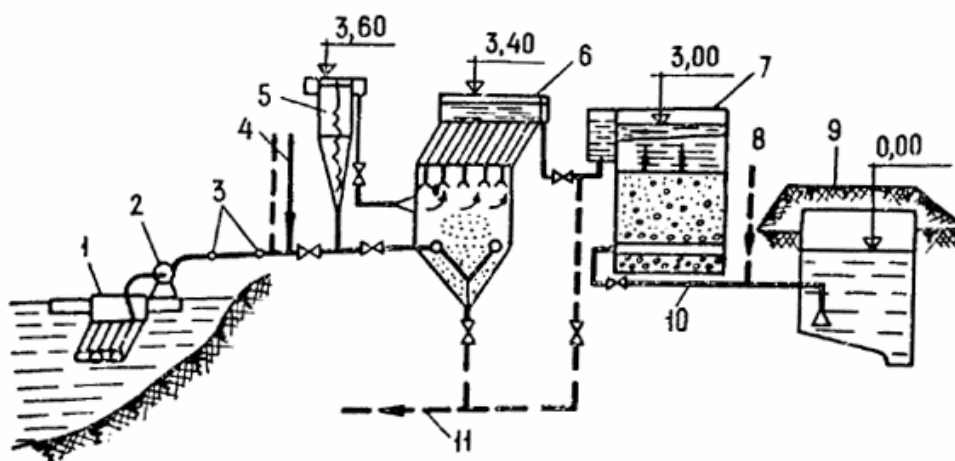
### СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

**10.3.** Сооружения (черт. [33](#)) состоят из плавучего осветлителя, плавучей насосной станции и береговых сооружений, включающих тонкослойные осветлители (системы АзНИИВП-2) и скорые фильтры, а также другие элементы, обычно входящие в состав водоочистных сооружений, такие как реагентное хозяйство, хлораторные, резервуары чистой воды, насосные установки (второго подъема и для промывки фильтров), лабораторные помещения, мастерские и т.п.

**10.4.** В настоящем Пособии рассматриваются вопросы проектирования только специфических сооружений, предназначенных для осветления высокомутных вод. Проектирование остальных сооружений следует производить на общих основаниях.

**10.5.** Водозаборное сооружение позволяет выделить из воды значительную часть взвеси (до 30 - 50 %), в основном крупные ее фракции, что облегчает условия работы береговых сооружений для осветления воды и для обработки сбросных вод и осадков. Благодаря малой скорости входа воды в водозаборное сооружение удается избежать попадания в него рыбы.

В отличие от применяемой в настоящее время схемы очистки воды с радиальными отстойниками, оборудованными скребками, в данной схеме нет сооружений с движущимися частями, что упрощает их устройство и эксплуатацию.



**Черт. 33. Сооружения для очистки высокомутных вод с плавучим водозабором-осветлителем**

1 - плавучий водозабор-осветлитель; 2 - плавучая насосная станция; 3 - трубопровод с шарнирным соединением; 4 - подача первичного хлора и реагентов; 5 - вихревой смеситель; 6 - тонкослойный осветлитель системы АзНИИВП-2; 7 - скорый фильтр; 8 - вторичное хлорирование; 9 - резервуар чистой

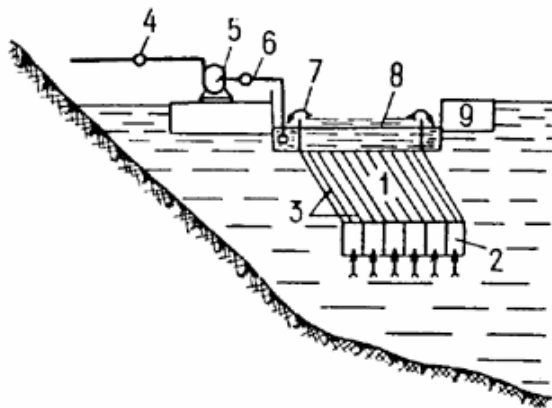


воды; 10 - трубопровод для подачи чистой воды для промывки фильтров; 11 - трубопровод для удаления осадка из тонкослойного осветлителя и скорого фильтра

**10.6.** Несмотря на высокую эффективность выделения взвеси в водозаборе-осветлителе, на береговые сооружения может поступать вода со значительным содержанием взвеси (5 - 10 тыс. мг/л и более). В связи с этим было разработано специальное сооружение - тонкослойный осветлитель системы АзНИИВП-2, способный воспринимать указанные нагрузки и обеспечивать достаточно высокий эффект очистки воды. Для полной очистки должны быть использованы фильтры, имеющие грязеемкую загрузку, выполненную из таких фильтрующих материалов, как дробленые цеолиты, керамзит, гранодиорит и т.п.

### ПЛАВУЧИЙ ВОДОЗАБОР-ОСВЕТИТЕЛЬ

**10.7.** Плавающий водозабор-осветлитель (черт. 34) представляет собой прямоугольную в плане емкость без донной осадочной части, оборудованную наклонными тонкослойными элементами в виде пакета трубок или пластин (полок).



**Черт. 34. Плавающий водозабор-осветлитель**

1 - обойма тонкослойных элементов; 2 - ячеистая решетка; 3 - тонкослойные элементы; 4 - шарнирное соединительное устройство; 5 - плавучая насосная станция; 6 - гибкое соединительное устройство; 7 - карман сбора осветленной воды; 8 - желоба для сбора осветленной воды; 9 - понтон

В донной части осветлителя к кромкам тонкослойных каналов прикреплены вертикальные поперечные и продольные перегородки, образующие ячеистые блоки (решетки). Плавающий осветлитель снабжен желобами для сбора осветленной воды, из которых она поступает в сборный карман, соединенный с помощью гибкой трубы или шарнирного устройства со всасывающими линиями плавучей насосной станции. Тонкослойный водозабор-осветлитель удерживается на плаву благодаря понтону.

**10.8.** Предельно допустимая производительность плавающего осветлителя определяется исходя из следующего соотношения, отвечающего действующим правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами:

$$\frac{(C_3 - C_0)100}{C_0} \leq 5\%, \quad (37)$$

при этом

$$C_3 = \frac{C_0 Q_0 - C_{\text{осв}} Q_{\text{осв}}}{Q_0 - Q_{\text{осв}}}, \quad (38)$$

где  $C_3$  - концентрация взвеси в водоисточнике после водозабора, г/м<sup>3</sup>;  
 $C_0$  - концентрация взвеси в водоисточнике, г/м<sup>3</sup>;  
 $Q_0$  - расход воды в водоисточнике, м<sup>3</sup>/с;

$C_{\text{осв}}$  - концентрация взвеси в воде, забираемой водозабором, г/м<sup>3</sup>;

$Q_{\text{осв}}$  - количество воды, забираемой из водоисточника, м<sup>3</sup>/с.

Для расчетов величину  $C_{\text{осв}}$  следует принимать равной 30 - 50 %  $C_0$ . Концентрации следует выражать в г/м<sup>3</sup>, а расходы - в м<sup>3</sup>/с.

**10.9.** Площадь плавучего осветлителя  $F$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F = \beta \frac{Q}{3,6v_{\text{кр}} \cos \alpha}, \quad (39)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий толщину тонкослойных элементов;  $\beta = 1,1 - 1,4$  в зависимости от толщины стенок тонкослойных каналов;

$Q$  - производительность плавучего осветлителя, м<sup>3</sup>/ч;

$\alpha$  - угол наклона тонкослойных каналов, 45 - 60°;

$v_{\text{кр}}$  - критическая скорость движения потока в наклонных каналах, мм/с:

$$v_{\text{кр}} = k u_0, \quad (40)$$

где  $k$  - коэффициент, равный 40 - 60;

$u_0$  - скорость выпадения взвеси, принимаемая 0,12 - 0,15 мм/с (в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#)).

**10.10.** При расчете тонкослойных элементов следует исходить из условий:

$$\frac{l}{H} \text{ принимается равным } 15 - 20;$$

$$\text{Re} = \frac{v_{\text{кр}} H}{\nu} \leq 500, \quad (41)$$

где  $l, H$  - соответственно длина и высота наклонных элементов, мм;

$\text{Re}$  - число Рейнольдса;

$\nu$  - кинематическая вязкость воды, зависящая от ее температуры, мм<sup>2</sup>/с.

Высоту  $H$  следует принимать равной 4 - 10 мм (предпочтительно 6 - 8 мм).

**10.11.** Устанавливаемая в нижней части водозабора-осветлителя крупноячеистая решетка имеет прозоры 30 × 30 см и высоту 25 - 30 см.

Решетка предохраняет тонкослойные каналы и выравнивает поток воды перед входом в них. Расстояние от низа решетки до дна водоема в месте водозабора должно быть не менее 120 см.

**10.12.** Сбор осветленной воды целесообразно осуществлять посредством желобов с треугольными водосливами с углом  $\alpha = 90^\circ$ . Расстояние между осями желобов  $l_{\text{ж}} = 2,5 - 3,0$  м. Поперечное сечение одного желоба  $F_{\text{ж}}$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F_{\text{ж}} = \frac{Q}{n_{\text{ж}} v_{\text{ж}}}, \quad (42)$$

где  $Q$  - расход воды, подаваемой плавучим водозабором-осветлителем, м<sup>3</sup>/с;

$n_{\text{ж}}$  - число желобов;

$v_{\text{ж}}$  - скорость движения воды на выходе из желобов, равная 0,5 - 0,6 м/с.

Для водозаборов малой производительности (до 10 - 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут) сбор осветленной воды может осуществляться периферийными или радиальными желобами. Для равномерного сбора воды желобами расстояние между верхом тонкослойных элементов и низом треугольных вырезов водосливов в желобах должно быть равным 35 - 50 см.

**10.13.** Разность отметок уровней воды в водоисточнике и в сборном кармане составляет 5 - 10 см.

**10.14.** Конструкция понтона плавучего водозабора-отстойника должна обеспечивать устойчивость сооружения. При расчете понтона следует учитывать гидроморфологический режим потока, волновые колебания и т.п.

### ТОНКОСЛОЙНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ СИСТЕМЫ АЗНИИВП-2

**10.15.** Тонкослойный осветитель системы АЗНИИВП-2 (черт. 35) представляет собой прямоугольный или круглый в плане резервуар с боковым подводным патрубком-диффузором, зоной хлопьеобразования, зоной осветления, содержащей пакеты плоских наклонных параллельных пластин или трубчатых элементов, установленных под углом 45 - 60° к горизонтали, желобами для рассредоточенного отвода осветленной воды.

В зоне хлопьеобразования установлена решетка из стандартных уголков с вертикальными направляющими пластинками, перпендикулярными оси входного потока. Угольковые элементы расположены на равном расстоянии один от другого по всему сечению зоны.

Для сбора осадка предназначена осадочная часть резервуара, из которой осадок отводят в водосток или систему обработки осадка.

Осадочная часть оборудуется напорным трубопроводом с наклонными насадками для непрерывного или периодического размыва шлама в осадочной части осветлителя.

Особенность диффузорного подвода воды состоит в том, что часть взвеси из поступающей воды сразу выпадает в осадок и лишь оставшаяся взвесь выделяется в зоне осветления. Благодаря этому сооружение может работать при больших грязевых нагрузках.

**10.16.** Площадь осветлителя следует определять исходя из удельной нагрузки 8 - 12 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> рабочей площади.

**10.17.** Общая высота осветлителя является суммой высот отдельных элементов, показанных на черт. 35. Обычно она равна 5 - 6 м.

**10.18.** Нижняя часть осветлителя имеет наклонные стенки под углом до 45° к горизонтали. Для осветлителей площадью свыше 20 м<sup>2</sup> целесообразно предусматривать угол наклона стенок 15 - 20°, но при этом следует проектировать напорную систему гидравлического смыва осадка.

**10.19.** Высота конической части  $H_1$ , м, определяется по формуле

$$H_1 = \operatorname{tg} \alpha_k (B - d_1), \quad (43)$$

где  $\alpha_k$  - угол наклона стенки к горизонтальной плоскости, град;

$B$  - ширина осветлителя, м;

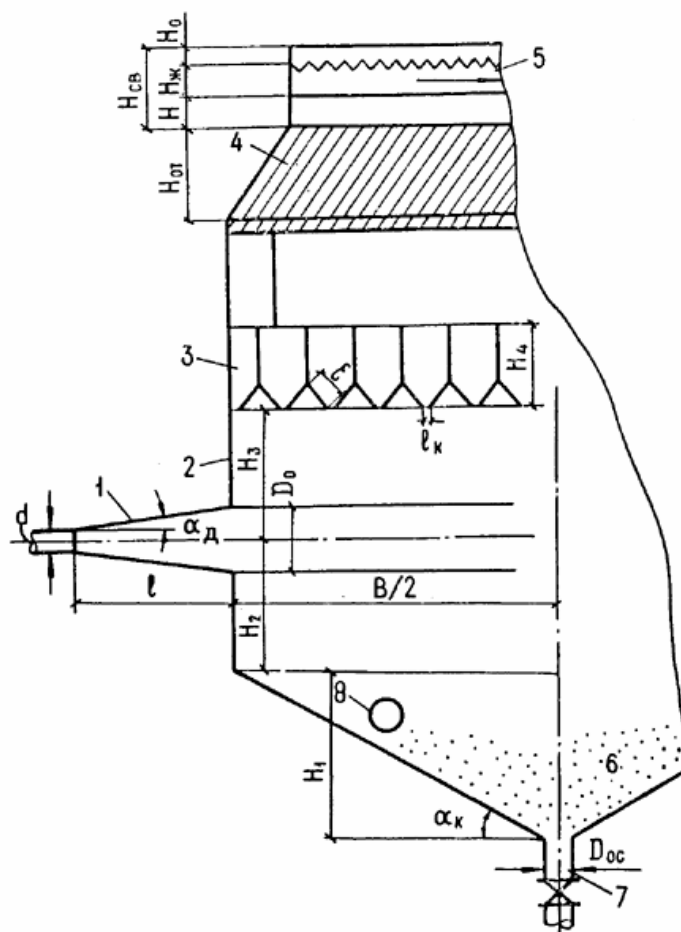
$d_1$  - диаметр сбросной трубы, м.

Высота от конической части до оси диффузора  $H_2$ , м, равна:

$$H_2 \geq 0,5 \operatorname{tg} \alpha_d B + \frac{D_0}{2}, \quad (44)$$

где  $\alpha_d$  - угол раскрытия диффузора, равный 8 - 14°;

$D_0$  - диаметр выходного участка диффузора, м.



**Черт. 35. Тонкослойный осветлитель системы АзНИИВП-2**

1 - диффузор для подвода обрабатываемой воды; 2 - корпус; 3 - уголковая решетка; 4 - тонкослойные элементы; 5 - желоб для сбора осветленной воды; 6 - осадочная часть; 7 - патрубок для отвода осадка; 8 - трубчатая напорная система для гидросмыва осадка

**10.20.** Диаметр подводящего трубопровода  $d$  к диффузору следует определять при скорости потока в нем, равной 1,2 м/с. Расстояние между диффузорами 2,5 - 3 м. Длина диффузора  $l$  определяется отношением  $\frac{l}{d} = 4 - 6$ . Диаметр выходного участка диффузора  $D_0$ , м, следует определять по формуле

$$D_0 = d + 2 l_1 \operatorname{tg} \alpha_d \quad (45)$$

**10.21.** Высота от оси диффузора до уголковой решетки  $H_3$ , м, равна:

$$H_3 = \frac{D_0}{2} + k_1 B + 0,5 \operatorname{tg} \alpha_d B \quad (46)$$

где  $k_1$  - коэффициент, равный 0,07 - 0,15.

**10.22.** Высота уголковой решетки  $H_4$ , м, определяется по формуле

$$H_4 = 0,56 k_2 D_0 + 0,71 \epsilon \quad (47)$$

где  $k_2$  - коэффициент, равный 1,2 - 1,5;

$\epsilon$  - конструктивный размер уголков - 100 - 200 мм.

Расстояние между кромками уголков определяют по формуле

$$l_k = \frac{B}{n} - 1,41 \epsilon \quad (48)$$

**10.23.** Расчетно-конструктивные параметры тонкослойных каналов и систему отводящих желобов следует определять из условий, приведенных выше для плавучего отстойника. Скорость выпадения взвеси при этом следует принимать 0,5 - 0,6 мм/с, а значение коэффициента  $k$  в формуле (40) равным 5 - 8.

Общая потеря напора в осветлителе системы АзНИИВП-2 составляет 20 - 25 см.

**10.24.** Сброс осадка следует предусматривать без выключения осветлителя. Период работы между сбросами осадка и среднюю концентрацию уплотненного осадка следует определять в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#).

## **11. УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕТОДОМ ВОДОВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Следует применять в экспериментальном порядке.

### **СУЩНОСТЬ МЕТОДА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**11.1.** Метод водовоздушного фильтрования относится к безреагентным методам обезжелезивания подземных вод, при которых окисление железа, находящегося в бикарбонатной форме, происходит с помощью кислорода воздуха.

**11.2.** При применении данного метода водовоздушную смесь фильтруют на напорной установке через незатопленную зернистую загрузку.

Одновременно с обезжелезиванием воды происходит удаление растворенных в ней газов (углекислого, сероводорода и др.).

**11.3.** Целесообразность использования данного метода устанавливают на основании данных, полученных в результате пробного обезжелезивания, проведенного непосредственно у источника водоснабжения (см. пп. [11.18](#) - [11.20](#)).

Для предварительного выбора метода качество исходной воды должно соответствовать следующим показателям: содержание бикарбонатного железа (общего) - не более 5 мг/л, в том числе двухвалентного - не менее 80 %; углекислого газа - не более 80 мг/л, сероводорода не более 3 мг/л; рН - не менее 6,5; щелочность свыше  $1 + \text{Fe}^{2+}$

28, мг-экв/л; перманганатная окисляемость не более  $(0,15 \text{Fe}^{2+} + 5)$  мг/л  $\text{O}_2$ .

**11.4.** Применение настоящей технологии целесообразно главным образом для небольших установок производительностью до 2 - 3 тыс. м<sup>3</sup>/сут, большей производительностью - при наличии технико-экономических обоснований.

**11.5.** Особенности метода являются высокая грязеемкость фильтрующей загрузки и отсутствие обратной промывки, а также возможность использования для загрузки различных материалов. При этом продолжительность фильтроцикла составляет несколько месяцев и зависит от содержания железа в исходной воде, скорости фильтрования и параметров загрузки.

В качестве фильтрующей загрузки могут использоваться кварцевый песок, дробленый керамзит, кирпич, антрацит, гравий и др.

В хозяйственно-питьевом водоснабжении на применяемую фильтрующую загрузку необходимо иметь разрешение Минздрава союзной республики.

Время зарядки фильтрующей загрузки незначительно и составляет 1 - 10 ч, после чего обеспечивается стабильная работа установки в течение всего фильтроцикла.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА И СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ**

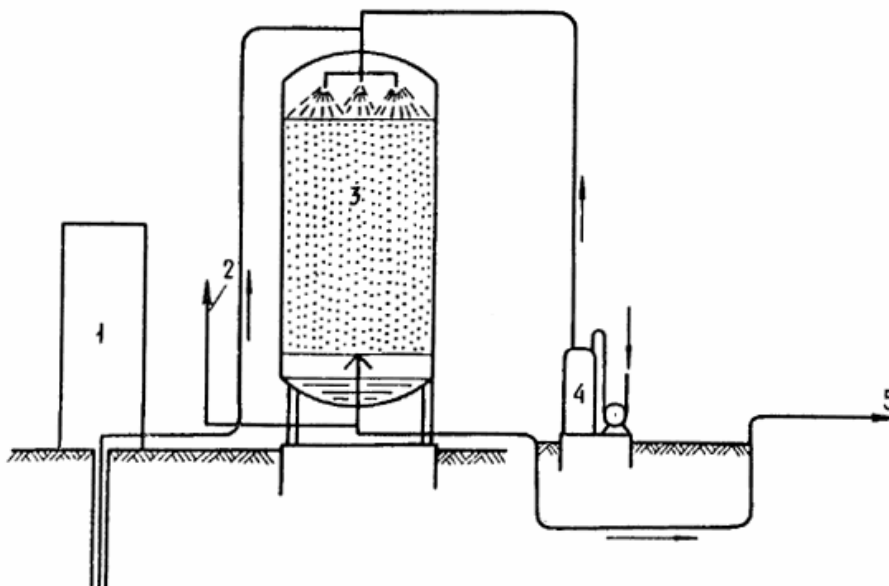
**11.6.** В состав установки входят напорные фильтры, компрессоры или воздуходувные агрегаты, а также необходимые подсобно-вспомогательные помещения в соответствии с действующими нормативами.

**11.7.** Процесс обезжелезивания осуществляется по следующей схеме (см. черт. [36](#)):

исходная вода от скважин подается в смеситель с разбрызгивателем, находящийся в верхней части напорного фильтра, туда же подается сжатый воздух от компрессоров или воздуходувные агрегаты;

в смесителе вода перемешивается с воздухом, равномерно распределяясь по поверхности фильтрующей загрузки, затем фильтруется.

После фильтрации вода отводится к потребителям, а воздух сбрасывается в атмосферу.



**Черт. 36. Принципиальная схема обезжелезивания воды методом водовоздушного фильтрации**

1 - скважина; 2 - сброс воздуха; 3 - напорный фильтр; 4 - компрессор; 5 - подача воды потребителю

### **РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СООРУЖЕНИЙ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

**11.8.** Площадь фильтров  $F$ ,  $m^2$ , определяют по формуле

$$F = \frac{Q}{Tv}, \quad (49)$$

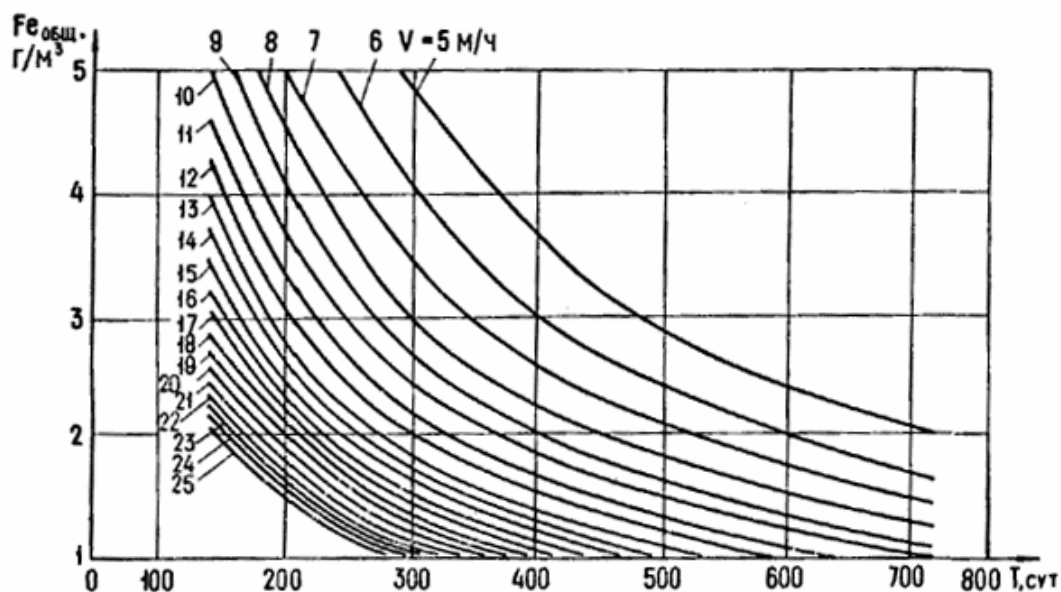
где  $Q$  - производительность установки,  $m^3/сут$ ;

$T$  - продолжительность работы установки, принимаемая не более 22 ч с учетом указаний п. [11.17](#);

$v$  - принятая скорость фильтрации,  $m/ч$ .

Скорость фильтрации принимают 6 - 20  $m/ч$  с учетом содержания железа в исходной воде и продолжительности фильтроцикла в соответствии с номограммой (черт. [37](#)).

**11.9.** Число фильтров должно быть не менее двух. Один фильтр допускается для установок производительностью до  $1000 m^3/сут$ .



**Черт. 37. Номограмма зависимости продолжительности фильтроцикла от исходного содержания железа и скорости фильтрации**

**11.10.** Для климатических районов с расчетной зимней температурой воздуха не ниже минус  $30^{\circ}C$  допускается размещение фильтров вне здания.

**11.11.** Конструктивно фильтр состоит из металлического корпуса, в верхней части которого расположены смеситель и разбрызгивающее устройство, в нижней части — решетка для поддержания загрузки в незатопленном состоянии; под решеткой установлен поплавковый стабилизатор уровня воды. Из нижней части корпуса фильтра выведены водоотводящий и воздухоотводящий трубопроводы.

*Примечание.* Чертежи фильтра и стабилизатора уровня разработаны ЦНИИЭП инженерного оборудования.

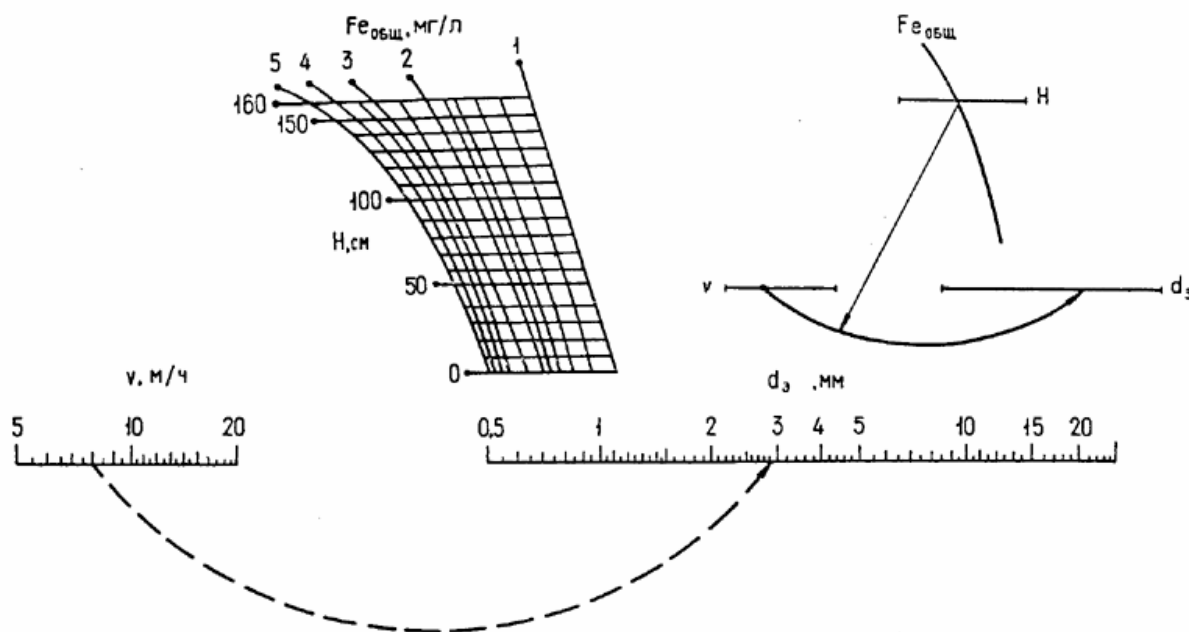
Для разбрызгивания воды могут применяться оросители пенные дренчерные ОПД-3 и ОПД-3,5.

**11.12.** Высота фильтрующей загрузки принимается равной 1,6 м. Допускается увеличение высоты загрузки до 2 м исходя из конструктивных возможностей фильтров.

**11.13.** Гранулометрический состав загрузки принимается с учетом содержания железа в исходной воде и принятой скорости фильтрации (по черт. 38).

Для увеличения грязеемкости загрузка принимается с убывающей крупностью фракций (в направлении сверху вниз). При этом рекомендуется разделять общую высоту загрузки на 3 - 4 слоя различной крупности.





**Черт. 38. Номограмма для определения эквивалентного диаметра зерен загрузки**

$Fe_{общ}$  - исходное содержание железа в воде;  $H$  - ордината поля центров по высоте слоя загрузки;  $v$  - шкала скорости фильтрации;  $d_3$  - шкала эквивалентного диаметра зерен загрузки

На черт. 38 приведен пример определения оптимальной крупности загрузки  $d_3$  для слоя толщиной 1,0 м при исходном содержании железа в воде 4 мг/л, скорости фильтрации 8 м/ч;  $d_3$  составил 2,9 мм.

**11.14.** Производительность компрессоров или воздуходувных агрегатов определяется из необходимости обеспечения отношения количества подаваемого воздуха к количеству обрабатываемой воды 3 : 1, а необходимый напор рассчитывается исходя из необходимого давления воды после фильтров в зависимости от принятой схемы водоснабжения объекта (с одним подъемом, с двумя подъемами, с резервуарами, водонапорной башней и т.д.).

**11.15.** В составе установки необходимо предусматривать один резервный компрессор (воздуходувный агрегат).

**11.16.** Фильтры следует выключать на регенерацию при достижении предельной потери напора 10 - 12 м. Регенерацию фильтрующей загрузки следует производить 10 %-ным раствором соляной кислоты в течение 24 ч с последующей промывкой водой. Вместо регенерации допускается замена отработанной загрузки новым фильтрующим материалом.

**11.17.** При круглосуточной эксплуатации установок необходимо через каждые 22 ч производить продувку фильтров воздухом в течение 2 ч, на этот период подача воды прекращается.

Перед пуском фильтра в эксплуатацию производится обеззараживание загрузки хлорной известью (хлорной водой) при концентрации хлора 50 мг/л и времени контакта 24 ч. Затем следует промывка фильтра водой.

### МЕТОДИКА ПРОБНОГО ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

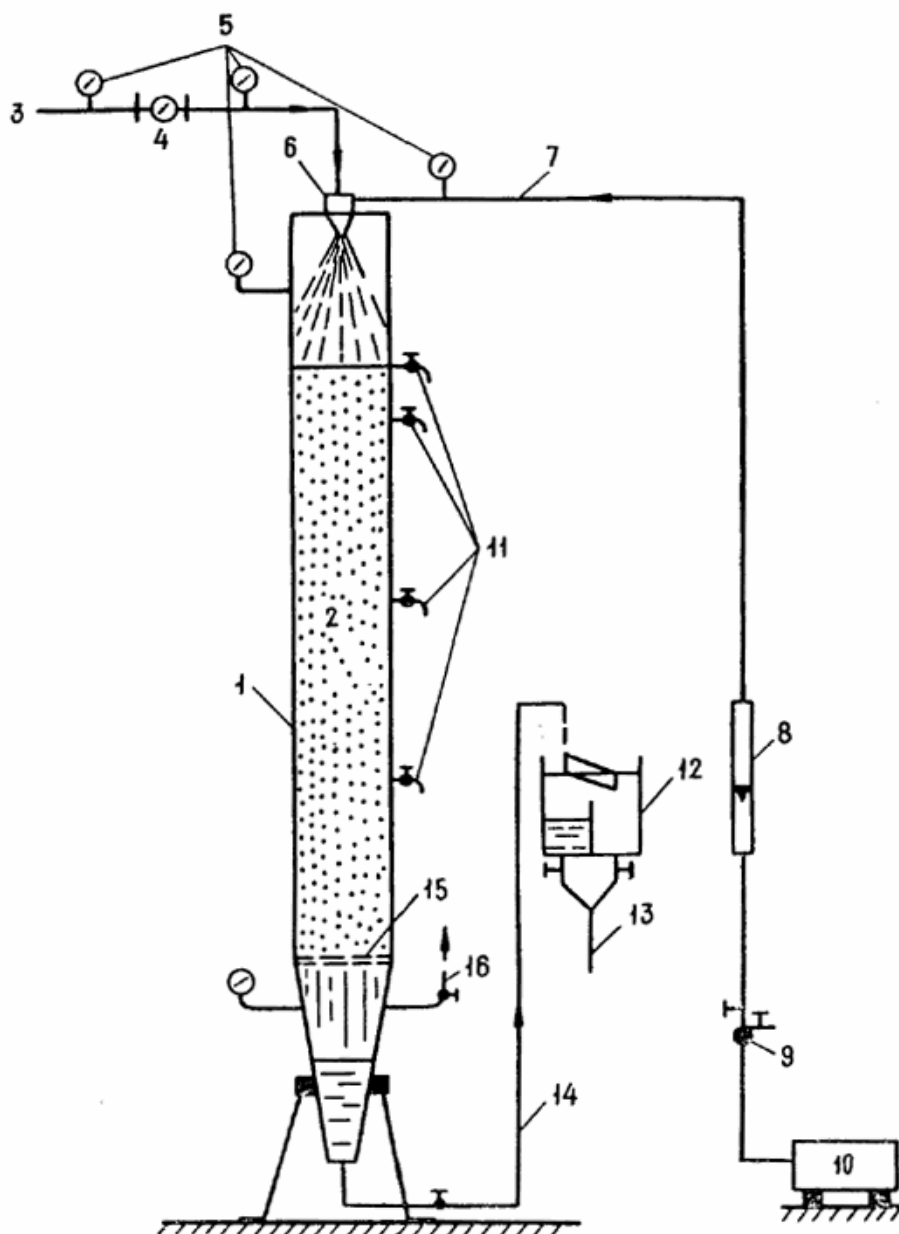
**11.18.** Пробное обезжелезивание методом водовоздушного фильтрования производится с целью определения возможности очистки воды данного качества и основных технологических параметров работы установки (скорости фильтрации, гранулометрического состава, высоты и материала загрузки, времени фильтроцикла и степени удаления газов). Все работы выполняются на действующей скважине.

**11.19.** Пробное обезжелезивание осуществляют следующим образом:

на основании предварительных анализов исходной воды в зависимости от содержания железа по номограммам (см. черт. 37 и 38) определяют гранулометрический состав загрузки и задают скорость фильтрования;

в качестве загрузки берут материалы, которые недефицитны для данной местности и разрешены к использованию в водоочистных сооружениях санитарными органами.

Исследования производят на модели фильтра диаметром 100 - 200 мм и высотой 2 - 2,5 м. Модель должна быть оборудована компрессором, разбрызгивающим устройством и измерительными приборами. В нее загружают фильтрующий материал общей высотой 140 см с расчетным гранулометрическим составом (черт. 39).



**Черт. 39. Экспериментальная установка для обезжелезивания воды**

1 - корпус фильтра; 2 - зернистая загрузка; 3 - трубопровод для подачи воды; 4 - расходомер; 5 - манометры; 6 - разбрызгиватель; 7 - трубопровод для подачи воздуха; 8 - ротаметр; 9 - трехходовой кран; 10 - компрессор; 11 - пробоотборники; 12 - мерный бак; 13 - трубопровод для сброса фильтрата; 14 - трубопровод для отвода фильтрата; 15 - поддерживающая сетка; 16 - воздухоотвод

В корпусе фильтра размещены разбрызгиватель, зернистая загрузка, которую поддерживает сетка. Воздуховод расположен в нижней части корпуса. В корпусе и на

трубопроводах установлены манометры для измерения давления воды и воздуха. Количество воздуха, подаваемого компрессором, регулируется трехходовым краном и измеряется ротаметром. Для отбора проб воды и измерения давления по высоте загрузки в корпусе установлены пробоотборники. Расход воды определяется мерным баком, а общее количество воды, прошедшей через установку за весь период работы, фиксируется расходомером. Фильтрат из водомерного бака по трубопроводу сбрасывают в канализацию.

**11.20.** После монтажа и наладки установки производят ее пуск. Первая порция фильтрата в течение 10 - 15 мин сбрасывается, затем отбирается проба на химический анализ. Последующие пробы отбирают через каждые 1 - 2 ч. Когда режим работы установки стабилизируется, пробу можно брать через 4 - 6 ч, каждый раз фиксируя расход воды, скорость фильтрования, соотношение «вода - воздух», показание манометров. Полученные результаты анализов и другие показатели заносят в журнал наблюдений.

## 12. ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ СЕРОВОДОРОДА

**12.1.** Для очистки воды от сероводорода разработаны аэрационный, химический и биохимический методы.

### АЭРАЦИОННЫЙ МЕТОД

**12.2.** Аэрационный метод удаления сероводорода допускается применять при содержании сероводорода до 3 мг/л и производительности установки до 500 м<sup>3</sup>/сут.

Удаление сероводорода аэрацией следует осуществлять в дегазаторах с деревянной хордовой насадкой (градирнях).

Технологические параметры работы дегазаторов определяют расчетом.

Для предварительной оценки следует принимать нагрузку равной 30 м<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup> · ч) на градирню, расход воздуха - 30 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup>, высоту слоя насадки - 3 м.

Эффективность удаления сероводорода при аэрации воды в дегазаторах Э зависит от ее рН и не превышает значений, указанных в табл. [15](#).

Т а б л и ц а 15

рН	6,0	6,5	7,0	7,5
Э, %	90	80	60	40

**12.3.** Дегазаторы следует располагать на открытом воздухе или в помещении. Сероводород токсичен, при концентрации смеси сероводорода с воздухом 4,3 - 46 % взрывоопасен, поэтому помещения дегазаторов следует оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией с 12-кратным обменом воздуха.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД

**12.4.** Химический метод очистки воды от сероводорода следует применять при содержании сероводорода до 10 мг/л. Метод основан на реагентном окислении сероводорода, коагуляции и фильтровании через скорые фильтры.

**12.5.** Для окисления сероводорода применяют хлор или хлорсодержащие окислители, озон, перманганат калия, а также электрохимический метод.

Дозы окислителей и преобладающие продукты реакции приведены в табл. [16](#).

Реагент	Доза реагента, мг на 1 мг сероводорода	Преобладающие продукты реакции
Хлор	5	Сера
	8,4	Сульфаты
Озон	1,4	Сера
	1,9	Сульфаты
Перманганат калия	3	Сера
	6,2	Сульфаты

При определении общего расхода реагентов-окислителей для обработки воды необходимо учитывать их потребление также другими (кроме сероводорода) окисляющимися соединениями, которые находятся в воде.

**12.6.** Распределители и смесители реагентов с водой следует применять закрытого типа (см. разд. 1). Фильтры необходимо проектировать с водовоздушной промывкой, принимая дозу коагулянта на основании опытных определений. Ориентировочно она может быть принята 25 - 30 мг/л по безводному серноокислому алюминию.

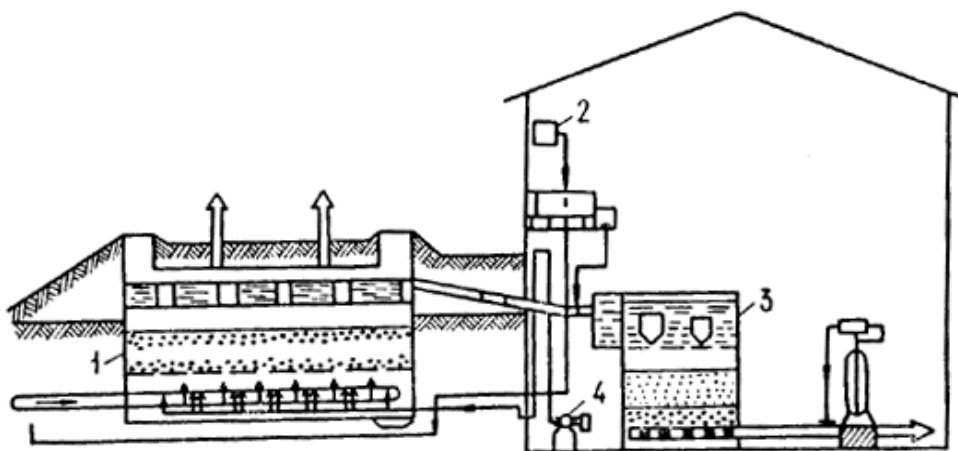
### БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Следует применять в экспериментальном порядке.

**12.7.** Метод очистки воды от сероводорода в реакторе биохимического окисления основан на использовании главным образом тионовых бактерий *Thiobacillus thioparus*.

**12.8.** В реакторе биохимического окисления исходная вода пропускается снизу вверх через затопленную зернистую загрузку и барботируется воздухом, в результате через 1 - 3 недели на загрузке развиваются микроорганизмы, окисляющие сероводород до серы и сульфатов. Увеличение продолжительности и интенсивности аэрации ведет к снижению в составе продуктов реакции содержания серы и увеличению концентрации сульфатов.

В состав очистной установки входят (черт. 40): реактор биохимического окисления; воздуходувные агрегаты фильтрами для очистки воздуха, подаваемого в реактор биохимического окисления; бачок для приготовления раствора биогенного компонента - триполифосфата натрия; скорые фильтры. Реакторы располагают вне здания, предусматривая специальные мероприятия против замерзания, а также против загазованности колодцев и коллекторов.



**Черт. 40. Сооружения для удаления марганца из воды биохимическим методом**

1 - реактор биохимического окисления; 2 - бачок для приготовления раствора триполифосфата натрия; 3 - скорый фильтр; 4 - воздуходувные агрегаты с фильтрами для очистки воздуха

**12.9.** Метод следует применять при температуре воды 6 - 30 °С, общем содержании сероводорода до 50 мг/л, железа двухвалентного - до 0,3 мг/л, рН исходной воды - 7 - 9. Эффективность очистки воды от сероводорода после ее обработки в реакторах и фильтрах составляет 95 - 99 %.

**12.10.** В случае очистки от сероводорода подземных или дренажных вод, мутность которых превышает 15 мг/л, перед реактором биохимического окисления необходимо устраивать сооружения для осветления воды с целью предотвращения засорения распределительной системы и зернистой загрузки реактора.

**12.11.** Необходимость фильтрования воды, прошедшей через реактор биохимического окисления, выясняется в результате технологических изысканий. Фильтрование предусматривается, если мутность воды, предназначенной для питьевых целей, после реактора биохимического окисления превышает 1,5 мг/л. Фильтры следует применять с загрузкой крупностью 0,7 - 1,6 мм и высотой слоя 1,5 - 2 м. Проектирование фильтров надлежит осуществлять в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#).

**12.12.** В тех случаях, когда фильтрование без коагуляции не обеспечивает очистку воды от активного ила, образующегося в реакторе биохимического окисления, перед фильтрами воду следует обрабатывать коагулянтom. После фильтров надлежит предусматривать хлорирование воды дозой, равной 2 - 3 мг/л. Промывка фильтров - водовоздушная.

**12.13.** Промывные воды фильтров после обработки их коагулянтom или флокулянтom и отстаивания целесообразно возвращать в реактор биохимического окисления. Продолжительность отстаивания воды - не менее 5 ч. Промывные воды могут содержать гидроксид алюминия (или железа), активный ил и коллоидную серу. Промывные воды не содержат веществ, которые препятствовали бы сбросу этих вод или выпавшего из них осадка в сеть хозяйственно-фекальной канализации.

**12.14.** При рН 7 - 9 происходит интенсивное поглощение микроорганизмами *Thiobacillus thioaragus* растворенного сероводорода из воды. При рН обработанной воды свыше 7,5 и общем содержании сероводорода в исходной воде до 20 мг/л после развития микроорганизмов (активного ила) на поверхности загрузки не происходит загрязнения окружающей среды выбросами сероводорода из реактора в воздух. При большем содержании сероводорода в воде следует провести технологические изыскания на опытно-промышленной установке для определения количества выбросов сероводорода. Очистка воздушных выбросов от сероводорода может быть предусмотрена известными методами.

**12.15.** Реактор биохимического окисления представляет собой резервуар с перекрытием из съемных плит, загруженный щебнем или гравием с крупностью зерен 10 - 30 мм, с толщиной слоя гравия 1,0 м. Толщина слоя воды над загрузкой должна быть не менее 1,0 м. При общей высоте реактора не менее 3 м удельную гидравлическую нагрузку на 1 м<sup>2</sup> площади реактора и удельный расход воздуха на 1 м<sup>3</sup> обрабатываемой воды можно принимать по табл. [17](#).

Т а б л и ц а 17

Общее содержание соединений сероводорода в исходной воде, мг/л	Удельная гидравлическая нагрузка, м <sup>3</sup> / (м <sup>2</sup> · сут)	Удельный расход воздуха, м <sup>3</sup> на 1 м <sup>3</sup> воды
До 20	210 - 70	2 - 4
20 - 50	70 - 40	4 - 7

П р и м е ч а н и я : 1. Рекомендуемые параметры для каждого конкретного объекта следует проверять технологическими изысканиями.

2. В табл. [17](#) даны параметры при температуре воды 9 - 10 °С. При температуре воды 6 - 8 °С гидравлическая нагрузка уменьшается на 50 %, при температуре свыше 15 °С - увеличивается на 50 %.

**12.16.** Отвод воды из реактора следует предусматривать по деревянным или пластмассовым желобам, установленным в верхней части реактора таким образом,

чтобы верхняя кромка желобов располагалась строго горизонтально. Расстояние между желобами должно быть не более 2 м. Площадь одного реактора, исходя из условия равномерного распределения воды и воздуха по его площади, следует принимать не более 100 м.

**12.17.** Число независимо работающих отделений реактора принимают не менее четырех. Предусматривается возможность подачи всей воды и воздуха в одно отделение реактора с целью промывки загрузки.

Надлежит предусматривать возможность опорожнения реактора для осуществления ремонтных работ и профилактического осмотра.

**12.18.** На дне реактора устраивают две распределительные системы: одну - для распределения воды, другую - для воздуха. Распределительные системы размещают на дне резервуара под ложным дырчатым днищем, на которое укладывают гравий или щебень. Диаметр отверстий в трубах для распределения воды - 10 мм, шаг между отверстиями - 0,5 м. Расстояние между трубами для воздуха - 0,25 м, между отверстиями - 0,15 м. Отверстия в трубах для воздуха диаметром 3 мм располагают под углом 45° вверх с обеих сторон труб в шахматном порядке.

Суммарная площадь отверстий в каждом ответвлении системы подачи воды должна составлять 0,3 - 0,35 площади поперечного сечения трубы, суммарная площадь поперечных сечений ответвлений - 0,4 - 0,6 площади поперечного сечения коллектора.

В конце каждой распределительной трубы и на магистрали воздухопроводов должны быть установлены стояки с задвижками или съёмными заглушками для продувки воздушной распределительной системы. Воздуховоды перед пуском в эксплуатацию продувают, удаляя воздух через специальные задвижки или заглушки.

Систему для распределения воздуха необходимо располагать на одной отметке строго горизонтально. Допустимое отклонение должно быть не более  $\pm 3$  мм.

Скорость движения воды в начале дырчатой трубы - 1 - 1,5 м/с, воздуха - 15 - 20 м/с, скорость выхода воздуха из отверстий - 40 - 50 м/с. Магистральные воздухопроводы укладывают выше уровня воды в реакторах. Необходимо обеспечивать равномерность распределения воды и воздуха (не менее 80 %).

Трубы для подачи воздуха укладывают на деревянные или пластмассовые опоры и крепят к опорам хомутами с резиновыми прокладками. Опоры крепят к днищу реактора, хомуты устанавливают через 1,0 м.

Внутреннюю поверхность реактора следует защищать антикоррозионным покрытием.

**12.19.** Для транспортирования воды, содержащей сероводород, предпочтительно применять трубы:

асбестоцементные напорные ([ГОСТ 539-80](#)) с асбестоцементными муфтами типа САМ;

из высокохромистых сталей марок X25T, X17T, X21H5T, X18H10T;

из полиэтилена высокого давления и низкой плотности ПНП ([ГОСТ 18599-83](#)).

Арматуру необходимо применять в коррозионно-стойком исполнении. Можно использовать вентили и клапаны из пластмасс (винипласта, полиэтилена), а также стальную и чугунную арматуру, футерованную пластмассой или резиной. Материал для покрытия внутренней поверхности труб и резервуаров должен предусматриваться в соответствии с «Перечнем материалов и реагентов, разрешенных Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения». Проходные галереи для трубопроводов и арматуры надлежит оборудовать принудительной вентиляцией с 12-кратным обменом воздуха, а также обогревом.

**12.20.** Раствор триполифосфата натрия дозируется перед реактором биохимического окисления с целью интенсификации в случае необходимости развития тионовых



бактерий. Доза триполифосфата натрия - 0,5 мг/л (по  $\text{PO}_4^{3-}$ ). С целью улучшения процесса растворения триполифосфата натрия при приготовлении рабочего раствора следует предусмотреть возможность барботирования воды воздухом в растворном баке.

Дозируют триполифосфат натрия непрерывно в период пуска наладочных работ в течение 3 - 4 недель, а затем периодически при ухудшении эффекта очистки в течение 2 - 4 сут в месяц.

Раствор триполифосфата натрия необходимо приготавливать в баках с антикоррозионной защитой. Концентрацию рабочих растворов надлежит принимать 0,5 - 3 % в расчете на технический продукт, продолжительность растворения с применением механических мешалок или сжатого воздуха 4 ч - при температуре воды 20 °С, 2 ч - при температуре воды 50 °С.

Если анализ покажет, что в реакторе биохимического окисления отлагается карбонат кальция, то для предотвращения зарастания загрузки реактора раствор триполифосфата натрия дозируют постоянно (доза 2 мг/л по  $\text{PO}_4^{3-}$ ).

**12.21.** При суммарном содержании аммония, нитратов и нитритов в природной воде менее 0,2 мг/л (по N) следует предусматривать дозирование в исходную воду также аммиака в качестве биогенного компонента. Дозирование аммиака осуществляется непрерывно в период пуска наладочных работ в течение 2 - 3 недель дозой 0,5 мг/л (по N), а также периодически в случае ухудшения эффективности очистки воды от сероводорода в течение нескольких дней 2 - 3 раза в год. Для дозирования аммиака можно использовать хлоратор. В хлораторной не должны находиться одновременно баллоны с аммиаком и хлором во избежание образования хлористого аммония. Баллоны с аммиаком необходимо хранить отдельно от баллонов с хлором в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#). Дозировать аммиачную воду следует по металлическим трубам.

**12.22.** При обработке в реакторе биохимического окисления вода может стать нестабильной. В результате окисления сероводорода до сульфатов и образования серной кислоты рН воды понижается. В результате десорбции из воды части растворенного диоксида углерода при барботировании воды воздухом рН обработанной воды повышается. Суммарное влияние этих процессов следует определять экспериментально при выполнении технологических изысканий.

Вода, направляемая потребителю, должна быть стабильна. Оценку стабильности воды рекомендуется выполнять экспериментально. При отсутствии данных технологических изысканий оценку стабильности воды производят по индексу насыщения воды карбонатом кальция на основе химических анализов, выполненных при проведении испытаний модельной установки по очистке воды от сероводорода.

### **13. ОБЕСФТОРИВАНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ КОНТАКТНО-СОРБЦИОННОЙ КОАГУЛЯЦИИ**

#### **СУЩНОСТЬ МЕТОДА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**13.1.** Обесфторивание воды методом контактно-сорбционной коагуляции основано на способности продуктов гидролиза алюминиевых коагулянтов (сернокислого алюминия, оксихлорида алюминия) извлекать фтор из воды. Процесс выделения фтора из воды значительно интенсифицируется в зернистом слое фильтровального сооружения, например, типа контактного осветлителя. В этом случае сорбция фтора осуществляется на поверхности контактной зернистой среды.

**13.2.** Для обеспечения требуемой глубины и эффективности процесса обесфторивания необходима предварительная зарядка загрузки - накопление в ней избытка гидролизуемых в воде солей, содержащих гидроксид алюминия. Зарядку



следует осуществлять в самом начале каждого фильтроцикла и производить путем подачи в воду в течение 1 - 2 ч повышенной дозы коагулянта. Затем до конца фильтроцикла в воду необходимо вводить рабочую дозу коагулянта, которая в 3 - 5 раз менее зарядной. Для повышения прочности осадка при повышенном содержании фтора в исходной воде дополнительно возможно введение в воду флокулянта - полиакриламида.

**13.3.** Область применения метода ограничивается следующими ориентировочными значениями показателей качества исходной воды, которые в каждом конкретном случае необходимо корректировать пробными технологическими изысканиями: фтор - не более 5 мг/л; жесткость - не менее 1,5 - 2,0 мг-экв/л; щелочность - до 3 - 5 мг-экв/л; рН - 7 - 8; сероводород - до 1,5 - 2,0 мг/л; железо (II) и (III) - до 5 мг/л.

**13.4.** Метод рекомендуется использовать на станциях производительностью 1600 - 20000 м<sup>3</sup>/сут. При соответствующем технико-экономическом обосновании возможно применение метода для станций большей производительности. При меньшей производительности обесфторивание следует осуществлять на установках типа «Струя» (см. разд. [14](#)).

## **СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ И СХЕМА РАБОТЫ СТАНЦИИ ОБЕСФТОРИВАНИЯ**

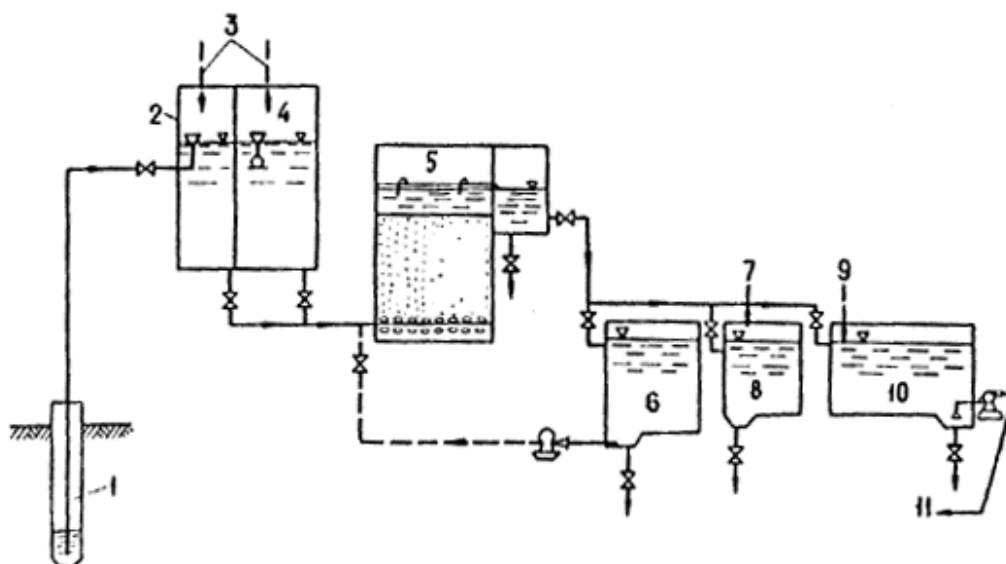
**13.5.** В состав основных сооружений станции обесфторивания следует включать: контактную камеру, состоящую из двух смежных или отдельно расположенных секций. Одна из секций предназначена для подачи в воду повышенного зарядного расхода коагулянта, другая - для ввода рабочего расхода<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> При проектировании могут быть рассмотрены и другие варианты подачи в воду повышенных зарядных доз коагулянта.

фильтровальные сооружения с восходящим потоком воды - контактные осветлители; резервуар для сбора первого фильтрата; резервуар для сбора обесфторенной воды (резервуар чистой воды); резервуар-отстойник промывных вод.

Кроме того, на станции обесфторивания следует предусматривать реагентное хозяйство для приготовления и дозирования растворов коагулянта, щелочного реагента и полиакриламида, устройства для обеззараживания воды и обработки осадка.

**13.6.** Принципиальная схема станции показана на черт. 41. Вода, забираемая из водозабора, подается в контактную камеру и обрабатывается в начале фильтроцикла зарядными, а затем рабочими дозами коагулянта. В контактных осветлителях вода проходит снизу вверх через слой заряженной фильтрующей загрузки, где освобождается от повышенных количеств фтора, затем фильтрат последовательно поступает в резервуары промывной и чистой воды: первый фильтрат направляют в резервуар промывной воды (в течение периода зарядки), после окончания процесса зарядки - в резервуар чистой (обесфторенной) воды. Перед поступлением в резервуар вода подвергается обеззараживанию. Воду из резервуара первого фильтрата используют только для промывки контактных осветлителей.



**Черт. 41. Принципиальная схема работы станции обезфторивания воды**

1 - артезианская скважина; 2 - зарядная камера смесителя; 3 - подача коагулянта; 4 - рабочая камера смесителя; 5 - контактный осветлитель; 6 - резервуар сброса первого фильтрата; 7 - подача соды; 8 - резервуар-отстойник промывной воды; 9 - подача хлора; 10 - резервуар чистой воды; 11 - подача воды потребителю

Сточные воды от промывки контактных осветлителей следует сбрасывать в резервуар-отстойник промывных вод. После отстаивания и нейтрализации щелочью осветленную воду или направляют в голову сооружений, или сбрасывают в канализацию. Сырой осадок подают на сооружения по его обработке.

**13.7.** Контактную камеру следует устраивать по типу входной камеры, применяемой для станций контактного осветления при осветлении и обесцвечивании воды (по [СНиП 2.04.02-84](#)). Время пребывания воды в зарядной секции должно составлять 2 - 3 мин в расчете на зарядку одного контактного осветлителя, в рабочей секции - 3 - 5 мин в расчете на общий расход воды станции.

Конструктивно-технологические решения контактных осветлителей станции обезфторивания воды рекомендуется принимать также в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#). Скорость фильтрации принимают равной 3 - 4 м/ч (при содержании фтора в исходной воде 4 - 5 мг/л) и 4 - 5,5 м/ч (при исходном содержании фтора менее 4 мг/л). Остальные параметры принимают следующими: высоту слоя фильтрующей загрузки - 2,0 м; эквивалентный диаметр загрузки - 1,0 - 1,2 мм; коэффициент неоднородности - 2,2 - 2,5. Продолжительность цикла при указанных параметрах рекомендуется принимать 12 - 18 ч в зависимости от исходного содержания фтора.

**13.8.** Проектирование реagentного хозяйства следует осуществлять в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#). Ориентировочные дозы реagentов рекомендуются следующие:

доза коагулянта - сернокислого алюминия - по безводному продукту: зарядная - 300 - 500 мг/л, рабочая - 65 - 130 мг/л;

доза соды для нейтрализации промывных вод и осадка - 50 - 80 мг/л;

доза полиакриламида (ПАА) - 0,1 - 0,3 мг/л.

Применение ПАА рекомендуется предусматривать при содержании фтора в исходной воде свыше 3 мг/л. ПАА вводят в конце рабочей секции контактной камеры.

Параметры промывки контактных осветлителей (интенсивность, продолжительность) принимают в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#).

Обеззараживание обезфторенной воды производят с учетом местных условий и в соответствии с общими рекомендациями [СНиП 2.04.02-84](#).

Резервуар-отстойник промывных вод следует рассчитывать на время пребывания их не менее 2 ч.

Сооружения и устройства по обработке промывных вод и осадка проектируют в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#), при этом могут быть приняты следующие ориентировочные расчетные параметры:

концентрация твердой фазы уплотненного осадка после 6 - 8-часового уплотнения - 1,5 - 1,8 г/л;

объем осадка - 2,5 - 3 % количества промывных вод.

## **14. УСТАНОВКИ ТИПА «СТРУЯ» ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**14.1.** Установки типа «Струя» представляют собой набор элементов полной заводской готовности, монтируемых на месте применения и серийно выпускаемых отечественной промышленностью. Они предназначены для очистки (осветления и обесцвечивания) поверхностных вод, а также для обезжелезивания, обесфторивания и умягчения подземных вод и могут быть использованы при водоснабжении сельских и малонаселенных мест, баз отдыха, вахтовых поселков и т.п.

**14.2.** При использовании установок исходная вода должна отвечать следующим требованиям:

при очистке поверхностных вод исходное содержание взвешенных веществ - до 1000 мг/л, цветность - до 120 град. Использование установок для очистки воды с более высоким содержанием взвешенных веществ возможно только при применении плавучих водозаборов-отстойников или сооружений и оборудования для предварительного осветления воды (ковшей, запруд, земляных отстойников и др.) и с более высокой цветностью - при обосновании технологическими изысканиями;

при обезжелезивании содержание железа - 10 - 50 мг/л, сероводорода - до 2 - 3 мг/л, свободной углекислоты - до 150 мг/л, окисляемость - до 30 - 40 мг/л O<sub>2</sub>, pH > 5,8;

при умягчении общая жесткость - до 12 - 18 мг-экв/л, карбонатная жесткость - до 8 - 10 мг-экв/л;

при обесфторивании содержание фтора - до 5 мг/л, сульфатов - до 350 мг/л.

По остальным физико-химическим показателям качество исходной воды должно соответствовать [ГОСТ 2761-84](#).

**14.3.** При совместном содержании в обрабатываемой воде избыточных концентраций солей жесткости и железа технология умягчения воды обеспечивает одновременно и ее обезжелезивание.

**14.4.** При выполнении условий, указанных в п. [14.2](#), применение установок позволяет получать воду, отвечающую [ГОСТ 2874-82](#).

**14.5.** Производительность серийно выпускаемых установок применительно к очистке поверхностных вод  $Q_{\text{тип}}$  равна 100, 200, 400 и 800 м<sup>3</sup>/сут.

Производительность установок в режимах умягчения, обезжелезивания и обесфторивания воды рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{тип}} K_{\text{от}}, \quad (51)$$

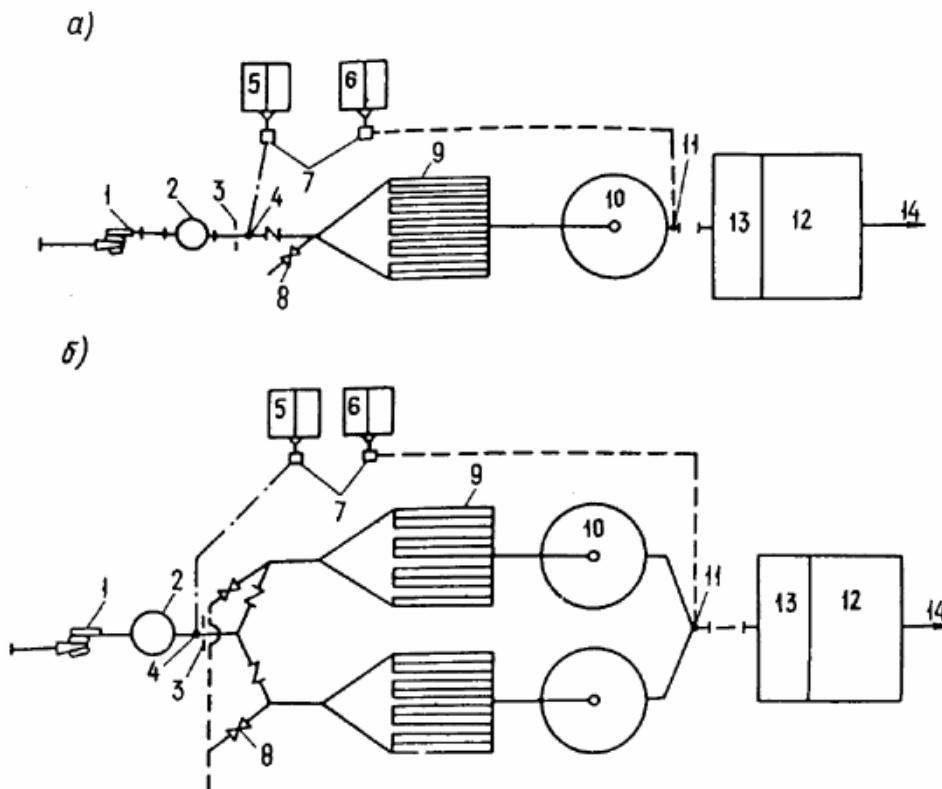
где  $K_{\text{от}}$  - коэффициент относительного изменения производительности установок по сравнению с режимом очистки поверхностных вод (см. пп. [14.23.3](#), [14.24.6](#), [14.25.4](#)).

### **СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАБОТЫ УСТАНОВОК**

**14.6.** Основные элементы водоочистой установки для очистки поверхностных вод представлены на черт. [42](#).

**14.7.** Схема работы установки в режиме очистки поверхностных вод следующая. Исходная вода забирается из водоисточника насосами и подается на установку. Раствор

коагулянта в требуемых дозах (при работе в реагентном режиме), выбранных на основании пробных лабораторных испытаний, вводится во всасывающий или напорный патрубок насоса. Обеззараживающий раствор хлорреагента вводится в фильтрованную воду, а при необходимости - также и в исходную воду.



**Черт. 42. Принципиальная схема работы установок типа «Струя»**

*а* - установка производительностью 100 и 400 м<sup>3</sup>/сут; *б* - установка производительностью 200 и 800 м<sup>3</sup>/сут; 1 - насос подачи воды; 2 - сетчатый фильтр; 3 - смесительная диафрагма; 4 - ввод коагулянта; 5 - блок коагулирования; 6 - блок обеззараживания; 7 - насосы-дозаторы; 8 - операционная задвижка; 9 - отстойники; 10 - фильтры; 11 - ввод хлорреагента; 12 - водонапорная башня; 13 - промывной отсек; 14 - подача воды потребителям

Смешение реагентов с обрабатываемой водой следует осуществлять непосредственно в насосе или в напорном трубопроводе до камеры хлопьеобразования. Для задержания крупных плавающих примесей после насоса устанавливается грубый фильтр. Пройдя грубый фильтр, вода поступает в камеру хлопьеобразования, в которой после ввода коагулянта образуются хлопья гидрата окиси алюминия с извлеченными из воды взвешенными и коллоидными частицами. Образовавшиеся в камере хлопья непосредственно поступают в отстойник. При движении воды в отстойнике в трубах и межтрубном его пространстве происходят выпадение взвеси и интенсивное ее осветление. Одновременно производит сползание части осадка в камеру хлопьеобразования.

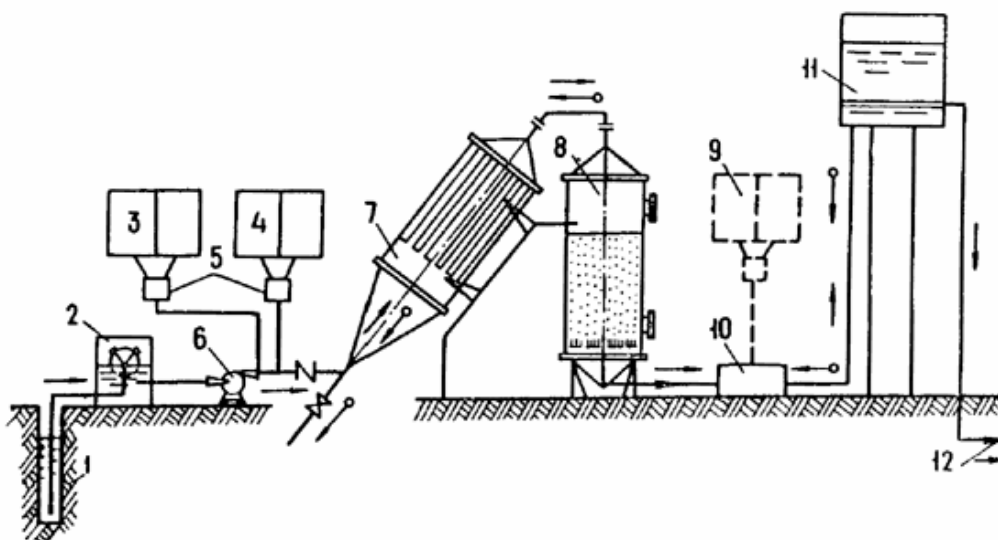
Отстоенная вода с остаточной мутностью проходит фильтр, в котором происходит ее окончательная очистка.

Пройдя фильтр, вода под остаточным напором поступает в бак водонапорной башни, откуда направляется в зависимости от условий в водопроводную сеть, в резервуар или к насосной станции (второго подъема). В напорной башне предусматривается отбор воды на промывку с обеспечением гарантированного запаса. Для удаления накапливающихся в установке загрязнений предусмотрена ее периодическая промывка. При этом промывная вода из башни, поступая на фильтр снизу вверх, расширяет его

фильтрующую загрузку, вынося накопившиеся за фильтроцикл загрязнения, а затем поступает в отстойник и смывает накопившийся в нем осадок.

Оборудование для коагулирования воды включает двухсекционный бак с переносной электромешалкой и насос-дозатор для введения раствора реагента. Для обеззараживания используются электролизные установки ЭН-1 или ЭН-5. При их отсутствии осуществляются приготовление и дозирование хлорреагентов - гипохлорита кальция или хлорной извести.

**14.8.** Основными отличительными элементами установок для очистки подземных вод (черт. 43) являются промежуточный бак-аэратор (газоотделитель) и блок для приготовления щелочных реагентов (при умягчении и обезжелезивании воды). В ряде случаев может потребоваться более производительное дозирочное оборудование. Кроме того, при определенных условиях для обеззараживания воды вместо хлорреагентов могут быть использованы бактерицидные установки (см. п. 14.13).



**Черт. 43. Принципиальная схема обезфторивания, обезжелезивания и умягчения воды на установках типа «Струя»**

1 - водозабор; 2 - аэрационный бак; 3 - блок подщелачивания воды; 4 - блок коагулирования воды; 5 - насосы-дозаторы; 6 - насос исходной воды; 7 - тонкослойный отстойник; 8 - скорый фильтр; 9 - баки обеззараживания воды хлорреагентом; 10 - блок обеззараживания воды на бактерицидном аппарате; 11 - водонапорная башня; 12 - подача воды потребителям

**14.9.** Схема работы установки в режиме обезжелезивания воды следующая. Исходная вода, поступающая от скважин, обогащается кислородом с помощью разбрызгивания ее через насадку с отражателем в аэрационном баке, где происходит также частичное выделение из нее углекислоты и других растворенных газов. Затем воду с помощью насосов подают на основные технологические сооружения установки - тонкослойный трубчатый отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования и скорый зернистый фильтр. Перед отстойником в воду с помощью насосов-дозаторов дозируют раствор или суспензию щелочного реагента (извести или соды). В камере хлопьеобразования вода проходит через образующийся слой хлопьевидного высококонцентрированного осадка гидроокиси железа, который создает хорошие условия для ее осветления в тонкослойных элементах отстойника. Окончательная очистка воды происходит в скором фильтре, после которого она поступает в бак водонапорной башни.

**14.10.** При умягчении воду также необходимо подвергать аэрации для выделения углекислоты и других растворенных газов. Затем в нее добавляют необходимое количество щелочных реагентов (извести или соды, а в ряде случаев - оба реагента одновременно).

В камере хлопьеобразования отстойника происходит процесс образования карбоната кальция и гидроокиси магния. Выделение основного количества образующейся твердой фазы этих солей осуществляется в тонкослойном отстойнике, а окончательное осветление воды происходит в песчаном фильтре.

**14.11.** Для подщелачивания воды (при ее обезжелезивании и умягчении) следует в первую очередь применять известь в виде порошкообразного негашеного продукта (пушонки) или гашеную известь в виде готового известкового молока или теста. Как исключение, при соответствующем технологическом и технико-экономическом обосновании для подщелачивания воды может быть использована сода. В случае применения гашеного продукта в реагентном хозяйстве следует предусматривать баки мокрого хранения с устройством для перемешивания суспензии сжатым воздухом. В качестве расходных баков следует использовать баки реагентов с системой перемешивания сжатым воздухом, с использованием рециркуляционного насоса или стандартные промышленные баки (с механическим или гидравлическим перемешиванием). Для перекачивания известкового продукта из баков мокрого хранения в расходные баки следует применять специальные насосы для суспензий. При использовании негашеной комовой извести следует предусматривать стандартные серийно изготовленные механические известегасители или шаровые мельницы. Рекомендуется использовать мокрый помол извести, обеспечивающий крупность частиц извести до 0,03 - 0,04 мм, при этом готовое известковое молоко необходимо сливать в баки мокрого хранения. При соответствующем обосновании допускается принимать схему для получения известкового молока в сатураторах двойного насыщения.

Подачу воздуха для перемешивания рекомендуется осуществлять с помощью компактных компрессоров типа СО, оборудованных соответствующими ресиверами.

Дозирование щелочных реагентов следует осуществлять насосами-дозаторами типа НД или с помощью проточного дозирования центробежным насосом и бачком постоянного уровня.

**14.12.** При обезфторивании вода из скважин поступает в промежуточный аэрационный бак, необходимый в данном случае для предотвращения возможной флотации растворенных газов в отстойнике установки. Этот бак является также регулирующей емкостью между подземным водозабором и установкой. Вода из бака забирается насосами установки и обрабатывается коагулянтom - серноокислым алюминием, обладающим фторселективными свойствами (фтор сорбируется на поверхности осадка солей алюминия, выделяющихся из воды при коагуляции).

Для интенсификации выделения осадка при повышенном содержании фтора в воде (свыше 3 - 3,5 мг/л) необходимо дополнительно вводить в воду флокулянт - полиакриламид (ПАА).

Осветление воды, как и в предыдущих случаях, следует осуществлять в трубчатом отстойнике и фильтре.

Приготовление раствора коагулянта не имеет принципиальных различий по сравнению с принятым режимом работы установки для очистки поверхностных вод.

**14.13.** Обеззараживание подземных вод осуществляют или в бактерицидной установке, или с использованием хлорреагентов. Метод обеззараживания должен быть выбран с учетом местных условий и согласован с местными органами санитарного надзора.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПРИВЯЗКИ**

**14.14.** Особенности размещения и привязки установки определяются расположением источника водоснабжения, водонапорной башни и установки, а также возможностью использования технического водопровода и величиной колебаний уровней воды в

поверхностном водоисточнике. Ниже рассмотрены наиболее характерные случаи привязок.

**14.15.** В случае, когда установка и водонапорная башня располагаются в непосредственной близости к водозабору (при амплитуде колебания уровня воды в поверхностном водоисточнике менее 6 м), установку и насосы первого подъема следует размещать на площадке или в одном здании. Дополнительно необходимо предусматривать водоприемные устройства и всасывающие линии.

Всасывающие линии могут быть заменены самотечными, подводящими обрабатываемую воду в специальный приемный колодец (камеру), откуда вода забирается насосами водоочистой установки.

**14.16.** В тех случаях, когда установка и водонапорная башня удалены от водозабора на значительное расстояние, а амплитуда колебания горизонта воды в поверхностном водоисточнике менее 6 м, насосы, комплектуемые с установкой, можно устанавливать в отдельном помещении, расположенном вблизи водоисточника. Для очистки поверхностные воды подбираются из условия обеспечения их подачи через водоочистную установку непосредственно в башню.

Возможно размещение реагентного блока в помещениях насосной станции или рядом с водоочистной установкой.

**14.17.** Если местные условия не позволяют обеспечить нормальную работу водопровода в связи с недостаточным напором насосов первого подъема, насосы установки могут работать на дополнительную подкачку (для очистки подземных вод это обязательно во всех случаях), ограничив ее до суммарного давления перед установкой типа «Струя» до 0,3 МПа.

**14.18.** При амплитуде колебаний горизонта воды в поверхностном водоисточнике, превышающей 6 м, и содержании взвешенных веществ менее 150 мг/л рекомендуется использование погружных насосов. Водозаборные сооружения будут иметь при этом следующий состав: оголовок, самотечный трубопровод, водоприемный колодец, погружные насосы.

**14.19.** При наличии на месте существующего технического или поливочного водопровода целесообразно в первую очередь рассмотреть возможность присоединения установок непосредственно к нему. В таких случаях можно использовать как напор технического водопровода, так и устраивать промежуточный приемный колодец, резервуар или камеру. В первом случае насосы установки можно и не использовать при достаточном для подачи в водопроводную башню давлении указанного технического водопровода. Применение рассматриваемой выше схемы возможно лишь при условии получения разрешения органов санитарного надзора, соответствия источника исходной технической воды действующим нормам на источники хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также обеспечения соответствующих зон санитарной охраны.

**14.20.** Если водонапорная башня расположена на значительном расстоянии от водоочистной установки, рекомендуется устанавливать рядом со зданием установки промывной бак соответствующей вместимости (например, водонапорную башню заводского изготовления типа Рожновского). При отсутствии на объектах указанных водонапорных башен специальные промывные баки установок могут быть изготовлены в соответствии с технической документацией Гипрокоммунводоканала.

При использовании указанных баков очищенная вода поступает транзитом от них либо в водонапорную башню водопровода, либо в резервуар или приемный колодец насосной станции второго подъема. Высота башен должна быть не менее 10 - 12 м. При высоте более 15 м расход воды для промывки установок регулируют степенью открытия ее операционной задвижки. Для большей надежности в этих случаях рекомендуется устанавливать специальную задвижку между установкой и башней и регулировать степень постоянного открытия на требуемые параметры промывки.



Возможна также установка диафрагмы, рассчитанной на остаточный напор при промывке, равный не более 15 м.

**14.21.** Емкости водонапорных башен должны быть рассчитаны как на регулирующий, так и на промывной объем. Регулирующий объем определяется конкретными условиями работы системы водоснабжения. Промывной объем рассчитывается на одну промывку установки: 5 м<sup>3</sup> - для установок производительностью 100 и 200 м<sup>3</sup>/сут, 16 м<sup>3</sup> - 400 - 800 м<sup>3</sup>/сут (в расчете на условия очистки поверхностных вод). При этом конструкция узла подвода воды от установки к башне должна обеспечивать постоянное сохранение требуемого промывного объема.

**14.22.** В тех случаях, когда установки находятся в эксплуатации только в период плюсовых температур, их можно размещать не в помещении, а непосредственно на открытых площадках. При этом могут быть выполнены только легкое ограждение и навес.

### **ВЫБОР ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ УСТАНОВОК ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**14.23.** Обезжелезивание воды:

**14.23.1.** Окисление железа, находящегося в воде, осуществляют кислородом воздуха при изливе ее из насадки через отражатель в промежуточный аэрационный бак. Скорость выхода воды из насадки - 1,5 - 2 м/с. Расстояние от насадки до отражателя - 0,2 - 0,3 м, от отражателя до уровня воды в баке - 0,7 - 1,0 м. Время пребывания воды в баке - 0,5 - 1 мин. Бак снабжают коммуникациями подачи и отвода исходной воды, перелива и опорожнения. Содержание кислорода в воде после аэрации должно составлять не менее 5 - 8 мг/л.

**14.23.2.** Требуемую дозу щелочного реагента при обезжелезивании воды определяют пробным путем с помощью технологического анализа. Указанная доза соответствует значениям рН обработанной воды.

При невозможности проведения технологических изысканий на местах рекомендуется использовать ориентировочные данные табл. [18](#).

Т а б л и ц а 18

рН исходной воды	Менее 6,0	6,0 - 6,2	6,2 - 6,4	Св. 6,4
Доза щелочного реагента, мг-экв/л (по СаО или по Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	3,0 - 4,0	2,5 - 3,0	2,0 - 2,5	1,5 - 2,0

**14.23.3.** Выбор производительности установки зависит от показателей качества исходной воды, типа применяемого щелочного реагента (известь или сода) и особенностей эксплуатации установки. Производительность установки следует определять с учетом данных табл. [19](#).

Т а б л и ц а 19

рН исходной воды	Исходная концентрация железа в воде, мг/л				
	10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	св. 40
6,0	1,0 - 1,15	0,8 - 1,0	0,7 - 0,95	0,65 - 0,9	0,60 - 0,75
6,1 - 6,2	1,15 - 1,3	0,9 - 1,15	0,8 - 1,05	0,7 - 1,0	0,65 - 0,85
6,2 - 6,4	1,2 - 1,4	1,0 - 1,2	0,9 - 1,2	0,8 - 1,1	0,75 - 0,95
6,4	1,3 - 1,5	1,2 - 1,4	1,05 - 1,3	0,95 - 1,25	0,9 - 1,1

**П р и м е ч а н и е.** Нижние значения коэффициентов изменения производительности установок необходимо принимать для более высоких концентраций железа в воде, при использовании в качестве реагентов кальцинированной соды и межпромывочном цикле работы установки не менее 24 ч.

**14.23.4.** Толщину слоя песчаной загрузки рекомендуется принимать равной 1,5 - 1,8 м; крупность зерен загрузки 0,6 - 2,0 мм при эквивалентном диаметре 0,8 - 0,9 мм и коэффициенте неоднородности 2,0 - 3,0.

Параметры промывки, интенсивность и продолжительность принимаются такими же, как для установок, применяемых для очистки поверхностных вод.

#### 14.24. Умягчение воды:

14.24.1. Определение необходимых доз щелочных реагентов следует производить в соответствии с качеством обрабатываемой воды, в зависимости от соотношения между основными компонентами жесткости и характеристикой ее солевого состава. Целесообразно предварительно составить ионную диаграмму гипотетического состава основных солей, находящихся в воде.

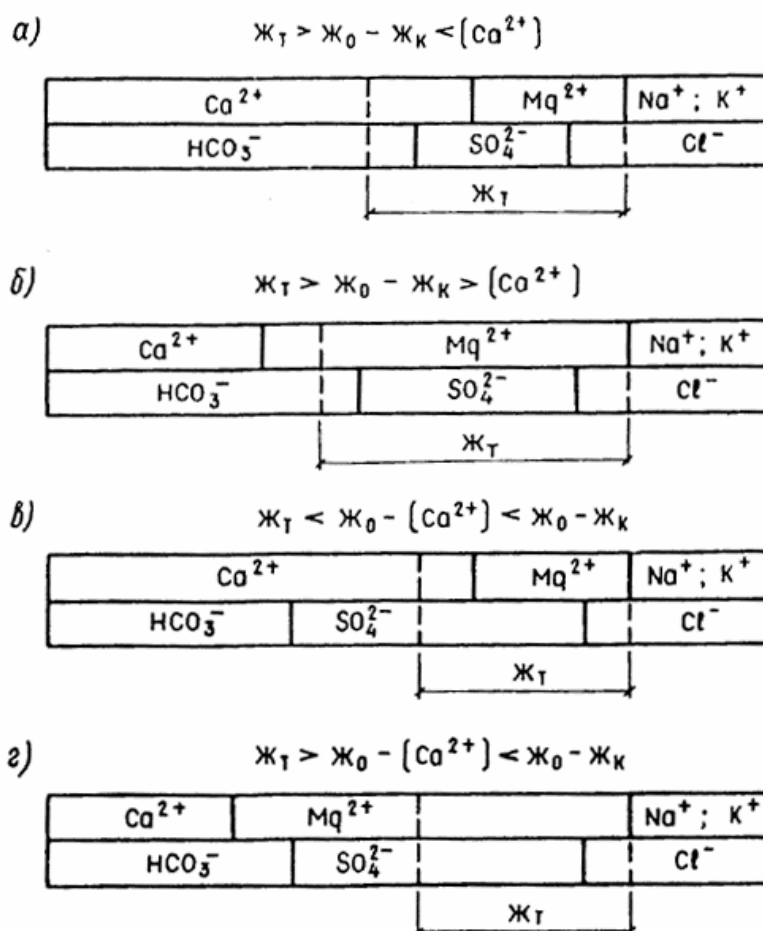
Для облегчения выполнения расчетов на черт. 44 приведены диаграммы характерных типов жестких вод. Диаграммы характеризуют воды, содержащие как кальциевую, так и магниевую жесткость бикарбонатного и сульфатно-хлоридного типов, умягчение которых требует проведения декарбонизации или известково-содовой обработки.

14.24.2. Из воды удаляется только карбонатная кальциевая жесткость (черт. 44, а), определяемая по формуле

$$Ж_0 - [Ca^{2+}] < Ж_T > Ж_0 - Ж_K \quad (51)$$

где  $Ж_T$ ,  $Ж_0$ ,  $Ж_K$  - требуемая (стандартная для коммунального водоснабжения), общая и карбонатная жесткости исходной воды, мг-экв/л;

$[Ca^{2+}]$  - исходная концентрация ионов кальция, мг-экв/л.



**Черт. 44. Характерные диаграммы ионного состава подземных вод повышенной жесткости**

а - удаление кальциевой жесткости карбонизацией; б - удаление кальциевой и магниевой жесткостей карбонизацией; в - удаление кальциевой жесткости известково-содовой обработкой; г - удаление кальциевой и магниевой жесткостей известково-содовой обработкой

Необходимая доза извести  $D_{и}$  по CaO, мг-экв/л, определяется стехиометрической зависимостью

$$D_{и} = [\text{CO}_2] + \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_T, \quad (52)$$

где  $[\text{CO}_2]$  - концентрация свободной углекислоты, мг-экв/л.

При удалении из воды не только кальциевой, но и частично магниевой карбонатной жесткости (черт. 44, б) дозу извести для декарбонизации определяют по формулам:

$$\mathcal{J}_0 - [\text{Ca}^{2+}] > \mathcal{J}_T > \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_K; \quad (53)$$

$$D_{и} = [\text{CO}_2] + 2(\mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_K) - [\text{Ca}^{2+}]. \quad (54)$$

14.24.3. При необходимости удаления не только карбонатной, но и некарбонатной жесткости необходимо производить обработку воды одновременно известью и содой.

В случае, если требуется удалить из воды только кальциевую жесткость (черт. 44, в), характеризуемую соотношением

$$\mathcal{J}_0 - [\text{Ca}^{2+}] < \mathcal{J}_T < \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_K, \quad (55)$$

расчет доз реагентов производится по формулам:

$$D_{и} = [\text{CO}_2] + \mathcal{J}_K; \quad (56)$$

$$D_c = \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_K - \mathcal{J}_T, \quad (57)$$

где  $D_c$  - доза кальцинированной соды по  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , мг-экв/л.

14.24.4. При удалении из воды как кальциевой, так и частично магниевой карбонатной и некарбонатной жесткостей (черт. 44, г), соответствующих соотношению

$$\mathcal{J}_0 - [\text{Ca}^{2+}] > \mathcal{J}_T < \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_K, \quad (58)$$

дозы щелочных реагентов определяют по формулам:

$$D_{и} = [\text{CO}_2] + 2(\mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_T) - [\text{Ca}^{2+}]; \quad (59)$$

$$D_c = (\mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_K - \mathcal{J}_T). \quad (60)$$

14.24.5. В тех случаях, когда требуется понизить жесткость воды более чем на 6 - 8 мг-экв/л (соответственно при известково-содовой и известковой обработке), рекомендуется предварительно произвести пробное умягчение в лабораторных условиях с целью корректировки значений pH обработанной воды. Если величина pH воды превысит требования действующего стандарта с учетом местных условий и рекомендаций санитарных органов, следует произвести подкисление воды.

Расчет дозы кислоты  $D_{кт}$ , мг/л, производят по формуле

$$D_{кт} = \frac{100e\mathcal{I}_{\phi}}{S}, \quad (61)$$

где  $e$  - эквивалентный вес кислоты: для  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 49 мг/л, для  $\text{HCl}$  - 36,5 мг/л;

$\mathcal{I}_{\phi}$  - щелочность исходной воды по фенолфталеину, мг-экв/л;

$S$  - содержание в технической кислоте чистого продукта  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или  $\text{HCl}$ , %.

При выборе типа кислоты, при прочих равных условиях, предпочтение следует отдавать соляной кислоте как более безопасной и удобной в эксплуатационном отношении.

14.24.6. Производительность установок в технологии умягчения воды рекомендуется принимать с учетом данных табл. 20.

Таблица 20

Исходная жесткость воды, мг-экв/л	Остаточная жесткость воды, мг-экв/л		
	7	10	12
11 - 12	1,8 - 2,0	-	-
13 - 14	1,4 - 1,6	1,9 - 2,1	-
15 - 16	1,1 - 1,2	1,6 - 1,8	1,9 - 2,1
17 - 18	0,90 - 1,0	1,2 - 1,4	1,6 - 1,8
19 - 20	-	1,0 - 1,1	1,2 - 1,4
21 - 22	-	-	1,0 - 1,1

Примечания: 1. Данные табл. 20 характеризуют условия декарбонизации воды (см. черт. 44, а, б).

2. При известково-содовой обработке воды (см. черт. 44, в, г) значения относительной производительности следует уменьшать соответственно на 10 и 20 %.

14.24.7. Толщину слоя песчаной загрузки фильтра рекомендуется принимать равной 1,5 - 1,8 м, крупность зерен загрузки - 0,8 - 2,0 мм при эквивалентном диаметре 1,0 - 1,2 мм и коэффициенте неоднородности 2,0 - 3,0.

14.24.8. Промывку фильтра следует осуществлять не реже одного раза в 2 сут.

Параметры промывки, интенсивность и продолжительность принимаются такими же, как в установках для очистки поверхностных вод.

#### 14.25. Обесфторивание воды:

14.25.1. Технология обесфторивания воды предусматривает обработку ее коагулянтom, поэтому режим работы установки в этом случае в основном аналогичен режиму осветления поверхностных вод.

14.25.2. Дозы коагулянта, необходимые для обесфторивания воды, определяют пробным коагулированием. При отсутствии данных пробного коагулирования их определяют величиной требуемого остаточного фтора.

При значении остаточного фтора 1,5 мг/л (IV климатическая зона) доза коагулянта  $D_k$ , мг/л по  $Al_2O_3$ , определяется по формуле

$$D_k = 9,2 (\Phi_{исх} - 1,5), \quad (62)$$

где  $\Phi_{исх}$  - исходное содержание фтора в воде, мг/л;

при значении остаточного фтора 1,2 мг/л (II и III климатические зоны) - по формуле

$$D_k = 12,9 (\Phi_{исх} - 1,2), \quad (63)$$

при значении остаточного фтора 0,7 мг/л (I климатическая зона) - по формуле

$$D_k = 23,3 (\Phi_{исх} - 0,7). \quad (64)$$

14.25.3. Для интенсификации процесса коагуляции следует применять флокулянт - полиакриламид. Дозы ПАА при отсутствии данных пробного флокулирования рекомендуется принимать 0,3 - 0,5 мг/л (большие - при более высоких значениях исходного фтора в воде).

ПАА следует вводить после сетчатого фильтра установки с разрывом во времени от ввода коагулянта 0,5 - 1 мин.

14.25.4. Производительность установок, работающих в режиме обесфторивания воды, определяют в зависимости от значений исходного и требуемого остаточного фтора в воде с учетом данных табл. 21.

Таблица 21

Остаточный фтор, мг/л	Исходное содержание фтора, мг/л			
	2,5 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
1,5	1,6	1,4 - 1,6	1,0 - 1,4	0,8 - 1,0
1,2	1,4	1,2 - 1,3	0,8 - 1,1	0,5 - 0,7
0,7	1,0 - 1,2	0,7 - 1,0	-	-

14.25.5. Толщину слоя песчаной загрузки фильтра рекомендуется принимать равной 1,5 - 1,8 м, крупность загрузки - 0,5 - 1,5 мм при эквивалентном диаметре 0,7 - 0,8 мм и коэффициенте неоднородности 2,0 - 3,0.

Параметры промывки принимают аналогичными режиму работы установок при очистке поверхностных вод.

14.25.6. Определение расхода растворов реагентов  $q_p$ , л/ч, и подбор требуемых дозирующих устройств следует выполнять по формуле

$$q_p = 0,1 Q_{\text{расч}} D_p \frac{1}{P}, \quad (65)$$

где  $Q_{\text{расч}}$  - производительность установки, м<sup>3</sup>/ч;

$D_p$  - доза реагента, г/м<sup>3</sup>;

$P$  - концентрация раствора (суспензии) реагента, %.

При дозировании реагентов в обрабатываемую воду рекомендуется принимать следующие концентрации растворов или суспензий, %:

раствора коагулянта по  $Al_2O_3$  - 1 - 2;

суспензии известкового молока по  $CaO$  - 3 - 5;

раствора кальцинированной соды по  $Na_2CO_3$  - 5 - 8;

раствора хлорной извести по активному хлору (или гипохлорита кальция) - 0,5 - 2;

электролитического хлорреагента по активному хлору - 1.

## КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

**14.26.** Контрольно-измерительная аппаратура установки включает: манометры для измерения потери напора в загрузке, пробоотборники исходной, осветленной и фильтрованной воды; ротаметры для измерения и регулирования подачи исходной воды и воздуха (при работе в режиме обезжелезивания воды); водомер и ротаметр для измерения и регистрации производительности установки; поплавковые устройства баков. При соответствующем обосновании рекомендуется устанавливать на трубопроводе фильтра рН-метры.

**14.27.** Для обеспечения работы установки в автоматическом режиме следует предусматривать устройство перед фильтрами контактных манометров и электрифицированных задвижек с реле времени промывки, а также устанавливать в водонапорной башне и промежуточном баке уровнемеры, регулирующие периодическое включение и отключение насосов и дозаторов реагентов в зависимости от режима работы системы водоснабжения.

### Примеры расчета технологических режимов работы установок для очистки подземных вод

#### Пример 1. Расчет режима работы установки при обезжелезивании воды.

Водопотребление объекта - 300 м<sup>3</sup>/сут. Подземная вода характеризуется следующими основными показателями: рН - 6,1; железо общее - 19,6 мг/л, в том числе связанное (органическое) - 2,1 мг/л; окисляемость - 20,2 мг/л; содержание свободной углекислоты - 130 мг/л; общая жесткость - 3,4 мг-экв/л. В качестве щелочного реагента предполагается использование извести. Режим работы станции характеризуется промывкой не чаще одного раза в сутки.

В соответствии с табл. 18 принимаем дозу извести 3 мг-экв/л по  $CaO$  (78 мг/л).

В соответствии с табл. 19 принимаем коэффициент изменения производительности установки 0,9. При использовании серийной установки «Струя-400» ее расчетная производительность при обезжелезивании данной воды равна:

$$Q_{\text{расч}} = 0,9 \cdot 400 = 360 \text{ м}^3/\text{сут} > 300 \text{ м}^3/\text{сут} (13,5 \text{ м}^3/\text{ч}).$$

Производительность дозирочных насосов известкового молока (см. п. [14.25.6](#)) равна:

$$q_p = 0,1 \cdot 13,5 \cdot 78 \frac{1}{5} = 21,1 \text{ л/ч.}$$

Принимаем для дозирования известкового молока насосы-дозаторы НД-25/40 или НД-40/25.

### **Пример 2. Расчет режима работы установки при умягчении воды.**

Водопотребление объекта - 550 м<sup>3</sup>/сут. Подземная вода характеризуется следующими основными показателями: рН - 7,2; вкус, запах - 3 - 4 балла (сероводород); общая жесткость - 13,5 мг-экв/л; карбонатная жесткость - 6,85 мг-экв/л; кальций - 80 мг-экв/л; магний - 5,5 мг-экв/л; свободная углекислота - 1,5 мг-экв/л; общее солесодержание - 930 мг/л; железо общее - 2,3 мг-экв/л; требуемая остаточная жесткость - 7 мг-экв/л. Режим работы станции с промывкой не чаще 2 раз в сутки.

В соответствии с черт. [44](#) (случай а):

$$Ж_{и} = Ж_{о} - Ж_{к} = 13,5 - 6,8 = 6,7 \text{ мг-экв/л;}$$

$$Ж_{о} - [Ca^{2+}] = 13,5 - 8,0 = 5,5 \text{ мг-экв/л,}$$

$$\text{т.е. } Ж_{т} > Ж_{о} - Ж_{к}; Ж_{т} > Ж_{о} - [Ca^{2+}].$$

Таким образом, для умягчения воды до требуемой остаточной жесткости необходима декарбонизация ее известью.

Дозу извести по СаО определим по формуле ([52](#)):

$$D_{и} = [CO_2] + Ж_{о} [Ca^{2+}] - Ж_{т} = 1,5 + 13,5 - 7,0 = 8 \text{ мг-экв/л} = 224 \text{ мг/л по СаО.}$$

В соответствии с табл. [20](#) коэффициент изменения производительности установки составляет 1,5. При использовании серийной установки «Струя-400» ее расчетная производительность при умягчении воды составит

$$Q_{расч} = 1,5 \cdot 400 = 600 \text{ м}^3/\text{сут} > 550 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Производительность дозирочных насосов известкового молока (см. п. [14.25.6](#)) равна:

$$q_p = 0,1 \cdot 24,7 \cdot 224 \cdot 1/5 = 55,3 \text{ л/ч.}$$

Принимаем для дозирования известкового молока насосы-дозаторы НД-63/16 или НД-100/10.

### **Пример 3. Расчет режима работы установки при обесфторивании воды.**

Водопотребление объекта - 240 м<sup>3</sup>/сут. Подземная вода характеризуется следующими основными показателями: исходное содержание фтора - 3,4 мг/л; необходимый остаточный фтор - 1,2 мг/л.

В соответствии с табл. [21](#) коэффициент изменения производительности установки составляет 1,25. При использовании серийной установки «Струя-200» ее расчетная производительность при обесфторивании воды составит

$$Q_{расч} = 1,25 \cdot 200 = 250 \text{ м}^3/\text{сут} > 240 \text{ м}^3/\text{сут} (10,0 \text{ м}^3/\text{ч}).$$

Дозу коагулянта серноокислого алюминия определим по формуле ([63](#)):

$$D = 12,9 (3,4 - 1,2) = 28 \text{ мг/л.}$$

Производительность дозирочных насосов коагулянта (см. п. [14.25.6](#)) равна:



$$q_p = 0,1 \cdot 10,0 \cdot 28 \frac{1}{1,5} = 18,6, \text{ л/ч.}$$

Следовательно, принимаем насосы-дозаторы НД-25/40 или НД-40/25.

## 15. ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ УСТАНОВКИ ТИПА ЭН ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ

**15.1.** Электролизные установки типа ЭН предназначены для получения обеззараживающего реагента - гипохлорита натрия путем электролиза раствора поваренной соли.

Гипохлорит натрия (NaClO) - сильный окислитель, по своей бактерицидной эффективности и влиянию на технологические показатели качества обрабатываемой воды равноценен действию жидкого хлора, хлорной извести и порошкообразного гипохлорита кальция.

Установки могут применяться для обеззараживания не только питьевой воды, но и промышленных и бытовых сточных вод, при обработке воды в плавательных бассейнах и т.п.

**15.2.** Отечественная промышленность серийно выпускает электролизные установки производительностью 1, 5 и 25 кг/сут активного хлора (марки ЭН-1, ЭН-5, ЭН-25 соответственно). В состав электролизной установки входят: узел для растворения соли; электролизер с зонтом вытяжной вентиляции; бак-накопитель готового раствора; выпрямительный агрегат для питания электролизера; шкаф управления и запорная арматура. Все технологическое оборудование поставляется заводом-изготовителем в комплекте с установкой.

**15.3.** Электролизные установки типа ЭН работают по следующей схеме. В растворный бак загружают поваренную соль, заливают водопроводную воду и с помощью насоса перемешивают до получения насыщенного раствора поваренной соли (230 - 310 г/л NaCl). Приготовленный раствор насосом по трубопроводу подают в электролизер, где разбавляют водой до рабочей концентрации 100 - 120 г/л NaCl. Затем включают выпрямительный агрегат. Процесс электролиза ведут до получения требуемой концентрации активного хлора, после чего готовый раствор сливают в бак-накопитель и весь цикл повторяют.

**15.4.** Техническая характеристика установок приведена в табл. [22](#).

Т а б л и ц а 22

Характеристика узла или установки	Электролизер		
	ЭН-1	ЭН-5	ЭН-25
Производительность по активному хлору, кг/сут	1,0	5,0	25
Удельный расход соли на 1 кг активного хлора, кг	12 - 15	12 - 15	8 - 9
Продолжительность цикла электролиза, ч	0,75 - 1,0	8 - 9	10 - 12
Рекомендуемое число циклов в сутки	2 - 4	2	2
Концентрация активного хлора в растворе, г/л	5 - 7	6 - 8	10 - 12
Рабочее напряжение на ванне, В	40 - 42	40 - 42	55 - 65
Рабочий ток, А	55 - 65	55 - 65	130 - 140
Удельный расход электроэнергии на 1 кг активного хлора, кВт · ч	7 - 9	7 - 9	8 - 10

**15.5.** На каждом объекте целесообразно устанавливать не более двух-трех параллельно работающих установок, из которых одна должна быть резервной.

**15.6.** При проектировании электролизно-хлораторной установки рекомендуется использовать типовые и технорабочие проекты, выполненные Гипрокоммунводоканалом и ЦНИИЭП инженерного оборудования. Проекты разработаны для очистных сооружений с расходом хлора 1 - 200 кг/ч.



**15.7.** Установки с комплектом технологического оборудования размещают в здании, в котором предусмотрены помещение для электролизеров, насосно-дозировочное отделение, электрощитовая, венткамера и служебное помещение.

В помещении для электролизеров располагаются электролизные установки с системой вытяжной вентиляции, в насосно-дозировочном отделении размещаются рабочие баки с дозирующими устройствами и насосное оборудование.

Помещение электрохозяйства предназначено для систем управления и контроля за работой электролизеров и насосов.

В проектах предусмотрено мокрое хранение соли с расположением растворных баков и баков-накопителей гипохлорита натрия вне зданий.

Допускается располагать установки на свободных площадях существующих помещений. В этом случае растворный узел предпочтительно размещать на первом этаже здания или в подвальных помещениях вблизи от склада хранения соли. Электролизер рекомендуется устанавливать в отдельном помещении. Возможно совместное расположение в одном помещении растворного узла, электролизера и бака-накопителя гипохлорита натрия. Раствор гипохлорита натрия должен поступать в бак-накопитель самотеком. Перепад высоты между сливным вентиляем электролизера и входным патрубком бака-накопителя должен быть не менее 0,3 м.

Помещения должны быть обеспечены подводкой водопроводной воды для приготовления раствора соли и промывки растворного бака, электролизера, бака-накопителя и соединяющих их магистралей после работы. Соответственно должен быть обеспечен слив промывной воды в систему водоотведения.

**15.8.** Выпрямительный агрегат, переполюсатор, шкаф управления и систему аварийной сигнализации целесообразно устанавливать в диспетчерском пункте. Шкаф управления рекомендуется крепить на стене в зависимости от планировки помещения и размещения оборудования.

Монтаж электрооборудования следует производить согласно электрической схеме установки и «Правилам эксплуатации электрических установок».

**15.9.** Разводку трубопроводов необходимо выполнять из антикоррозионного материала, разрешенного Минздравом СССР к применению в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

### **УСТАНОВКИ ТИПА «ПОТОК» ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ПРЯМЫМ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ**

**15.10.** Обеззараживание воды прямым электролизом является разновидностью хлорирования. Сущность этого метода состоит в том, что под действием электрического тока из хлоридов, находящихся в обрабатываемой воде, образуется в основном активный хлор, который и обеззараживает воду непосредственно в потоке.

Установки типа «Поток» предназначены для обеззараживания природных вод, отвечающих требованиям [ГОСТ 2874-82](#) при содержании хлоридов не менее 20 мг/л и жесткости не более 7 мг-экв/л.

**15.11.** Установка работает следующим образом. Обрабатываемую воду под давлением подают снизу вверх в электролизер. Включают выпрямительный агрегат и на токоподводы электродов подают постоянное напряжение. Силу тока подбирают таким образом, чтобы величина остаточного хлора в обработанной воде соответствовала требованиям [ГОСТ 2874-82](#).

**15.12.** Техническая характеристика установки, серийно выпускаемой отечественной промышленностью, приведена в табл. [23](#).

Показатель	Значение показателя
Производительность*, м <sup>3</sup> /ч	15 - 100
Номинальная мощность, кВт	7,6
Напряжение питания, В	380 (± 10 %)
Рабочее напряжение на электродах, В	6 - 12
Рабочий ток, А	Не более 600
Давление в камере, Па (кгс/см <sup>2</sup> )	0,5 (5)

\* Зависит от содержания хлоридов, сульфатов и требуемой дозы хлора на обеззараживание воды.

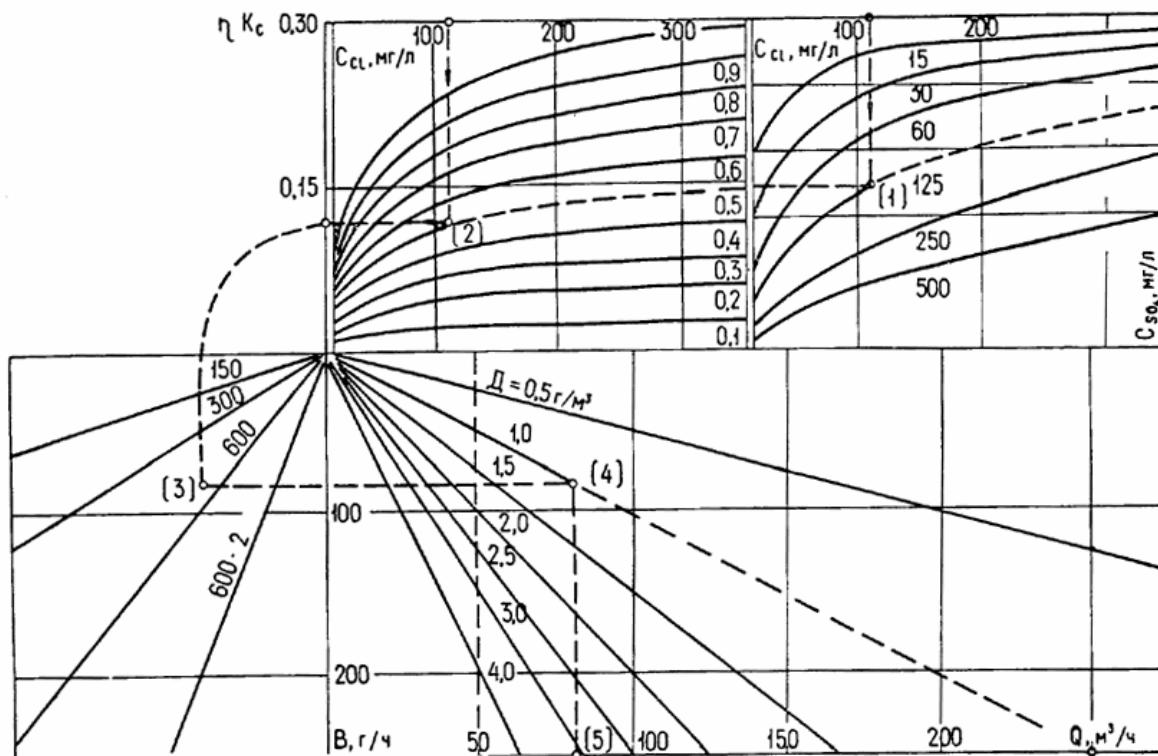
Для конкретного объекта производительность установки может быть определена по номограмме (черт. 45). Взаимное влияние сульфатов и хлоридов на процесс электролиза определяется коэффициентом  $K_c$  (точка 1). Данные по концентрации хлоридов и величине коэффициента  $K_c$  позволяют установить выход хлора по току (точка 2). Выход хлора по току при заданной токовой нагрузке (точка 3) и требуемая доза хлора (точка 4) определяют максимально возможную производительность установки (точка 5) на объекте применения.

**15.13.** Независимо от применяемых схем водоснабжения места расположения установок для обеззараживания прямым электролизом обусловлены сущностью метода: они должны всегда располагаться перед контактными емкостями (резервуарами чистой воды, водонапорными башнями и т.п.), которые, так же как в случае обычного хлорирования, позволяют обеспечивать необходимое время контакта.

**15.14.** Установки должны эксплуатироваться в помещении с температурой от 1 до 35 °С и относительной влажностью до 80 %. На одном объекте целесообразно устанавливать не более 2 - 3 параллельно работающих установок, из которых одна резервная.

**15.15.** При наличии в схеме водоснабжения установки для очистки воды (типа «Струя», установки или станции для обезжелезивания и др.) установки типа «Поток» целесообразно располагать в тех же помещениях.

**15.16.** При использовании подземных вод, не требующих специальной очистки и подаваемых в сборные резервуары, возможны различные варианты размещения аппаратуры. При наличии над скважиной павильона установку наиболее целесообразно размещать именно в нем. Когда павильон отсутствует или вода подается в сборный резервуар от нескольких скважин, аппаратуру можно монтировать в насосной (второго подъема) или в небольшом отдельно стоящем здании. В тех случаях, когда вода поступает в водонапорную башню, а у ее основания имеется помещение, установку можно располагать на этих площадях.



**Черт. 45. Номограмма для определения производительности установки типа «Поток»**

Во всех случаях размещения установки электролизер необходимо устанавливать на обводной линии основной магистрали, подающей воду в контактный резервуар.

На отрезке основной магистрали между подсоединениями обводной линии необходимо устанавливать задвижку. Подводящий трубопровод оборудуется измерителем расхода подаваемой воды.

**15.17.** Монтаж блока электропитания установок следует производить в помещении согласно электрической схеме и ПУЭ. С целью снижения падения напряжения в соединительных кабелях расстояние между выпрямителем и электролизером должно быть по возможности минимальным.

**15.18.** При привязке и монтаже установок можно пользоваться «Схемами компоновки установок для обеззараживания природных и сточных вод прямым электролизом», разработанными Гипрокоммунводоканалом.

## **16. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**16.1.** Рассматриваемые методы и устройства предназначены для механического обезвоживания осадков, образующихся на станциях осветления, обезжелезивания и умягчения природных вод, с использованием серийно выпускаемого отечественного оборудования.

**16.2.** Механическое обезвоживание может найти применение при обработке осадков, образующихся на станциях осветления природных вод, характеризующихся мутностью до 400 мг/л.

**16.3.** Механическое обезвоживание осадков природных вод рекомендуется применять для осадков:

образующихся на станциях обезжелезивания и умягчения подземных вод, - при отсутствии свободных территорий, высоком уровне грунтовых вод и большом количестве атмосферных осадков;

поверхностных природных вод - при отсутствии свободных территории и условий для естественного замораживания и оттаивания осадков.

**16.4.** При дальнейшем рассмотрении технологических схем и установок для обработки осадков принята следующая условная классификация вод поверхностных водоисточников по их мутности и цветности (табл. 24).

Т а б л и ц а 24

Воды	Показатель качества	Значение показателя
Маломутные	Мутность, мг/л	≤ 10
Пониженной мутности	То же	10 - 50
Средней мутности	«	50 - 100
Повышенной мутности	«	100 - 250
Мутные	«	250 - 1500
Высокомутные	«	> 1500
Малоцветные	Цветность, град	≤ 35
Цветные	То же	35 - 120
Высокоцветные	«	> 120

#### **ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВОК**

**16.5.** Разбавленный осадок из отстойников или осветлителей со взвешенным осадком, а также промывные воды фильтровальных установок следует направлять в сооружения для их усреднения и осветления.

Осадок, выделенный в указанных сооружениях, надлежит направлять на сооружения для его дальнейшего механического обезвоживания.

При необходимости следует предусматривать промежуточную емкость для выравнивания расхода осадка.

**16.6.** С целью интенсификации процесса осветления промывных вод следует добавлять полиакриламид (ПАА) из расчета 1 - 1,5 мг/л.

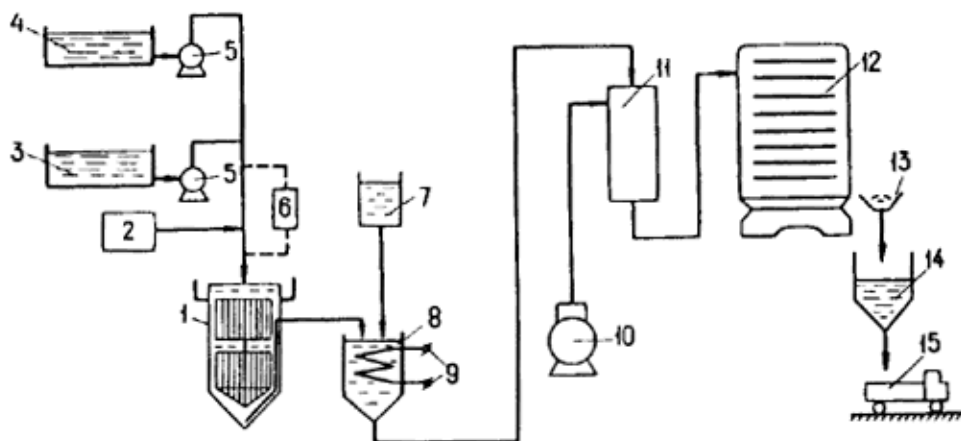
**16.7.** Выбор оборудования для механического обезвоживания осадков природных вод определяется их исходным качеством. Для обезвоживания гидроксидных осадков поверхностных вод следует в основном применять фильтр-прессы типа ФПАКМ или ФПАВ. Вакуум-фильтры для обезвоживания таких осадков могут найти применение лишь для вод с мутностью ≥ 100 мг/л.

Для обезвоживания осадков, образующихся на станциях обезжелезивания и умягчения подземных вод, следует использовать вакуум-фильтры и ленточные фильтр-прессы.

При использовании вакуум-фильтров следует применять аппараты со сходящим полотном, обеспечивающие возможность регенерации фильтрующей ткани.

**16.8.** Рекомендуются следующая технологическая схема механического обезвоживания гидроксидных осадков на фильтр-прессах (черт. 46).

Осадок из усреднителей-отстойников непосредственно или через промежуточную емкость поступает в уплотнители. С целью интенсификации процесса уплотнения в осадок перед уплотнителями следует вводить ПАА.



**Черт. 46. Технологическая схема обработки осадков на камерном фильтр-прессе**

1 - уплотнитель; 2 - дозатор ПАА; 3 - усреднитель-отстойник осадков из отстойников или осветлителей со взвешенным слоем осадка; 4 - усреднитель-отстойник промывных вод фильтровальных сооружений; 5 - насос; 6 - сборник осадка; 7 - дозатор флокулянтов и вспомогательных веществ; 8 - промежуточная емкость; 9 - нагревательный элемент; 10 - компрессор; 11 - монжус; 12 - камерный фильтр-пресс; 13 - транспортер; 14 - бункер; 15 - автосамосвал

Уплотненный осадок перелавливают из уплотнителей в емкость для подготовки его к механическому обезвоживанию. В зависимости от вида осадка и способа его подготовки в емкость с помощью дозаторов могут подаваться известь, флокулянты и присадочные материалы. Помимо этого, емкость может быть оборудована системой подогрева осадка. Подготовленный к механическому обезвоживанию осадок отводится в монжус, откуда с помощью компрессора перекачивается в камерный фильтр-пресс. Обезвоженный осадок с помощью транспортера через бункер удаляется автотранспортом с территории станции. Фильтрат после фильтр-прессов отводится в канализационные сети.

**16.9.** При использовании для механического обезвоживания гидроксидных осадков вакуум-фильтров монжус следует заменить плунжерными или шнековыми насосами.

**16.10.** В конструктивном отношении усреднители-отстойники должны обеспечивать возможность эффективного отведения осветленной воды и осадка на дальнейшую обработку.

**16.11.** Конструкции уплотнителей зависят от качества обрабатываемого осадка. Для осадков маломутных цветных вод следует стремиться, чтобы отношение диаметра и глубины уплотнителя составляло 1 : 2. С увеличением мутности исходной воды указанное отношение можно увеличивать, и при уплотнении осадков из вод с мутностью свыше 100 мг/л в качестве уплотнителей могут быть использованы радиальные отстойники диаметром до 18 м.

**16.12.** Подготовка уплотненного осадка к обезвоживанию можно осуществлять либо в специальной емкости, либо непосредственно в монжусе.

### **ПОДГОТОВКА ОСАДКА К МЕХАНИЧЕСКОМУ ОБЕЗВОЖИВАНИЮ**

**16.13.** Механическое обезвоживание осадков, образующихся на станциях обезжелезивания и умягчения подземных вод, следует осуществлять после их уплотнения без дополнительной подготовки.

**16.14.** Механическое обезвоживание гидроксидных осадков поверхностных природных вод следует осуществлять только после предварительной подготовки, обеспечивающей изменение их исходной физико-химической структуры.

**16.15.** Предварительная подготовка гидроксидных осадков к обезвоживанию может включать их уплотнение в сооружениях вертикального или радиального типа,

коагуляцию химическими реагентами, добавление вспомогательных веществ, нагрев до 60 - 98 °С, замораживание-оттаивание.

Примечания: 1. Замораживание-оттаивание следует предусматривать при подготовке к обезвоживанию осадков маломутных цветных и высокоцветных вод, обладающих наиболее низкой водоотдающей способностью.

2. Выбор температуры нагрева осадка следует осуществлять с учетом возможностей обезвоживающих аппаратов.

**16.16.** Уплотнение гидроксидных осадков маломутных цветных вод следует производить в уплотнителях вертикального типа, оборудованных устройствами для непрерывного нарушения структуры осадка.

Уплотнение осадков, полученных из поверхностных вод с мутностью свыше 100 мг/л, а также осадков, образующихся на станциях обезжелезивания и умягчения подземных вод, в зависимости от производительности станции можно осуществлять в уплотнителях вертикального или радиального типа.

Для предварительных расчетов при проектировании влажность уплотненного в течение 2 ч осадка  $P_{упл}$  следует принимать, %:

для осадка железосодержащих подземных вод - 97,0; при увеличении продолжительности уплотнения до 24 ч влажность уплотненного осадка снижается до 92 - 94;

для осадка, образующегося на станциях умягчения воды, - 92 - 94.

**16.17.** Для предварительных расчетов при проектировании влажность уплотненного осадка поверхностных вод  $P_{упл}$ , %, в зависимости от качественных показателей исходной воды можно определять по следующему выражению:

$$P_{упл} = 96,034 + 1,8 \cdot 10^{-2} Ц - 3 \cdot 10^{-2} М - 1,26 \cdot 10^{-4} М^2, \quad (66)$$

где  $Ц$  - цветность исходной воды, град;

$М$  - мутность исходной воды, мг/л.

Продолжительность уплотнения осадков поверхностных вод следует принимать равной 6 - 10 ч в зависимости от качества осадков, причем с увеличением минеральных примесей в них продолжительность уплотнения снижается.

**16.18.** Для интенсификации процесса уплотнения в осадок добавляют ПАА из расчета 0,04 % массы сухого вещества осадка. Продолжительность уплотнения при этом следует принимать равной 2 - 4 ч.

**16.19.** В качестве химических реагентов для коагуляции осадков перед их механическим обезвоживанием могут использоваться известь, минеральные железосодержащие коагулянты, флокулянты.

**16.20.** Известь при подготовке гидроксидных осадков к обезвоживанию может использоваться самостоятельно. Для предварительных расчетов дозу извести по СаО следует принимать для осадков вод, % массы сухих веществ обрабатываемого осадка:

повышенной мутности - 10 - 15;

средней цветности и мутности - 20 - 30;

маломутных средней цветности - 30 - 50;

маломутных высокоцветных - 60 - 100.

При этом доза извести возрастает с увеличением цветности и снижением мутности исходной воды.

**16.21.** Самостоятельное использование флокулянтов для подготовки гидроксидных осадков к механическому обезвоживанию возможно лишь при обезвоживании осадков вод повышенной мутности.

Флокулянты следует использовать для сокращения расхода извести. При этом для предварительных расчетов следует принимать дозу флокулянта 0,2 % по активной части от массы сухих веществ и дозу извести по СаО - 20 % для маломутных цветных вод и 15 % для вод средней цветности и мутности.

**16.22.** Для сокращения расхода извести при подготовке гидроксидных осадков к обезвоживанию можно использовать различные вспомогательные вещества, среди которых следует отметить золу-унос от сжигания торфа, угля и сланцев, диатомит, перлит, опилки, песчаную пыль и другие отходы.

Эффективность применения вспомогательных веществ необходимо подтвердить опытным путем. Обычно добавка вспомогательных веществ в количестве 50 - 100 % массы сухих веществ осадка позволяет сократить расход извести в 2 раза.

Совместное использование вспомогательных веществ и флокулянтов позволяет полностью отказаться от применения извести при обезвоживании осадков, полученных из вод средней цветности и мутности.

**16.23.** При перекачке осадка перед обезвоживанием и особенно после коагуляционной и флокуляционной обработки во избежание разрушения его структуры не допускается использование центробежных насосов, их следует заменять плунжерными или шнековыми.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ

**16.24.** Расчет уплотнителей следует осуществлять по максимальному часовому количеству осадка, образующемуся в период паводка, с учетом сокращения периода уплотнения в 2 раза по сравнению с указанным п. [16.17](#).

**16.25.** Расчет оборудования для обезвоживания осадка вод поверхностных источников следует вести, принимая во внимание среднегодовые показатели качества исходной воды.

**16.26.** На период паводка необходимо предусматривать создание аккумулирующей емкости для уплотненного осадка, который не может быть обезвожен на установленном оборудовании.

Аккумулирующую емкость следует оборудовать насосной станцией, обеспечивающей перекачку находящегося в ней осадка на обезвоживающие аппараты в период межени.

**16.27.** Основные параметры работы фильтр-прессов:

толщина слоя обезвоженного осадка на фильтровальной перегородке при обезвоживании на фильтр-прессах и вакуум-фильтрах барабанного типа должна быть  $H_{ос} \geq 5$  мм;

объем осадка, подаваемого в фильтр-пресс, - не менее общего объема камер, соответствующего паспортным данным;

удельный объем подаваемого осадка  $W_{исх} \geq 0,04$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> (применительно к фильтр-прессам типов ФПАКМ и ФПАВ).

**16.28.** Производительность обезвоживающих аппаратов по сухому веществу осадка  $Q$ , кг/ (м<sup>2</sup> · ч), выраженная через массу твердой фазы осадка, может быть рассчитана по формуле

$$Q = \frac{m_{ТВ}}{F \tau_{ц}} K \quad (67)$$

где  $m_{ТВ}$  - масса твердой фазы осадка, кг;

$F$  - поверхность фильтрования, м;

$\tau_{ц}$  - продолжительность фильтроцикла, ч;

$K$  - коэффициент запаса, учитывающий колебание свойств осадка и кольматацию фильтровальной перегородки, равный 0,6 - 0,8.

Продолжительность фильтроцикла  $\tau_{ц}$ , ч, при обезвоживании осадков на фильтр-прессах равна:



$$\tau_{ц} = \tau_{\phi} + \tau_{отж} + \tau_{всп}, \quad (68)$$

где  $\tau_{\phi}$  - продолжительность фильтрования, ч;

$\tau_{отж}$  - продолжительность отжима, ч;

$\tau_{всп}$  - продолжительность вспомогательных операций, включающая время заполнения камер осадком в объеме, равном объему камер фильтр-пресса, время выгрузки осадка и регенерации ткани и принимаемая по паспортным данным, ч.

Продолжительность фильтроцикла  $\tau_{ц}$ , ч, при обезвоживании осадков на вакуум-фильтрах равна:

$$\tau_{ц} = \tau_{\phi} \frac{360}{\alpha_{\phi}}, \quad (69)$$

где  $\alpha_{\phi}$  - угол зоны фильтрования, град.

Масса твердой фазы осадка составляет

$$m_{тв} = W_{исх} C_{исх}, \quad (70)$$

где  $W_{исх}$  - объем исходного осадка, м<sup>3</sup>;

$C_{исх}$  - концентрация исходного осадка, кг/м<sup>3</sup>.

Подставляя значения из формул (68) - (70) в формулу (67), получим следующие зависимости для определения производительности:

фильтр-прессов

$$Q_{\phi-п} = \frac{W_{исх} C_{исх}}{F(\tau_{\phi} + \tau_{отж} + \tau_{всп})} K; \quad (71)$$

вакуум-фильтров

$$Q_{в-ф} = \frac{W_{исх} C_{исх} \alpha_{\phi}}{F \tau_{\phi} \cdot 360} K. \quad (72)$$

Если концентрацию исходного осадка в формулах (71) и (72) заменить влажностью исходного осадка, указанные зависимости соответственно принимают следующий вид:

$$Q_{\phi-п} = \frac{W_{исх} (100 - P_{исх}) \rho_{исх}}{100 F (\tau_{\phi} + \tau_{отж} + \tau_{всп})} K; \quad (73)$$

$$Q_{в-ф} = \frac{W_{исх} (100 - P_{исх}) \alpha_{\phi} \rho_{исх}}{36000 F \tau_{\phi}} K, \quad (74)$$

где  $P_{исх}$  - влажность исходного осадка, %;

$\rho_{исх}$  - плотность исходного осадка, кг/м<sup>3</sup>.

Производительность обезвоживающих аппаратов может быть определена также по объему выделившегося фильтрата и влажности исходного и обезвоженного осадков из следующего соотношения:

$$W_{исх} (100 - P_{исх}) = (W_{исх} - W_{\phi}) (100 - P_{ос}), \quad (75)$$

откуда

$$W_{исх} = W_{\phi} \frac{100 - P_{ос}}{P_{исх} - P_{ос}}. \quad (76)$$

Подставив зависимость (76) в формулы (73) и (74), получим следующие выражения:

$$Q_{\phi-п} = \frac{W_{\phi}(100 - P_{ос})(100 - P_{исх})\rho_{исх}}{100(P_{исх} - P_{ос})F(\tau_{\phi} + \tau_{отж} + \tau_{всп})} K ; \quad (77)$$

$$Q_{в-\phi} = \frac{W_{\phi}(100 - P_{ос})(100 - P_{исх})\alpha_{\phi}\rho_{исх}}{3600(P_{исх} - P_{ос})F\tau_{\phi}} K \quad (78)$$

**16.29.** Давления фильтрации  $G_{\phi}$  и отжима  $G_{отж}$ , поддерживаемые при работе фильтр-прессов, определяются сжимаемостью обезвоживаемых осадков. Однако учитывая, что в процессе подготовки осадков к обезвоживанию значение сжимаемости обрабатываемых осадков приводят к определенному уровню, при проектировании могут быть приняты следующие значения давлений в зависимости от качества обрабатываемого осадка, которые будут корректироваться в процессе эксплуатации:

для осадков маломутных цветных и высокоцветных вод

$$G_{\phi} = 0,3 - 0,4 \text{ МПа}; G_{отж} = 0,8 - 1,0 \text{ МПа};$$

для осадков вод средней цветности и мутности

$$G_{\phi} = 0,4 - 0,5 \text{ МПа}; G_{отж} = 1,0 - 1,2 \text{ МПа};$$

для осадков вод повышенной мутности

$$G_{\phi} = 0,5 \text{ МПа}; G_{отж} = 1,2 \text{ МПа};$$

**16.30.** Для предварительных расчетов при проектировании производительность вакуум-фильтров при обезвоживании осадков, образующихся на станциях обезжелезивания, следует принимать равной 80 - 100 кг/ (м<sup>2</sup> · ч), влажность обезвоженного осадка - 60 - 70 %.

При обезвоживании на вакуум-фильтрах осадков, образующихся при умягчении подземных вод, производительность следует принять равной 90 - 120 кг/ (м<sup>2</sup> · ч), влажность обезвоженного осадка - 50 - 60 %.

При обезвоживании гидроксидных осадков поверхностных природных вод производительность фильтр-прессов по сухому веществу следует принимать, кг/ (м<sup>2</sup> · ч), для осадков вод:

маломутных цветных - 3 - 5;

средней цветности и мутности - 5 - 10;

повышенной мутности - 10 - 15.

При этом влажность обезвоженного осадка соответственно, %, для осадков вод:

маломутных цветных - 70 - 75;

средней цветности и мутности - 60 - 70;

повышенной мутности - 55 - 65.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Распределители реагентов .....	2
Перфорированный распределитель коагулянта (тип I) .....	2
Камерно-лучевой распределитель (тип II) .....	4
Диффузорный распределитель (тип III) .....	7
Струйный распределитель суспензий реагентов (тип IV) .....	8
2. Аэрирование как средство интенсификации процесса коагуляции природных вод ...	10
Сущность метода и область применения .....	10
Основные технологические параметры и необходимое конструктивное оформление .....	10
Методика определения оптимальной дозы коагулянта и расхода воздуха .....	13
3. Контактные камеры хлопьеобразования .....	14
Сущность метода и область применения .....	14
Технологические параметры контактных камер хлопьеобразования, встроенных в отстойники .....	14
Применение контактных камер хлопьеобразования для интенсификации работы коридорных осветлителей со взвешенным осадком .....	16
4. Отстойники и осветлители, оборудованные тонкослойными элементами .....	17
Назначение и область применения .....	17
Технологические схемы и конструктивные особенности тонкослойных отстойных сооружений .....	17
Расчет тонкослойных отстойников и осветлителей .....	20
Примеры расчета тонкослойных элементов сооружений .....	21
5. Напорная гидравлическая система смыва осадка в горизонтальных отстойниках .....	22
Назначение и область применения .....	22
Устройство и принцип работы системы .....	22
Расчет системы смыва осадка .....	24
6. Флотационные сооружения .....	27
Назначение и область применения .....	27
Состав сооружений, их устройство и расчетно-конструктивные параметры .....	27
Методика технологической обработки воды методом напорной флотации .....	29
7. Водовоздушная промывка фильтровальных сооружений .....	31
Назначение и область применения .....	31
Принципы действия, особенности и преимущества .....	31
Система горизонтального отвода воды от промывки .....	32
Режим и основные параметры промывки .....	33
Устройства для подачи и распределения воды и воздуха .....	33
Воздуходувное устройство .....	37
Расчет распределительной системы для подачи воздуха в фильтровальных сооружениях с водовоздушной промывкой .....	37
8. Дренажи скорых фильтров из пористого полимербетона .....	40
Назначение и область применения .....	40
Конструкции и расчет дренажей .....	40
Изготовление полимербетонного дренажа .....	46
Монтаж дренажа .....	47
Примеры гидравлического расчета дренажа .....	48
9. Фильтры с плавающей пенополистирольной загрузкой .....	49
Назначение и область применения .....	49
Плавающая загрузка и ее приготовление .....	50
Конструкции и принцип работы фильтров .....	51
Расчет и конструирование фильтров .....	52

10. Сооружения для очистки высокоомутных вод с плавучим водозабором-осветлителем.....	56
Назначение и область применения.....	56
Состав сооружений, принцип действия и их особенности.....	56
Плавучий водозабор-осветлитель.....	57
Тонкослойный осветлитель системы АзНИИВП-2.....	59
11. Установки для обезжелезивания подземных вод методом водовоздушного фильтрования.....	61
Сущность метода и область применения.....	61
Технологическая схема и состав сооружений.....	61
Расчетные параметры сооружений и их конструктивные особенности.....	62
Методика пробного обезжелезивания.....	64
12. Очистка воды от сероводорода.....	66
Аэрационный метод.....	66
Химический метод.....	66
Биохимический метод.....	67
13. Обесфторивание воды методом контактно-сорбционной коагуляции.....	70
Сущность метода и область применения.....	70
Состав сооружений и схема работы станции обесфторивания.....	71
14. Установки типа «струя» для очистки поверхностных и подземных вод.....	73
Назначение и область применения.....	73
Состав и технологические схемы работы установок.....	73
Особенности размещения и привязки.....	76
Выбор основных технологических параметров работы установок для очистки подземных вод.....	78
Контрольно-измерительные приборы и автоматика.....	82
Примеры расчета технологических режимов работы установок для очистки подземных вод.....	82
15. Электролизные установки для обеззараживания воды.....	84
Установки типа эн для получения гипохлорита натрия.....	84
Установки типа «поток» для обеззараживания воды прямым электролизом.....	85
16. Механическое обезвоживание осадков, образующихся на станциях водоподготовки.....	87
Назначение и область применения.....	87
Принципиальная схема технологического процесса и особенности установок.....	88
Подготовка осадка к механическому обезвоживанию.....	89
Определение основных технологических параметров процесса механического обезвоживания осадков.....	91

**ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ,  
КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ  
ГИДРОЛОГИИ  
(ВНИИ ВОДГЕО) ГОССТРОЯ СССР**

**СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ К СНиП**

Серия основана в 1989 году

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СООРУЖЕНИЙ  
ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ  
ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ  
ПРИРОДНЫХ ВОД**



**МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1990**

Рекомендовано к изданию секцией водоснабжения Научно-технического совета ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР.

Редактор издательства *Л. М. Климова*.

Разработано к [СНиП 2.04.02-84](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Дана классификация и характеристика технологических сбросов станций водоподготовки и приведены данные для проектирования сооружений по обезвоживанию осадка в естественных условиях. Даны примеры расчета стустителей, накопителей, площадок замораживания и подсушивания.

Для инженерно-технических работников проектных, строительных организаций и служб эксплуатации водного хозяйства.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Настоящее пособие разработано к [СНиП 2.04.02-84](#) разделу «Обработка промывных вод и осадка станций водоподготовки» и прил. 9.

Требования Пособия распространяются на обработку технологических сбросов от станций осветления, обезжелезивания и реагентного умягчения воды и обезвоживание осадка в естественных условиях.

**1.2.** Проекты водоотведения и обработки осадков надлежит разрабатывать одновременно с проектами водоснабжения объектов.

**1.3.** При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем водоотведения и обработки осадков объектов независимо от их ведомственной принадлежности.

**1.4.** Необходимо предусматривать повторное использование воды, выделившейся в процессах обработки технологических сбросов и обезвоживания осадка. Допускается повторное использование воды, выделившейся в накопителях.

**1.5.** Технологические сбросы при обосновании и по согласованию со службой эксплуатации допускается сбрасывать на канализационные очистные сооружения, в золошлакоотвалы ТЭС. При соблюдении требований «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» Минводхоза, Минздрава и Минрыбхоза СССР (М., 1975) технологические сбросы допускается сбрасывать в водотоки и водоемы.

**1.6.** Осадок технологических сбросов при обосновании допускается обезвоживать на механическом оборудовании, в том числе совместно с осадком от канализационных очистных сооружений или осадком от технологических процессов на промышленных предприятиях.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СБРОСОВ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

**2.1.** Технологические сбросы от сооружений очистки воды без применения коагулянтов: характерные загрязнения представлены крупнодисперсными минеральными и органическими веществами с гидравлической крупностью более 5 мм/с и близкой или равной нулю.

**2.2.** Технологические сбросы от сооружений очистки воды с применением коагулянта: характерные загрязнения представлены среднедисперсными и мелкодисперсными минеральными и органическими веществами в виде гидроксидов металлов, солей, ила, планктона, коллоидной взвеси.

Сбросы характеризуются следующими усредненными показателями: содержание взвешенных веществ 800 - 8000 мг/л; БПК<sub>5</sub> = 30 - 80 мг/л; ХПК = 50 - 1500 мг/л. Гидравлическая крупность взвеси более 0,35 мм/с. Осадки сбросов имеют серо-коричневый цвет, гелеобразную структуру, плохо обезвоживаются, быстро коагулируют фильтрующие материалы. Удельное сопротивление фильтрованию изменяется от (7 - 20) 10<sup>10</sup> см/г для осадков, полученных обработкой высокомутных вод до (1200 - 1400) 10<sup>10</sup> см/г для осадков, полученных коагулированием маломутных вод высокой цветности.

**2.3.** Технологические сбросы от промывки фильтров и вода над осадком в отстойниках, сгустителях, площадках обезвоживания, накопителях: характерные загрязнения представлены мелкодисперсной взвесью с преимущественным содержанием продуктов гидролиза коагулянта и среднедисперсной взвесью от частичного выноса фильтрующей загрузки.

В промывной воде фильтров и контактных осветлителей среднее содержание взвешенных веществ составляет 400 - 2000 мг/л; БПК<sub>5</sub> = 3 - 10 мг/л; ХПК = 10 - 25 мг/л. В воде над осадком в сгустителях, накопителях, площадках обезвоживания среднее содержание взвешенных веществ 8 - 50 мг/л; БПК<sub>5</sub> = 3 - 10 мг/л; ХПК = 10 - 20 мг/л. Среднее количество кишечных палочек в 1 л (коли-индекс) воды над осадком после зимнего промораживания от 10 - 100 до 1000, а в летний и осенний периоды от 250 - 2500 до 200 000.

## 3. ОБРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СБРОСОВ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

**3.1.** Выбор технологической схемы и состава сооружений по обработке технологических сбросов объекта определяется составом сооружений и способом подготовки воды, климатическими и инженерно-геологическими условиями.

**3.2.** Промывную воду микрофильтров после хлорирования следует коагулировать повышенной дозой коагулянта и отстаивать с подачей осветленной воды в трубопроводы перед смесителями. Полученный осадок надлежит направлять на дренажные площадки обезвоживания с последующим вывозом осадка не более чем через 1 год.

*Примечание.* При использовании обезвоженного сэтона в качестве удобрения или кормовой добавки допускается обработка промывной воды микрофильтров без применения коагулянта путем введения хлора не менее чем за 15 - 20 мин до поступления промывной воды на дренажные площадки обезвоживания.

Промывную воду барабанных сеток и фильтров следует направлять в отстойники промывных вод с последующим равномерным перекачиванием осветленной воды в трубопроводы перед смесителями.

Осадок от отстойных сооружений, разбавленный водой, при выпуске надлежит направлять в накопители с отстаиванием или без него.

**3.3.** На станциях осветления и обезжелезивания воды фильтрованием с применением коагулянта промывную воду фильтров следует направлять в отстойники. Осветленную воду надлежит равномерно перекачивать в трубопроводы перед смесителями.

На станциях осветления воды отстаиванием с последующим фильтрованием и на станциях реагентного умягчения промывную воду фильтров следует равномерно

перекачивать в трубопроводы перед смесителями с отстаиванием или без него в зависимости от качества воды.

**3.4.** Для улавливания песка, выносимого при промывке фильтров и контактных осветлителей, надлежит предусматривать песколовки, рассчитываемые по [СНиП 2.04.03-85](#), пп. 6.26 - 6.35.

**3.5.** Осадок от всех отстойных сооружений надлежит направлять на обезвоживание и складирование с предварительным сгущением или без него.

**3.6.** Осветленную воду над осадком в отстойниках перед их опорожнением в отстойниках промывных вод, в сгустителях, в накопителях и площадках обезвоживания надлежит направлять в резервуары промывных вод или подавать в трубопроводы перед смесителями, а также допускается сбрасывать ее в водоток или в водоем с учетом указаний п. [1.4](#) настоящего пособия.

При отсутствии предварительного хлорирования исходной воды повторно используемую воду надлежит хлорировать дозой от 2 до 4 мг/л.

## **4. СООРУЖЕНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ ПРОМЫВНЫХ ВОД И ОСАДКА**

### **Резервуары промывных вод**

**4.1.** Резервуары промывных вод надлежит предусматривать на станциях подготовки воды с отстаиванием и последующим фильтрованием для приема периодически поступающей воды от промывки фильтров и ее равномерного перекачивания без отстаивания в трубопроводы перед смесителями. Допускается возможность подачи в эти резервуары других видов технологических сбросов в соответствии с указаниями п. [3.6](#).

**4.2.** При разработке конструкции резервуаров промывной воды следует учитывать возможность постепенного накапливания на дне резервуаров осадка, удаляемого при периодической промывке резервуаров в сгустители или на сооружения для обезвоживания осадка.

**4.3.** Резервуаров промывных вод должно быть не менее двух. Вместимость каждого резервуара следует определять по графику периодического поступления и равномерного откачивания технологических сбросов по п. [3.6](#), но не менее объема воды от одной промывки фильтра продолжительностью 10 мин.

**4.4.** Насосы и трубопроводы перекачивания промывной воды должны проверяться на работу фильтров при форсированном режиме.

### **Отстойники промывных вод**

**4.5.** Отстойники промывных вод надлежит предусматривать при одноступенчатом фильтровании и обезжелезивании для приема периодически поступающих промывных вод, отстаивания и равномерного перекачивания осветленной воды в трубопроводы перед смесителями с учетом указаний п. [4.4](#). Допускается возможность сброса в отстойники промывных вод воды от промывки барабанных сеток.

Осадок, накопившийся в отстойниках промывных вод, следует направлять в сгустители или на сооружения для обезвоживания осадка.

При технико-экономическом обосновании допускается применять вместо отстойников промывных вод сгустители.

**4.6.** Длительность рабочего цикла отстойников промывных вод определяется режимом подачи промывных вод, длительностью их отстаивания, длительностью перекачивания осветлившейся воды и уплотненного осадка.

Длительность отстаивания промывных вод надлежит принимать для станций осветления воды и реагентного обезжелезивания - 2 ч, для станций безреагентного осветления и обезжелезивания воды - 4 ч. При введении полиакриламида дозой 0,03 - 0,04 % массы твердого вещества в осадке длительность отстаивания следует снижать до 1 ч.

**4.7.** Вместимость отстойника промывных вод следует принимать на 20 % более объема воды от одной промывки фильтра с учетом дополнительного объема зоны накопления осадка.



**4.8.** При определении объема зоны накопления осадка в отстойнике промывных вод общую длительность накопления осадка (интервал между выпусками осадка из отстойника промывных вод при многократном периодическом наполнении отстойника) надлежит принимать не менее 8 - 12 ч. Расчетную влажность осадка в отстойнике следует принимать 99 % для станций осветления воды и реагентного обезжелезивания и 96,5 % для станций безреагентного обезжелезивания.

### Сгустители

**4.9.** Сгустители с медленным механическим перемешиванием надлежит применять для ускорения уплотнения осадка из горизонтальных и вертикальных отстойников, осветлителей, реагентного хозяйства и осадка отстойников промывных вод на станциях водоподготовки с применением коагулянта при среднегодовой мутности исходной воды до 300 мг/л.

**4.10.** Сгустители следует выполнять радиальными с вертикально-лопастными мешалками на вращающейся раме или прямоугольными с вертикально-лопастными мешалками на продольно перемещающихся рамах.

**4.11.** Основные конструктивные параметры радиальных сгустителей:

рекомендуемый ряд диаметров, м	9, 12, 15, 18
уклон дна к центральному приемку, град	от 8 до 10
средняя рабочая глубина, м	не менее 3
рама со скребками и вертикальными лопастями при диаметре сгустителя, м:	
15 и менее	двухконцевая
18 и более	четырёхконцевая
сечение лопастей	прямоугольный треугольник с соотношением катетов 1 : 1,4 или круглое
отношение общего поперечного сечения всех лопастей на конце рамы к площади поперечного сечения перемешиваемого ими объема осадка	от 0,25 до 0,3
крепление лопастей	меньшим катетом сечения лопасти к раме с обращением гипотенузы к оси вращения рамы
шаг лопастей	переменный от $3\delta$ у оси вращения и на конце рамы, до $5\delta$ в середине рамы, где $\delta$ - ширина лопасти
ввод осадка	на 1 - 1,5 м выше дна в центре сгустителя
отвод сгущенного осадка	из центрального приемка
отвод осветленной воды	поплачковыми водозаборниками

**4.12.** Основные конструктивные параметры прямоугольных сгустителей:

длина, м	15
ширина, м	6
глубина, м	4,5
число рам с вертикальными лопастями на цепном конвейере	от 4 до 5
сечение лопастей	в виде треугольника или уголка
шаг лопастей	равный $3\delta$
число скребков на спаренных рамах	от 8 до 10
ввод осадка	двумя продольными перфорированными трубами над цепным конвейером
отвод сгущенного осадка	из приемка

**4.13.** Режим работы сгустителей - периодический. Длительность цикла сгущения определяется длительностью следующих операций, мин:

наполнение сгустителя	от 10 до 30
перемешивание	определяется по данным эксплуатации аналоговых сгустителей или при их отсутствии (табл. 1)
перекачивание осветленной воды в головные сооружения станций водоподготовки	от 30 до 40
перекачивание сгущенного осадка на обезвоживание	от 30 до 40

Сгущенный осадок следует последовательно накапливать в сгустителе и перекачивать через несколько циклов сгущения.

Допускается работа сгустителей в режиме непрерывной подачи осадка и непрерывного отвода воды.

**4.14.** Вместимость сгустителя  $W_{сг}$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_{сг} = 1,3 k_p W_{ос}, \quad (1)$$

где  $k_p$  - коэффициент разбавления осадка при выпуске из сооружений подготовки воды, принимаемый равным: 1,2 - при механическом удалении осадка; 1,5 - при гидравлическом удалении осадка; 2 - 3 - при напорном смыве осадка;  $W_{ос}$  - вместимость зоны накопления осадка сооружений водоподготовки, м<sup>3</sup>.

Т а б л и ц а 1

№ п.п.	Способ обработки воды, среднее содержание взвешенных веществ С, реагенты	Наибольшая скорость движения конца лопасти, м/с	Длительность перемешивания, ч	Средняя влажность осадка на выпуске из сгустителя, %
1	Осветление:			
	С = 30 мг/л:			
	коагулянт	0,015	10	98,2
	коагулянт, ПАА	0,015	9	97,8
	коагулянт, ПАА, известь	0,015	8	97,5
	С = 150 мг/л:			
	коагулянт	0,025	8	97,3
	коагулянт, ПАА	0,025	7	96,8
	С = 600 мг/л:			
	коагулянт	0,03	6	91,8
коагулянт, ПАА	0,03	5	90	
2	С = 1200 мг/л:			
	коагулянт	0,03	6	84
	коагулянт, ПАА	0,03	5	82
	Умягчение при магнeвoй жесткости, %:			
более 25	0,015	8	88	
менее 25	0,025	4	78	
3	Обезжелезивание:			
	с реагентами	0,015	9	97,2
	без реагентов	0,025	7	92,5

Примечания: 1. При введении полиакриламида дозой 0,03 - 0,09 % массы твердого вещества в осадке длительность цикла сгущения следует уменьшать в два раза.

2. Среднее содержание взвешенных веществ С следует определять по формуле (11) [СНиП 2.04.02-84](#).

**4.15.** Число сгустителей необходимо определять из условий периодического приема в соответствии с режимом выпуска осадка из сооружений и обеспечения требуемой длительности цикла сгущения.

**4.16.** Подачу осадка к сгустителям, как правило, следует предусматривать самотеком. Гидравлический расчет трубопроводов рекомендуется производить с

учетом свойств транспортируемого осадка. При отсутствии данных гидравлический расчет следует выполнять по условиям транспортирования воды, принимая скорость движения осадка  $1,2 \div 1,5$  м/с. Подача сгущенного осадка на малые расстояния допускается центробежными насосами, на значительные расстояния - поршневыми насосами, на установки механического обезвоживания - монжусами или поршневыми насосами.

Предельные значения влажности осадков, транспортируемых по напорным трубопроводам, составляют: для осадков маломутных цветных вод - 94 - 95 % (сохранение свойства текучести до влажности 92 %); для осадков станций реагентного умягчения воды - 78 - 82 % (сохранение свойства текучести до влажности 75 %).

## 5. СООРУЖЕНИЯ ПО ОБЕЗВОЖИВАНИЮ ОСАДКА

### Накопители

**5.1.** Накопители следует предусматривать для обезвоживания и складирования осадка при многолетнем его уплотнении с удалением выделившейся осветленной воды. В качестве накопителей надлежит использовать овраги, отработанные карьеры или обвалованные грунтом спланированные площадки на естественном основании глубиной не менее 2 м. Расчетный период подачи осадка в накопитель следует принимать не менее пяти лет.

**5.2.** Предпочтительно устройство накопителей на хорошо фильтрующих грунтах со сбором и удалением частично профильтрованной воды. При наличии в осадке токсичных веществ в накопителях следует предусматривать устройство противofильтрационного экрана.

Очистку накопителя от осадка, как правило, не предусматривают. Очистка накопителя с последующим вывозом осадка или обвалованием накопителя осадком допускается при устройстве накопителя на хорошо фильтрующих грунтах и уровне грунтовых вод относительно дна накопителя не менее 1,5 м через 3 - 10 лет после завершения срока эксплуатации накопителя.

**5.3.** Секций накопителей должно быть не менее двух. Это позволяет ускорить процесс уплотнения осадка за счет изменения водоотдающей способности части осадка при его частичном сезонном замораживании и подсушивании. Секции накопителя работают попеременно по годам, при этом подачу осадка следует предусматривать в одну секцию по годам, при этом подачу осадка следует предусматривать в одну секцию в течение года с непрерывным удалением осветленной воды. В остальных секциях будет происходить обезвоживание и уплотнение ранее поданного осадка с замораживанием в зимний период и подсушиванием в летний период с удалением воды, выделившейся при уплотнении осадка.

**5.4.** Общую вместимость накопителя  $W_{\text{нак}}$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_{\text{нак}} = 10^{-4} Q T_n C [1 / (100 - P_1) \rho_1 + 1 / (100 - P_2) \rho_2 + \dots \\ \dots + 1 / (100 - P_{n-1}) \rho_{n-1} + 1 / (100 - P_n) \rho_n] \quad (2)$$

где  $Q$  - расчетный расход воды на станции водоподготовки, м<sup>3</sup>/сут;  $C$  - среднегодовая концентрация взвешенных веществ в исходной воде, г/м<sup>3</sup>, определяемая по формуле (11) [СНиП 2.04.02-84](#). Для  $n$  года  $C$  - среднее значение для характерных периодов года;  $T_n$  - длительность подачи осадка в году, сут;  $P_1, P_2, \dots, P_{n-1}$ , и  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_{n-1}$  - соответственно средние значения влажности и плотности осадка первого, второго ... ( $n - 1$ ) года эксплуатации, принимаемые по табл. 2, а  $P_n$  и  $\rho_n$  по табл. 3 для средней длительности уплотнения осадка  $T_y$  в расчетном году или в характерный период года. Например, для  $T_n = 10$  лет,  $T_y$  первого года подачи осадка в накопитель равно 9,5 годам, ... десятого года - 0,5 годам.

**5.5.** Накопитель, как правило, следует рассчитывать на постоянный сброс осветленной воды, в том числе в зимний период под слоем льда. В этом случае  $C$   $n$ -го года,  $P_n$  и  $\rho_n$  в формуле (2) являются среднегодовыми показателями.

При отсутствии сброса осветленной воды из накопителя в зимний период возрастает роль сгустителей осадка, обеспечивающих уменьшение расчетной вместимости

накопителя за счет уменьшения объема осадка, подаваемого в накопитель в зимний период.

**5.6.** Накопители надлежит оборудовать устройствами для подачи осадка и отвода выделившейся при уплотнении осадка воды. Устройства для подачи осадка и отвода воды следует располагать на противоположных сторонах накопителя. Расстояние между устройствами для подачи осадка, а также между устройствами для отвода воды надлежит принимать не более 60 м. Конструкция устройств для отвода воды должна обеспечивать ее отвод с любого уровня по глубине накопителя.

Таблица 2

№ п.п.	Способ обработки воды, среднее содержание взвешенных веществ, С, реагенты	Длительность уплотнения осадка Т, годы; средняя влажность осадка Р, %; плотность осадка ρ, т/м <sup>3</sup>															
		Т = 1		Т = 2		Т = 3		Т = 4		Т = 5		Т = 6		Т = 8		Т = 10	
		Р	ρ	Р	ρ	Р	ρ	Р	ρ	Р	ρ	Р	ρ	Р	ρ	Р	ρ
1	Осветление:																
	С = 30 мг/л:																
	коагулянт	91	1,03	88	1,05	85	1,07	82,5	1,08	81	1,08	80	1,09	79	1,09	77	1,1
	коагулянт, ПАА	89	1,05	84	1,08	81	1,1	80	1,11	79,5	1,11	78	1,12	77,5	1,12	77	1,13
	коагулянт, ПАА, известь	88	1,05	83,5	1,1	80,5	1,12	79,5	1,12	78,5	1,13	77,5	1,13	77	1,13	76,5	1,13
	С = 150 мг/л:																
	коагулянт	83	1,10	79	1,13	76,5	1,15	75,5	1,16	73,5	1,17	72,5	1,17	72	1,17	72	1,17
	коагулянт, ПАА	82	1,11	78	1,14	75,5	1,16	74	1,16	72,5	1,17	71	1,17	70	1,17	70	1,17
	С = 600 мг/л:																
	коагулянт	72	1,20	69	1,22	68	1,23	67,5	1,23	67	1,23	67	1,23	67	1,23	67	1,23
	коагулянт, ПАА	71,5	1,20	68,5	1,22	67,5	1,23	67	1,23	66,5	1,23	66,5	1,23	66,5	1,23	66,5	1,23
	С = 1200 мг/л:																
коагулянт	65	1,27	64	1,24	63	1,23	63	1,23	63	1,23	63	1,23	63	1,23	63	1,23	
коагулянт, ПАА	64,5	1,25	63,5	1,24	62,5	1,23	62,5	1,23	62,5	1,23	62,5	1,23	62,5	1,23	62,5	1,23	
С = 1500 мг/л:																	
коагулянт, ПАА	50	1,45	49	1,46	48	1,48	48	1,48	48	1,48	48	1,48	48	1,48	48	1,48	
ПАА	42	1,55	41	1,57	40	1,58	40	1,58	40	1,58	40	1,58	40	1,58	40	1,58	
2	Умягчение при магниевой жесткости, %:																
	более 25	68,5	1,23	67	1,24	66,5	1,25	66,2	1,25	66	1,26	65,8	1,26	65,5	1,26	65,5	1,26
	менее 25	52	1,45	51,5	1,46	51	1,47	51	1,47	51	1,47	51	1,47	51	1,47	51	1,47
3	Обезжелезивание:																
	с реагентами	90,5	1,06	87,5	1,10	83	1,12	81,5	1,14	80	1,15	79	1,16	78	1,17	77	1,17
	без реагентов	79	1,17	74	1,19	72	1,22	71	1,23	70	1,24	69	1,24	69	1,24	69	1,24

Таблица 3

№ п.п.	Способ обработки воды, среднее содержание взвешенных веществ, С, реагенты	Длительность уплотнения осадка Т, мес.; средняя влажность осадка Р, %; плотность осадка $\rho$ , т/м <sup>3</sup>													
		Т = 1		Т = 2		Т = 4		Т = 6		Т = 8		Т = 10		Т = 12	
		Р	$\rho$	Р	$\rho$	Р	$\rho$	Р	$\rho$	Р	$\rho$	Р	$\rho$	Р	$\rho$
1	Осветление:														
	С = 30 мг/л:														
	коагулянт	98,2	1,01	97,5	1,02	96,3	1,02	95,0	1,02	94,2	1,02	93,5	1,02	93	1,02
	коагулянт, ПАА	97,8	1,02	96,8	1,02	95,2	1,03	94,0	1,04	93,2	1,04	92,3	1,04	91,8	1,05
	коагулянт, ПАА, известь	97,5	1,02	96,5	1,02	94,5	1,03	93	1,04	91,5	1,05	91	1,05	90,5	1,05
	С = 150 мг/л:														
	коагулянт	93,6	1,02	94	1,03	91,5	1,05	89,5	1,06	87,7	1,07	86	1,08	84,5	1,09
	коагулянт, ПАА	95,8	1,02	93	1,04	90,7	1,05	88,5	1,07	86,7	1,08	85,2	1,08	83,8	1,09
	С = 600 мг/л:														
	коагулянт	90	1,06	87	1,09	82	1,11	79	1,14	77	1,16	75	1,17	73	1,18
коагулянт, ПАА	88,5	1,08	85	1,1	81	1,12	78	1,15	75,8	1,17	74	1,17	72,2	1,19	
С = 1200 мг/л:															
коагулянт	84	1,11	78,5	1,16	73,7	1,19	71	1,23	68,8	1,25	67,5	1,26	66,2	1,27	
коагулянт, ПАА	81,5	1,14	77,2	1,17	73	1,2	70,4	1,23	68,2	1,25	66,9	1,26	65,7	1,28	
С = 1500 мг/л:															
коагулянт, ПАА	72	1,21	68	1,25	61,5	1,32	58,5	1,35	56	1,38	53,5	1,4	52	1,43	
ПАА	61	1,32	57	1,37	51,5	1,42	48	1,47	46	1,5	44,5	1,53	43	1,54	
2	Умягчение при магниевой жесткости, %:														
	более 25	86	1,09	81	1,13	76	1,17	73	1,18	71,7	1,2	70,5	1,21	69,5	1,22
	менее 25	75	1,23	68	1,29	62,5	1,35	58,5	1,39	56,5	1,43	54,5	1,45	53	1,47
3	Обезжелезивание:														
	с реагентами	97	1,02	95,8	1,03	94,7	1,04	93,8	1,05	93	1,05	92,2	1,06	91,5	1,06
	без реагентов	92,5	1,06	90	1,07	87,5	1,09	85	1,11	83	1,12	81	1,14	80	1,15

### Площадки замораживания

**5.7.** Площадки замораживания следует предусматривать для интенсификации обезвоживания осадка в естественных условиях за счет резкого увеличения водоотдачи после полного замораживания и оттаивания осадка.

Площадки замораживания надлежит применять в районах с периодом устойчивой среднесуточной отрицательной температуры воздуха не менее двух месяцев в году, рассчитывать на очистку от осадка через 1 - 3 года и вывоз его на площадки складирования.

Площадки замораживания следует выполнять преимущественно в виде земляных сооружений, имеющих спланированное грунтовое основание, обвалованное грунтом, с устройствами для напуска осадка и отвода выделившейся осветленной воды.

Допускается устройство площадок замораживания с твердым основанием с дренажной системой. Глубина площадок замораживания определяется глубиной промерзания осадка в зимний период.

**5.8.** Замораживание наиболее эффективно для труднообезвоживаемых осадков станций осветления маломутных цветных вод, станций обезжелезивания воды и станций реагентного умягчения воды, имеющих магниевую жесткость более 25 % общей, и нецелесообразно для осадков станций осветления высокомутных вод.

**5.9.** Площадки замораживания следует проектировать при условии залегания грунтовых вод на глубине не менее 1,5 м от основания площадок.

Для использования дополнительного фактора обезвоживания осадков - незначительного фильтрования через основание и ограждающее обвалование площадок, целесообразно устраивать площадки на хорошо фильтрующих грунтах.

Для предотвращения подтапливания площадок талой водой, сбора и отвода воды, фильтрующейся через грунтовое основание площадок, необходимо предусматривать устройство водоотводных канав или дренажных устройств вдоль фронта площадок.

**5.10.** Площадки замораживания условно подразделяют на летне-осенние, зимние, весенние - 1 и весенние - 2.

В период положительной и неустойчивой отрицательной среднесуточной температуры воздуха осадок от станции водоподготовки надлежит направлять на весенние и летне-осенние площадки для уплотнения и удаления выделившейся из осадка осветленной воды. Напуск осадка на площадки следует заканчивать с наступлением периода устойчивой отрицательной температуры. Общий слой уплотненного осадка не должен превышать глубины полного промерзания осадка в зимний период.

В период устойчивой отрицательной температуры осадок следует для ускорения замораживания подавать на зимние площадки тонкими слоями.

**5.11.** Конструктивные схемы и размеры площадок следует принимать в соответствии с рис. 1 и 2, принимая расстояние между устройствами для напуска осадка и отвода осветленной воды равным 40 м, а расстояние между устройствами соответственно 30 м (рис. 1) и 60 м (рис. 2).

**5.12.** Распределение осадка между площадками надлежит осуществлять трубопроводами диаметром не менее 150 мм, отведение осветленной воды с площадок самотечными трубопроводами с уклоном 0,01.

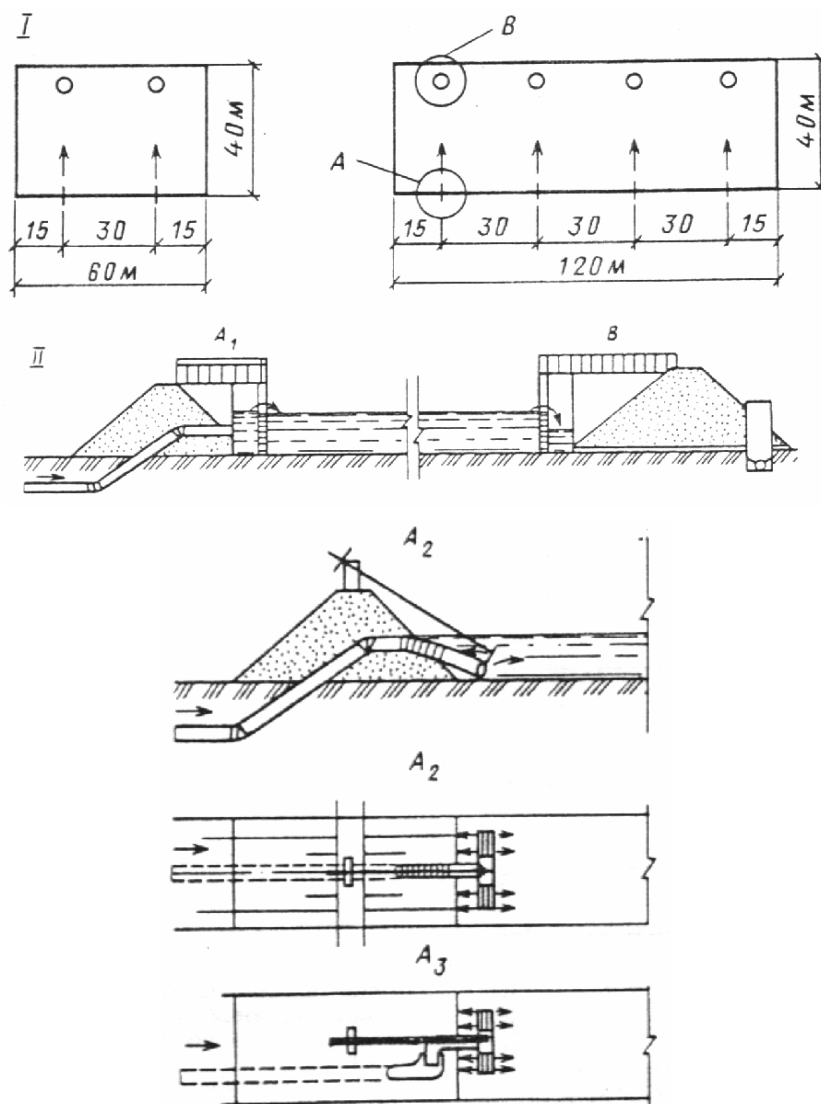


Рис. 1. Площадки для обезвоживания осадка

*I - конструктивные схемы площадок; II - устройства для напуска осадка (A) и отвода осветленной воды (B): A<sub>1</sub> и B - колодец; A<sub>2</sub> - подъемный поперечный лоток на гибком рукаве; A<sub>3</sub> - подъемный поперечный лоток на шарнире*



Для надежной эксплуатации трубопроводов необходимо предусматривать их промывку, а также соответствующее утепление или заглубление в грунт. Для устранения случайных засорений следует устанавливать ревизии. Запорную арматуру (задвижки или поворотные затворы) на трубопроводах следует размещать в утепленных незатапливаемых водой колодцах с выносом колонок управления арматурой на поверхность.

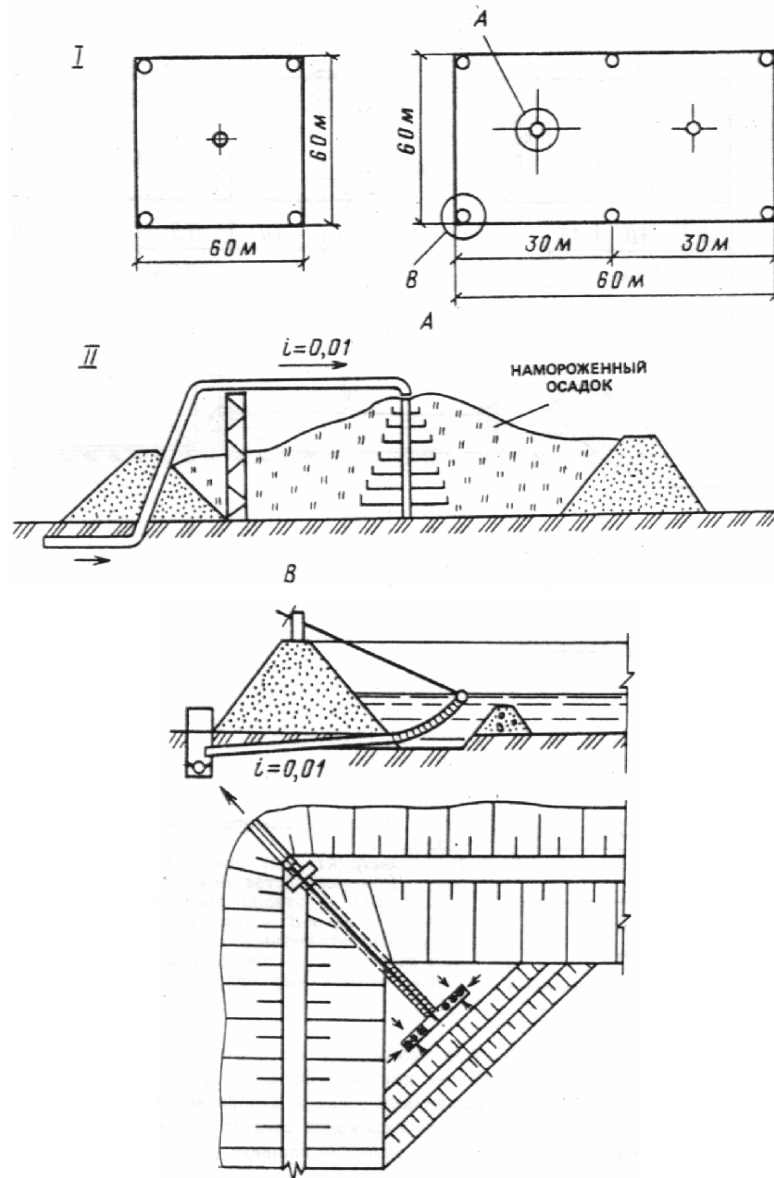


Рис. 2. Площадки для обезвоживания с центральной каскадной подачей осадка

*I - конструктивные схемы площадок; II - устройства для напуска осадка (A) в виде центральной тарельчатой колонны и отвода воды (B) в виде подъемной поперечной перфорированной трубы на гибком рукаве*

**5.13.** Устройства для подачи осадка на площадки должны обеспечивать равномерное их распределение по площадкам без размывания площадки или слоя замерзшего осадка. В связи с возможностью образования в зимнее время прослойки воздуха между слоем льда и осадка, а также выпадением снега на поверхность льда, резко уменьшается скорость замораживания осадка. Конструкция устройств должна обеспечивать возможность напуска осадка в зимнее время как под слой льда для вытеснения воздуха через шурфы в слое льда, так и на поверхность льда тонким слоем для замачивания и последующего замораживания мокрого снега.

Примерами решения такой конструкции являются устройства в виде колодцев с изменяющимся по высоте водосливом (см. рис. 1б, A<sub>1</sub>); подъемных поперечных лотков на гибком рукаве (см. рис. 1б, A<sub>2</sub>) и на шарнире (см. рис. 1б, A<sub>3</sub>).

Размещение устройств напуска осадка в центре модуля площадки (см. рис. 2) имеет технико-экономические преимущества перед размещением этих устройств по длинной стороне площадки (см. рис. 1), а центральный каскадный напуск осадка на зимние площадки (см. рис. 2, А) позволяет улучшить условия послойного замораживания осадка и уменьшить высоту обвалования площадки. Трубопровод верхней подачи осадка в центр площадки следует выполнять с уклоном к рассекателю осадка, предназначенному для разбрызгивания осадка и предотвращения размывания дна площадки.

**5.14.** Устройства для отведения воды с площадок должны обеспечивать возможно более полное удаление осветленной воды, выделившейся при уплотнении осадка и атмосферной воды. На рис. 1, 2 приведены примеры конструктивных решений устройств для отвода воды с разного уровня: колодцы и устройство в виде подъемной поперечной перфорированной трубы на гибком рукаве, заглубленное относительно основания площадки на 0,5 м и огражденное щебеночной отсыпкой высотой 0,5 м.

**5.15.** Расчет площадок замораживания следует начинать с анализа климатических условий района их размещения. Год условно надлежит разделить на три характерных периода; весенний, летне-осенний, зимний, определив их длительность. За зимний период принимают период устойчивых отрицательных среднесуточных температур (период устойчивого мороза), для которого определяют среднесуточную температуру каждого месяца.

Расчетные данные находят в «Справочнике по климату СССР» Гидрометиздата одного выпуска, соответственно району размещения площадок по разделам «Температура воздуха и почвы», «Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров».

Длительность зимнего периода надлежит принимать по среднемноголетней продолжительности устойчивого мороза.

Длительность весеннего периода следует принимать от завершения периода устойчивого мороза до наступления периода положительной температуры (спустя один месяц после наступления среднесуточной температуры воздуха выше 0 °С для районов с периодом устойчивого мороза менее трех месяцев и спустя два месяца - для районов с периодом устойчивого мороза более трех месяцев).

Длительность летне-осеннего периода надлежит принимать как разность между продолжительностью календарного года (365 дней) и общей длительностью зимнего и весеннего периода.

**5.16.** Общую полезную площадь площадок замораживания  $F$ , м<sup>2</sup>, следует определять по формуле

$$F = 2 F_{\text{в}} + F_{\text{л-о}} + F_{\text{з}}, \quad (3)$$

где  $F_{\text{в}}$ ,  $F_{\text{л-о}}$ ,  $F_{\text{з}}$  - площадь площадок, м<sup>2</sup>, определяемая по зеркалу осадка при заполнении площадок на половину глубины соответственно для весеннего, летне-осеннего и зимнего напусков осадка.

**5.17.** Объем осадка, подвергаемого замораживанию на весенних или летне-осенних площадках  $W_{\text{в,л-о}}$  необходимо рассчитывать с учетом его уплотнения на площадках и удаления выделившейся при уплотнении осадка воды по формуле

$$W_{\text{в,л-о}} = \frac{QT_{\text{в,л-о}}C_{\text{в,л-о}}}{10^4(100 - P_{\text{в,л-о}})\rho_{\text{в,л-о}}}, \quad (4)$$

где  $Q$  - расчетный расход воды на станции водоподготовки, м<sup>3</sup>/сут;  $C_{\text{в,л-о}}$  - средняя за весенний или летне-осенний периоды концентрация взвешенных веществ в исходной воде, г/м<sup>3</sup>, определяемая по формуле (11) [СНиП 2.04.02-84](#);  $T_{\text{в,л-о}}$  - длительность весеннего или летне-осеннего периода, сут. (см. п. 5.15);  $P_{\text{в,л-о}}$  и  $\rho_{\text{в,л-о}}$  - средняя влажность, %, и плотность, г/м<sup>3</sup>, осадка, определяемые по табл. 3 в зависимости от длительности уплотнения осадка  $T_{\text{у}}$ , мес., принимаемой от середины весеннего или летне-осеннего периодов до наступления периода устойчивого мороза.

**5.18.** Полезную площадь  $F$ ,  $m^2$ , весенних или летне-осенних площадок следует определять по формуле

$$F_{в, л-о} = W_{в, л-о} / H_{в, л-о}, \quad (5)$$

где  $H_{в, л-о}$  - слой осадка на площадке перед замораживанием, м, равный глубине промерзания осадка в период устойчивого мороза определяется по формуле

$$H_{в, л-о} = 0,017\sqrt{\Sigma t}, \quad (6)$$

где  $\Sigma t$  - сумма абсолютных значений отрицательных среднесуточных температур воздуха за период устойчивого мороза,  $^{\circ}C$ , принимаемая по данным ближайшей метеорологической станции.

**5.19.** Объем осадка, подвергаемого замораживанию на зимней площадке,  $W_3$ , следует рассчитывать из условия размещения всего осадка, поступившего в период устойчивого мороза, без учета уплотнения осадка на площадке

$$W_3 = \frac{QT_3C_3}{10^4(100 - P_3)\rho_3}, \quad (7)$$

где  $C_3$  - средняя за зимний период концентрация взвешенных веществ в исходной воде,  $г/м^3$ , определяемая по формуле (11) [СНиП 2.04.02-84](#);  $T_3$  - длительность зимнего периода, сут (см. п. [5.15](#));  $P_3$  и  $\rho_3$  - средняя влажность, %, и плотность,  $г/м^3$ , осадка, направляемого на зимнюю площадку.

**5.20.** Зимнюю площадку надлежит предусматривать секционной.

Площадь одной секции  $F_{3,с}$ ,  $m^2$ , следует определять по формуле

$$F_{3,с} = W_{сб} / h_{сб}, \quad (8)$$

где  $W_{сб}$  - объем одного залпового сброса осадка на зимнюю площадку,  $m^3$ ;  $h_{сб}$  - расчетный слой осадка на секции зимней площадки, равный 0,06 - 0,1 м.

При определении  $F_{3,с}$  следует учитывать рекомендованную конструктивную схему площадок (см. рис. [12](#)).

**5.21.** Число секций зимней площадки  $N_{3,с}$  надлежит принимать по формуле

$$N_{3,с} = \tau / \Delta \tau, \quad (9)$$

где  $\tau$  - длительность замораживания осадка расчетным слоем от 0,06 до 0,1 м в месяц периода устойчивого мороза с наиболее высокой среднесуточной температурой воздуха, сут, принимаемая по рис. [3](#);  $\Delta \tau$  - периодичность напуска осадка на зимнюю площадку, сут.

**5.22.** Строительную высоту оградительного обвалования весенних или летних площадок замораживания  $H_{стр.в} = H_{стр.л-о}$ , м, следует определять по формуле

$$H_{стр.в} = \frac{W_в}{F_в} + \frac{(N-1)W_{о.в}}{F_в} + 0,2, \quad (10)$$

где  $W_в$  - годовой объем уплотненного осадка на весенних площадках перед началом периода устойчивого мороза,  $m^3$ ;  $F_в$  - полезная площадь весенних площадок,  $m^2$ ;  $N$  - число лет накапливания уплотненного осадка на весенних площадках;  $W_{о.в}$  - годовой объем обезвоженного осадка на весенних площадках влажностью, %, принимаемой по табл. [2](#) для длительности уплотнения осадка  $T_y = 10$  лет.

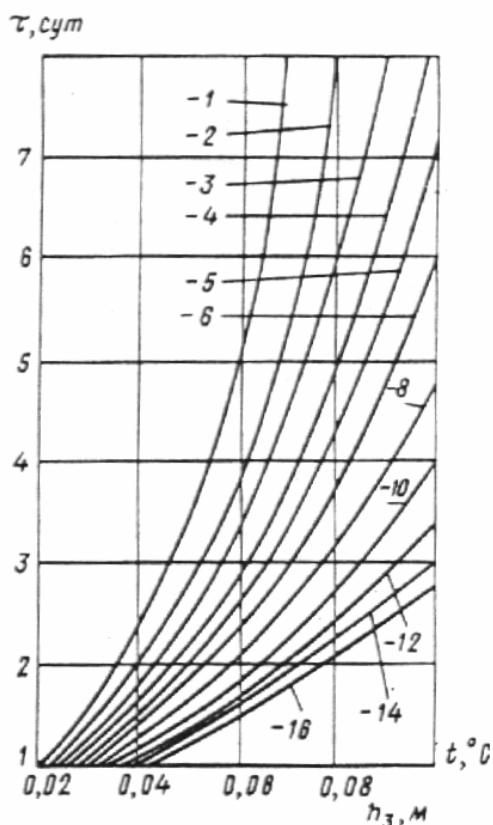


Рис. 3. Длительность замораживания осадка в зависимости от толщины слоя и среднесуточной температуры воздуха

**5.23.** Строительную высоту оградительного обвалования зимних площадок  $H_{\text{стр.з}}$  определять по формуле

$$H_{\text{стр.з}} = \frac{W_3}{F_3} + \frac{(N-1)W_{0.3}}{F_3} \pm \Delta, \quad (11)$$

где  $W_3$  - годовой объем осадка, замораживаемый на зимней площадке,  $\text{м}^3$ ;  $F_3$  - полезная площадь зимней площадки,  $\text{м}^2$ ;  $N$  - число лет накопления осадка на зимней площадке,  $N = 1 - 3$ ;  $W_{0.3}$  - годовой объем обезвоженного осадка на зимней площадке,  $\text{м}^3$ , влажностью, принимаемой по табл. 2 для длительности уплотнения  $T_y = 10$  лет;  $\Delta$  - для конструктивной схемы площадки, показанной на рис. 1,  $\Delta = + 0,2$  м; для конструктивной схемы площадки, показанной на рис. 2,  $\Delta = - 0,5$  м.

**5.24.** Для очистки площадок от обезвоженного осадка надлежит предусматривать устройство подъездных дорог и пандусов для въезда бульдозера на площадки, сдвигания осадка в зону действия грузоподъемных механизмов.

Для многократного использования площадок замораживания следует учитывать необходимость проведения восстановительных работ по планировке дна площадок, увеличению высоты оградительных валиков после очистки площадок от осадка.

### Площадки подсушивания

**5.25.** Площадки подсушивания следует предусматривать для интенсификации процесса обезвоживания осадков в естественных условиях за счет испарения воды.

Площадки подсушивания надлежит применять в районах с устойчивым дефицитом влажности 800 мм и более рассчитывать на ежегодный вывоз подсушенного осадка на площадки складирования.

Площадки подсушивания следует выполнять в виде земляных сооружений, имеющих спланированное грунтовое основание, обвалованное грунтом с устройствами для напуска осадка и отвода выделившейся при уплотнении осадка осветленной воды и воды атмосферных осадков.

**5.26.** Осадок от станций водоподготовки следует направлять на площадки подсушивания только после сгущения. Целесообразно устраивать площадки на хорошо фильтрующих грунтах.

**5.27.** Расчет площадок подсушивания следует начинать с выявления в «Справочнике по климату СССР» длительности периода устойчивого дефицита влажности  $D_y$ , мм > 0 района размещения площадок и значения  $D_y$  этого периода, которое определяют по формуле

$$D_y = E - A, \quad (12)$$

где  $E$  - количество воды, испарившейся за период устойчивого дефицита влажности, мм;  $A$  - количество атмосферных осадков за период устойчивого дефицита влажности, мм.

Значение  $E$  вычисляют по формуле

$$E = 0,15T_y(l_0 - l_{200})(1 + 0,72v_{200}), \quad (13)$$

где  $T_y$  - длительность периода устойчивого дефицита влажности, сут;  $l_0$  - средняя упругость насыщенных водяных паров, соответствующая температуре осадка, миллибар;  $l_{200}$  - средняя упругость водяных паров, соответствующая абсолютной влажности воздуха на высоте 200 см от водной поверхности, миллибар;  $v_{200}$  - средняя скорость ветра на высоте 200 см, м/с.

**5.28.** Общую полезную площадь площадок подсушивания  $F$  надлежит определять по формуле

$$F = F_n + F_y, \quad (14)$$

где  $F_n$  и  $F_y$  - соответственно, полезная площадь площадок периода неустойчивого дефицита влажности и площадок периода устойчивого дефицита влажности, м<sup>2</sup>

**5.29.** Объем осадка на площадках периода неустойчивого дефицита влажности  $W_n$ , м<sup>3</sup>, надлежит определять по формуле

$$W_n = \frac{QT_n C_n}{10^4(100 - P_n)\rho_n}, \quad (15)$$

где  $Q$  - расчетный расход воды на станции водоподготовки, м<sup>3</sup>/сут;  $T_n$  - длительность периода неустойчивого дефицита влажности (периода напуска осадка на площадки), сут;  $C_n$  - средняя за период неустойчивого дефицита влажности концентрация взвешенных веществ в исходной воде, г/м<sup>3</sup>;  $P_n$  и  $\rho_n$  - средняя влажность, %, и плотность осадка, г/м<sup>3</sup>, определяемые по табл. 3 в зависимости от длительности уплотнения осадка  $T_y$ , мес., принимаемой от середины периода неустойчивого дефицита влажности до начала периода устойчивого дефицита влажности.

**5.30.** Объем осадка на площадках периода устойчивого дефицита влажности  $W_y$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$W_y = \frac{0,7QT_y C_y}{10^4(100 - P_y)\rho_y}, \quad (16)$$

где  $C_y$  - средняя за период устойчивого дефицита влажности концентрация взвешенных веществ в исходной воде, г/м<sup>3</sup>;  $P_y$  - средняя влажность осадка, %, определяемая по табл. 1 в зависимости от  $C_y$ ;  $\rho_y$  - плотность осадка, г/м<sup>3</sup>, соответствующая  $P_y$ , принимаемая по табл. 3.

**5.31.** Полезную площадь площадок периода неустойчивого дефицита влажности  $F_n$  надлежит определять по формуле

$$F_n = W_n / H_n, \quad (17)$$

где  $H_n$  - слой уплотненного осадка на площадках периода неустойчивого дефицита влажности перед наступлением периода устойчивого дефицита влажности, м.  $H_n = 0,3$  м при  $D_y < 1000$  мм,  $H_n = 0,5$  м при  $D_y > 1000$  мм.

**5.32.** Полезную площадь площадок периода устойчивого дефицита влажности  $F_y$  следует определять по формуле

$$F_y = 1000 W_y / D_y. \quad (18)$$

**5.33.** Строительную высоту оградительного обвалования площадок подсушивания  $H_{стр}$ , м, надлежит определять по формуле

$$H_{стр} = W / F + 0,2, \quad (19)$$

где  $W$  - принимают по пп. [5.29](#) и [5.30](#);  $F_y$  по пп. [5.31](#) и [5.32](#).

**5.34.** Конструктивные решения площадок подсушивания следует принимать по рис. [1](#). Распределять осадок по площадкам подсушивания предпочтительно лотками.

Для очистки площадок от подсушенного осадка надлежит предусматривать устройство подъездных дорог и пандусов для въезда бульдозера на площадки, сдвигания осадка в зону действия грузоподъемных механизмов.

Для многократного использования площадок подсушивания следует учитывать необходимость проведения восстановительных работ по планировке дна площадки и увеличению высоты оградительных валиков после очистки площадки от осадка.

## 6. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ СКЛАДИРОВАНИЯ ОСАДКА

**6.1.** К сооружениям для складирования осадка следует относить накопители осадка (см. раздел «Накопители») и наземные грунтовые или с твердым покрытием площадки, специально оборудованные для приема и складирования осадков, обезвоженных на площадках замораживания, на площадках подсушивания, на установках фильтрационного обезвоживания.

**6.2.** Периодичность поступления осадка на специальные сооружения для складирования определяют графиком их вывоза автотранспортом из сооружений обезвоживания осадка.

Объем поступающего осадка надлежит определять по расчетной влажности обезвоженного осадка, принимаемой по табл. [2](#), для длительности уплотнения 10 лет.

**6.3.** Сооружения для складирования осадка надлежит предохранять от подтапливания ливневыми водами, предусматривая устройства отвода воды с площади сооружений.

**6.4.** При складировании замороженного и подсушенного осадка на площадках следует предусматривать обвалование площадок грунтом высотой 1 м с учетом дальнейшего наращивания обвалования обезвоженным осадком.

Осадок целесообразно распределять по площадкам, последовательно увеличивая высоту слоя до 3 - 4 м.

Для укрепления образованных отвалов следует засеять наружную поверхность обвалования травами.

**6.5.** Обезвоженные осадки в сооружениях складирования следует рассматривать как возможные источники сырья в производстве керамзита, кирпича, бетона, облицовочной плитки, удобрения, компоста и др.

## 7. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ ПО СГУЩЕНИЮ И ОБЕЗВОЖИВАНИЮ ОСАДКА

### Расчет сгустителей

#### Исходные данные

Производительность станции подготовки воды для производственных нужд - 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Состав сооружений осветления воды - горизонтальные отстойники  $N_p = 6$  шт.

Вместимость зоны накопления осадка отстойника

$$W_{ос} = L B H_{сп} = 48 \cdot 6 \cdot 1,17 = 338 \text{ м}^3.$$

Удаление осадка из отстойника - гидравлическое.



Водоисточник - водоток, среднемесячные показатели качества воды и дозы реагентов приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Сезон года	Месяц	Взвешенные вещества в исходной воде, мг/л	Цветность воды, град	Доза коагулянта, мг/л	Доза извести, мг/л	Концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, С, мг/л
Зима	Ноябрь	30	80	30	-	65
	Декабрь	20	60	30	-	50
	Январь	20	60	30	-	50
	Февраль	20	60	30	-	50
	Март	50	80	40	-	90
Весна	Апрель	300	100	50	10	360
	Май	50	100	40	10	105
Лето	Июнь	50	80	30	-	85
	Июль	50	60	30	-	80
	Август	50	60	30	-	80
	Сентябрь	50	60	30	-	80
Осень	Октябрь	40	80	30	-	75

Реагенты - сульфат алюминия, известь, полиакриламид.

Концентрацию взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник (см. табл. 4), следует определять по формуле (11), а период работы отстойника между сбросами осадка - по формуле (10) [СНиП 2.04.02-84](#).

Расчет сгустителей надлежит выполнять для двух-трех периодов года с характерной концентрацией взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойники. Выделяют три периода: с наименьшей концентрацией взвеси - 50 мг/л, характерной - 80 мг/л и наибольшей - 360 мг/л.

Результаты расчетов по определению периодичности выпуска осадка и отстойников, влажности и количества осадка, выпускаемого из горизонтальных отстойников, приведены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

№ п.п.	Расчетные параметры	Концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, С, мг/л			Основание для расчета
		50	80	360	
1	Средняя концентрация сухого вещества в осадке в отстойнике $C_{от}$ , мг/л	15000	18000	44840	$C_{от}$ принимают по <a href="#">СНиП 2.04.02-84</a> , табл. 19
2	Повышающий коэффициент на применение полиакриламида $k_б$	1,25	1,15	-	То же, прим. к табл. 19
3	Средняя концентрация сухого вещества в осадке с учетом повышающего коэффициента $C_б$ , мг/л	18750	20700	44840	$C_б = k_б C_{от}$
4	Средняя концентрация сухого вещества в осадке, выпускаемом из отстойника с учетом повышающего коэффициента и коэффициента разбавления, $C_в$ , мг/л	12100	13800	29900	$C_в = k_p C_б$ где: $k_p$ - коэффициент разбавления осадка, принимают по <a href="#">СНиП 2.04.02-84</a> п. 6.74
5	Расчетная влажность осадка, выпускаемого из отстойника, $P_в$ , %	98,81	98,65	97,07	$P_в = 100 - \frac{C_в}{1000 \cdot \rho_в}$ где $\rho_в$ - плотность, принимают по табл. 3, $\rho_в = 1,02 \text{ т/м}^3$
6	Расчетный период между выпусками осадка из одного отстойника $T_1$ , сут	19	12	5,2	$T_1$ определяют по <a href="#">СНиП 2.04.02-84</a> , формула 10



№ п.п.	Расчетные параметры	Концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, С, мг/л			Основание для расчета
		50	80	360	
7	Расчетный период между выпусками осадка из шести отстойников $T_6$ , сут	3,17	2	0,87	$T_6 = \frac{T_1}{6}$
8	Расчетный объем осадка одного выпуска из отстойника $W_1$ , м <sup>3</sup>	507	507	507	$W_1 = W_{oc}k_p$
9	Суточный расход осадка, выпускаемого из отстойников, $Q_c$ , м <sup>3</sup> /сут	160	254	583	$Q_c = \frac{W_1}{T_6}$

Расчетный объем осадка и число сгустителей следует принимать в соответствии с графиком выпуска осадка из горизонтальных отстойников и длительностью цикла сгущения осадка, включающего наполнение сгустителей, перемешивание осадка, перекачивание осветленной воды на повторное использование, перекачивание сгущенного осадка на обезвоживание. Объем осадка от реагентного хозяйства по сравнению с объемом осадка от горизонтальных отстойников незначителен, поэтому в расчете вместимости сгустителей его учитывать не следует.

Работа сгустителей возможна в двух режимах: в режиме последовательного циклического наполнения, сгущения и перекачивания выделившейся осветленной воды и сгущенного осадка, а также в режиме циклического наполнения, сгущения и перекачивания воды с последовательным наполнением сгущенного осадка от нескольких циклов. Расчет сгустителей в двух режимах приведен в табл. 6 и 7.

Т а б л и ц а 6

№ п.п.	Расчетные параметры	Концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, С, мг/л			Основание для расчета
1	Расчетная вместимость сгустителей $W_{o,cr}$ , м <sup>3</sup>	660	660	660	Настоящее Пособие, формула (1)
2	Число сгустителей $N_{cr}$ , шт.	2	2	2	
3	Расчетная вместимость одного сгустителя $W_{cr}$ , м <sup>3</sup>	330	330	330	$W_{cr} = \frac{W_{o,cr}}{N_{cr}}$
4	Фактические параметры радиального сгустителя: диаметр D, м глубина средняя H, м вместимость V, м <sup>3</sup>	12 3,1 335	12 3,1 335	12 3,1 335	Типовой проект № 901-3-236-87
5	Длительность цикла сгущения $T_c$ , сут	3,17	2	0,87	$T_c = T_6$ где $T_6$ см. в табл. 5 п. 7
6	Влажность подаваемого в сгуститель осадка $P_b$ , %	98,81	98,65	97,07	$P_b$ см. в табл. 5 п. 5
7	Влажность сгущенного осадка $P_c$ , %	97,67	97,5	93,6	$P_c$ см. в табл. 1
8	Объем сгущенного осадка, перекачиваемого из сгустителя, $W_{1c}$ , м <sup>3</sup>	166	178	151	$W_{1c} = \frac{W_{1r}(100 - P_b)}{100 - P_c}$
9	Масса сухого вещества в перекачиваемом сгущенном осадке $M_{1c}$ , т	3,95	4,54	9,86	$M_{1c} = \frac{W_{1c}(100 - P_c)\rho}{100}$
10	Объем перекачиваемой осветленной воды, $W_{1b}$ , м <sup>3</sup>	164	152	179	$W_{1b} = W_{cr} - W_{1c}$

Таблица 7

№ п.п.	Расчетные параметры	Концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, С, мг/л			Примечания
		50	80	360	
1	Длительность цикла сгущения $T_{с.ф}$ , сут	2,5	1,5	0,5	$T_{с.ф} \leq T_6$ , где $T_6$ см. в табл. 5, п. 7
2	Период между выпусками осадка из одного отстойника $T_{1ф}$ , сут	15	9	13	$T_{1ф} \leq T_1$ , где $T_1$ см. в табл. 5 п. 6
3	Объем осадка одного выпуска из отстойника $W_1$ , м <sup>3</sup>	400	380	292	$W_1 = W_{3н} \cdot k_p \cdot \frac{T_{1ф}}{T_1}$
4	Объем осадка, направляемого в один сгуститель за $n$ циклов сгущения, м <sup>3</sup> : первого $W_{1н}$ второго $W_{2н}$ третьего $W_{3н}$ четвертого $W_{4н}$	200 200 165 -	190 190 163 -	146 146 146 146	$W_{1н} = \frac{W_1}{N_{cr}}$ $W_{2н} = \frac{W_1}{N_{cr}}$ $W_{3н} = \frac{V_{cr} - (W_{1н.с} + W_{2н.с} + W_{3н.с})}{N_{cr}}$ $W_{4н} = \frac{W_1}{N_{cr}}$
5	Влажность осадка, направляемого в сгуститель $P_o$ , %	98,81	98,65	97,07	$P_o = P_b$ , см. табл. 5, п. 5
6	Влажность сгущенного осадка с учетом повышающего коэффициента 1,2 на последовательное накопление осадка $P_{н.с}$ , %	97,2	97	92,3	$P_{н.с} = 100 - (100 - P_c) \cdot 1,2$ , где $P_c$ см. табл. 6 п. 7
7	Общая длительность сгущения осадка $T_{ос}$ , сут	7,38	4,38	1,84	$T_{ос} = T_{с.ф} \cdot n - \frac{n}{24}$
8	Объем сгущенного осадка от $n$ циклов сгущения, м <sup>3</sup> : первого $W_{1н.с}$ второго $W_{2н.с}$ третьего $W_{3н.с}$ четвертого $W_{4н.с}$	85 170 240 -	86 172 245 -	56 112 168 224	$W_{1н.с} = \frac{W_{1н} \cdot (100 - P_o)}{100 - P_{н.с}}$ $W_{2н.с} = \frac{W_{2н} \cdot (100 - P_o)}{100 - P_{н.с}}$ $W_{3н.с} = \frac{W_{3н} \cdot (100 - P_o)}{100 - P_{н.с}}$ $W_{4н.с} = \frac{W_{4н} \cdot (100 - P_o)}{100 - P_{н.с}}$
9	Объем сгущенного осадка, удаляемого из сгустителя после $n$ циклов сгущения $W_{н.с}$ м <sup>3</sup>	240	245	224	
10	Масса сухого вещества в удаляемом из сгустителя осадке $M_{н.с}$ , т	6,85	7,5	17,94	$M_{н.с} = \frac{W_{н.с} \cdot (100 - P_{н.с}) \cdot \rho}{100}$

№ п.п.	Расчетные параметры	Концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, С, мг/л			Примечания
		50	80	360	
11	Объем перекачиваемого из сгустителя осветленной воды за n циклов сгущения $W_{п.в}$	325	298	360	

Сравнительные данные табл. 6 и 7 свидетельствуют о преимуществе режима работы сгустителей с последовательным накоплением сгущенного осадка от нескольких циклов сгущения. Накопление осадка от трех-четырех циклов сгущения приводит к увеличению средней концентрации сухого вещества в осадке на 20 %, объема сгущенного осадка в 1,4 - 1,5 раза, массы сухого вещества в осадке в 1,6 - 1,8 раза за счет большого слоя осадка в сгустителе, средней длительности цикла сгущения в 1,4 - 1,6 раза, уменьшения разбавления осадка водой при перекачивании его на сооружения обезвоживания.

При расчете сгустителей, как правило, следует принимать режим с последовательным накапливанием сгущенного осадка от нескольких циклов сгущения.

Объем осадка, направляемого в один сгуститель (табл. 7, п. 4) последнего цикла сгущения надлежит определять как разность вместимости сгустителя и суммарного накопленного объема сгущенного осадка от предыдущих циклов сгущения, которая должна составлять не менее 90 % объема осадка каждого из предыдущих циклов сгущения. Уменьшение объема напускаемого в сгуститель осадка приводит к постепенному приросту объема осадка в отстойнике перед его выпуском, что должно находить отражение в регламенте эксплуатации сгустителей. Например, уменьшение объема осадка, направляемого в сгуститель, с 200 до 165 м<sup>3</sup> (см. табл. 7, поз. 4) на 90 %, приведет к необходимости работы сгустителей в следующем режиме: откачивание сгущенного осадка через три цикла сгущения длительностью 7,5 сут в течение 30 сут (4 раза); затем после заполнения зоны накапливания осадка в отстойниках перекачивание сгущенного осадка через два цикла сгущения и т.д.

Расчет объема сгущенного осадка (табл. 7, п. 8) следует выполнять для объема осадка, направляемого в сгуститель в каждом цикле сгущения с учетом накапливания осадка от n циклов сгущения.

Длительность каждой вспомогательной операции принята 30 мин.

### Расчет накопителей

Исходные данные приняты аналогичными приведенным в примере расчета сгустителей.

Определить вместимость накопителя, рассчитанного на 10 лет приема и накапливания осадка от станции подготовки воды.

Для сравнения рассмотрены три варианта: накопитель, работающий со сбросом осветленной воды в зимний период под слоем льда; накопитель, работающий в зимний период только на прием осадка без сброса осветленной воды без предварительного сгущения осадка; накопитель, работающий в зимний период только на прием осадка без сброса осветленной воды с предварительным сгущением осадка.

**Вариант 1.** Расчет вместимости накопителя, работающего со сбросом осветленной воды в зимний период под слоем льда.

Принимают две секции накопителя. Вместимость двух секций накопителя определяют по формуле (2)

$$W_{\text{нак}} = 10^{-4} \cdot 50000 \cdot 365 \cdot 104 \left[ \frac{1}{(100 - 72,3)1,16} + \frac{1}{(100 - 72,5)1,15} + \frac{1}{(100 - 72,7)1,15} + \frac{1}{(100 - 73,3)1,15} + \frac{1}{(100 - 74,0)1,15} + \frac{1}{(100 - 75,4)1,14} + \right]$$

$$\begin{aligned}
& \left. + \frac{1}{(100 - 76,6) 1,14} + \frac{1}{(100 - 78,8) 1,13} + \frac{1}{(100 - 82,2) 1,11} + \frac{1}{(100 - 90,7) 1,055} \right] = \\
& = 189800 (0,0311 + 0,0316 + 0,0318 + 0,0326 + 0,0334 + 0,0356 + 0,0375 + 0,0417 + \\
& + 0,0506 + 0,1014) = 5903 + 5998 + 6036 + 6187 + 6339 + 6757 + 7118 + 7915 + \\
& + 9604 + 19135 = 80992 \approx 81000 \text{ м}^3
\end{aligned}$$

Расчет объема накопителя, предназначенного для приема осадка в последний десятый год эксплуатации, выполненный по среднегодовой концентрации взвешенных веществ в исходной воде 104 мг/л, надлежит сопоставить с расчетом суммарного объема осадка по отдельным характерным периодам года и большее значение объема осадка десятого года учесть в приведенной формуле определения объема накопителя.

Начало эксплуатации накопителя принимают с начала весеннего периода - апреля. Определяют среднее для периода содержание взвешенных веществ в исходной воде  $C$ , мг/л, длительность подачи осадка в накопитель в каждый период  $T_n$ , сут, среднюю длительность уплотнения осадка в каждый период года  $T_y$ . Расчетный объем накопителя, предназначенного для приема осадка от каждого периода последнего года эксплуатации  $W_b$ ,  $W_{л-о}$ ,  $W_3$ .

Весенний период (апрель, май).  $T_n = 2 \times 30 = 60$  сут;  $T_y = 11$  мес.;  $C_b = 250$  мг/л;

$$W_b = \frac{QT_n C_b}{10^4 (100 - P_b) \rho_b} = \frac{50000 \cdot 60 \cdot 250}{10000 (100 - 80) 1,04} = 3606 \text{ м}^3.$$

Летне-осенний период (июнь - октябрь).  $T_n = 5 \times 31 = 155$  сут;  $T_y = 9,5$  мес.;  $C_{л-о} = 80$  мг/л;

$$W_{л-о} = \frac{QT_n C_{л-о}}{10^4 (100 - P_{л-о}) \rho_{л-о}} = \frac{50000 \cdot 155 \cdot 80}{10000 (100 - 90,2) 1,06} = 5968 \text{ м}^3$$

Зимний период (ноябрь - март).  $T_n = 5 \times 30 = 150$  сут;  $T_y = 2,5$  мес.;  $C_3 = 60$  мг/л,

$$W_3 = \frac{QT_n C_3}{10^4 (100 - P_3) \rho_3} = \frac{50000 \cdot 150 \cdot 60}{10000 (100 - 95,4) 1,025} = 9544 \text{ м}^3$$

Объем накопителя для приема годового количества осадка составит:  $W_{10} = W_b + W_{л-о} + W_3 = 3606 + 5968 + 9544 = 19118 \text{ м}^3$ .

Сопоставление объема осадка десятого года, полученного по среднегодовой концентрации взвешенных веществ в исходной воде по формуле (2) с соответствующим объемом, полученным суммированием объема осадка от каждого характерного периода года, соответственно 19135 и 19118  $\text{м}^3$ , показывает правомерность проведения упрощенного расчета по формуле (2), с использованием среднегодовой концентрации взвешенных веществ в исходной воде.

Таким образом, расчетная вместимость накопителя по варианту 1 составит 81 тыс.  $\text{м}^3$ . Расчет следует выполнять по формуле (2).

**Вариант 2.** Расчет вместимости накопителя, работающего без сброса осветленной воды в зимний период и без предварительного сгущения осадка.

Принимают две секции накопителя. Рассчитывают объем накопителя, предназначенного для приема осадка десятого года эксплуатации по характерным периодам года.

Весенний период (апрель, май).  $T_n = 60$  сут;  $T_y = 11$  мес.;  $C_b = 250$  мг/л;

$$W_b = \frac{QT_n C_b}{10^4 (100 - P_b) \rho_b} = \frac{50000 \cdot 60 \cdot 250}{10000 (100 - 80) 1,04} = 3606 \text{ м}^3.$$

Летне-осенний период (июнь - октябрь).  $T_n = 155$  сут;  $T_y = 9,5$  мес.;  $C_{л-о} = 80$  мг/л;

$$W_{\text{л-о}} = \frac{50000 \cdot 155 \cdot 80}{10000(100 - 90,2)1,06} = 5968 \text{ м}^3.$$

Зимний период (ноябрь - март).  $T_n = 150$  сут;  $T_y = 2,5$  мес.;  $C_3 = 60$  мг/л;

$$W_3 = \frac{50000 \cdot 150 \cdot 60}{10000(100 - 98,78)1,01} = 36520 \text{ м}^3.$$

Объем накопителя для приема годового количества осадка десятого года эксплуатации составит:

$$W_{10} = 3606 + 5968 + 36520 = 46094 \text{ м}^3.$$

Вместимость накопителя, определенная по формуле (2), составит:

$$\begin{aligned} W_{\text{нак}} = & 10^{-4} \cdot 50000 \cdot 365 \cdot 104 \left[ \frac{1}{(100 - 72,3)1,16} + \frac{1}{(100 - 72,5)1,55} + \right. \\ & + \frac{1}{(100 - 72,7)1,15} + \frac{1}{(100 - 73,3)1,15} + \frac{1}{(100 - 74,0)1,15} + \frac{1}{(100 - 75,4)1,14} + \\ & \left. + \frac{1}{(100 - 76,6)1,14} + \frac{1}{(100 - 78,8)1,13} + \frac{1}{(100 - 82,2)1,11} \right] + W_{10} = \\ = & 5903 + 5998 + 6036 + 6187 + 6339 + 6757 + 7118 + 7915 + 9604 + 46094 = 107951 \approx \\ \approx & 108000 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Поверочный расчет  $W_{\text{нак}}$  вместимости накопителя, выполненный путем определения годовых объемов осадка в первой и второй секциях накопителя. Поверочный расчет подтверждает сходимость полученного значения объема накопителя  $107910 \text{ м}^3$  с вычисленным по формуле (2) -  $107951 \text{ м}^3$  при условии поочередной работы секций накопителя в течение четырех лет и одновременной подачи осадка в обе секции, начиная с пятого года эксплуатации накопителя. Превышение объема осадка над вместимостью секции накопителя, которое имеет место в промежуточных расчетах после пятого года эксплуатации накопителя, не влияет на общий объем двух секций накопителя.

Таким образом, расчетная вместимость накопителя по варианту 2 составляет 108 тыс.  $\text{м}^3$ . Расчет следует вести по формуле (2) с определением объема накопителя для приема осадка последнего года эксплуатации по характерным периодам года.

**Вариант 3.** Расчет вместимости накопителя, работающего без сброса осветленной воды в зимний период с предварительным сгущением осадка в сгустителях.

Принимают две секции накопителя. Рассчитывают объем накопителя, предназначенного для приема объема осадка десятого года по характерным периодам года.

Весенний период  $W_{\text{в}} = 3606 \text{ м}^3$ , летне-осенний период  $W_{\text{л-о}} = 5968 \text{ м}^3$  (см. расчет по вариантам 1 и 2). Зимний период (ноябрь - март)  $T_n = 150$  сут;  $T_y = 2,5$  мес.;  $C_3 = 60$  мг/л;

$$W_3 = \frac{50000 \cdot 150 \cdot 60}{10000(100 - 97,55)1,02} = 18007 \text{ м}^3.$$

Объем накопителя для приема годового количества осадка десятого года эксплуатации составит:

$$W_{10} = 3606 + 5968 + 18007 = 27581 \text{ м}^3.$$

Вместимость накопителя следует определять по формуле (2):

$$\begin{aligned}
W_{\text{нак}} &= 10^{-4} \cdot 50000 \cdot 365 \cdot 104 \left[ \frac{1}{(100 - 72,3)1,16} + \frac{1}{(100 - 72,5)1,15} + \right. \\
&+ \frac{1}{(100 - 72,7)1,15} + \frac{1}{(100 - 73,3)1,15} + \frac{1}{(100 - 74)1,15} + \frac{1}{(100 - 75,4)1,14} + \\
&\left. + \frac{1}{(100 - 76,6)1,14} + \frac{1}{(100 - 78,8)1,13} + \frac{1}{(100 - 82,2)1,11} \right] + W_{10} = \\
&= 5903 + 5998 + 6036 + 6187 + 6339 + 6757 + 7118 + 7915 + 9604 + 27581 = \\
&= 89438 \approx 89500 \text{ м}^3.
\end{aligned}$$

Таким образом, расчетная вместимость двух секций накопителя по варианту 3 составляет 89,5 тыс. м<sup>3</sup>.

Сопоставление расчетной вместимости накопителя по трем вариантам показывает, что работа накопителя со сбросом осветленной воды в зимнее время позволяет сократить расчетную вместимость накопителя на 21 - 30 %. Применение сгустителей при работе накопителя без сброса осадка в зимний период позволяет сократить расчетную вместимость на 10,5 %. Кроме того, наличие сгустителей уменьшает затраты электроэнергии на перекачивание осадка в накопитель, уменьшает диаметр трубопровода подачи осадка в накопитель, позволяет вернуть в оборот выделившуюся из осадка осветленную воду без строительства насосной станции и трубопровода подачи осветленной воды из накопителя на станцию водоподготовки.

### Расчет площадок замораживания

*Исходные данные.* Производительность станции водоподготовки - 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Район размещения площадки станции водоподготовки - Ульяновская обл. Характерные периоды года и среднесуточная температура воздуха по месяцам периода устойчивого мороза: весенний - апрель, май; летне-осенний - июнь, июль, август, сентябрь, октябрь; зимний - ноябрь (- 4,1 °С) декабрь (- 10,4 °С), январь (- 13,8 °С), февраль (- 13,2 °С), март (- 6,8 °С).

Состав сооружений, качество исходной воды такие же, как в разделе расчета сгустителей.

Длительность накопления осадка на площадках замораживания без вывоза - 2 года.

Расчет выполнен для двух вариантов: с подачей разбавленного осадка из горизонтальных отстойников станции водоподготовки на площадки замораживания и с подачей осадка на площадки замораживания после сгустителей.

**Вариант 1.** Расчет площадок замораживания для обезвоживания осадка от станции водоподготовки без предварительного сгущения.

Расчет годового объема уплотнения осадка на весенних площадках  $W_{\text{в}}$  и летне-осенних площадках  $W_{\text{л-о}}$  следует выполнять по формулам

$$W_{\text{в}} = \frac{QT_{\text{в}}C_{\text{в}}}{10^4(100 - P_{\text{в}})\rho_{\text{в}}} = \frac{50000 \cdot 61 \cdot 250}{10000(100 - 83)1,11} = 4040 \text{ м}^3,$$

где  $T_{\text{в}}$  - длительность подачи осадка на весенние площадки, равная 61 сут;  $P_{\text{в}}$  и  $\rho_{\text{в}}$  - определены по табл. 3 для длительности уплотнения осадка  $T_{\text{у}}$  на весенних площадках, равной 6 мес.

$$W_{\text{л-о}} = \frac{QT_{\text{л-о}}C_{\text{л-о}}}{10^4(100 - P_{\text{л-о}})\rho_{\text{л-о}}} = \frac{50000 \cdot 153 \cdot 80}{10000(100 - 95,2)1,02} = 12500 \text{ м}^3,$$

где  $T_{\text{л-о}} = 153$  сут;  $T_{\text{у}} = 2,5$  мес.

Годовой объем неуплотненного осадка на зимних площадках, подвергаемых замораживанию,  $W_{\text{з}}$  следует определять по формуле (7)

$$W_3 = \frac{QT_3 C_3}{10^4 (100 - P_3) \rho_3} = \frac{50000 \cdot 151 \cdot 60}{10000 (100 - 98,7) 1,01} = 34500 \text{ м}^3,$$

где  $T_3 = 151$  сут;  $T_y = 0$ .

Расчетный слой осадка на весенних и летне-осенних площадках перед замораживанием надлежит определять по формуле (6)

$$H_{в.л-о} = 0,0017 \sqrt{\Sigma t} = 0,0017 \sqrt{1458} = 0,65 \text{ м.}$$

Для пяти месяцев периода устойчивого мороза  $\Sigma t$  равна

$$\begin{aligned} \Sigma t &= 4,1 \cdot 30 + 10,4 \cdot 31 + 13,8 \cdot 31 + 13,2 \cdot 28 + 6,8 \cdot 31 = \\ &= 123 + 322 + 428 + 370 + 215 = 1458. \end{aligned}$$

Полезную площадь весенних  $F_в$  и летне-осенних  $F_{л-о}$  площадок определяют по формуле (5)

$$F_в = \frac{W_в}{H_в} = \frac{4040}{0,65} = 6215 \text{ м}^2.$$

$$F_{л-о} = \frac{W_{л-о}}{H_{л-о}} = \frac{12500}{0,65} = 19230 \text{ м}^2.$$

Полезную площадь одной секции  $F_{з.с}$  зимней площадки надлежит определять по формуле (8)

$$F_{з.с} = W_{сб} / h_{сб},$$

где  $W_{сб}$  - объем осадка одного выпуска из горизонтального отстойника,  $\text{м}^3$  (рассчитывают по табл. 5 для средней концентрации взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойники в зимний период, равной  $60 \text{ г/м}^3$ ).

Расчетная влажность осадка, подаваемого на площадку  $P_в$ , составит 98,7 %; расчетный период  $\Delta \tau$  между напусками осадка на зимнюю площадку составит 2,76 сут.

Принимают период между напусками осадка на зимнюю площадку  $\Delta \tau$  равным 3 сут (кратно 0,5), тогда объем осадка  $W_{сб}$ , выпускаемого из отстойника на секцию площадки замораживания, составит:

$$W_{сб} = 3 / 2,76 \cdot 338 \cdot 1,5 = 551 \text{ м}^3$$

Выбирают конструктивную схему площадки, задают размеры секции и определяют фактический слой осадка от одного напуска на секцию зимней площадки.

При отклонении от условия  $0,1 \text{ м} \geq h_{сб} \geq 0,06 \text{ м}$  расчет повторяют, последовательно изменяя площадь секции в соответствии с рекомендованными на рис. 2 конструктивными схемами и размерами секции. Принимают конструктивную схему площадки по рис. 2 размером  $F_{з.с} = 120 \times 60 = 7200 \text{ м}^2$ , тогда расчетный слой замораживаемого осадка  $h_{сб}$  на секции зимней площадки в соответствии с формулой (8)

$$h_{сб} = 551 / 7200 = 0,076 \text{ м.}$$

Число секций зимней площадки надлежит принимать в зависимости от длительности замораживания расчетного слоя осадка с учетом периода между напусками осадка на площадку замораживания в ноябре - наиболее теплом месяце периода устойчивого мороза.

Длительность замораживания  $\tau$  слоя осадка 0,076 м при среднемесячной температуре ноября минус  $4,1 \text{ }^\circ\text{С}$ , составит 4,3 сут (см. рис. 3).

Число секций площадки замораживания  $N_{з.с}$  следует определять по формуле (9)

$$N_{з.с} = 4,3 / 3 = 1,43.$$



Принимают две секции зимней площадки площадью каждая  $F_{з.с} = 7200$  м. Тогда площадь зимних площадок  $F_з = 2 \cdot 7200 = 14400$  м<sup>2</sup>. Эта площадь обеспечит замораживание осадка слоем 0,076 м в наиболее теплый месяц периода устойчивого мороза, а следовательно, и в остальные месяцы.

Строительную высоту оградительного обвалования весенних площадок  $H_{стр.в}$  и летне-осенних площадок  $H_{стр.л-о}$  следует определять по формуле (10), приняв число лет накопления осадка на площадках  $N = 2$ :

$$H_{стр.в} = \frac{W_в}{F_в} + \frac{(N-1)W_{о.в}}{F_в} + 0,2,$$

$$H_{стр.в} = \frac{4040}{6215} + \frac{(2-1)2172}{6215} + 0,2 = 0,7 + 0,3 + 0,2 = 1,2 \text{ м};$$

$$H_{стр.л-о} = H_{стр.в} = 1,2 \text{ м}.$$

Строительную высоту оградительного обвалования зимней площадки  $H_{стр.з}$  определяют для конструктивной схемы площадки (см. рис. 2) по формуле (11)

$$H_{стр.з} = \frac{34500}{14400} + \frac{(2-1)1290}{14400} - 0,5 = 2,4 + 0,09 - 0,5 = 1,99 \text{ м}.$$

Общая полезная площадь площадок замораживания равна  $F = 2F_в + F_{л-о} + F_з = 2 \cdot 6215 + 19230 + 14400 = 46060$  м<sup>2</sup>  $\approx 4,6$  га.

**Вариант 2.** Расчет площадок замораживания для обезвоживания осадка от станции водоподготовки после сгустителей.

Годовой объем уплотненного осадка на весенних площадках  $W_в = 4040$  м<sup>3</sup> (см. вариант 1).

Годовой объем уплотненного осадка на летне-осенних площадках уменьшается за счет снижения влажности осадка, напускаемого на площадки в октябре - последнем месяце периода с 98,65 % (см. табл. 3) до 97,2 % (см. табл. 1). Средняя влажность осадка на летне-осенних площадках за расчетный период уплотнения осадка  $T_y = 2,5$  мес. изменится на 0,7 %, от  $P_{л-о} = 95,2$  % до  $P_{л-о} = 94,5$  % (получено интерполяцией данных табл. 3).

Тогда

$$W_{л-о} = \frac{50000 \cdot 153 \cdot 80}{10000(100 - 94,5)1,03} = 10803 \text{ м}^3.$$

Годовой объем осадка  $W_з$ , замораживаемого на зимней площадке, равен:

$$W_з = \frac{50000 \cdot 151 \cdot 60}{10000(100 - 97,55)1,02} = 18127 \text{ м}^3.$$

Расчетный слой осадка на весенних и летне-осенних площадках  $H_{в,л-о} = 0,65$ .

Тогда, полезная площадь весенних и летне-осенних площадок будет равна:

$$F_в = 4040 / 0,65 = 6215 \text{ м}^2;$$

$$F_{л-о} = 10803 / 0,65 = 16620 \text{ м}^2.$$

Потребная площадь одной секции  $F_{з.с}$  зимней площадки по формуле (8) равна:

$$F_{з.с} = 242 / 0,1 = 2420 \text{ м}^2.$$

Принимают модуль секции зимней площадки  $F_{з.с} = 2400$  м<sup>2</sup> по рис. 1. Число секций зимней площадки

$$N_{з.с} = \tau / \Delta\tau \cdot 9 / 6,38 = 1,41,$$

где  $\tau$  определяют по рис. 3;  $\Delta\tau$  определяют по табл. 7 п. 7.

Принимают две секции зимней площадки площадью каждая 2400 м<sup>2</sup>. Возможно другое решение при определении площади и числа секций зимней площадки.

Принимая площадь одной секции, равной 3600 м<sup>2</sup> (модуль по рис. 2 или полтора модуля по рис. 1), определяют фактический слой осадка h<sub>з</sub> на секции зимней площадки:

$$h_3 = 242 / 3600 = 0,067 \text{ м,}$$

тогда

$$N_{з,с} = 3,5 / 6,38 = 0,55.$$

Следовательно, одна секция зимней площадки площадью F<sub>з</sub> = 3600 м<sup>2</sup> обеспечит замораживание слоя напускаемого осадка h<sub>з</sub> = 0,067 м в наиболее теплый месяц зимнего периода.

Строительная высота оградительного обвалования:

весенних площадок H<sub>стр.в</sub> = 1,3 м;

летне-осенних площадок H<sub>стр.л-о</sub> = 1,3 м;

зимних площадок:

$$H_{стр.з} = \frac{18127}{3600} + \frac{(2-1)1290}{3600} - 0,5 = 5,0 + 0,4 - 0,5 = 4,9.$$

Общая полезная площадь F площадок замораживания равна:

$$F = 2F_в + F_{л-о} + F_з = 2 \cdot 6215 + 16620 + 3600 = 12430 + 16620 + 3600 = 32650 \approx 3,3 \text{ га.}$$

Следовательно, для принятых исходных данных применение в технологической схеме сгустителей осадка позволит на 30 % уменьшить полезную площадь площадок замораживания.

### Расчет площадок подсушивания

Исходные данные приняты аналогичными приведенным в примере расчета сгустителей.

Производительность станции водоподготовки Q = 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Длительность периода устойчивого дефицита влажности: с апреля по октябрь - 7 мес. Общий за период дефицит влажности D<sub>у</sub> = 1200 мм. Осадок на площадки подсушивания направляют из сгустителей. Очистку площадок и вывоз осадка предусматривают ежегодно.

$$F_n = 7996 / 0,5 = 15992 \text{ м}^2.$$

Полезную площадь площадок периода устойчивого дефицита влажности F<sub>у</sub> надлежит определять по формуле (18)

$$F_y = (1000 \cdot 54092) / 1200 = 45077 \text{ м}^2.$$

Строительную высоту оградительного обвалования площадок периода неустойчивого H<sub>стр.н</sub> и устойчивого H<sub>стр.у</sub> дефицита влажности надлежит определять по формуле (19)

$$H_{стр.н} = 7996 / 15992 + 0,2 = 0,7 \text{ м}$$

$$H_{стр.у} = 54092 / 45077 + 0,2 = 1,4 \text{ м.}$$

Общая расчетная полезная площадь площадок подсушивания F равна

$$F = F_n + F_y = 15992 + 45077 = 61069 \text{ м}^2 \approx 6,1 \text{ га.}$$

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	1
2. Классификация и характеристика технологических сбросов станций водоподготовки.....	2
3. Обработка технологических сбросов станций водоподготовки .....	2
4. Сооружения по обработке промывных вод и осадка .....	3
Резервуары промывных вод .....	3
Отстойники промывных вод .....	3
Сгустители .....	4
5. Сооружения по обезвоживанию осадка .....	6
Накопители .....	6
Площадки замораживания.....	9
Площадки подсушивания .....	14
6. Сооружения для складирования осадка .....	16
7. Примеры расчета сооружений по сгущению и обезвоживанию осадка .....	16
Расчет сгустителей .....	16
Расчет накопителей .....	20
Расчет площадок замораживания .....	23
Расчет площадок подсушивания .....	

**ПОСОБИЕ**  
**ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТОЛЩИН СТенок СТАЛЬНЫХ ТРУБ, ВЫБОРУ**  
**МАРОК, ГРУПП И КАТЕГОРИЙ СТАЛЕЙ ДЛЯ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ**  
**ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ**

(к [СНиП 2.04.02-84](#) и [СНиП 2.04.03-85](#))

МОСКВА 1989

Государственный ордена Трудового Красного Знамени проектный институт  
Союзводоканалпроект Госстроя СССР

Пособие

по определению толщин стенок стальных труб, выбору марок, групп и категорий  
сталей для наружных сетей водоснабжения и канализации

(к [СНиП 2.04.02-84](#)  
и [СНиП 2.04.03-85](#))

*Утверждено*  
*приказом Союзводоканалниипроекта*  
*Госстроя СССР от 08. 08. 86 г. № 233*

Москва Стройиздат 1989

Содержит указания по определению толщин стенок стальных подземных трубопроводов наружных сетей водоснабжения и канализации в зависимости от расчетного внутреннего давления, прочностных характеристик сталей труб и условий прокладки трубопроводов.

Даны примеры расчета, сортамента стальных труб и указания по определению внешних нагрузок на подземные трубопроводы.

Для инженерно-технических, научных работников проектных и научно-исследовательских организаций, а также для преподавателей и студентов средних и высших учебных заведений и аспирантов.

Разработано Союзводоканалпроектом (инж. Л. П. Хлюпин) и ВНИИ ВОДГЕО (канд. техн. наук В. И. Готовцев).

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Пособие по определению толщин стенок стальных труб, выбору марок, групп и категорий сталей для наружных сетей водоснабжения и канализации составлено к [СНиП 2.04.02-84](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Пособие распространяется на проектирование подземных трубопроводов диаметром от 159 до 1620 мм, прокладываемых в грунтах с расчетным сопротивлением не менее 100 кПа, транспортирующих воду, бытовые и промышленные сточные воды при расчетном внутреннем давлении, как правило, до 3 МПа.

Применение стальных труб для указанных трубопроводов допускается в условиях, определенных п. 8.21 [СНиП 2.04.02-84](#).

1.2. В трубопроводах следует применять стальные сварные трубы рационального сортамента по стандартам и техническим условиям, указанным в [прил. 1](#). Допускается по предложению заказчика применять трубы по ТУ, указанным в [прил. 2](#).

Для изготовления фасонных частей методом гнутья должны применяться только бесшовные трубы. Для фасонных частей, изготавливаемых методом сварки, могут применяться те же трубы, что и для линейной части трубопровода.

1.3. С целью уменьшения расчетных толщин стенок трубопроводов в проектах рекомендуется предусматривать мероприятия, направленные на снижение воздействия

внешних нагрузок на трубы: отрывку траншей предусматривать по возможности с вертикальными стенками и минимально допустимой шириной по дну; укладку труб предусматривать на спрофилированное по форме трубы грунтовое основание или с контролируемым уплотнением грунта засыпки.

1.4. Трубопроводы должны подразделяться на отдельные участки по степени ответственности. Классы по степени ответственности определяются п. 8.22 [СНиП 2.04.02-84](#).

1.5. Определение толщин стенок труб производится на основании двух отдельных расчетов:

статического расчета на прочность, деформацию и устойчивость на воздействие внешней нагрузки с учетом образования вакуума; расчета на внутреннее давление при отсутствии внешней нагрузки.

Расчетные приведенные внешние нагрузки определяются по [прил. 3](#) для следующих нагрузок: давление грунта и грунтовой воды; временных нагрузок на поверхности земли; веса транспортируемой жидкости.

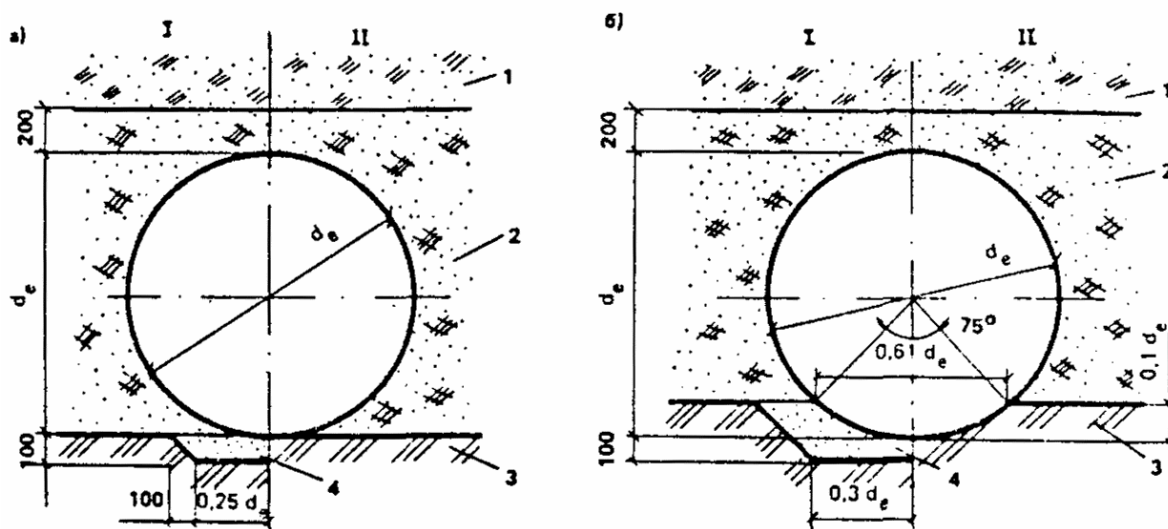


Рис. 1. Способы опирания труб на основание

*a* - плоское грунтовое основание; *б* - спрофилированное грунтовое основание с углом охвата  $75^\circ$ : I - с песчаной подушкой; II - без песчаной подушки; 1 - засыпка местным грунтом без уплотнения; 2 - засыпка местным грунтом с нормальной или повышенной степенью уплотнения; 3 - естественный грунт; 4 - подушка из песчаного грунта

Расчетное внутреннее давление для стальных трубопроводов подземной прокладки принимается равным наибольшему возможному по условиям эксплуатации давлению на различных участках (при наиболее невыгодном режиме работы) без учета его повышения при гидравлическом ударе.

1.6. Порядок определения толщин стенок, выбора марок, групп и категорий сталей по данному Пособию.

Исходными данными для расчета являются: диаметр трубопровода  $d_e$ ; класс по степени ответственности; расчетное внутреннее давление  $p$ ; глубина заложения (до верха труб)  $h$ ; характеристика грунтов засыпки (условная группа грунтов определяется по [табл. 1 прил. 3](#)).

Для расчета весь трубопровод должен быть разбит на отдельные участки, для которых все перечисленные данные постоянны.

По [разд. 2](#) производится выбор марки, группы и категории стали труб и на основании этого выбора по [разд. 3](#) устанавливается или вычисляется значение расчетного сопротивления стали  $R_s$ . Толщина стенки труб принимается большей из двух значений, полученных расчетом на внешние нагрузки и внутреннее давление, с учетом сортаментов труб, приведенных в [прил. 1](#) и [2](#).

Выбор толщины стенки при расчете на внешние нагрузки, как правило, производится по таблицам, приведенным в [разд. 6](#). Каждая из таблиц для заданного диаметра трубопровода, класса по степени ответственности и типа грунта засыпки дает

соотношения между: толщиной стенки; расчетным сопротивлением стали  $R_y$ ; глубиной заложения  $h$  и способом укладки труб (тип основания и степень уплотнения грунтов засыпки - [рис. 1](#)).

Пример пользования таблицами дан в [прил. 4](#).

Если исходные данные не удовлетворяют следующим данным:  $h = 1 - 6$  м;  $R_y = 150 - 400$  МПа; временная нагрузка - НГ-60; укладка труб в насыпи или траншее с откосами, необходимо проводить индивидуальный расчет, включающий в себя: определение расчетных приведенных внешних нагрузок по [прил. 3](#) и определение толщины стенки по расчету на прочность, деформацию и устойчивость по формулам [разд. 4](#).

Пример такого расчета дан в [прил. 4](#).

Выбор толщины стенки при расчете на внутреннее давление производится по графикам [разд. 5](#) или по [формуле \(6\) разд. 4](#). Эти графики показывают соотношения между величинами:  $d_e$ ;  $t$ ;  $p$ ;  $R_y$  и позволяют определить любое из них при известных остальных величинах.

Пример пользования графиками дан в [прил. 4](#).

1.7. Внешняя и внутренняя поверхность труб должна защищаться от коррозии. Выбор методов защиты необходимо производить в соответствии с указаниями п.п. 8.32 - 8.34 [СНиП 2.04.02-84](#). При применении труб с толщиной стенки до 4 мм независимо от коррозионной активности транспортируемой жидкости рекомендуется предусматривать защитные покрытия внутренней поверхности труб.

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МАРОК, ГРУПП И КАТЕГОРИЙ СТАЛЕЙ ТРУБ

2.1. При выборе марки, группы и категорий стали следует учитывать поведение сталей и их свариваемость при низких температурах наружного воздуха, а также возможность экономии стали за счет применения высокопрочных тонкостенных труб.

2.2. Для наружных сетей водоснабжения и канализации рекомендуется, как правило, применять следующие марки сталей:

- для районов с расчетной температурой наружного воздуха  $t_e \geq - 40$  °С; углеродистую по ГОСТ 380-71\* - ВСтЗ; низколегированную по ГОСТ 19282-73\* - типа 17Г1С;

- для районов с расчетной температурой наружного воздуха  $t_e < - 40$  °С; низколегированную по ГОСТ 19282-73\* - типа 17Г1С; углеродистую конструкционную по ГОСТ 1050-74\*\* - 10; 15; 20.

При применении труб в районах с  $t_e < - 40$  °С в заказе стали должно быть оговорено минимальное значение ударной вязкости 30 Дж/см<sup>2</sup> (3 кгс·м/см<sup>2</sup>) при температуре - 20 °С.

В районах с  $t_e \geq - 40$  °С низколегированную сталь следует применять, если это приводит к более экономичным решениям: снижение расхода стали или снижение трудозатрат (за счет ослабления требований по укладке труб).

Углеродистые стали могут применяться следующих степеней раскисления: спокойная (сп) - в любых условиях; полуспокойная (пс) - в районах с  $t_e \geq - 20$  °С для всех диаметров, в районах с  $t_e \geq - 40$  °С для диаметров труб не более 1020 мм; кипящая (кп) - в районах с  $t_e \geq - 10$  °С и при толщине стенки не более 8 мм.

2.3. Допускается применение труб из сталей других марок, групп и категорий в соответствии с табл. 1 и другими материалами настоящего Пособия.

При выборе группы углеродистой стали (кроме основной рекомендуемой группы В по ГОСТ 380-71\* следует руководствоваться следующим: стали группы А могут применяться в трубопроводах 2 и 3 класса по степени ответственности с расчетным внутренним давлением не более 1,5 МПа в районах с  $t_e \geq -10$  °С; стали группы Б могут применяться в трубопроводах 2 и 3 класса по степени ответственности в районах с  $t_e \geq - 10$  °С; стали группы Д могут применяться в трубопроводах 3 класса по степени ответственности при расчетном внутреннем давлении не более 1,5 МПа в районах с  $t_e \geq - 10$  °С.

Таблица 1

Нормативный документ	$d_e$ , мм	Класс по степени ответственности трубопровода	Расчетная температура наружного воздуха, °С				
			$t_e \geq -10$	$t_e \geq -20$	$t_e \geq -30$	$t_e \geq -40$	$t_e < -40$
ГОСТ 107 05-80*, сортамент по ГОСТ 10704-76*	До 530	2 и 3	БСт3кп (< 8), СТ3кп3 (< 8), БСт3пс (> 8), СТ3пс3 (> 8)	ВСт3пс2	ВСт3пс3, 20сп	ВСт3сп, 20сп	10сп, 15сп, 20сп
ГОСТ10706-76*, сортамент по ГОСТ 10704-76*	426 - 1620	1 - 3	ВСт3кп2 (< 8), ВСт3пс2 (> 8)	ВСт3пс2, (< 10), ВСт3сп2 (> 10)	ВСт3сп3-4	ВСт3сп4	
ГОСТ 8696-74*	До 1620	1 - 3	ВСт3 категории 2-3, ВСт3кп (< 8), типа17Г1С	ВСт3 категории 2-3	Типа 17Г1С, ВСт3ен3	Типа 17Г1С	Типа 17Г1С
ТУ 102-39-84	-	2 и 3	БСт3 (< 5), Ст3кп (< 8), Ст3пс3 (> 8)	СТ3пс3 (> 8)	ВСт3пс2	ВСт3сп2	-
ТУ 14-3-377-75	219 - 426	1 и 2	ВСт3сп	ВСт3сп	ВСт3сп, 20сп	ВСт3сп, 20сп	20сп
ТУ 14-3-1209-83	530 - 1420	1 и 2	ВСт2пс, ВСт3пс 1-4	ВСт3пс2, типа17Г1С	ВСт3сп3, типа17Г1С	ВСт3сп 3-4, типа 17Г1С	Типа 17Г1С
ТУ 14-3-684-77	530 - 1420	1 и 2	ВСт3пс2, ВСт3сп2	ВСт3пс2 (< 10), ВСт3сп2 (> 10), типа17Г1С	20, типа 17Г1С, К45, К52	Типа 17Г1С, 20, К45, К52	Типа 17Г1С, 20сп, К45, К52
ТУ 14-3-943-80	219-530	1 и 2	ВСт3пс2, ВСт3сп2, ВСт3пс3	ВСт3пс2 (< 10), ВСт3сп2 (> 10), ВСт3пс3 (< 10)	ВСт3пс3, ВСт3сп3 (по требованию)	ВСт3сп3 (по требованию)	
ТУ 14-3-721-78	820-1220	1-3				17Г1С, 17Г2СФ	17Г1С, 17Г2СФ

Примечания: 1. Трубы по ТУ 102-39-84, не имеющие внутреннего защитного покрытия, могут применяться для временных трубопроводов, а также для транспортирования воды, подвергнутой стабилизационной обработке.

2. Для трубопроводов, сооружаемых в районах с расчетной температурой ниже - 40 °С, следует, как правило, применять трубы из низколегированных марок сталей типа 17Г1С.

3. В скобках указаны толщины стенок труб, мм.



### 3. ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЕЙ И ТРУБ

3.1. Расчетное сопротивление материала труб определяется формулой

$$R_y = R_{yn} / \gamma_m, \quad (1)$$

где  $R_{yn}$  - нормативное сопротивление растяжению металла труб, равное минимальному значению предела текучести  $\sigma_y$ , нормируемого стандартами и техническими условиями на изготовление труб;  $\gamma_m$  - коэффициент надежности по материалу; для прямошовных и спиральношовных труб из низколегированной и углеродистой стали - равный 1,1.

3.2. Для труб групп А и В (с нормируемым пределом текучести) расчетное сопротивление  $R_y$  следует принимать по формуле (1).

3.3. Для труб групп Б и Д (без нормируемого предела текучести) величина расчетного сопротивления  $R_y$  должна быть не более- величин допускаемых напряжений  $R_{adm}$ , которые принимаются для вычисления величины заводского испытательного гидравлического давления по [ГОСТ 3845-75\\*](#).

В случае, если величина  $R_y$  оказывается больше  $R_{adm}$ , то за расчетное сопротивление принимают величину

$$R_{y1} = 0,65 p_1 (d_e - t) / 2t, \quad (2)$$

где  $p_1$  - величина заводского испытательного давления;  $t$  - толщина стенки трубы.

3.4. Прочностные показатели труб, гарантируемые стандартами на их изготовление, приведены в табл. 2 - [4](#).

Таблица 2

Термически обработанные трубы по <a href="#">ГОСТ 10705-80*</a>			Термически обработанные трубы по <a href="#">ГОСТ 10705-80*</a>	
Марки стали	Временное сопротивление $\sigma_u$ , МПа (не менее)	Предел текучести $\sigma_y$ , МПа (не менее)	Марки стали	Временное сопротивление $\sigma_u$ , МПа (не менее)
08, 08пс, 10кп	314	196	08пс, 08кп, 08, 10пс, 10, Ст2кп, ВСт2кп	314
10, 10пс, 15, 15кп, 15пс, 20кп, Ст2пс, Ст2кп, Ст2пс, ВСт2сп, ВСт2пс, ВСт2кп	333	206	Ст2сп, Ст2пс, ВСт2сп, ВСт2пс, 15пс, 15кп, 20, 20пс, 20кп	333
ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3кп	372	225	Ст2сп, Ст3пс, Ст3кп, ВСт3кп, ВСт3сп, ВСт3пс	353
Ст4сп, Ст4пс, ВСт4сп, ВСт4пс, ВСт4кп, 20, 20пс	412	245	Ст4сп, Ст4пс, Ст4кп, ВСт4пс, ВСт4сп, ВСт4кп	402

Примечание. Показатель  $\sigma_u$  для труб диаметром 203 - 530 мм включительно, прошедших термообработку сварного соединения, аналогичен показателю  $\sigma_u$  для термически необработанных труб.

Таблица 3

ГОСТ и диаметр труб, мм	Группы	Марки, виды сталей по степени раскисления и категории	Требования ГОСТ по величине гидравлического испытательного давления		Прочностные характеристики сталей труб
			обязательные	по заказу или по требованию потребителя	
<a href="#">ГОСТ 8696-74*</a> , $d_e$ от 159 до 1620	А	Ст2, Ст3, категория 3 с нормированием механических свойств	$p_1 = 200t R_{adm} / (d_e - 2t)$ при $R_{adm} = 0,85 \sigma_y$	-	См. <a href="#">табл. 4</a>
	В	ВСт2 категория 2, ВСт3 категорий 2-5 низколегированные (17Г1С и др.) по химическому составу и с нормированием механических свойств	То же	По требованию при $R_{adm} = 0,9 \sigma_y$	» »
	Б	БСт2, БСт3 категорий 1, 2; по химическому составу	То же, при $R_{adm} = 180$ МПа; $p_1$ не более 3,5 МПа	-	Не нормированы
	Д	Не нормированы	» »	-	» »
<a href="#">ГОСТ 10705-80*</a> , $d_e$ до 530	А	Ст2, Ст3, Ст4 всех степеней раскисления, категорий 1-3 с нормированием механических свойств	$p_1 \geq 6$ МПа для $d_e$ до 102 мм; $p_1 \geq 3$ МПа для $d_e = 102$ мм и более; $p_1 \geq 2$ МПа для $d_e$ от 402 до 530 мм при толщине 4-5,5 мм	По требованию потребителя $p_1 = 200t R_{adm} / (d_e - 2t)$ при $R_{adm} = 0,4 \sigma_u$ или $R_{adm} = 0,9 \sigma_y$ , но $p_1$ не более 20 МПа	См. <a href="#">табл. 3</a>
	Б	БСт2, БСт3, БСт4 08, 10, 15, 20 всех степеней раскисления с нормированием химического состава	То же	-	Не нормированы
	В	ВСт2, ВСт3, ВСт4 (категорий 1, 2) всех степеней раскисления: ВСт3сп и ВСт3пс категорий 3-6 08, 10, 15, 20 всех степеней раскисления с нормированием механических свойств и химического состава	» »	То же, что и для группы А	См. <a href="#">табл. 3</a>
	Д	Не нормированы	» »	-	Не нормированы. Для групп А и В предел текучести труб без термической обработки определяется по согласованию с потребителем, а термически не обработанных труб по требованию потребителя
<a href="#">ГОСТ 10706-76*</a> , $d_e$ от 426 до 1620	А	Ст2 и Ст3 всех степеней раскисления категории 1 и 3 с нормированием механических свойств. Допускается	$p_1 = 200t R_{adm} / (d_e - 2t)$ при $R_{adm} = 0,5 \sigma_u$	По заказу потребителя при $R_{adm} = 0,85 \sigma_y$	См. <a href="#">табл. 4</a>

ГОСТ и диаметр труб, мм	Группы	Марки, виды сталей по степени раскисления и категории	Требования ГОСТ по величине гидравлического испытательного давления		Прочностные характеристики сталей труб
			обязательные	по заказу или по требованию потребителя	
	Б	изготавливать трубы из низколегированной стали Стали те же, что и для группы А категории 1 и 2, но с нормированием химического состава	$p_1 \geq 2,5$ МПа; а для труб 920×7; 1020×8; 1120×8; 1120×9; 1220×9; 1220×10; 1320×9; 1320×10; 1320×11; 1420×10; 1420×11, величина $p_1 = 2$ МПа	-	Не нормированы
	В	Стали те же, что и для группы А, категорий 1-4, но с нормированием механических свойств и химического состава	$p_1 = 200 t R_{adm} / (d_e - 2t)$ при $R_{adm} = 0,9 \sigma_y$	-	См. табл. 4
	Д	Не нормированы	$p_1$ , то же, что и для группы Б	-	Не нормированы

Примечание. Величины, входящие в формулу, принимаются в единой размерности.



Таблица 4

ГОСТ или ТУ	Марки сталей	$\sigma_{и}$ , МПа	$\sigma_{в}$ , МПа
<a href="#">ГОСТ 10706-76*</a>	Ст2кп, Вст2кп	324	216
	Ст2пс, Ст2сп, ВСт2пс, ВСт2сп	333	225
	Ст3кп, ВСт3кп	363	235
	Ст3пс, Ст3сп, Вст3пс, ВСт3сп	373	245
<a href="#">ГОСТ 8696-74*</a>	Вст2кп, Ст2кп	324	216
	Вст2сп, Вст2пс, Ст2сп, Ст2пс	334	225
	Вст3сп, ВСт3пс, Ст3сп, Ст3пс	372	245
	Вст3кп, Ст3кп	363	235
	17ГС при толщине стенки 5-9 мм (по классу К52)	510	353
ТУ 14-3-377-75	Вст3сп	372	235
	10	333	206
	20	412	245
ТУ 14-3-684-77	ВСт3пс, Вст3сп	372	245
	20	412	245
	К34	333	206
	К38	372	235
	К45	441	294
	К52	510	353
	К60	588	412
ТУ 14-3-943-80	ВСт3пс, ВСт3сп	372	225
	10сп	333	206
ТУ 14-3-1209-83	Ст2	324	216
	Ст3	372	245
	09Г2ФБ, 10Г2Ф	441	372
	14ХГС, 12Г2С	421	294

#### 4. РАСЧЕТ ТРУБ НА ПРОЧНОСТЬ, ДЕФОРМАЦИЮ И УСТОЙЧИВОСТЬ

4.1. Толщину стенки труб  $t_1$ , мм, при расчете на прочность от воздействия внешних нагрузок на опорожненный трубопровод следует определять по формуле

$$t_1 = \sqrt{\frac{F_{red} d_e \zeta}{0,00105 R_y m}}, \quad (3)$$

где  $F_{red}$  - расчетная приведенная внешняя нагрузка на трубопровод, определяемая по [прил. 3](#) как сумма от всех действующих нагрузок в их наиболее опасном сочетании, кН/м;  $\zeta$  - коэффициент, учитывающий совместное действие отпора грунта и внешнего давления; определяется по п. 4.2.;  $m$  - общий коэффициент, характеризующий работу трубопроводов, равный  $m = m_1/\gamma$ ;  $m_1$  - коэффициент, учитывающий кратковременность испытания, которому подвергаются трубы после их изготовления, принимаемый равным 0,9;  $\gamma$  - коэффициент надежности, учитывающий класс участка трубопровода по степени ответственности, принимаемый равным: 1 - для участков трубопроводов 1 класса по степени ответственности, 0,95 - для участков трубопроводов 2 класса, 0,9 - для участков трубопроводов 3 класса;  $R_y$  - расчетное сопротивление стали, определяемое в соответствии с разд. 3 данного Пособия, МПа;  $d_e$  - наружный диаметр трубы, м.

4.2. Значение коэффициента  $\zeta$  следует определять по формуле

$$\zeta = (0,1B + B_t)/(1,1B + B_t - p_v - p_w), \quad (4)$$

где  $B$ ;  $B_t$  - параметры, характеризующие жесткость грунта и трубы, определяются согласно [прил. 3](#) данного Пособия, МПа;  $p_v$  - величина вакуума в трубопроводе, принимаемая равной до 0,8 МПа; (значение задается технологическими отделами), МПа;  $p_w$  - величина внешнего гидростатического давления, учитываемого при прокладке трубопроводов ниже уровня грунтовых вод, МПа.

4.3. Толщину трубы  $t_2$ , мм, при расчете на деформацию (укорочение вертикального диаметра на 3 % от воздействия суммарной приведенной внешней нагрузки следует определять по формуле

$$t_2 = 1,47 \sqrt[3]{10 F_{red} d_e^2 \zeta} . \quad (5)$$

4.4. Расчет толщины стенки трубы  $t_3$ , мм, от воздействия внутреннего гидравлического давления при отсутствии внешней нагрузки следует производить по формуле

$$t_3 = 500 p d_e / (m R_y + p), \quad (6)$$

где  $p$  - расчетное внутреннее давление, МПа.

4.5. Дополнительным является расчет на устойчивость круглой формы поперечного сечения трубопровода при образовании в ней вакуума, производимый исходя из неравенства

$$\frac{F_{red}}{1000 d_e \beta} + p_v + p_w \leq 1,2 \sqrt{B B_t}, \quad (7)$$

где  $\beta$  - коэффициент приведения внешних нагрузок (см. [прил. 3](#)).

4.6. За расчетную толщину стенки подземного трубопровода следует принимать наибольшее значение толщины стенки, определенное по [формулам \(3\), \(5\), \(6\)](#) и проверенное по формуле (7).

4.7. По формуле [\(6\)](#) построены графики выбора толщин стенок в зависимости от расчетного внутреннего давления (см. [разд. 5](#)), позволяющие без проведения расчетов определять соотношения между величинами:  $d_e$ ;  $p$ ;  $t$ ;  $R_y$  для  $d_e$  от 325 до 1620 мм.

4.8. По [формулам \(3\), \(4\) и \(7\)](#) построены таблицы допустимых глубин заложения труб  $h$  в зависимости от толщины стенки и других параметров (см. [разд. 6](#)).

По таблицам можно без проведения расчетов определять соотношения между величинами:  $t$  и  $h$  для следующих наиболее часто встречающихся условий:  $d_e$  - от 377 до 1620 мм;  $h$  - от 1 до 6 м;  $R_y$  - от 150 до 400 МПа; основание под трубы грунтовое плоское и профилированное ( $75^\circ$ ) с нормальной или повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки; временная нагрузка на поверхности земли - НГ-60.

4.9. Примеры расчета труб по формулам и подбора толщин стенок по графикам и таблицам даны в [прил. 4](#).

4.10. Для наиболее часто встречающихся условий укладки, рекомендуемых марок сталей и сортамента в табл. 5 приведены расчетные величины толщин стенок. Эта таблица является сокращенным вариантом таблиц [разд. 6](#).

Таблица 5

Наружный диаметр, $d_e$ , мм	Толщина стенки $t$ , мм, при засыпке грунтом											
	песками (кроме пылеватых)			песками пылеватыми			супесями, суглинками			глиной		
	Глубина заложения, м, (до верха труб)											
	1-1,5	2,5	3,5	1-1,5	2,5	3,5	1-1,5	2,5	3,5	1-1,5	2,5	3,5
<b>Трубопроводы 1 класса</b>												
273	3/-	3/-	3/-	3/-	3/-	4/-	3/-	4/-	5/-	3/-	4/-	5/3
325	3/-	3/-	3/-	3/-	4/-	5/-	3/-	5/-	6/-	4/-	5/3	6/4
377	3/-	3/-	4/-	4/-	5/3	6/4	3/-	4/3	5/4	5/-	6/4	-/5
426	3/-	3/-	4/3	4/-	5/4	7/5	4/-	5/4	6/4	6/4	7/5	-/6
530	4/-	4/-	5/4	5/-	6/5	8/6	4/-	6/4	7/5	7/5	9/6	-/8
630	4/-	5/-	6/5	6/5	8/6	10/7	5/-	7/5	9/6	6/5	8/6	9/7
720	5/-	6/-	7/6	7/6	10/7	-/8	6/-	8/6	11/7	7/-	9/6	11/8
820	5/-	6/-	8/7	9/7	11/7	-/9	7/6	9/7	12/8	8/-	10/7	12/9
920	6/-	7/-	9/8	11/8	-/8	-/10	8/7	10/8	14/9	9/7	11/8	-/10
1020	7/-	8/7	11/9	12/8	-/9	-/11	9/8	11/9	-/10	10/8	12/9	-/11
1220	8/-	9/8	13/10	-/10	-/11	-/14	11/9	14/10	-/12	12/10	-/11	-/13
1420	10/-	12/10	15/12	9/-	10/-	13/11	9/-	10/9	12/10	15/11	-/13	-/16
1620	12/-	14/12	-/14	10/-	11/-	15/12	10/-	12/11	16/13	-/13	-/14	-/-
-	Плоское основание с нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки			Плоское основание с повышенным уплотнением грунтов засыпки			Профилированное основание ( $75^\circ$ ) с повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки					

Наружный диаметр, $d_e$ , мм	Толщина стенки $t$ , мм, при засыпке грунтом											
	песками (кроме пылеватых)			песками пылеватыми			супесями, суглинками			глиной		
	Глубина заложения, м, (до верха труб)											
	1-1,5	2,5	3,5	1-1,5	2,5	3,5	1-1,5	2,5	3,5	1-1,5	2,5	3,5
<b>Трубопроводы 2 класса</b>												
273	3/-	3/-	3/-	3/-	3/-	4/-	3/-	4/-	5/-	3/-	4/-	5/3
325	3/-	3/-	3/-	3/-	4/-	5/-	3/-	5/-	6/-	4/-	5/3	6/4
377	3/-	3/-	4/-	4/-	5/3	6/4	3/-	4/3	5/4	5/-	6/4	-/5
426	3/-	3/-	4/3	4/-	5/4	7/5	4/-	5/4	6/4	6/4	7/5	-/6
530	4/-	4/-	5/4	5/-	6/5	8/6	4/-	5/4	7/5	7/5	8/6	-/7
630	4/-	5/-	6/5	6/5	8/6	9/7	5/-	6/5	8/6	6/5	7/6	9/7
720	5/-	5/-	7/6	7/6	9/7	-/8	6/-	7/6	10/7	7/-	8/6	10/7
820	5/-	6/-	8/7	8/7	10/7	-/8	7/6	8/7	12/8	8/-	9/7	11/8
920	6/-	7/-	9/7	10/8	-/8	-/9	8/7	9/8	13/9	9/7	10/8	-/9
1020	7/-	8/7	10/8	11/8	-/9	-/11	9/8	10/9	-/10	10/8	12/9	-/10
1220	8/-	9/8	12/10	-/10	-/11	-/13	10/9	13/10	-/12	12/10	-/11	-/12
1420	9/-	11/10	14/12	9/-	10/-	12/11	9/-	10/9	12/10	15/11	-/13	-/15
1620	11/-	13/12	17/14	10/-	11/-	14/12	10/-	12/11	15/13	17/13	-/14	-/17
-	Плоское основание с нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки			Плоское основание с повышенным уплотнением грунтов засыпки			Профилированное основание (75°) с повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки					
<b>Трубопроводы 3 класса</b>												
273	3/-	3/-	3/-	3/-	3/-	4/-	3/-	4/-	5/-	3/-	4/-	5/3
325	3/-	3/-	3/-	3/-	4/-	5/-	3/-	5/-	6/-	4/-	5/3	6/4
377	3/-	3/-	4/-	4/-	5/3	6/4	3/-	4/3	5/4	5/-	6/4	-/5
426	3/-	3/-	4/3	4/-	5/4	6/5	4/-	5/4	6/4	6/4	7/5	-/6
530	4/-	4/-	5/4	5/-	6/5	8/6	4/-	5/4	7/5	7/5	8/6	-/7
630	4/-	5/-	5/-	6/5	8/6	9/7	5/-	6/5	8/6	6/5	7/6	8/7
720	5/-	5/-	6/-	7/6	9/7	11/8	6/-	7/5	9/7	7/-	8/6	10/7
820	5/-	6/-	7/-	8/6	9/7	-/8	6/-	8/6	11/8	7/-	9/7	11/8
920	6/-	7/-	8/-	9/7	11/8	-/9	7/-	9/7	12/9	8/7	10/8	-/9
1020	6/-	7/-	9/8	10/7	-/9	-/10	8/-	10/8	-/10	9/7	11/9	-/10
1220	8/-	9/8	11/10	-/10	-/11	-/13	10/9	12/9	-/12	11/10	-/11	-/12
1420	9/-	10/-	13/12	9/-	10/-	11/-	9/-	10/9	12/10	14/11	-/13	-/14
1620	10/-	12/-	16/14	10/-	11/-	13/12	10/-	11/-	14/13	15/13	-/14	-/16
-	Плоское основание с нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки			Плоское основание с повышенным уплотнением грунтов засыпки			Профилированное основание (75°) с повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки					

Примечания. 1. Толщины стенок, мм, указаны: перед чертой для стали Вст3, после черты для стали 17Г1С.

2. Таблица составлена для трубопроводов при временной нагрузке не более НГ-60 и внутреннем давлении до 3 МПа



## 5. ГРАФИКИ ВЫБОРА ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ТРУБ ПО РАСЧЕТНОМУ ВНУТРЕННЕМУ ДАВЛЕНИЮ

5.1. Выбор толщин стенок  $t$  производится по графикам, приведенным на рис. 2 - 4 соответственно для трубопроводов 1 - 3 класса по степени ответственности.

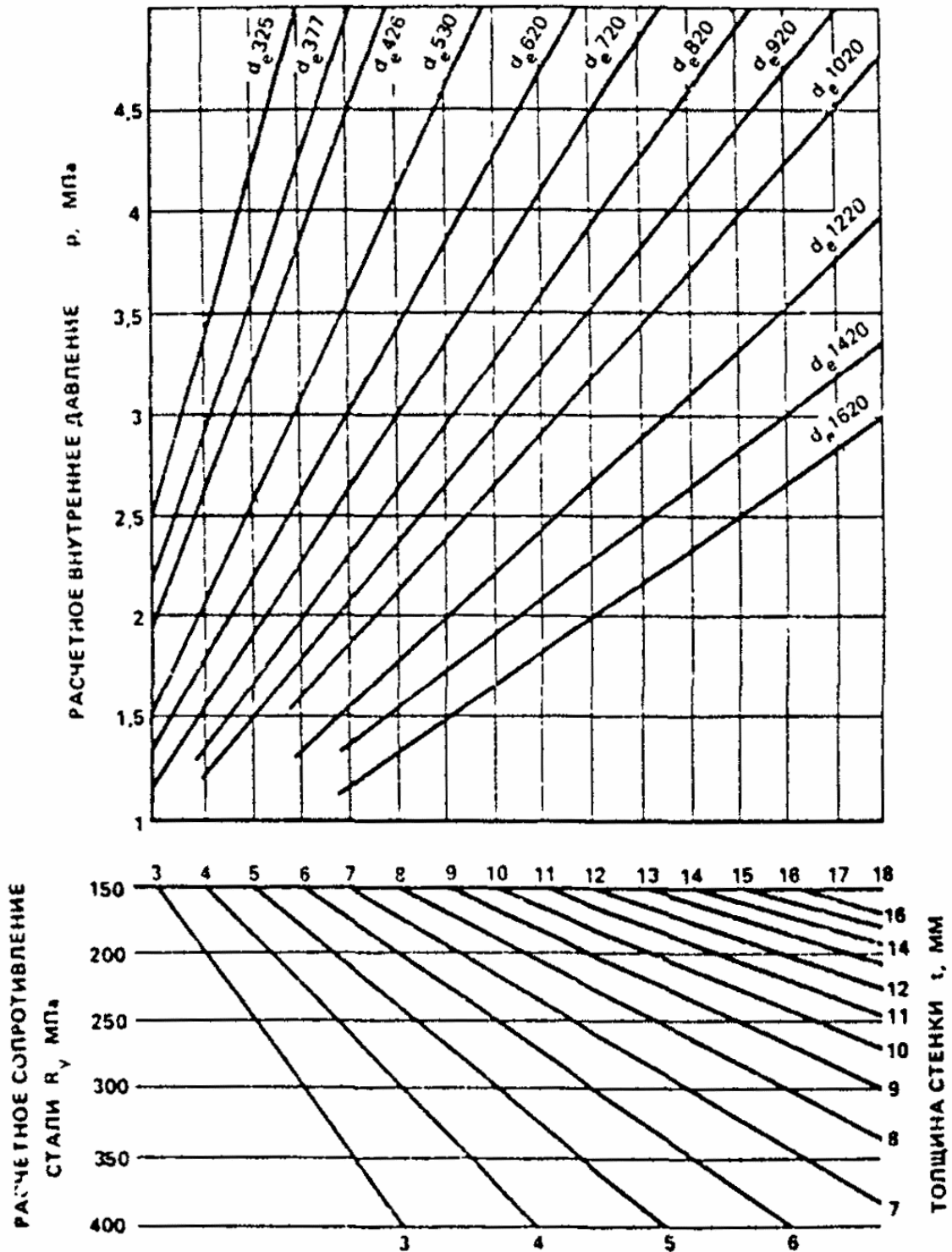


Рис. 2. Графики выбора толщины стенки труб в зависимости от расчетного внутреннего давления и расчетного сопротивления стали для трубопроводов 1-го класса по степени ответственности

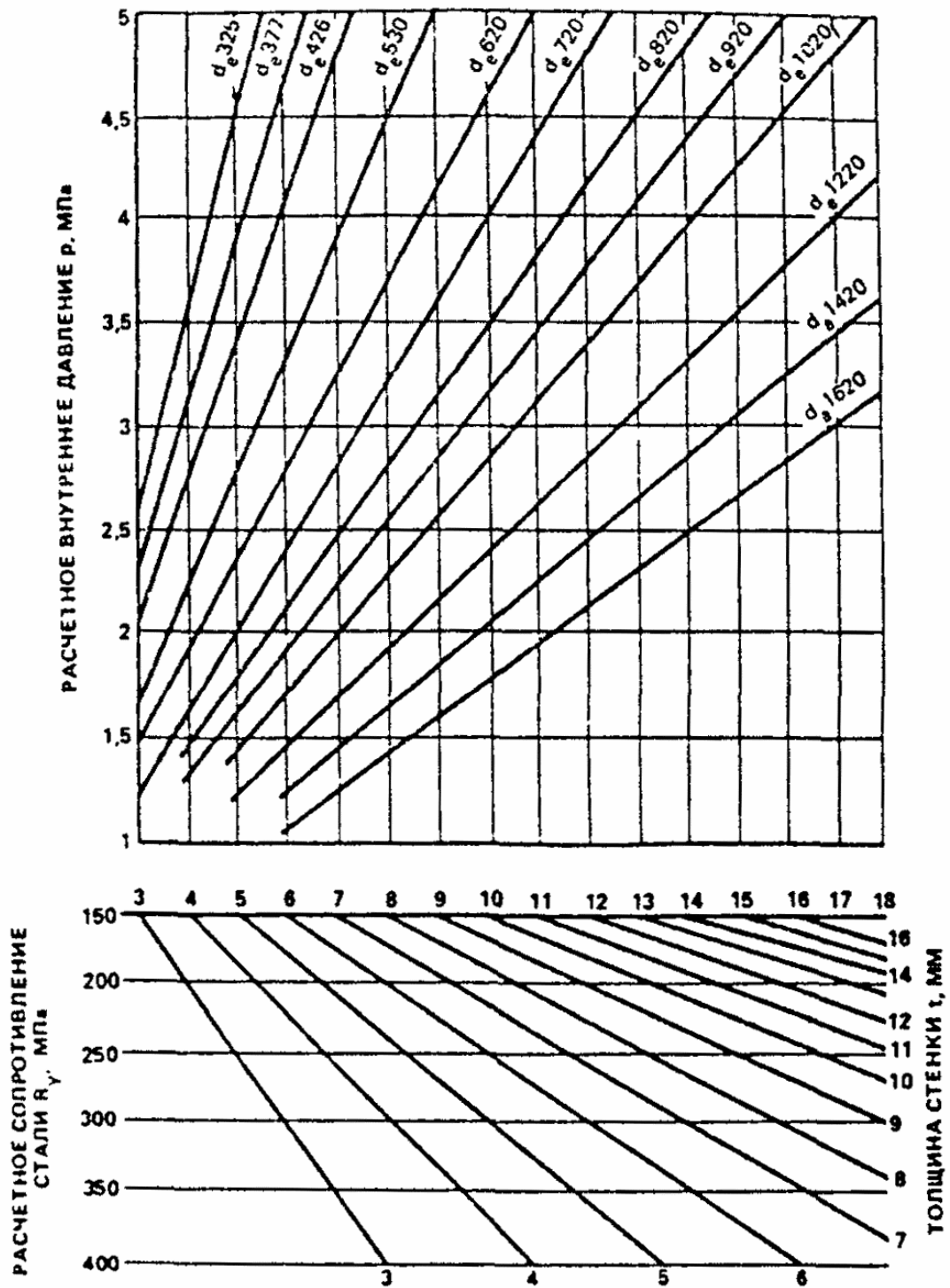


Рис. 3. Графики выбора толщины стенки труб в зависимости от расчетного внутреннего давления и расчетного сопротивления стали для трубопроводов 2-го класса по степени ответственности

5.2. Графики показывают соотношения между  $d_e$ ;  $t$ ;  $p$ ;  $R_y$  и позволяют определить любое при заданных остальных величинах.

5.3. Графики построены по [формуле \(6\) разд. 4](#). Пример пользования графиками дан в [прил. 4](#).

## 6. ТАБЛИЦЫ ДОПУСТИМЫХ ГЛУБИН ЗАЛОЖЕНИЯ ТРУБ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ УКЛАДКИ

6.1. Выбор толщины стенки труб при расчете на внешние нагрузки производится по [табл. 6](#). В таблице даны соотношения методу  $t$ ;  $R_y$ ;  $h$  и способы укладки.

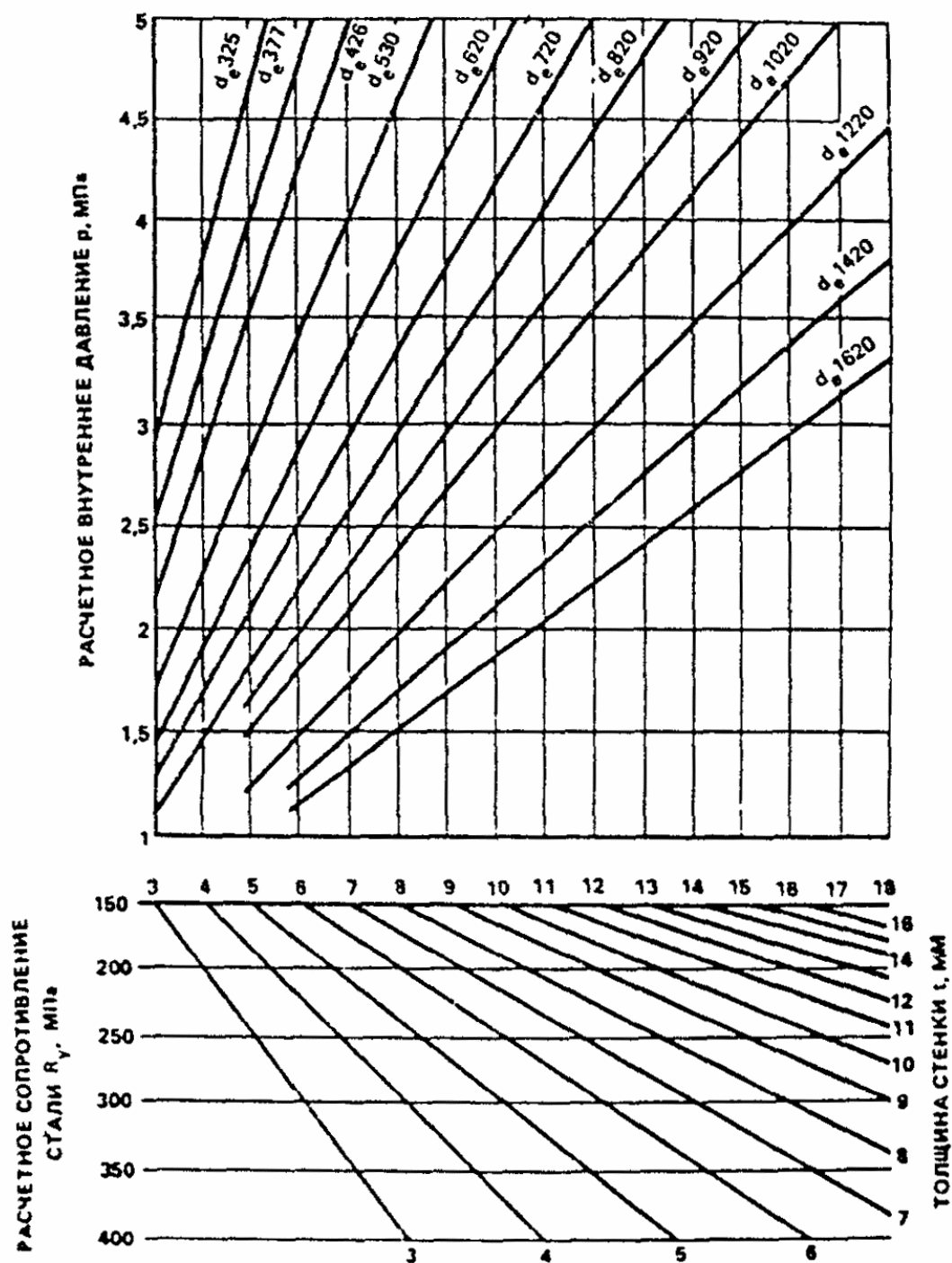


Рис. 4. Графики выбора толщины стенки труб в зависимости от расчетного внутреннего давления и расчетного сопротивления стали для трубопроводов 3-го класса по степени ответственности

6.2. Табл. 6 составлена на основании формул [разд. 4](#) и расчета внешних нагрузок по [прил. 3](#). Примеры пользования таблицей даны в [прил. 4](#).

6.3. При укладке труб на глубину менее 1 м и от 6 до 10 м проводить расчеты по формулам [разд. 4](#). Пример расчета в [прил. 4](#). Окончательно толщина стенки устанавливается с учетом сортамента труб.

Таблица 6

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																	
		плоском									профилированном								
		Степень уплотнения грунтов засыпки																	
		нормальная				повышенная				нормальная				повышенная					
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																	
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400
$d_e 377; Гз-I$																			
3	3	1	3	3,9	3,9	3,9	3,9	5,7				3,2	4,8				6		
	4	2,3	3,7	5			4,8					3,9	5,7						
	5	3	4,3	5,3			5,4					4,6							
	6	3,6	4,9				6					5,3							
	7	4,2	5,5									5,9							
	8	4,8																	
9	5,4																		
2	3	1	2,3	3,9	3,9	3,9	3,6	5,3				3	4,5	6			5,7		
	4	2,1	3,5	4,7	6		4,4					3,6	5,4						
	5	2,7	4,1	5,4			5,1					4,3							
	6	3,3	4,7	6			5,7					4,9							
	7	3,9	5,3									5,5							
	8	4,5																	
9	5,2																		
1	3		2,6	3,6	3,9	3,9	3,3	5				2,7	4,2	5,6			5,3		
	4	1,8	3,2	4,4	5,6		4,1	6				3,4	5						
	5	2,4	3,8	5,1			4,8					4	5,8						
	6	3	4,4	5,7			5,3					4,6							
	7	3,6	5				5,7					5,1							
	8	4,2	5,7									5,9							
9	4,8																		
$d_e 377; Гз-II$																			
3	3		2,1	2,1	2,1	2,2	3,5	4,5	4,5	4,5	1	2,8	3,5	3,5	3,5	3,7	5,4		
	4		2	3,1	4	4,3	2,8	4,1	5,5		2	3,6	4,9	5,9		4,4			
	5		2,7	3,9	4,8	5,6	3,4	4,7			2,3	4,2	5,6			5,1			
	6	2	3,4	4,7	5,6		4	5,3			3,5	4,8				5,6			
	7	2,8	4,1	5,4			4,5				4,3	5,6							
	8	3,6	5				5				5,2								
9	4,5																		
2	3		2,1	2,1	2,1	1,8	3,2	4,4	4,4	4,4		2,6	3,5	3,5	3,5	3,4	5		
	4		1,7	2,9	3,7	4,3	2,4	3,9	5,2		1,8	3,3	4,8	5,9		4,1	5,9		
	5		2,5	3,6	4,3	5,6	3	4,5	6		2,6	4	5,5			4,8			
	6	1	3,3	4,3	5		3,6	5,1			3,4	4,7				5,4			
	7	2,5	4	5			4,2	5,7			4,2	5,4				6			
	8	3,5	4,8				4,8				5								
9	4,4					5,4													
	3		2,1	2,1	2,1	1	3	4,1	4,4	4,4		2,4	3,5	3,5	3,5	3,1	4,7		

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																		
		плоском										профилированном								
		Степень уплотнения грунтов засыпки																		
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная			
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																		
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	
1	4		1	2,9	3,4	4,3	2,2	3,6	4,9			1	3,1	4,2	5,3		3,8	5,5		
	5		2,1	3,6	4,2	5,6	2,8	4,2	5,6			2,2	3,8	4,9	6		4,5			
	6		3	4,3	4,9		3,4	4,8			3,1	4,5	5,6			5,1				
	7	2,3	3,9	4,9			4	5,4			4	5,2				5,7				
	8	3,2	4,7				4,6				4,9									
9	4,1	5,6				5,3				5,8										
$d_e 377; \Gamma 3-III$																				
3	3						1,7	2,7	2,7	2,7			2	2	2	2	3,4	4,3	4,3	4,3
	4				2,1	2,5	2,5	3,6	4,6	4,9			1,7	3	3,6	4	2,8	4,1	5,5	
	5			2,3	3,2	4,6	1,7	3,3	4,3	5,3			2,7	4	4,8	6	3,4	4,8		
	6		2,3	3,5	4,3		2,5	4,1	5			1,5	3,7	5		4,2	5,6			
	7	2,1	3,3	4,6	5,4		3,3	4,9				3,4	4,8			5				
8	3,1	4,4	5,7			4,1	5,7				4,6				5,8					
9	4	5,6				5					5,9									
2	3						1,4	2,7	2,7	2,7			2	2	2	1,8	3,2	4,3	4,3	4,3
	4				2	2,5	2,3	3,4	4,9	4,9			1	2,8	3,4	4	2,3	3,9	5,1	
	5			2	3,1	4,4	1	3,1	4,1	5,2			2,3	3,6	4,6	6	3,2	4,6	5,9	
	6		2	3,1	4,2	5,7	2,2	3,8	4,9	5,7		2,1	3,6	4,4	5,8		3,9	5,3		
	7	1,7	3,1	4,2	5,3		3	4,5	5,6			3,2	4,7				4,6			
8	2,7	4,2	5,4			3,8	5,2				4,3					5,4				
9	3,7	5,3				4,6					5,4									
1	3						1	2,4	2,7	2,7			13	2	2	1	2,9	4	4,3	4,3
	4				1,7	2,5	2,1	3,1	4	4,9			2,4	3,2	4	2,2	3,6	4,8	6	
	5			1,8	2,7	4,1	2,8	3,8	4,8			2,3	3,3	4,4	6	2,9	4,3	5,5		
	6		1,8	3	3,7	5,4	1,9	3,3	4,3	5,5		2	3,3	4,3	5,6	3,6	5			
	7		3	4,1	4,7		2,8	4,3	5,3			3	4,4	5,3		4,3				
8	2,5	4,1	5,2			3,6	5,1				4	5,3			5,1					
9	3,4	5,2				4,3					5,1				-					
$d_e 377; \Gamma 3-IV$																				
3	3															1	2,2	2,2	2,2	2,2
	4							1,5	2,4	2,7					2,1	2,4	2,1	3,2	4	4,4
	5				2	3,2	1	2,5	3,4	4,5			1,3	2,6	3,5	4,9	1,5	3,1	4,2	5,1
	6		1	2,4	3,3	5,7	1	2,4	3,7	4,4		1	2,8	4	4,9	2,6	3,6	4,1	5,2	
	7	1	2,6	3,7	4,6		2,2	3,5	4,8	5,5		2,7	4,3	5,4		3,6	4,7	5,2		
8	2,4	3,7	5			3,1	4,6	5,9			3,9	5,5			4,7					
9	3,4	4,9				4,1	5,8				5,1									
2	3																			
	4							1	2,2	2,7					1,8	2,4	1,8	3	2,2	2,2
	5				1,7	3		2,3	3,2	4,5				2,4	3,2	4,7	1	2,8	3,9	3,7
6		1	2,2	3	4,5		2,2	3,4	4,2	5,9	1	2,6	3,8	4,6		2,4	3,8	4,9	4,8	4,4



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																						
		плоском										профилированном												
		Степень уплотнения грунтов засыпки																						
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная							
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																						
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400					
2	3						2,9	3,4	3,4	3,4						2,3	2,8	2,8	2,8	3,1	4,6	5,3	5,3	5,3
	4			2,5	3,3	3,3	2,1	3,6	4,6	6	6	1	3,1	4,1	5,1	3,1	4,1	5,1	5,1	3,8	5,5			
	5		2	3,3	4,1	5,2	2,7	4,1	5,5			2,1	3,8	4,8	6	4,4				4,9				
	6		2,7	4	4,8		3,3	4,7				2,9	4,5	5,4		4,9				5,4				
	7	1,9	3,4	4,7	5,6		3,8	5,2				3,7	5,2			5,4								
	8	2,6	4,1	5,4			4,3	5,8				4,4	6											
9	3,3	4,9				4,8					5,1													
1	3						2,6	3,4	3,4	3,4					2,1	2,8	2,8	2,8	2,6	4,3	5,3	5,3	5,3	
	4			2,3	3,1	3,3	2	3,4	4,5	5,8	6					2,9	3,8	4,9	5,1	3,5	5,2			
	5		1,6	3	3,8	5,2	2,7	4	5,2			1,8	3,6	4,4	5,6	4,1	5,9			5,9				
	6		2,4	3,7	4,5		3,2	4,6	5,8			2,6	4,3	5		4,6				5,1				
	7		3,2	4,4	5,2		3,7	5				3,3	5			5,1								
	8	2,4	4	5,1			4,2	5,6				4	5,7											
9	3,1	4,7				4,7					4,8													
$d_e$ 426; Гз-III																								
3	3						1	1,9	1,9	1,9					1	2,5	3,1	3,1	1,8	3,1	3,4	3,4	3,4	
	4				1,5	1,5	2,1	3,3	3,9	3,9					1	2,5	3,1	3,1	2,5	3,8	5,1	5,9	5,9	
	5			1,7	2,6	3,3	1	2,8	4	4,8					2,2	3,5	4,2	5,1	3,2	4,5	6			
	6		1	2,8	3,5	5,1	1,8	3,5	4,6	5,5	1,6	3,2	4,4	5,2	3,2	4,4	5,2		3,9	5,2				
	7		2,5	3,9	4,5		2,5	4,2	5,2			2,6	4,2	5,3		4,6	5,9			5,9				
	8	2,2	3,5	4,9	5,5		3,2	4,9				3,6	5,2			5,3				6				
9	3	4,5	5,9			3,9	5,7				4,6				6									
2	3						1,9	1,9	1,9	1,9									1	2,9	3,4	3,4	3,4	
	4				1,5	1,5	1,9	3	3,8	3,9					2,3	3,1	3,1	3,1	2,1	3,6	4,8	5,9	5,9	
	5			1	2,5	3,3	2,6	3,7	4,5			2	3,2	4	5,1	2,8	4,3	5,6		5,6				
	6			2,4	3,4	4,8	1,4	3,3	4,4	5,2	1	3	4,1	4,9	3,5	5			5					
	7		2,3	3,5	4,4		2,3	4	5,1			2,4	4	5		4,2	5,6			5,6				
	8	1,9	3,3	4,6	5,4		3	4,7	5,8			3,4	4,9			4,9				5,6				
9	2,8	4,2	5,6			3,7	5,4				4,3				5,6									
1	3						1,8	1,9	1,9	1,9									2,6	3,4	3,4	3,4	3,4	
	4				1	1,5	1,8	2,7	3,4	3,9					2,1	2,9	3,1	3,1	2	3,4	4,5	5,7	5,9	
	5				2,2	3,3	2,3	3,4	4,4			1,5	3,1	3,9	5,1	2,7	4	5,2		5,2				
	6			2,2	3,2	4,3	1	3,1	4,1	5,1					2,6	4	4,8	5,7	3,4	4,6	5,8			
	7		2,1	3,2	4,2	5,7	2,1	3,7	4,8	5,8					2,2	3,7	4,9	5,7	4	5,2				
	8	1,4	3	4,2	5,2		2,8	4,3	5,3			3,1	4,7	5,8		4,6				5,2				
9	2,5	3,9	5,2			3,4	5				4	5,7			5,2									
$d_e$ 426; Гз-IV																								
3	4								2	2							1		1,8	2,9	3,4	3,4	3,4	
	5					2		2	3	3,7					1,8	2,6	3,4		2,7	3,8	4,5	5,4	5,4	
	6			1,3	2,4	3,7	1,8	3	4	5,3			2	3	2,6	4	5,6	1,8	3,6	4,7	5,6			



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
	7		1,6	2,7	3,6	5,2		2,7	4	5		1,8	3,3	4,2	5,3		2,8	4,3	5,6		
	8		2,7	3,9	4,8		2,3	3,6	5	5,9		2,8	4,4	5,4		3,8	5,4				
	9	2,4	3,7	5			3,1	4,5	6			3,8	5,5				4,8				
2	4								2	2								1,5	2,2	3,4	3,4
	5					2			1,7	2,5	3,5				1,5	2,4	3,4	2,4	3,2	4,3	5,4
	6				2,2	3,5		1,4	2,7	3,5	5			1,6	2,8	3,7	5,2	1,6	3,3	4,2	5,3
	7		1	2,5	3,5	4,9		2,4	3,7	4,5			1,5	2,9	4,1	5		2,6	4,2	5,2	
	8		2,3	3,6	4,7			2,1	3,3	4,7	5,5			2,6	4,1	5,3		3,5	5,1		
	9	2,2	3,5	4,7	5,8		2,9	4,3	5,6			3,6	5,2				4,5				
1	4								1,7	2								1	1,9	3,2	3,4
	5					2			1	2,6	3,5				2,2	3,4		2,1	2,9	4,1	5,4
	6				2	3,3			2,2	3,5	4,7				2,5	3,5	4,9	1	3,1	3,9	5
	7			2,3	3,2	4,6		2,2	3,2	4,4	5,8			2,7	3,7	4,7		2,3	4	4,9	
	8		2,2	3,3	4,4	5,9		1,7	3,1	4,2	5,3			2,4	3,8	4,9		3,3	5		
	9	1,9	3,2	4,3	5,3		2,6	4	5,2			3,3	4,9				4,2	6			
$d_e$ 530; Гз-I																					
3	4	1	2,9	3,5	3,5	3,5	3,6	5,3				3,1	4,7	5,5	5,5	5,5	5,7				
	5	2,1	3,4	4,7	5,5	5,5	4,5					3,6	5,4								
	6	2,5	3,9	5,3				5				4,1	5,9								
	7	2,9	4,4	5,8				5,5				4,6									
	8	3,3	4,9					5,9				5									
	9	3,7	5,4									5,4									
	10	4,1	5,8																		
2	4		2,7	3,5	3,5	3,5	3,3	5				2,8	4,4	5,5	3,5	5,5	5,3				
	5	1,7	3,2	4,4	5,5	5,5	4,2					3,4	5,1								
	6	2,2	3,7	4,9				4,7				3,9	5,5								
	7	2,6	4,2	5,4				5,1				4,4									
	8	3	4,6	5,8				5,5				4,9									
	9	3,4	5					5,9				5,3									
	10	3,8	5,4								5,7										
1	4		2,4	3,5	3,5	3,5	3,1	4,7				2,6	4,1	5,5	5,5	5,5	5				
	5	1	3	4,1	5	5,5	3,9	5,7				3,1	4,7								
	6	1,9	3,5	4,6	5,7			4,3				3,6	5,3								
	7	2,3	3,9	5,1				4,7				4,1	5,8								
	8	2,7	4,3	5,5				5,1				4,6									
	9	3,1	4,7	5,9				5,5				5,1									
	10	3,5	5,1				5,7				5,5										
$d_e$ 530; Гз-II																					
	4			1	1	1	2	3,3	4	4		2,6	3,1	3,1	3,1	3,5	5,2				
	5		1	2,7	3,2	3,2	2,4	3,8	5,2		4	1,5	3,3	4,3	5,1	5,1	4	5,9			

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																		
		плоском										профилированном								
		Степень уплотнения грунтов засыпки																		
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная			
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																		
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	
3	6		2,1	3,4	4,1	4,8	2,8	4,3	5,8			2,2	3,9	4,9			4,5			
	7		2,7	4	4,7		3,2	4,8			2,8	4,5	5,5			5				
	8	1	3,3	4,6	5,3		3,6	5,2			3,4	5				5,5				
	9	2,3	3,8	5,2		4	5,6			4	5,5				5,9					
	10	2,8	4,3	5,8		4,3				4,5										
2	4			1	1	1	1,5	3,1	4	4	4		2,3	3,1	3,1	3,1	3,3	4,9		
	5			2,4	3,2	3,2	2,2	3,6	4,8			1	3	4	5,1	5,1	3,8	5,5		
	6		1,8	3	3,9	4,8	2,6	4,1	5,4			2	3,6	4,6	5,8		4,3			
	7		2,4	3,6	4,6		3	4,6	5,9			2,6	4,2	5,2			4,7			
	8		3	4,2	5,2		3,4	5				3,2	4,8	5,8			5,1			
	9	2,1	3,6	4,8	5,8		3,8	5,4				3,7	5,4				5,5			
10	2,6	4,1	5,4			4,1	5,8				4,2	6								
1	4			1	1	1	2,8	3,9	4	4		2,1	3,1	3,1	3	4,6	6			
	5			2,2	3	3,2	2	3,3	4,5	5,7		2,8	3,7	4,8	3,5	5,2				
	6		1	2,8	3,7	4,8	2,4	3,8	5,1		1	3,4	4,3	5,4	4	5,8				
	7		2,1	3,4	4,3	5,9	2,8	4,3	5,5		2,1	4	1,9	6	4,5					
	8		2,7	4	4,9		3,1	4,7	5,9		2,7	4,6	5,5		4,9					
	9	1,8	3,3	4,6	5,5		3,4	5,1			3,3	5,2			5,3					
10	2,4	3,8	5,1			3,7	5,5			3,9	5,7			5,7						
$d_e$ 530; Гз-III																				
3	4						1,3	2,2	2,2	2,2						1,8	3,1	3,8	3,8	3,8
	5				1	1	2,2	3,2	3,8	3,8			2,5	3	3	2,4	3,7	4,7	5,8	5,8
	6			1	2,4	3	2,7	3,8	4,7	5,6			2	3,3	3,9	4,6	3	4,3	5,2	
	7			2,3	3,3	4,5	1,5	3,2	4,4	5,3			2,9	4,1	4,8	3,5	4,8			
	8		2	3,1	4,2	5,7	2,1	3,7	4,9	5,8		2,1	3,7	4,9	5,7	4	5,3			
	9	1	2,8	3,9	5,1		2,7	4,2	5,4		2,9	4,5	5,6			4,5				
10	2,2	3,5	4,7	5,9		3,2	4,7			3,6	5,3				4,9					
2	4						2,2	2,2	2,2	2,2						2,9	3,8	3,8	3,8	
	5				1	1	2	3	3,8	3,8			2,3	3	3	2,1	3,5	4,7	5,8	
	6				2,2	3	2,5	3,6	4	5,6			1,6	3,1	3,9	4,6	2,6	4,1	5,1	5,8
	7			2,1	3,1	4,3		3	4,2	5			2,5	3,9	4,7	3,1	4,7	5,9		
	8		1,7	2,9	4	5,3	1,8	3,5	4,8	5,5		1,9	3,3	4,6	5,5	3,6	5,2			
	9		2,4	3,7	4,8		2,4	4	5,3		2,6	4,1	5,3			4,1	5,7			
10	2	3,2	4,4	5,6		2,9	4,4	5,8		3,3	4,9				4,6					
1	4						2,2	2,2	2,2	2,2						2,7	3,8	3,8	3,8	
	5					1	1,5	2,8	3,6	3,8			2	2,8	3	1,9	3,3	4,4	5,5	
	6				2	3	2,3	3,4	4,2	5,6		1	2,8	3,6	4,6	2,4	3,9	5		
	7			1,7	2,9	4	2,8	4	4,8			2,2	3,5	4,4	6	2,9	4,4	5,5		
	8		1	2,5	3,7	5	1	3,3	4,5	5,4		1	3	4,2	4,9	3,4	4,9			
9		2,2	3,3	4,5		2,2	3,7	5	5,9		2,3	3,8	4,9		3,9	5,4				



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
1	4		2,1	2,3	2,3	2,3	2,6	4,1	4,4	4,4	4,4		3,6	3,9	3,9	3,9	4,3				
	5		2,5	3,6	3,9	3,9	3,3	4,9					4,2	5,6	6	6	5,3				
	6		2,9	4	5,1	5,5	4	5,8					4,7								
	7	1,9	3,3	4,4	5,7		4,3						3,1								
	8	2,3	3,7	4,8			4,6						4,7								
	9	2,6	4,1	5,2			4,9						5,1								
	10	2,9	4,5	5,6			4,9						5,5								
	11	3,1	4,8			5,2						5,9									
						5,5						4,8									
$d_e$ 630; Гз-II																					
3	4						2,5	2,5	2,5	2,5		2	2	2	2	3	4,2	4,2	4,2	4,2	
	5			2	2	2	2,1	3,4	4,4	4,4	4,4	1	2,8	3,5	3,5	3,5	3,6	5,2			
	6		1	2,7	3,3	3,3	2,4	3,8	5,1	6	6	1,8	3,3	4,4	5,2	5,2	4	5,8			
	7		2	3,2	4	4,6	2,7	4,2	5,6			2,3	3,8	4,9	6		4,4				
	8		2,5	3,7	4,5	6	3	4,8				2,7	4,3	5,4			4,8				
	9		2,9	4,2	5		3,3	5,2				3,1	4,8	5,9			5,2,				
	10	1,7	3,3	4,7	5,5		3,6	5,4				3,5	5,2				5,6				
	11	2,3	3,7	5,1		3,9	5,7				3,9	5,6				5,9					
2	4						2,5	2,5	2,5	2,5		2	2	2	2	2,7	4,2	4,2	4,2	4,2	
	5			2	2	2	1,6	3,1	4,4	4,4	4,4		2,5	3,5	3,5	3,5	3,3	5			
	6			2,5	3,3	3,3	2,1	3,5	4,9	6	6	1,	3	4,1	5,2	5,2	3,8	5,5			
	7		1,5	3	3,0	4,6	2,5	3,9	5,4			2	3,5	4,6	5,7		4,2	6			
	8		2,1	3,5	4,4	6	2,8	4,3	5,9			2,4	4	5,1			4,6				
	9		2,6	3,9	4,9		3,1	4,7				2,8	4,5	5,5			5				
	10	1	3	4,3	5,4		3,4	5				3,2	4,9				5,4				
	11	2,1	3,4	4,7	5,9	3,6	5,3				3,6	5,9				5,7					
1	4						2,3	2,5	2,5	2,5		1,5	2	2	2	2,5	3,9	4,2	4,2	4,2	
	5			1,5	2	2	2,8	4	4,4	4,4		2,2	3,2	3,5	3,5	3,1	4,7				
	6			2,2	3,1	3,3	1,8	3,2	4,5	5,7	6	2,7	3,8	4,9	5,2	3,5	5,2				
	7		1	2,7	3,6	4,6	2,2	3,6	5			1	3,2	4,3	5,4	3,9	5,6				
	8		1,9	3,2	4,1	5,7	2,6	4	5,5			1,9	3,7	4,8	5,9	4,3					
	9		2,4	3,6	4,6		2,9	4,4	5,9			2,4	4,2	5,3		4,6					
	10		2,8	4	5,1		3,1	4,7				2,9	4,6	5,8		4,9					
	11	1,7	3,2	4,4	5,6	3,3	5				3,3	5			5,2						
$d_e$ 630; Гз-III																					
3	4															1	2,6	2,6	2,6	2,6	
	5						1,7	2,6	2,6	2,6					1,8	1,8	1,8	2	3,3	2,6	
	6				1,5	1,5		2,2	3,3	3,9	3,9				2,5	3,2	3,2	2,4	3,8	4,2	
	7				2,3	2,8		2,7	3,8	4,6	5,5			1,9	3,2	3,9	4,4	2,8	4,3	5,1	
	8			2,1	3	4,1	1	3,1	4,3	5,1				2,5	3,9	4,6		3,2	4,8	6	
	9		1	2,8	3,7	5,2	1,9	3,5	4,8	5,6		1,6	3,1	4,6	5,3		3,6	5,2			

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																					
		плоском										профилированном											
		Степень уплотнения грунтов засыпки																					
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная						
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																					
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400				
	10		2,2	3,4	4,4																		
	11	1	2,9	4	5,1																		
2	4																						
	5							1	2,6	2,6	2,6				1,8	1,8	1,8	1,6	3,1	2,6	2,6	2,6	
	6					1,5	1,5	2	3	3,9	3,9				2,5	3,2	3,2	2,2	3,6	4,2	4,2	4,2	
	7					2,2	2,8	2,4	3,5	4,5	5,3				1,5	3,2	3,9	4,4	2,6	4,1	5,3	6	6
	8				1,8	2,9	4,1	2,8	4	5					2,2	3,8	4,6		3	4,6	5,7		
	9				2,4	3,6	4,9	1,5	3,2	4,5	5,5				2,9	4,4	5,3		3,4	5,1			
	10			2	3	4,2	5,7	2,1	3,6	4,9	5,9				2,1	3,6	5	5,9		3,8	5,5		
	11		2,6	3,7	4,8		2,5	3,9	5,3					2,7	4,2	5,6		4,1	5,9				
1	4																						
	5								2,3	2,6	2,6				1	1,8	1,8	1	2,8	3,9	4,2	4,2	
	6					1,5	1,6	2,8	3,7	3,9					2,1	2,9	3,2	2	3,3	4,4	5,6	6	
	7					1,8	2,2	3,3	4,2	5,5					1	2,8	3,6	4,4	2,4	3,8	5,1		
	8				1	2,5	3,8	2,6	3,7	4,7					2,1	3,4	4,3	5,7	2,8	4,3			
	9				2,2	3,2	4,6	3	4,1	5,1					2,7	4	4,9		3,2	4,8			
	10			1,6	2,8	3,8	5,3	1	3,3	4,3	5,5				1,9	3,3	4,6	5,5		3,5	5,2		
	11		2,4	3,4	4,4		2,3	3,6	4,9					2,5	3,9	5,2		3,8	5,6				
$d_e$ 630; ГЗ-IV																							
3	5																						
	6									2	2								1,8	2,8	3,4	3,4	
	7					1			1,6	2,7	3,2				1	2,3	2,8		2,4	3,5	4,1	4,7	
	8					1,6	2,7		2,2	3,3	4,3				2,3	3,2	4,3	1	3	4,1	4,8		
	9				1,4	2,4	3,8		1,8	2,8	3,9	5,3			2,1	3,1	4,1	5,7	2	3,6	4,7	5,6	
	10				2,4	3,2	4,5		2,4	3,4	4,5				1	2,8	3,9	5		2,6	4,1	5,3	
	11			2,1	3,1	4	5,7	1,5	2,9	4,1	5,1				2,2	3,5	4,8	5,9		3,1	4,6		
2	5																						
	6									2	2												
	7					1			1	2,6	3								1,4	2,8	3,4	3,4	
	8					1	2,7		2,1	3,2	4					2,1	3	4,3	2,8	2	3,4	4,1	4,7
	9				1	2,2	3,6		1,1	2,6	3,8	5				2,1	3	4,3	5,3	1,7	2,5	4	4,7
	10				2,2	3	4,5		2,2	3,2	4,3	5,9				1,8	2,9	3,9	5,3	1,7	3,1	4,6	5,3
	11			1,8	2,9	3,7	5,4		2,7	3,8	4,8					2,6	3,7	4,8		2,4	3,7	5,2	
1	5																						
	6									1,6	2										1,8	2,1	2,1
	7					1				2,2	3									2,4	3,2	3,4	3,4
	8					2,5				1,7	2,8	4								3	3,9	4,7	4,7
	9					3,3				2,3	3,4	4,8				1,8	2,6	3,5	5	2,3	3,6	4,6	6
	10				2	2,8	4,1			2	2,3	4	5,5			1,3	2,6	3,5	5	1	2,9	4,2	5,2
	11			1,5	2,6	3,5	5			2,5	3,5	4,5				2,3	3,4	4,4		2,1	3,5	4,8	5,8
	11		1,5	2,6	3,5	5			2,5	3,5	4,5				3	4,2	5,3		2,6	4,1	5,4		

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
$d_e$ 720; Гз-I																					
3	5		2,6	2,8	2,8	2,8	3,3	4,9	5,2	5,2	5,2	2,9	4,4	4,6	4,6	4,6	5,3				
	6	1	3	4,3	4,3	4,3	4	5,9				3,3	4,9								
	7	2	3,4	4,7	5,7	5,7	4,5					3,7	5,4								
	8	2,3	3,7	5,1			4,9					4	5,8								
	9	2,6	4	5,5			5,2					4,3									
	10	2,9	4,3	5,8			5,5					4,6									
	11	3,1	4,6				5,8					4,9									
12	3,3	4,9									5,2										
2	5		2,4	2,8	2,8	2,8	3	4,6	5,2	5,2	5,2	2,6	4,1	4,6	4,6	4,6	4,3				
	6		2,8	3,9	4,3	4,3	3,7	5,5				3	4,6				5,9				
	7	1,5	3,1	4,3	5,5	5,7	4,2					3,4	5,1								
	8	2,1	3,4	4,7			4,5					3,8	5,6								
	9	2,4	3,7	5,1			4,8					4,1	6								
	10	2,7	4	5,4			5,1					4,4									
	11	2,9	4,3	5,6			5,4					4,7									
12	3,1	4,6				5,7					4,9										
1	5		2,2	2,8	2,8	2,8	2,7	4,1	5,2	5,2	5,2	2,4	3,8	4,6	4,6	4,6	4,6				
	6		2,5	3,6	4,3	4,3	3,4	5,2				2,7	4,3	5,7			5,5				
	7		2,3	4	5,2	5,7	3,9	5,8				3,1	4,7								
	8	1,7	3,2	4,4	5,7		4,2					3,4	5,1								
	9	2,2	3,5	4,8			4,5					3,7	5,5								
	10	2,4	3,8	5,2			4,8					4	5,8								
	11	2,6	4,1	5,5			5,1					4,3									
12	2,8	4,3	5,8			5,3					4,5										
$d_e$ 720; Гз-II																					
3	5						1,5	3,1	3,3	3,3	3,3		2,3	2,5	2,5	2,5	3,3	4,3	5,2	5,2	5,2
	6			2,2	2,2	2,2	2,1	3,5	4,8	4,8	4,8		2,7	3,8	3,8	3,8	3,7	5,5			
	7		1	2,7	3,4	3,4	2,4	3,9	5,2			1,7	3,1	4,3	5,3	5,3	4,1	5,9			
	8		2	3,1	4	4,6	2,7	4,2	5,6			2,1	3,5	4,8	6		4,5				
	9		2,4	3,5	4,5	5,8	3	4,5				2,5	3,9	5,2			4,8				
	10		2,8	3,9	5		3,2	4,8				2,9	4,3	5,6			5,1				
	11	1	3,1	4,3	5,5		3,4	5,1				3,2	4,7				5,4				
12	2,1	3,4	4,7	5,9		3,6	5,4				3,5	5,1				5,7					
2	5						1	2,8	3,3	3,3	3,3		2,1	2,5	2,5	2,5	3	4,6	5,2	5,2	5,2
	6			2	2,2	2,2	1,8	3,2	4,5	4,8	4,8		2,5	3,6	3,8	3,8	3,4	5,2			
	7			2,4	3,3	3,4	2,1	3,6	4,9	6		1	2,9	4,1	5	5,3	3,8	5,6			
	8		1,1	2,8	3,8	4,6	2,4	3,9	5,2			1,8	3,3	4,6	5,7		4,1	6			
	9		2,1	3,2	4,3	5,8	2,7	4,2	5,7			2,2	3,7	5,1			4,4				
	10		2,5	3,6	4,7		3	4,5	6			2,6	4,1	5,5			4,7				

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
	11		2,8	4	5,1		3,2	4,8				3	4,5	5,9			5				
	12	1,7	3,1	4,4	5,5		3,4	5,1				3,3	4,9	5,9			5,3				
1	5							2,6	3,3	3,3	3,3		1,7	2,5	2,5	2,5	2,8	4,2	5,2	5,2	
	6			1,6	2,2	2,2	1	3	4,2	4,8	4,8		2,2	3,3	3,8	3,8	3,2	4,8			
	7			2,2	3,1	3,4	1,7	3,3	4,6	5,7			2,6	3,8	4,9	5,3	3,5	5,2			
	8			2,6	3,6	4,6	2,2	3,6	5			1	3	4,3	5,4		3,8	5,6			
	9		1,7	3	4	5,6	2,5	3,9	5,3			2	3,4	4,7	5,8		4,1				
	10		2,1	3,4	4,4	6	2,7	4,2	5,6			2,4	3,8	5,1			4,4				
	11		2,5	3,7	4,8		2,9	4,5	5,9			2,7	4,2	5,5			4,7				
	12	1	2,9	4	5,2		3,1	4,8			3	4,6				5					
$d_e$ 720; Гз-III																					
3	5							1	1	1						1	2,9	3,1	3,1	3,1	
	6							1,7	2,8	2,8	2,8			2,2	2,2	2,2	2,1	3,3	4,6	4,6	
	7				1,5	1,5		2,2	3,2	4	4			2,8	3,2	3,2	2,4	3,7	5,1		
	8			2,3	2,7			2,5	3,6	4,7	5,4		1,8	3,4	3,9	4,4	2,8	4,1	5,6		
	9			1,9	2,9	3,8	1	2,8	4	5,1			2,4	4	4,5	5,8	3,2	4,5	5,9		
	10			2,5	3,5	4,9	1,7	3,1	4,4	5,5		1	3	4,5	5,1		3,5	4,9			
	11		2	3,1	4,1	5,7	2,1	3,4	4,8	5,8		2,1	3,6	5	5,7		3,8	5,3			
	12	2,5	3,6	4,6		2,5	3,8	5,2			2,7	4,1	5,5			4,1	5,7				
2	5							1	1	1							2,7	3,1	3,1	3,1	
	6							1	2,6	2,8	2,8			2	2,2	2,2	3,1	4,4	4,6	4,6	
	7				1	1,5		2	3	4	4			2,5	3,1	3,2	2,2	3,5	4,8	5,9	
	8			2,1	2,7			2,4	3,4	4,4	5,4		1,4	3	3,7	4,4	2,6	3,9	5,2		
	9			1,4	2,6	3,8		2,7	3,8	4,8			2,1	3,5	4,2	5,8	3	4,3	5,6		
	10			2,2	3,1	4,6	1	3	4,2	5,2			2,7	4,1	4,7		3,3	4,7			
	11		1,6	2,8	3,6	5,3	1,8	3,3	4,6	5,5		1,8	3,3	4,7	5,2		3,6	5,1			
	12	2,3	3,3	4		2,2	3,6	4,9			2,4	3,8	5,2	5,7		3,8	5,5				
1	5							1	1	1							2,5	3,1	3,1	3,1	
	6							2,4	2,8	2,8				1,6	2,2	2,2	2,9	4	4,6	4,6	
	7				1	1,5		1,5	2,8	3,6	4			2,1	2,8	3,2	1,9	3,3	4,6	5,6	
	8			1,8	2,7			2,1	3,2	4,1	5,4			2,6	3,4	4,4	2,3	3,7	5		
	9			2,3	3,6			2,4	3,6	4,6			1,8	3,1	4	5,5	2,6	4,1	5,4		
	10			2	2,8	4,4		2,7	3,9	5			2,4	3,6	4,6		2,9	4,5	5,7		
	11			2,6	3,3	5,1		3	4,2	5,4		1	3	4,1	5,1		3,2	4,9			
	12	2,1	3,1	3,8	5,8	2	3,3	4,5	5,8		2,2	3,3	4,6			3,5	5,3				
$d_e$ 720; Гз-IV																					
3	6																	2,5	2,5	2,5	
	7																	1,8	2,9	3,6	
	8								1,5	2,6	2,9			1	2,3	2,3		2,3	3,4	4,1	
	9				1	2,5			2,2	3,1	3,9			2,2	3,1	3,8		2,8	3,9	4,7	



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
	10			1	2,3	3,6															
	11			2,1	2,9	4,5									1,8	2,9	3,9	4,9	1,8	3,3	
	12		1,6	2,8	3,6	5,3								1,9	3,2	4,4	5,3		2,3	3,8	
2	6																				
	7								1,9	2,1					1	1		1,5	2,6	3,5	
	8								1	2,4	2,9				2,2	2,5		2	3,1	4,1	
	9					2,5			2	2,9	3,9				1,9	2,9	3,8	2,5	3,6	4,6	
	10				2,1	3,3			2,5	3,4	4,7			1,5	2,6	3,7	4,8	1	3	4,1	
	11			1,8	2,7	4,1			1,8	3	3,9	5,5			2,3	3,3	4,5	2,1	3,5	4,6	
	12		1	2,5	3,4	5		2,4	3,5	4,4			1,5	3	4,1	5,2	2,6	4	5,2		
1	6																		2	2,5	
	7								1,6	2,1							1	2,5	3,2	3,6	
	8								2,1	2,9							1,8	2,5	3	3,8	
	9					2,4			1,5	2,6	3,7				1,5	2,5	3,8	2,2	3,5	4,4	
	10				1,8	3,1			2,2	3,1	4,7				2,4	3,2	4,7		2,7	4	
	11			1,4	2,4	3,9			1,5	2,7	3,6	5,3			2,1	3,1	4	5,3	1,8	3,2	
	12			2,3	3,1	4,7		2,2	3,2	4,1	6			2,7	3,8	4,8		2,4	3,7	5	
$d_e 820; ГЗ-I$																					
3	5		1,8	1,8	1,8	1,8	2,6	3,6	3,6	3,6	3,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	5,8	5,8	5,8	
	6		2,7	3,1	3,1	3,1	3,5	5,2	5,8	5,8	5,8	2,9	4,4	5	5	5	5,6				
	7	1,5	3,1	4,3	4,5	4,5	4	5,8					3,3	5							
	8	2	3,4	4,7	5,7	5,7	4,4						3,6	5,3							
	9	2,3	3,7	5,1			4,7						3,9	5,6							
	10	2,5	4	5,4			5						4,2								
	11	2,7	4,3	5,7			5,3						4,5								
	12	2,9	4,5	6		5,6						4,8									
	13	3,1	4,7									5									
2	5		1,8	1,8	1,8	1,8	2,4	3,6	3,6	3,6	3,6	2,3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,2	5,8	5,8	5,8	
	6		2,4	3,1	3,1	3,1	3,2	4,8	5,8	5,8	5,8	2,7	4,1	5	5	5	5,2				
	7		2,9	4	4,5	4,5	3,6	5,5					3,1	4,7			5,9				
	8	1,6	3,2	4,4	5,3	5,7	4						3,4	5							
	9	2	3,5	4,7	5,8		4,4						3,7	5,3							
	10	2,3	3,8	5			4,8						4	5,7							
	11	2,5	4	5,3			5,1						4,3								
	12	2,7	4,2	5,6		5,4						4,5									
	13	2,9	4,4	5,9		5,7						4,7									
1	5		1,8	1,8	1,8	1,8	2,1	3,5	3,6	3,6	3,6	2	3,4	3,5	3,5	3,5	3,8	5,7	5,8	5,8	
	6		2,2	3,1	3,1	3,1	2,9	4,5	5,3	5,8	5,8	2,4	3,9	5	5	5	4,8				
	7		2,6	3,7	4,3	4,5	3,4	5,1					2,8	4,3	5,8		5,5				
	8		2,9	4,1	5	5,7	3,8	5,6					3,1	4,7							

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																						
		плоском									профилированном													
		Степень уплотнения грунтов засыпки																						
		нормальная						повышенная						нормальная						повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																						
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400					
	9	1	3,2	4,5	5,5		4,2	5,9				3,3	5											
	10	2	3,5	4,8	5,9		4,5				3,6	5,4												
	11	2,2	3,7	5,1			4,8				3,9	5,8												
	12	2,4	3,9	5,3			5,1				4,1	6												
	13	2,6	4,1	5,5			5,3				4,3													
$d_e$ 820; Гз-II																								
	5						2,1	2,1	2,1	2,1		1	1	1	1	2,7	3,7	3,7	3,7	3,7				
	6						1,6	3,1	3,6	3,6		2,5	2,9	2,9	2,9	3,4	5	5,6	5,6	5,6				
3	7		2,3	2,4	2,4	2,1	3,5	4,8				2,8	3,9	4,1	4,1	3,7	5,5							
	8	1	2,7	3,5	3,5	2,4	3,8	5,2			1,6	3,1	4,1	5,4	5,4	4	5,9							
	9	1,8	3,1	3,9	4,5	2,6	4,1	5,6			2,1	3,4	4,7	6		4,3								
	10	2,2	3,4	4,3	5,4	2,9	4,4	6			2,4	3,7	5,1		4,6									
	11	2,5	3,7	4,7		3,1	4,7				2,7	4	5		4,9									
	12	2,8	4	5,1		3,3	5				3	4,4	5,9		5,2									
	13	1,6	3,1	4,3	5,5	3,5	5,2				3,3	4,8			5,4									
	5						2,1	2,1	2,1	2,1		1	1	1	1	2,5	3,7	3,7	3,7	3,7				
	6					1	2,9	3,6	3,6	3,6		2,2	2,9	2,9	2,9	3,1	4,7	5,6	5,6	5,6				
2	7		2,1	2,4	2,4	1,8	3,2	4,5	5	5		2,5	3,7	4,1	4,1	3,5	5,2							
	8		2,4	3,3	3,5	2,1	3,5	4,8				2,9	4	5,2	5,4	3,8	5,6							
	9	1	2,7	3,7	4,5	2,4	3,8	5,2			1,7	3,3	4,4	5,6		4,1	5,9							
	10	1,9	3	4,1	5,4	2,6	4,1	5,6			2,1	3,7	4,7	6		4,4								
	11	2,2	3,3	4,5		2,8	4,4	5,9			2,4	4,1	5,1		4,7									
	12	2,5	3,6	4,9		3	4,7				2,7	4,4	5,5		4,9									
	13	2,9	4	5,2		3,2	4,9				3	4,6			5,1									
	5						2,1	2,1	2,1	2,1		1	1	1	1	2,3	3,6	3,7	3,7	3,7				
	6						2,6	3,6	3,6	3,6		2	2,9	2,9	2,9	2,8	4,4	5,6	5,6	5,6				
1	7		1,8	2,4	2,4	1	3	4,2	5	5		2,4	3,4	4,1	4,1	3,2	4,8							
	8		2,2	3,1	3,5	1,8	3,3	4,5	5,7			2,8	3,7	4,8	5,4	3,5	5,2							
	9		2,5	3,5	4,5	2,1	3,6	4,9				3,1	4,1	5,3		3,8	5,6							
	10	1	2,8	3,8	5,4	2,4	3,9	5,3			1,7	3,4	4,4	5,7		4,1	6							
	11	1,9	3,1	4,1	5,8	2,6	4,1	5,5			2,1	3,7	4,8	6		4,3								
	12	2,3	3,4	4,4		2,8	4,3	5,7			2,4	4	5,2		4,5									
	13	2,6	3,7	4,8		2,9	4,5				2,8	4,3	5,7		4,7									
$d_e$ 820; Гз-III																								
	5															1	2,3	2,3	2,3	2,3				
	6															1,6	3	3,5	3,5	3,5				
3	7						1,9	2,9	3	3				2,3	2,4	2,4	2,1	3,4	4,7	4,8				
	8			1,6	1,6		2,2	3,3	4	4				2,5	3,2	3,2	2,4	3,8	5,1					
	9			2,1	2,7		2,5	3,7	4,6	5,2				1,7	2,9	3,7	4,3	2,7	4,2	5,5				
	10			1,7	2,6	3,7	2,8	4	4,9					2,2	3,3	4,2	5,4	3	4,6	5,9				

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																		
		плоском										профилированном								
		Степень уплотнения грунтов засыпки																		
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная			
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																		
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	
	11		2,3	3,1	4,7	1	3,1	4,3	5,2		1	2,7	3,7	4,8		3,3	5			
	12		1,5	2,8	3,6	5,4	1,7	3,4	4,6	5,6		1,7	3,1	4,2	5,4		3,6	5,3		
	13		2,2	3,2	4,1	6	2,3	3,6	4,9		2,3	3,6	4,9			3,8	5,6			
2	5																2,3	2,3	2,3	2,3
	6							2	2	2						1	2,8	3,5	3,5	3,5
	7						1,4	2,7	3	3			2,1	2,4	2,4	1,8	3,2	4,4	4,8	4,8
	8				1	1,6	2	3	3,9	4			2,5	3,2	3,2	2,1	3,6	4,8	6	
	9				2	2,7	2,3	3,3	4,3	5,2		1	2,9	3,7	4,3	2,4	4	5,2		
	10				2,4	3,6	2,6	3,6	4,7			2,1	3,3	4,1	5,4	2,7	4,4	5,5		
	11			2,1	2,9	4,4	2,9	3,9	5,1			2,5	3,7	4,6		3	4,7	5,5		
	12			2,6	3,4	5,1	1,6	3,2	4,2	5,5		1	2,9	4,1	5,1		3,3	5		
	13		2	3	3,9	5,7	2,1	3,4	4,6	5,8		2,1	3,4	4,6	5,7		3,6	5,3		
1	5																2,3	2,3	2,3	2,3
	6							2	2	2							2,7	3,5	3,5	3,5
	7						1	2,5	3	3			1,8	2,4	2,4	1	3,1	4,1	4,8	4,8
	8					1,6	1,5	2,8	3,6	4			2,2	2,9	3,2	1,8	3,4	4,5	5,6	
	9				1,7	2,7	2,1	3,1	4	5,2			2,6	3,4	4,3	2,2	3,7	4,9		
	10				2,2	3,5	2,4	3,4	4,4			1,7	3	3,9	5,4	2,5	4	5,3		
	11			1,6	2,6	4,1	2,7	3,7	4,8			2,2	3,4	4,4		2,8	4,3	5,6		
	12			2,2	3,1	4,7	2,9	4	5,2			2,7	3,8	4,9		3,1	4,6	5,9		
	13		1,5	2,7	3,6	5,3	1	3,1	4,3	5,5		1,8	3,2	4,3	5,4		3,3	4,9		
$d_e$ 820; ГЗ-IV																				
3	6																	1	1	1
	7																	2,5	2,6	2,6
	8							1	2	2			1	1		1,8	3	3,6	3,6	
	9							1,3	2,4	2,8			1	2,2	2,6	2,1	3,5	4,1	4,6	
	10				1	2,3		2	2,8	3,8			2	2,8	3,7	23	3,9	4,6	5,2	
	11				2	3,3		1	2,4	3,3	4,8		1,2	2,6	3,4	5,3	1,5	2,9	4,3	5,1
	12			1,6	2,3	4		1,8	2,9	3,8	5,4		2,2	3,2	4,1	5,8	2,1	3,4	4,7	5,7
	13			2,3	3,1	4,7		2,3	3,3	4,3		1	2,7	3,8	4,8		2,5	3,8	5,2	
2	6																	1	1	1
	7																	2,3	2,6	2,6
	8								1,9	2					1	1	1	2,8	3,4	3,6
	9								2,3	2,8				2	2,6	1,8	3,2	3,9	4,6	
	10					2,3			2,7	3,8			1,7	2,6	3,7	2,3	3,7	4,4	5,2	
	11				1,6	3			2,2	3	4,5		1	2,4	3,2	2,7	4,1	4,9		
	12			1	2,3	3,7		1,4	2,6	3,6	5,1		1,9	2,9	3,8	5,5	1,6	3,1	4,3	5,4
	13			2,1	2,9	4,4		2,1	3,1	4	5,8		2,3	3,5	4,5		2,3	3,6	4,9	
	6																	1	1	1
	7																	2,1	2,6	2,6

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																		
		плоском										профилированном								
		Степень уплотнения грунтов засыпки																		
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная			
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																		
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	
1	8																			
	9									1,5	2,1						1			
	10					2,2				2	2,7					1,7	2,6		1,5	2,9
	11					2,8				1	2,4	3,7				1	2,4	3,7	2,1	3,3
	12				2,1	3,4				2	2,8	4,2				2,1	3	4,4	2,5	3,7
	13			1,8	2,7	4			1,8	2,8	3,7	5,4			1,5	2,7	3,6	5,2	1,1	2,9
$d_e 920; \Gamma 3-I$																				
3	6		2,3	2,3	2,3	2,3	2,9	4,3	4,3	4,3	4,3	2,6	4	4	4	4	4,8			
	7		2,8	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	5,3				3,1	4,7	5,5	5,5	5,5	5,7		
	8	1	3,1	4,3	4,5	4,5	4,5	4,1					3,4	5						
	9	1,7	3,4	4,8	5,5	5,5	5,5	4,4					3,7	5,3						
	10	2,2	3,7	5,2				4,7					4	5,6						
	11	2,5	4	5,4				5					4,3							
	12	2,7	4,2	5,6				5,3					4,5							
	13	2,9	4,4	5,8				5,6					4,7							
14	3	4,6					5,8					4,8								
2	6		2,3	2,3	2,3	2,3	2,6	4,2	4,2	4,2	4,2	2,4	3,9	3,9	3,9	3,9	4,5			
	7		2,5	3,4	3,4	3,4	3,3	5				2,8	4,3	5,5	5,5	5,5	5,3			
	8		2,8	4	4,5	4,5	3,9	5,7				3,2	4,7							
	9	1	3,1	4,4	5,5	5,5	4,2	5,9				3,5	5,1							
	10	2	3,4	4,8	5,8			4,5				3,7	5,5							
	11	2,2	3,7	5,1				4,8				3,9	5,8							
	12	2,4	3,9	5,3				5,1				4,1								
	13	2,6	4,1	5,5				5,3				4,3								
14	2,7	4,2	5,7				5,5				4,5									
1	6		2	2,3	2,3	2,3	2,2	3,8	4,2	4,2	4,2	2	3,3	3,9	3,9	3,9	4,2			
	7		2,4	3,3	3,3	3,3	3	4,5				2,4	4	5,4	5,4	5,4	5			
	8		2,7	3,7	4,5	4,5	3,4	5,1				2,7	4,4	5,8						
	9		2,9	4	5	5,5	3,8	5,6				3	4,7							6
	10	1	3,1	4,3	5,5			4,1	6			3,3	5							
	11	2	3,3	4,6	5,9			4,4				3,6	5,3							
	12	2,2	3,5	4,9				4,7				3,8	5,6							
	13	2,4	3,7	5,2				4,9				4	5,8							
14	2,5	3,9	5,4				5,1				4,2									
$d_e 920; \Gamma 3-II$																				
3	6							2,6	2,6	2,6	2,6		2	2	2	2	3	4,2	4,2	4,2
	7			1	1	1	1,5	3,2	3,8	3,8	3,8		2,5	3,1	3,1	3,1	3,4	4,8	5,9	5,9
	8			2,3	2,5	2,5	2,1	3,5	4,7	4,9	4,9		2,8	3,9	4,1	4,1	3,7	5,3		
	9			2,7	3,4	3,4	2,4	3,8	5,2			1,6	3,1	4,4	5,2	5,2	4	5,8		
	10		1,8	3,1	3,9	4,4	2,6	4,1	5,5			2,1	3,4	4,8	5,9		4,2			

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
	11		2,1	3,4	4,3	5,2	2,8	4,3	5,8			2,4	3,7	5,1			4,4				
	12		2,4	3,7	4,6		3	4,5				2,7	4	5,4			4,6				
	13		2,6	3,9	4,9		3,2	4,7				2,9	4,3	5,7			4,8				
	14		2,8	4,1	5,2		3,3	4,9				3,1	4,6				5				
	6							2,5	2,5	2,5	2,5		2	2	2	2	2,7	4,2	4,2	4,2	4,2
	7			1	1	1	1	2,9	3,8	3,8	3,8		2,4	3,1	3,1	3,1	3,1	4,5	5,9	5,9	5,9
	8			2,1	2,5	2,5	1,6	3,2	4,4	4,9	4,9		2,7	3,6	4,1	4,1	3,4	4,8			
	9			2,4	3,4	3,4	2,1	3,5	4,8	6			3	4	5,1	5,2	3,7	5,1			
2	10	1	2,7	3,7	4,4	2,4	3,8	5,1				1,6	3,3	4,4	5,6		4	5,4			
	11	1,7	3	4,1	5,2	2,6	4	5,4				2	3,6	4,8	5,9		4,2				
	12	2,1	3,3	4,4		2,8	4,2	5,7				2,3	3,9	5,2			4,4				
	13	2,4	3,6	4,7		3	4,4	6				2,6	4,1	5,5			4,6				
	14	2,7	3,3	4,9		3,1	4,6					2,8	4,3	5,8			4,7				
	6							2,3	2,5	2,5	2,5		1,3	2	2	2	2,5	4	4,2	4,2	4,2
	7			1	1	1		2,7	3,7	3,7	3,7		2	3	3	3	2,9	4,4	5,9	5,9	5,9
	8			1,7	2,5	2,5	1	3	4,1	4,9	4,9		2,3	3,4	4,1	4,1	3,2	4,8			
	9			2,2	3	3,4	1,5	3,3	4,4	5,6			2,6	3,8	4,9	5,2	3,4	5,1			
1	10			2,5	3,4	4,4	2	3,6	4,7	6			2,9	4,2	5,3		3,6	5,4			
	11	1	2,8	3,7	5,2	2,3	3,8	5				1	3,2	4,5	5,6		3,8	5,6			
	12	1,7	3,1	4	5,7	2,5	4	5,3				2	3,5	4,8	5,9		4				
	13	2,1	3,3	4,3		2,7	4,2	5,6				2,3	3,8	5,1			4,2				
	14	2,4	3,5	4,6		2,8	4,4	5,3				2,5	4	5,4			4,4				
$d_e$ 920; Г3-III																					
	6																	2,6	2,6	2,6	2,6
	7								2,2	2,2	2,2						1,6	3,1	3,7	3,7	3,7
	8						1,6	2,8	3	3				2,2	2,4	2,4	2	3,5	4,6	4,8	4,8
	9			1,6	1,6			2,2	3,2	4	4			2,6	3,2	3,2	2,4	3,8	5,1	6	6
3	10			2,2	2,5			2,5	3,5	4,6	5		1,6	3	3,8	4,1	2,7	4,1	5,6		
	11		1,7	2,6	3,4			2,7	3,8	5			2,1	3,4	4,3	5	2,9	4,4	5,9		
	12		2,1	3	4,3		1	2,9	4,1	5,3			2,5	3,8	4,8		3,1	4,7			
	13		2,5	3,4	5		1,7	3,1	4,4	5,6		1	2,9	4,2	5,3		3,3	5			
	14	1,8	2,9	3,8	5,6	2,1	3,3	4,7	5,9			2,1	3,3	4,6	5,8		3,5	5,3			
	6								2,2	2,2	2,2							2,6	2,6	2,6	2,6
	7								2,6	3	3						1	2,9	3,7	3,7	3,7
	8						1	2,6	3	3				2	2,4	2,4	1,6	3,2	4,3	4,8	4,8
	9			1	1,6			1,9	3	3,9	3,9			2,5	3,1	3,1	2,1	3,5	4,6	6	6
2	10			2	2,5			2,3	3,3	4,3	5		1	3	3,6	4,1	2,4	3,8	5,1		
	11			2,4	3,4			2,5	3,6	4,6			1,8	3,4	4,1	5,1	2,7	4,1	5,5		
	12		1,8	2,8	4,1			2,7	3,9	4,9			2,3	3,7	4,6		2,9	4,4	5,8		
	13		2,3	3,2	4,7			2,9	4,1	5,2			2,7	4	5		3,1	4,7			



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
3	10	1,5	3,3	4,3	5,3	5,3	4,4					3,6	5,3								
	11	2	3,6	4,8	6	6	4,7					3,8	5,7								
	12	2,3	3,8	5,2			4,9					4,1	6								
	13	2,6	4,1	5,6			5,2					4,3									
	14	2,8	4,3	5,8			5,4					4,5									
2	6		1	1	1	1	2,2	3,3	3,3	3,3	3,3	2	3	3	3	3	4	5,4	5,4	5,4	5,4
	7		2	2,5	2,5	2,5	2,7	4,4	4,9	4,9	4,9	2,4	3,8	4,4	4,4	4,4	4,7				
	8		2,5	3,4	3,6	3,6	3,4	5,1	6	6	6	2,7	4,2	5,6	5,6	5,6	5,3				
	9		2,8	3,9	4,6	4,6	3,7	5,5				3	4,6				6				
	10	1	3,1	4,2	5,3	5,5	4	5,9				3,3	5								
	11	1,5	3,3	4,6	5,7	6,3	4,3					3,6	5,3								
	12	2,1	3,6	4,9			4,6					3,8	5,6								
	13	2,4	3,8	5,2			4,8					4,1	6								
	14	2,5	4	5,4			5					4,2									
1	6		1	1	1	1	2	3,3	3,3	3,3	3,3	1,7	3	3	3	3	3,6	5,4	5,4	5,4	5,4
	7		1,7	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4,8	4,8	4,8	2	3,6	4,4	4,4	4,4	4,3				
	8		2,2	3,2	3,5	3,5	3	4,6	6	6	6	2,3	3,9	5,3	5,6	5,6	4,9				
	9		2,5	3,6	4,4	4,4	3,4	5,2				2,7	4,3	5,8			5,4				
	10		2,7	3,9	5	5,4	3,7	5,5				3	4,7				5,9				
	11	1	3	4,2	5,4	6,2	4,1	5,8				3,2	5								
	12	1,5	3,3	4,5	5,8		4,3					3,5	5,3								
	13	2,1	3,5	4,8			4,5					3,7	5,6								
	14	2,3	3,7	5			4,7					3,9	5,8								
$d_e 1020; Гз-II$																					
3	6						1,4	1,4	1,4	1,4							2,6	3,4	3,4	3,4	3,4
	7					1	2,7	3	3	3			2,2	2,4	2,4	2,4	3,1	4,6	4,9	4,9	4,9
	8			1,7	1,7	1,7	1,5	3	4	4	4		2,5	3,3	3,3	3,3	3,4	5			
	9			2,3	2,6	2,6	2	3,3	4,7	5	5	1	2,8	4	4,3	4,3	3,7	5,4			
	10	1	2,6	3,4	3,4	2,3	3,6	5,1				1,5	3,1	4,4	5,3	5,3	4	5,7			
	11	1,6	2,9	3,8	4,2	2,6	3,9	5,4				2	3,4	4,8	5,9		4,3				
	12	1,9	3	4,2	5,1	2,9	4,2	5,7				2,3	3,7	5,1		4,6					
	13	2,2	3,3	4,5	5,9	3,1	4,5					2,6	4	5,4		4,8					
	14	2,5	3,6	4,8		3,3	4,7					2,8	4,3	5,7		5					
2	6						1,4	1,4	1,4	1,4							2,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	7						2,6	3	3	3			2	2,4	2,4	2,4	2,8	4,2	4,9	4,9	4,9
	8			1,7	1,7	1,7		2,9	4	4	4		2,3	3,3	3,3	3,3	3,1	4,7			
	9			2,1	2,6	2,6	1,6	3,2	4,4	5	5		2,6	3,7	4,3	4,3	3,4	5,1			
	10			2,3	3,1	3,4	1,9	3,5	4,8	5,9		1	2,9	4	5,2	5,3	3,7	5,5			
	11			2,5	3,4	4,2	2,2	3,8	5,1			1,5	3,2	4,3	5,5		4	5,8			
	12		1,8	2,8	3,7	5,1	2,5	4	5,4			1,8	3,5	4,6	5,7		4,3				



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
	13																				
	14		2,1	3,1	4	5,9	2,7	4,2	5,8			2,1	3,8	4,9			4,5				
			2,4	3,4	4,3		2,9	4,4	6			2,4	4	5,2			4,7				
1	6							1,4	1,4	1,4	1,4						2,1	3,4	3,4	3,4	3,4
	7							2,3	3	3	3		1,5	2,4	2,4	2,4	2,6	4,1	4,9	4,9	4,9
	8			1	1,7	1,7		2,6	3,7	4	4		2	3,1	3,3	3,3	2,9	4,5	5,9		
	9			1,7	2,6	2,6		2,9	4,1	5	5		2,3	3,4	4,2	4,2	3,2	4,8			
	10			2,1	3	3,4	1	3,2	4,4	5,6			2,6	3,7	4,8	5,4	3,5	5,1			
	11			2,4	3,3	4,2	1,8	3,5	4,7	5,9			2,9	4	5,2		3,8	5,4			
	12			2,7	3,6	5	2,2	3,8	5			1	3,2	4,3	5,5		4,1	5,7			
	13		1	3	3,9	5,5	2,5	4	5,3			1,8	3,5	4,6	5,7		4,3				
14		1,9	3,3	4,2	5,9	2,7	4,2	5,5			2,1	3,8	4,9			4,5					
$d_e$ 1020; Гз-III																					
3	6																2	2	2	2	2
	7															1	2,8	3	3	3	3
	8						1	2,4	2,4	2,4			1	1	1	1,8	3,2	4	4	4	4
	9						1,8	2,9	3,2	3,2			2	2,5	2,5	2,1	3,5	4,8	5	5	5
	10			1,5	1,5		2,1	3,2	3,8	3,8			2,5	3,2	3,2	2,4	3,8	5,1	5,5	5,5	5,5
	11			2	2,4		2,4	3,5	4,4	4,9		1,5	3	3,6	4,1	2,7	4,1	5,4			
	12		1	2,5	3,2		2,7	3,8	4,7	5,7		2	3,5	4,1	5,1	3	4,4	5,7			
	13		1,8	2,9	4		2,9	4,1	5			2,4	3,9	4,5	5,9	3,2	4,7	5,9			
14		2,3	3,3	4,7	1	3,1	4,4	5,3			2,8	4,3	4,9		3,4	5					
2	6																2	2	2	2	2
	7																2,6	3	3	3	3
	8								2,3	2,3	2,3			1	1	1	2,9	4	4	4	4
	9						1,3	2,7	3,2	3,2			2	2,3	2,3	1,8	3,2	4,4	5	5	5
	10			1	1,5		1,9	3	3,6	3,6			2,4	2,9	3,2	2,1	3,5	4,8	5,5	5,5	5,5
	11			1,8	2,4		2,2	3,3	4,2	4,8		1	2,9	3,4	4,1	2,4	3,8	5,1			
	12			2,2	3,2		2,4	3,6	4,5	5,6		1,7	3,1	3,9	5	2,7	4,1	5,4			
	13		1,4	2,6	3,9		2,6	3,9	4,8			2,1	3,3	4,4	5,8	2,9	4,4	5,7			
14		2,1	3	4,5		2,8	4,1	5,1			2,5	3,9	4,8		3,1	4,6	5,9				
1	6																2	2	2	2	2
	7																2,4	3	3	3	3
	8								2,2	2,4	2,4			1	1	1	2,7	3,8	4	4	4
	9								2,5	3,1	3,1			1,7	2,2	2,2	3	4,1	4,9	4,9	4,9
	10				1,5		1,1	2,8	3,4	3,4			2,1	2,8	3,2	1,7	3,3	4,4	5,4	5,4	5,4
	11			1	2,4		1,8	3,1	3,7	4,6			2,5	3,4	4,1	2,1	3,6	4,7			
	12			1,9	3,2		2,1	3,3	4	5,5			2,9	3,9	4,9	2,4	3,9	5			
	13			2,3	3,7		2,3	3,5	4,4			1,8	3,3	4,3	5,6	2,6	4,2	5,3			
14		1,7	2,7	4,2		2,5	3,8	4,8			2,2	3,7	4,7		2,8	4,4	5,6				
$d_e$ 1020; Гз-IV																					



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
	13	1	3,2	4,6	5,6		4,1					3,5	5,3								
	14	1,8	3,4	4,8	5,9		4,3					3,7	5,6								
	15	2,2	3,6	5			4,5					3,9	5,8								
1	7						1	2,9	2,9	2,9	2,9	1	2,7	2,7	2,7	2,7	3,4	4,9	4,9	4,9	4,9
	8		1,7	2,2	2,2	2,2	2,2	3,8	4,3	4,3	4,3	2,1	3,5	4	4	4	4,1				
	9		2,1	3,1	3,1	3,1	2,8	4,6	5,9	5,9	5,9	2,3	3,8	5,1	5,1	5,1	4,8				
	10		2,3	3,5	4	4	3,1	5,1				2,6	4,1	5,6			5,2				
	11		2,5	3,7	4,7	4,7	3,4	5,5				2,8	4,4	5,8			5,6				
	12		2,7	3,9	5	5,6	3,6	5,8				3	4,7	0			5,9				
	13		2,9	4,1	5,3		3,8	6				3,2	5								
	14	1	3,1	4,3	5,6		4					3,4	5,2								
15	1,8	3,3	4,6	5,9		4,2					3,6	5,4									
$d_e$ 1220; Гз-II																					
3	7																2,3	2,9	2,9	2,9	2,9
	8								2,5	2,5	2,5			2	2	2	2,9	4,3	4,3	4,3	4,3
	9							3,1	3,6	3,6	3,6		2,3	2,7	2,7	2,7	3,5	5	5,7	5,7	5,7
	10			1,9	1,9	1,9	1,8	3,3	4,5	4,5	4,5		2,6	3,5	3,5	3,5	3,7	5,3			
	11			2,3	2,6	2,6	2	3,5	4,8	5,3	5,3		2,8	3,9	4,4	4,4	3,9	5,5			
	12			2,5	3,3	3,3	2,2	3,7	5,1			1	3	4,2	5,3	5,3	4,1	5,6			
	13			2,7	3,7	4,1	2,4	3,9	5,4			1,8	3,2	4,6	5,8		4,3	5,9			
	14		1,7	2,9	3,9	4,8	2,6	4,1	5,6			2	3,4	4,8	6		4,5				
15		2,1	3,1	4,1	5,5	2,7	4,3	5,8			2,2	3,6	5			4,6					
2	7																2,1	2,9	2,9	2,9	2,9
	8							2,3	2,5	2,5	2,5		1,7	2	2	2	2,5	4	4,3	4,3	4,3
	9							2,8	3,6	3,6	3,6		2	2,7	2,7	2,7	3	4,7	5,7	5,7	5,7
	10			1,5	1,9	1,9		3	4,3	4,5	4,5		2,3	3,4	3,5	3,5	3,3	5			
	11			2	2,6	2,6	1,5	3,2	4,6	5,3	5,3		2,5	3,7	4,4	4,4	3,5	5,2			
	12			2,3	3,2	3,3	1,8	3,4	4,9	5,9			2,7	4	5	5,3	3,7	5,4			
	13			2,5	3,5	4,1	2,1	3,6	5,1			1	3	4,3	5,4		3,9	5,6			
	14			2,7	3,7	4,8	2,3	3,8	5,3			1,6	3,2	4,5	5,7		4,1	5,8			
15		1,7	2,9	3,9	5,5	2,5	4	5,5			2	3,4	4,7	5,9		4,3					
1	7																1,6	2,9	2,9	2,9	2,9
	8							2,1	2,5	2,5	2,5			2	2	2	2,3	3,8	4,3	4,3	4,3
	9							2,5	3,6	3,6	3,6			2,7	2,7	2,7	2,7	4,3	5,7	5,7	5,7
	10				1,9	1,9		2,7	3,9	4,5	4,5		2,1	3,1	3,5	3,5	2,9	4,6			
	11			1,5	2,6	2,6		2,9	4,2	5,3	5,3		2,3	3,4	4,4	4,4	3,1	4,9			
	12			2	2,9	3,3		3,1	4,5	5,5			2,5	3,7	4,7	5,3	3,3	5,2			
	13			2,2	3,2	4,1	1,6	3,3	4,7	5,7			2,7	4	5		3,5	5,4			
	14			2,4	3,4	4,8	2	3,4	4,9	6			2,9	4,2	5,3		3,7	5,6			
15		1	2,6	3,6	5,4	2,3	3,5	5,1			1	3,1	4,4	5,6		3,9	5,8				

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
$d_e$ 1220; Гз-III																					
3	7																	1,6	1,6	1,6	1,6
	8																	2,6	2,6	2,6	2,6
	9							1,8	1,8	1,8						1,1	3	3,5	3,5	3,5	3,5
	10							1,5	2,7	2,7	2,7			1,8	1,8	1,8	2	3,3	4,5	4,5	4,5
	11							1,8	2,9	3,3	3,3			2,2	2,5	2,5	2,1	3,5	4,8	5,3	5,3
	12				1,4	1,4		2,1	3,1	4	4			2,4	3,2	3,2	2,3	3,7	5,1		
	13				2	2,3		2,3	3,3	4,4	4,8			2,6	3,5	3,9	2,5	3,9	5,4		
	14				2,3	2,9		2,4	3,5	4,6	5,5		1,8	2,8	3,8	4,6	2,7	4,1	5,6		
15			1,5	2,5	3,5		2,5	3,7	4,7			2,1	3	4,1	5,5	2,8	4,2	5,7			
2	7																	1,6	1,6	1,6	1,6
	8																	2,5	2,6	2,6	2,6
	9								1,8	1,8	1,8							2,8	3,5	3,5	3,5
	10								2,5	2,7	2,7			1,5	1,8	1,8	1,5	3	4,3	4,5	4,5
	11							1	2,7	3,3	3,3			2	2,5	2,5	1,8	3,2	4,5	5,3	5,3
	12				1	1,4		1,8	2,9	3,8	4			2,2	3,1	3,2	2,1	3,4	4,7	6	
	13				1,5	2,3		2,1	3,1	4,1	4,8			2,4	3,4	3,9	2,3	3,6	5		
	14				2	2,9		2,2	3,3	4,3	5,5		1,1	2,7	3,7	4,6	2,4	3,8	5,2		
15				2,3	3,5		2,3	3,4	4,4			1,9	2,9	4	5,4	2,5	4	5,4			
1	7																	1,6	1,6	1,6	1,6
	8																	2,3	2,6	2,6	2,6
	9								1,8	1,8	1,8							2,5	3,5	3,5	3,5
	10								2,2	2,7	2,7				1,8	1,8		2,8	3,9	4,5	4,5
	11								2,4	3,3	3,3			1,3	2,5	2,5	1	3	4,2	5,3	5,3
	12					1,4		1	2,6	3,6	4			2	2,8	3,2	1,7	3,2	4,4	5,6	
	13					2,3		1,7	2,8	3,8	4,8			2,2	3	3,9	1,9	3,4	4,6	5,9	
	14				1,7	2,9		2	3	4	5,5			2,4	3,3	4,6	2,1	3,6	4,8		
15				2,1	3,4		2,1	3,1	4,2			1,4	2,7	3,6	5,3	2,3	3,7	5			
$d_e$ 1220; Гз-IV																					
3	10																		2,2	2,2	2,2
	11																	1	2,6	2,9	2,9
	12									1,9	1,9							1,5	2,8	3,5	3,5
	13									2,2	2,5				2	2,3		1,9	3	3,3	4,2
	14					1			1,5	2,5	3,1			1	2,3	3		2,2	3,2	4,2	5,1
	15					2,3			1,9	2,7	3,9			2,1	2,8	3,8		2,4	3,4	4,5	5,9
2	10																	2	2,2	2,2	2,2
	11																	2,4	2,9	2,9	2,9
	12									1,7	1,9							2,6	3,4	3,5	3,5
	13									2	2,5				1,6	2,3		1,5	2,8	3,6	4,2
14					1			1	2,3	3,1				2,1	3		2	3	3,9	5,1	

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки <i>t</i> , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы <i>h</i> , м, при основании																				
		плоском										профилированном										
		Степень уплотнения грунтов засыпки																				
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная					
		Расчетное сопротивление стали <i>R<sub>s</sub></i> , МПа																				
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400			
	15					2,3				1,5	2,5	3,8			1,6	2,6	3,8		2,2	3,2	4,1	5,9
1	10																			1,6	2,2	2,2
	11																			2,1	2,9	2,9
	12									1	1,9									2,3	3,1	3,5
	13									1,6	2,5				1	2,3			1	2,5	3,3	4,2
	14					1				2,1	3,1				1,8	3			1,6	2,7	3,6	5,1
	15					2,2				2,3	3,7				1	2,3	3,7		2	3	3,9	5,7
<i>d<sub>e</sub></i> 1420; Гз-1																						
3	8						1,9	2,5	2,5	2,5	2,5	1,7	2,4	2,4	2,4	2,4	3,7	4,4	4,4	4,4	4,4	
	9			1,8	1,8	1,8	2,7	4	4	4	4	2,4	3,6	3,6	3,6	3,6	4,8					
	10		2,5	2,7	2,7	2,7	3,1	4,8	5,2	5,2	5,2	2,6	4,1	4,7	4,7	4,7	5,3					
	11		2,7	3,3	3,3	3,3	3,5	5,3				2,8	4,4	5,5	5,5	5,5	5,8					
	12		2,9	4	4	4	4	3,8	5,8			3	4,7									
	13		3,1	4,2	4,7	4,7	4	6				3,2	5									
	14	1	3,3	4,4	5,4	5,4	4,2					3,4	5,3									
	15	1,8	3,5	4,6	5,9		4,4					3,6	5,5									
16	2,1	3,6	4,8		4,6						3,8	5,7										
2	8						2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	3,5	4,4	4,4	4,4	4,4		
	9		1,8	1,8	1,8	1,8	2,5	4	4	4	4	2,2	3,6	3,6	3,6	3,6	4,4					
	10		2,1	2,7	2,7	2,7	2,9	4,5	5,2	5,2	5,2	2,4	4	4,7	4,7	4,7	4,9					
	11		2,3	3,3	3,3	3,3	3,2	5				2,6	4,2	5,5	5,5	5,5	5,4					
	12		2,5	3,7	4	4	3,5	5,4				2,8	4,4	5,9			5,9					
	13		2,7	3,9	4,7	4,7	3,7	5,6				3	4,6									
	14		2,9	4,1	5,3	5,4	3,9	5,8				3,2	4,8									
	15		3,1	4,3	5,6		4,1	6				3,4	5									
16	1,8	3,3	4,5	5,9	4,2						3,6	5,2										
1	8						2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	3,2	4,4	4,4	4,4	4,4		
	9			1,8	1,8	1,8	2,2	3,7	4	4	4	1,9	3,4	3,6	3,6	3,6	4,1					
	10		2	2,7	2,7	2,7	2,6	4,2	5,2	5,2	5,2	2,1	3,7	4,7	4,7	4,7	4,6					
	11		2,1	3,2	3,3	3,3	3	4,6				2,3	3,9	5,2	5,5	5,5	5,1					
	12		2,2	3,4	4	4	3,2	5				2,5	4,1	5,5			5,5					
	13		2,4	3,6	4,6	4,7	3,4	5,2				2,7	4,3	5,8			5,7					
	14		2,6	3,8	4,9	5,4	3,6	5,4				2,9	4,5	6			5,9					
	15		2,8	4	5,2		3,8	5,6				3,1	4,7									
16		3	4,2	5,5		3,9	5,8				3,2	4,9										
<i>d<sub>e</sub></i> 1420; Гз-II																						
	8																2,3	2,9	2,9	2,9	2,9	
	9							2,1	2,1	2,1	2,1						2,6	3,9	3,9	3,9	3,9	
	10							2,7	3	3	3		2,2	2,4	2,4	2,4	3	4,6	4,9	4,9	4,9	
	11					1		3	3,8	3,8	3,8		2,4	3,1	3,1	3,1	3,2	5				

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
3	12			2	2	2	1,5	3,2	4,5	4,5	4,5		2,6	3,6	3,7	3,7	3,4	5,2			
	13			2,2	2,6	2,6	1,8	3,4	4,7	5,2	5,2		2,8	3,9	4,5	4,5	3,6	5,4			
	14			2,4	3,2	3,2	2,1	3,6	4,9				3	4,2	5,3	5,3	3,8	5,6			
	15			2,6	3,6	3,9	2,3	3,8	5,1			1,5	3,2	4,4	5,6	5,9	4	5,8			
	16		1	2,8	3,8	4,5	2,5	4	5,3			1,8	3,4	4,6	6		4,2				
2	8							2,1	2,1	2,1	2,1						2,1	2,9	2,9	2,9	2,9
	9							2,5	3	3	3		2	2,4	2,4	2,4	2,7	4,3	4,9	4,9	4,9
	10							2,7	3,8	3,8	3,8		2,2	3,1	3,1	3,1	3	4,7			
	11							2,9	4,1	4,5	4,5		2,4	3,4	3,7	3,7	3,2	4,9			
	12			1,2	2	2		2,9	4,1	4,5	4,5		2,4	3,4	3,7	3,7	3,2	4,9			
	13			2	2,6	2,6	1	3,1	4,3	5,2	5,2		2,6	3,7	4,5	4,5	3,4	5,1			
	14			2,2	3,1	3,2	1,6	3,3	4,6	5,9			2,8	3,9	5	5,3	3,6	5,3			
	15			2,4	3,3	3,9	2	3,5	4,8				3	4,1	5,3	5,9	3,8	5,5			
16			2,5	3,5	4,5	2,2	3,7	5			1	3,2	4,3	5,5		4	5,7				
1	8							1,8	2,1	2,1	2,1						1,7	2,9	2,9	2,9	2,9
	9							2,2	3	3	3		1	2,4	2,4	2,4	2,4	4	4,9	4,9	4,9
	10							2,4	3,6	3,8	3,8		1,8	3	3,1	3,1	2,6	4,3	5,9		
	11							2,6	3,8	4,5	4,5		2	3,2	3,7	3,7	2,8	4,5			
	12				2	2		2,6	3,8	4,5	4,5		2	3,2	3,7	3,7	2,8	4,5			
	13			1	2,6	2,6		2,8	4	5,1	5,1		2,2	3,4	4,4	4,4	3	4,7			
	14			2	2,8	3,2		3	4,2	5,4			2,4	3,6	4,7	5,1	3,2	4,9			
	15			2,2	3	3,9	1	3,2	4,4	5,7			2,6	3,8	5	5,8	3,4	5,1			
16			2,4	3,2	4,5	1,8	3,4	4,6	6			2,8	4	5,2		3,6	5,3				
$d_e$ 1420; Гз-III																					
3	9																2,3	2,3	2,3	2,3	
	10																2,8	3,1	3,1	3,1	
	11								2,1	2,1	2,1					1	3	3,8	3,8	3,8	
	12							1	2,6	2,6	2,6		2	2	2	1,6	3,2	4,3	4,5	4,5	
	13							1,5	2,8	3,3	3,3		2,2	2,6	2,6	2	3,4	4,6	5,2	5,2	
	14					1		1,9	3	3,9	3,9		2,4	3,1	3,1	2,2	3,6	4,9			
	15				1,7	2,1		2,1	3,2	4,2	4,5		2,6	3,4	3,7	2,4	3,8	5,2			
16				3	2,7		2,3	3,4	4,4	5,2		1,8	2,8	3,6	4,3	2,5	4	5,4			
2	9																2,3	2,3	2,3	2,3	
	10																2,5	3,1	3,1	3,1	
	11								2,1	2,1	2,1						2,7	3,8	3,8	3,8	
	12								2,4	2,6	2,6		1,6	2	2	1	2,9	4	4,5	4,5	
	13								2,6	3,3	3,3		1,9	2,6	2,6	1,5	3,1	4,3	5,2	5,2	
	14					1		1,3	2,8	3,7	3,9		2,1	2,9	3,1	1,9	3,3	4,5	5,8		
	15				1	2,1		1,8	3	3,9	4,5		2,3	3,2	3,7	2,1	3,5	4,8			
16				1,8	2,6		2,1	3,2	4,1	5,2		2,5	3,4	4,3	2,3	3,7	5,1				

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском									профилированном										
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
1	9																	2	2,3	2,3	2,3
	10																	2,3	3,1	3,1	3,1
	11							1,9	2,1	2,1								2,5	3,6	3,8	3,8
	12							2,1	2,6	2,6					2	2		2,7	3,8	4,5	4,5
	13							2,3	3,1	3,3					1,3	2,5	2,6	2,9	4	5,1	5,2
	14					1		2,5	3,4	3,9					1,7	2,7	3,1	1,3	3,1	4,2	5,4
	15					2,1		2,7	3,6	4,5	1				2,1	2,9	3,7	1,8	4,1	4,4	5,7
16				1	2,6		1,7	2,9	3,8	5,2				2,3	3,1	4,3	2,1	4,4	4,6	6	
$d_e$ 1420; Гз-IV																					
3	11																	1,5	1,5	1,5	
	12																	2,3	2,3	2,3	
	13																	2,5	2,9	2,9	
	14									1,8	1,8							1,3	2,7	3,5	3,5
	15									2,1	2,4					1,8	2,1	1,7	2,9	3,8	4,1
	16									2,3	2,9					2,2	2,7	2	3,1	4	4,7
2	11																	1,5	1,5	1,5	
	12																	2	2,3	2,3	
	13																	2,2	2,9	2,9	
	14									1,6	1,8							2,4	3,3	3,5	
	15									1,9	2,4					1,3	2,1	1,1	2,6	3,5	4,1
	16									2,1	2,9					1,9	2,7	1,7	2,8	3,7	4,7
1	11																	1	1,3	1,3	
	12																	1,7	2,3	2,3	
	13																	2	2,9	2,9	
	14									1	1,8							2,2	3,1	3,5	
	15									1,4	2,4						2,1	2,4	3,3	4,1	
	16									1,8	2,8					1,5	2,7	2,6	3,5	4,7	
$d_e$ 1620; Гз-I																					
3	9					1	2,2	2,2	2,2	2,2	1,6	2,4	2,4	2,4	2,4	3,4	4,1	4,1	4,1	4,1	
	10		1	1	1	1	2,3	3,5	3,5	3,5	3,5	2,3	3,4	3,4	3,4	3,4	4,2	5,8	5,8	5,8	
	11		2,2	2,3	2,3	2,3	2,9	4,6	4,8	4,8	4,8	2,5	3,8	4,2	4,2	4,2	5				
	12		2,3	2,8	2,8	2,8	3,2	5	5,8	5,8	5,8	2,7	4	4,7	4,7	4,7	5,4				
	13		2,4	3,3	3,3	3,3	3,4	5,3				2,9	4,2	5,4	5,4	5,4	5,8				
	14		2,6	3,6	3,8	3,8	3,6	5,6				3,1	4,4	5,7							
	15		2,8	3,9	4,6	4,6	3,8	6				3,3	4,6								
	16		3	4,2	5,2	5,3	4					3,4	4,8								
	17	1	3,2	4,5	5,6		4,2					3,5	5,1								
	18	1,7	3,3	4,7	6	4,4						3,6	5,4								
	9					2,2	2,2	2,2	2,2	1	2,4	2,4	2,4	2,4	3,2	4,1	4,1	4,1	4,1		
	10		1	1	1	1	2,1	3,5	3,5	3,5	3,5	2,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,9	5,8	5,8	5,8	



Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
2	11		1,6	2,3	2,3	2,3	2,7	4,3	4,8	4,8	4,8	2,2	3,7	4,2	4,2	4,2	4,7				
	12		1,8	7,8	2,8	2,8	2,9	4,6	5,8	5,8	5,8	2,3	3,9	4,7	4,7	4,7	5				
	13		2	3,1	3,3	3,3	3,1	4,9				24	4,1	5,2	5,4	5,4	5,3				
	14		2,2	3,3	3,8	3,8	3,3	5,2				2,6	4,3	5,5			5,6				
	15		2,4	3,5	4,1	4,3	3,5	5,5				2,8	4,5	5,7							
	16		2,6	3,7	4,8	4,8	3,7	5,7				3	4,7								
	17		2,8	4	5,2		3,9	5,8				3,2	4,9								
	18		3	4,3	5,6		4,1					3,3	5,1								
1	9						2,2	2,2	2,2	2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,9	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
	10			1	1	1	1,5	3,3	3,5	3,5	3,5	1,5	3	3,4	3,4	3,4	3,6	5,5	5,8	5,8	5,8
	11			2,3	2,3	2,3	2,4	3,9	4,8	4,8	4,8	1,9	3,4	4,2	4,2	4,2	4,3				
	12		1	2,7	2,7	2,7	2,6	4,3	5,8	5,8	5,8	2,1	3,6	4,7	4,7	4,7	4,6				
	13		1,4	2,9	3,2	3,2	2,8	4,6				2,3	3,8	5	5,4	5,4	4,9				
	14		1,7	3,1	3,7	3,7	3	4,9				2,5	4				5,2				
	15		2	3,3	4,2	4,3	3,2	5,1				2,7	4,2				5,4				
	16		2,3	3,5	4,6	4,8	3,4	5,3				2,9	4,4				5,6				
	17		2,6	3,7	5		3,6	5,5				3	4,6				5,8				
18		2,8	3,9	5,3		3,8	5,7				3,1	4,8									
$d_e$ 1620; ГЗ-II																					
3	9																2	2,6	2,6	2,6	2,6
	10						1,9	1,9	1,9	1,9							2,5	3,7	3,7	3,7	3,7
	11						2,7	2,8	2,8	2,8		1,8	2,2	2,2	2,2	2,9	4,6	4,8	4,8	4,8	4,8
	12						2,9	3,5	3,5	3,5		2,1	2,7	2,7	2,7	3,1	4,8	5,8	5,8	5,8	5,8
	13			1	1	1	3	4	4	4		2,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5				
	14			2	2,3	2,3	3,2	4,2	4,5	4,5		2,5	3,7	4	4	3,5	5,2				
	15			2,2	2,9	2,9	3,4	4,4	5	5		2,7	4	4,8	4,8	3,7	5,4				
	16			2,4	3,4	3,4	1,6	3,5	4,6	5,8	5,8	1	2,9	4,3	5,4	5,5	3,8	4,6			
	17			2,6	3,6	4	2	3,6	4,9			1,6	3,1	4,5	5,7	3,9	5,8				
18			2,7	3,7	4,3	2,2	3,7	5,2			1,8	3,3	4,7	5,9	4	6					
2	9																1,6	2,6	2,6	2,6	2,6
	10						1,9	1,9	1,9	1,9							2,3	3,7	3,7	3,7	3,7
	11						2,4	2,8	2,8	2,8		1,4	2,2	2,2	2,2	2,7	4,2	4,8	4,8	4,8	4,8
	12						2,6	3,5	3,5	3,5		1,7	2,7	2,7	2,7	2,9	4,5	5,6	5,6	5,6	5,6
	13				1	1	2,8	3,8	4	4		2	3,2	3,3	3,3	3,1	4,6				
	14			1,5	2,3	2,3	3	4	4,5	4,5		2,3	3,5	4	4	3,3	4,8				
	15			2	2,9	2,9	3,1	4,2	5	5		2,6	3,7	4,8	4,8	3,4	5				
	16			2,2	3,2	3,4	3,2	4,4	5,5	5,8		2,8	3,9	5,1	5,5	3,5	5,2				
	17			2,4	3,4	4	1,5	3,3	4,6	5,9		2,9	4,1	5,3		3,6	5,4				
18			2,5	3,5	4,3	1,9	3,4	4,8			3	4,3	5,5		3,7	5,6					
	9																2,6	2,6	2,6	2,6	2,6

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																				
		плоском										профилированном										
		Степень уплотнения грунтов засыпки																				
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная					
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																				
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400			
1	10							1,5	1,9	1,9	1,9						2	3,4	3,7	3,7	3,7	
	11							2,1	2,8	2,8	2,8			2,2	2,2	2,2	2,2	3,6	4,8	4,8	4,8	
	12							2,2	3,5	3,5	3,5			2,7	2,7	2,7	2,4	3,8	5,6	5,6	5,6	
	13				1	1		2,3	3,7	4	4			1,7	2,9	3,3	3,3	2,6	4	5,9		
	14				2,3	2,3		2,4	3,9	4,5	4,5			2,1	3,2	4	4	2,8	4,2			
	15			1,5	2,7	2,9		2,6	4,1	4,8	5			2,3	3,4	4,5	4,8	2,9	4,4			
	16			2	2,9	3,4		2,8	4,3	5,1	5,8			2,5	3,6	4,8	5,5	3	4,6			
	17			2,1	3,1	4		3	4,4	5,4				2,7	3,8	5		3,2	4,9			
	18			2,2	3,2	4,3	1	3,2	4,5	5,7				2,8	3,9	5,1		3,4	5,2			
$d_e$ 1620; Гз-III																						
3	10																	2	2	2	2	
	11																	2,5	2,6	2,6	2,6	
	12									1	1							2,7	3,3	3,3	3,3	
	13									2,2	2,2					1	1	2,9	3,9	4	4	
	14								2,5	2,8	2,8			1,8	2,2	2,2	1,5	3,1	4,3	4,7	4,7	
	15							1,1	2,7	3,4	3,4			2	2,6	2,6	1,9	3,3	4,6	5,4	5,4	
	16							1,6	2,8	3,8	4			2,2	3	3,1	2,1	3,5	4,8	6		
	17				1	1,9		1,9	3,1	4	4,5			2,4	3,2	3,6	2,3	3,7	5			
	18				1,8	2,4		2,1	3,2	4,3	5,1			2,6	3,5	4,1	2,4	3,8	5,2			
2	10																	2	2	2	2	
	11																	2,2	2,6	2,6	2,6	
	12								1	1								2,4	3,3	3,3	3,3	
	13								2,1	2,2	2,2							2,6	3,8	4	4	
	14								2,3	2,8	2,8			1,1	2,2	2,2		2,8	4	4,7	4,7	
	15								2,5	3,4	3,4			1,6	2,6	2,6	1,3	3	4,2	5,4	5,4	
	16								2,7	3,6	4			1,9	2,8	3,1	1,6	3,2	4,4	5,7		
	17					1,9		1,5	2,9	3,8	4,5			2,1	3	3,6	1,9	3,4	4,6	5,9		
	18				1	2,4		1,8	3,1	4	5,1			2,3	3,2	4,1	2,2	3,6	4,8			
1	10																	1,7	2	2	2	
	11																	2	2,6	2,6	2,6	
	12								1	1	1							2,2	3,3	3,3	3,3	
	13								1,7	2,2	2,2							2,4	3,6	4	4	
	14								2,1	2,8	2,8					2,2	2,2	2,6	3,8	4,7	4,7	
	15								2,3	3,1	3,4			1	2,5	2,6		2,8	4	5,1	5,4	
	16								2,5	3,3	4			1,5	2,8	3,1	1	3	4,2	5,4		
	17					1,9			2,7	3,5	4,5			1,8	3	3,6	1,5	3,2	4,4	5,6		
	18					2,4		1	2,9	3,7	5			2	3,2	4	1,8	3,6	4,6	5,8		
$d_e$ 1620; Гз-IV																						
	13																		1,9	1,9	1,9	
	14																		2,3	2,5	2,5	

Класс трубопровода по степени ответственности	Толщина стенки $t$ , мм	Допустимая глубина заложения до верха трубы $h$ , м, при основании																			
		плоском										профилированном									
		Степень уплотнения грунтов засыпки																			
		нормальная					повышенная					нормальная					повышенная				
		Расчетное сопротивление стали $R_s$ , МПа																			
150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400	150	200	250	300	400		
3	15																	2,5	3	3	
	16								1,7	1,7								1	2,6	3,5	3,5
	17								2	2,3					1,4	2		1,5	2,7	3,7	4
	18								2,2	2,7					2	2,5		1,7	2,8	4	4,5
2	13																	1,6	1,9	1,9	
	14																	2	2,5	2,5	
	15																	2,2	3	3	
	16								1	1,7								2,4	3,2	3,5	
	17								1,6	2,3					1			2,5	3,4	4	
18								1,8	2,7					1,7	2,3		1	2,6	3,5	4,5	
1	13																	1	1,9	1,9	
	14																	1,6	2,5	2,5	
	15																	1,9	2,8	3	
	16									1,7								2,1	3	3,5	
	17								1	2,3								2,3	3,1	4	
18								1,3	2,7					1	2,5			2,4	3,2	4,5	

**СОРТАМЕНТ СТАЛЬНЫХ СВАРНЫХ ТРУБ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ.**

Диаметр, мм		Трубы по				
условный <i>d</i>	наружный <i>d<sub>e</sub></i>	<a href="#">ГОСТ 10705-80*</a>	<a href="#">ГОСТ 10706-76*</a>	<a href="#">ГОСТ 8696-74*</a>	ТУ 102-39-84	
		Толщина стенки, мм				
		из углеродистых сталей по ГОСТ 380-71* и ГОСТ 1050-74*	из углеродистой стали по ГОСТ 280-71*	из углеродистой стали по ГОСТ 380-71*	из низколегированной стали по ГОСТ 19282-73*	из углеродистой стали по ГОСТ 380-71*
150	159	4 - 5	-	(3) 4	(3); 3,5 4	4 - 4,5
200	219	4 - 5	-	(3) 4 - 5	(3; 3,5) 4	4 - 4,5
250	273	4 - 5,5	-	(3) 4 - 5	(3; 3,5) 4	4 - 4,5
300	325	4 - 5,5	-	(3) 4 - 5	(3; 3,5) 4	4 - 4,5
350	377	(4; 5) 6	-	(3) 4 - 6	(3; 3,5) 4 - 5	4 - 4,5
400	426	(4; 5) 6	-	(3) 4 - 7	(3; 3,5) 4 - 6	4 - 4,5
500	530	(5 - 5,5); 6; 6,5	(5; 6); 7 - 8	5 - 7	4 - 5	-
600	630	-	(6); 7 - 9	6 - 7	5 - 6	-
700	720	-	(5 - 7); 8 - 9	6 - 8	5 - 7	-
800	820	-	(6; 7) 8 - 9	7 - 9	6 - 8	-
900	920	-	8 - 10	8 - 10 (6; 7)	-	-
1000	1020	-	9 - 11	9 - 11 (8)	7 - 10	-
1200	1220	-	10 - 12	(8; 9); 10 - 12	7 - 10	-
1400	1420	-	-	(8 - 10); 11 - 13	8 - 11	-
1600	1620	-	-	15 - 18	15 - 16	-

Примечание. В скобках указаны толщины стенок, которые в настоящее время не освоены заводами. Применение труб с такими толщинами стенок допускается только по согласованию с Минчерметом СССР.

**СТАЛЬНЫЕ СВАРНЫЕ ТРУБЫ, ВЫПУСКАЕМЫЕ ПО НОМЕНКЛАТУРНОМУ КАТАЛОГУ ПРОДУКЦИИ МИНЧЕРМЕТА СССР, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ**

Технические условия	Диаметры, (толщина стенок), мм	Марка сталей, испытательное гидравлическое давление $p_1$
ТУ 14-3-377-75 на электросварные прямошовные трубы	219 - 325 (6, 7, 8); 426 (6 - 10)	ВСтЗсп по ГОСТ 380-71* 10, 20 по ГОСТ 1050-74* $p_1$ определяется величиной $0,95 \sigma_y$
ТУ 14-3-1209-83 на электросварные прямошовные трубы	530, 630 (7 - 12) 720 (8 - 12) 1220 (10 - 16) 1420 (10 - 17,5)	ВСт2, ВСт3 категории 1 - 4, 14ХГС, 12Г2С, 09Г2ФБ, 10Г2Ф, 10Г2ФБ, Х70
ТУ 14-3-684-77 на электросварные спиральношовные трубы общего назначения (с термообработкой и без нее)	530, 630 (6 - 9) 720 (6 - 10), 820 (8 - 12), 1020 (9 - 12), 1220 (10 - 12), 1420 (11-14)	ВСтЗпс2, ВСтЗсп2 по ГОСТ 380-71*, 20 по ГОСТ 1050-74*; 17Г1С, 17Г2СФ, 16ГФР по ГОСТ 19282-73; классы К45, К52, К60
ТУ 14-3-943-80 на сварные прямошовные трубы (с термообработкой и без нее)	219-530 по <a href="#">ГОСТ 10705-80</a> (6, 7, 8)	ВСтЗпс2, ВСтЗсп2, ВСтЗпс3 (по требованию ВСтЗсп3) по ГОСТ 380-71*; 10сп2, 10пс2 по ГОСТ 1050-74*

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА ПОДЗЕМНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

### Общие указания

По данному приложению для подземных трубопроводов из стальных, чугунных, асбестоцементных, железобетонных, керамических, полиэтиленовых и других труб определяются нагрузки от: давления грунта и грунтовой воды; временных нагрузок на поверхности земли; собственного веса труб; веса транспортируемой жидкости.

В особых грунтовых или природных условиях (например: просадочные грунты, сейсмичность выше 7 баллов и др.) должны дополнительно учитываться нагрузки, вызываемые деформациями грунтов или земной поверхности.

В зависимости от продолжительности действия в соответствии со [СНиП 2.01.07-85](#) нагрузки подразделяются на постоянные, временные длительные, кратковременные и особые:

- к постоянным нагрузкам относятся: собственный вес труб, давление грунта и грунтовой воды;

- к временным длительным нагрузкам относятся: вес транспортируемой жидкости, внутреннее рабочее давление в трубопроводе, давление от транспортных нагрузок в местах, предназначенных для проезда или давление от временных длительных нагрузок, расположенных на поверхности земли, температурные воздействия;

- к кратковременным нагрузкам относятся: давление от транспортных нагрузок в местах, не предназначенных для движения, испытательное внутреннее давление;

- к особым нагрузкам относятся: внутреннее давление жидкости при гидравлическом ударе, атмосферное давление при образовании в трубопроводе вакуума, сейсмическая нагрузка.

Расчет трубопроводов должен производиться на наиболее опасные сочетания нагрузок (принимаемые по [СНиП 2.01.07-85](#)), возникающие в стадиях хранения, транспортировки, монтажа, испытания и эксплуатации труб.

При расчете внешних нагрузок следует иметь в виду, что на их величину оказывают существенное влияние следующие факторы: условия укладки труб (в траншею, насыпь или узкую прорезь - рис. 1); способы опирания труб на основание (плоское грунтовое, грунтовое профилированное по форме трубы или на бетонный фундамент - [рис. 2](#)); степень уплотнения грунтов засыпки (нормальная, повышенная или плотная, достигаемая намывом); глубина заложения, определяемая высотой засыпки над верхом трубопровода.

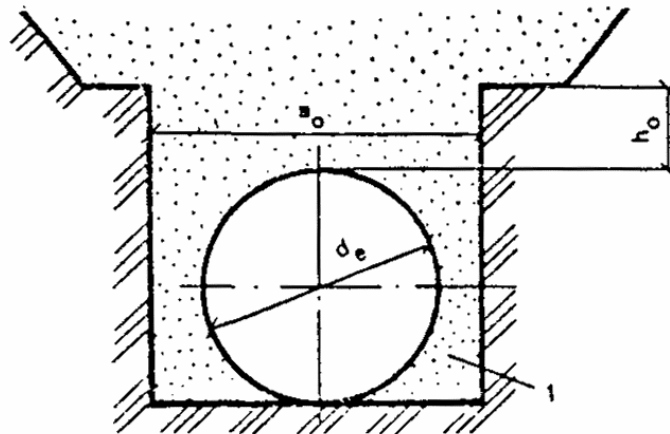


Рис. 1. Укладка труб в узкую прорезь

1 - подбивка из песчаного или суглинистого грунта

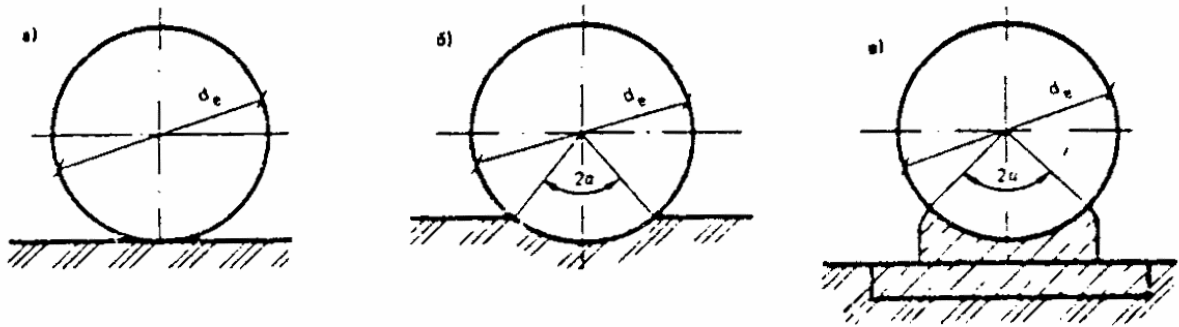


Рис. 2. Способы опирания трубопроводов

*a* - на плоское грунтовое основание; *б* - на грунтовое спрофилированное основание с углом охвата  $2a$ ; *в* - на бетонный фундамент

При засыпке трубопровода должно производиться послойное уплотнение с обеспечением коэффициента уплотнения не менее 0,85 - при нормальной степени уплотнения и не менее 0,93 - при повышенной степени уплотнения грунтов засыпки.

Наиболее высокая степень уплотнения грунта достигается гидронамывом.

Для обеспечения расчетной работы трубы уплотнение грунта должно производиться на высоту не менее, чем на 20 см выше трубы.

Грунты засыпки трубопровода по степени их воздействия на напряженное состояние труб подразделяются на условные группы в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Условные группы	Грунт
Гз-I	Пески (кроме пылеватых)
Гз-II	Пески пылеватые
Гз-III	Супеси, суглинки
Гз-IV	Глины

### НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА И ГРУНТОВОЙ ВОДЫ.

Схема нагрузок, действующих на подземные трубопроводы, приведена на [рис. 3](#) и [4](#).  
 Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки на единицу длины трубопровода от давления грунта  $G_n$ , кН/м, определяется по формулам:  
 при укладке в траншее

$$G_{1n} = \gamma_n h b \alpha_1 \psi ; \quad (1)$$

при укладке в насыпи

$$G_{2n} = \gamma_n h d_e \alpha_2 ; \quad (2)$$

при укладке в прорези

$$G_{3n} = \gamma_n h b_0 \alpha_3 . \quad (3)$$

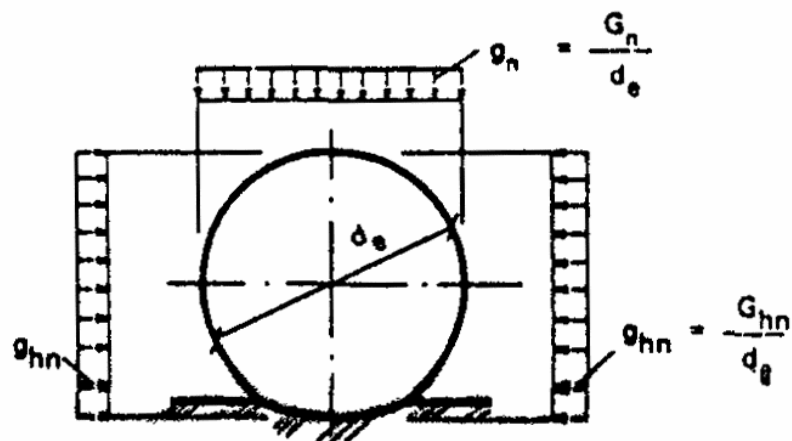


Рис. 3. Схема нагрузок на трубопровод от давления грунта и нагрузок, передающихся через грунт

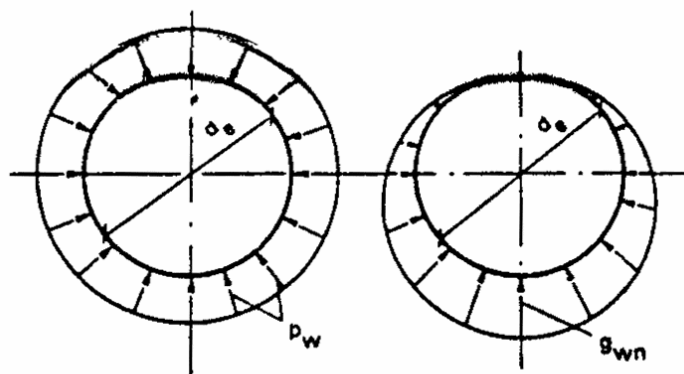


Рис. 4. Схема нагрузок на трубопровод от давления грунтовой воды

Если при укладке труб в траншее и расчете по [формуле \(1\)](#), произведение  $b\alpha_1\psi$  окажется больше, чем произведение  $d_e\alpha_2$  в [формуле \(2\)](#), определенные для одних и тех же грунтов основания и способа опирания трубопровода, то вместо [формулы \(1\)](#) следует пользоваться [формулой \(2\)](#).

Где  $h$  - глубина заложения до верха трубопровода, м;  $d_e$  - наружный диаметр трубопровода, м;  $\gamma_n$  - нормативное значение удельного веса грунта засыпки, принимаемое по табл. 2, кН/м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Условная группа грунтов засыпки	Нормативная плотность грунтов $\rho_n$ , т/м <sup>3</sup>	Нормативный удельный вес грунтов $\gamma_n$ , кН/м <sup>3</sup>	Нормативный модуль деформации грунтов E, МПа, при степени уплотнения		
			нормальной	повышенной	плотной (при намыве)
Гз-I	1,7	16,7	7	14	21,5
Гз-II	1,7	16,7	3,9	7,4	9,8
Гз-III	1,3	17,7	2,2	4,4	-
Гз-IV	1,9	18,6	1,2	2,4	-

$b$  - ширина траншеи, на уровне верха трубопровода, м;  $\alpha_1$  - коэффициент, зависящий от отношения  $h/b_m$  и от вида грунта засыпки, принимаемый по [табл. 3](#);  $b_m$  - ширина траншеи на уровне середины расстояния между поверхностью земли и верхом трубопровода, м;  $b_0$  - ширина прорези, м;  $\psi$  - коэффициент, учитывающий разгрузку трубы грунтом, находящимся в пазухах между стенками траншеи и трубопроводом,

определяемый по формуле (4), причем, если коэффициент  $\psi$  окажется меньше величины  $d_e/b$ , то в [формуле \(2\)](#) принимается  $\psi = d_e/b$ .

$$\psi = \frac{1}{1 + 2 \frac{B}{B_t} \frac{b - d_e}{K d_e}}, \quad (4)$$

$\alpha_2$  - коэффициент, зависящий от вида грунта основания и от способа опирания трубопровода, определяемый:

для жестких труб (кроме стальных, полиэтиленовых и других гибких труб) при отношении  $h/d_e \geq 2,5$  - по [табл. 4](#), при  $0,5 \leq h/d_e < 2,5$  в [формуле \(2\)](#), вместо  $\alpha_2$  подставляется величина  $\alpha_{21}$ , определяемая по формуле (5), причем, величина  $\alpha_2$ , входящая в эту формулу, определяется по [табл. 4](#).

$$\alpha_{21} = 1,04 \left[ \alpha_2 - 0,04 - (\alpha_2 - 1) \left( \frac{d_e}{2h} \right)^2 \right]. \quad (5)$$

При  $h/d_e < 0,5$  коэффициент  $\alpha_{21}$  принимаем равным 1;

для гибких труб коэффициент  $\alpha_2$  определяется по формуле (6), причем, если окажется, что  $B_t \leq B$ , то в [формуле \(2\)](#) принимается  $\alpha_2 = 1$ .

$$\alpha_2 = \frac{3(B_t + B)}{2(B_t + 2B)}, \quad (6)$$

$\alpha_3$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от величины отношения  $h_0/d_e$ , где  $h_0$  - величина заглупления в прорезь верха трубопровода (см. [рис. 1](#)).

$h_0/d_e \dots 0$	0,1	0,3	0,5	0,7	1
$\alpha_3 \dots 1$	0,83	0,71	0,63	0,57	0,52

$B = 0,125 E$  - параметр, характеризующий жесткость грунта засыпки, МПа;  $B_t$  - параметр, характеризующий жесткость трубопровода, МПа, определяемый по формуле

$$B_t = \frac{2E_a}{1 - \nu^2} \left( \frac{t}{d_m} \right)^3, \quad (7)$$

где  $E$  - модуль деформации грунта засыпки, принимаемый по [табл. 2](#), МПа;  $E_a$  - модуль деформации, МПа;  $\nu$  - коэффициент Пуассона материала трубопровода  $t$  - толщина стенки трубопровода, м;  $d_m$  - средний диаметр поперечного сечения трубопровода, м;  $Kd_e$  - часть вертикального наружного диаметра трубопровода, находящегося выше плоскости основания, м.

Таблица 3

$h/b_m$	Коэффициент $a_1$ в зависимости от грунтов засыпки		
	Гз-I	Гз-II, Гз-III	Гз-IV
0	1	1	1
0,1	0,981	0,984	0,986
0,2	0,962	0,368	0,974
0,3	0,944	0,952	0,961
0,4	0,928	0,937	0,948
0,5	0,91	0,923	0,936
0,6	0,896	0,91	0,925
0,7	0,881	0,896	0,913
0,8	0,867	0,883	0,902
0,9	0,852	0,872	0,891



$h/b_m$	Коэффициент $a_1$ в зависимости от грунтов засыпки		
	Гз-I	Гз-II, Гз-III	Гз-IV
1	0,839	0,862	0,882
1,1	0,826	0,849	0,873
1,2	0,816	0,84	0,865
1,3	0,806	0,831	0,857
1,4	0,796	0,823	0,849
1,5	0,787	0,816	0,842
1,6	0,778	0,809	0,835
1,7	0,765	0,79	0,815
1,8	0,75	0,775	0,8
1,9	0,735	0,765	0,79
2	0,725	0,75	0,78
3	0,63	0,66	0,69
4	0,555	0,585	0,62
5	0,49	0,52	0,56
6	0,435	0,47	0,505
7	0,39	0,425	0,46
8	0,35	0,385	0,425
9	0,315	0,35	0,39
10	0,29	0,32	0,35
15	0,195	0,22	0,255

Расчетные вертикальные нагрузки от давления грунта получаются путем умножения нормативных на коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,15$ .

Равнодействующая нормативной горизонтальной нагрузки  $G_{hn}$ , кН/м<sup>3</sup>, по всей высоте трубопровода от бокового давления грунта с каждой стороны определяется по формулам.

при укладке в траншее

$$G_{1hn} = \gamma_n h d_e \alpha_1 \lambda_1 ; \quad (8)$$

при укладке в насыпи

$$G_{2hn} = \gamma_n \left( h + \frac{d_e}{2} \right) d_e \lambda_2 , \quad (9)$$

где  $\lambda_1, \lambda_2$  - коэффициенты, принимаемые по [табл. 5](#).

При укладке трубопровода в прорези боковое давление грунта не учитывается. Расчетные горизонтальные нагрузки от давления грунта получаются путем умножения нормативных нагрузок на коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 0,9$ .

Таблица 4

Грунты основания	Коэффициент $a_2$ при отношении $h/d_e > 2,5$ и укладке труб на ненарушенный грунт с				
	плоским основанием	профилированным с углом охвата			опиранием на бетонный фундамент с $2\alpha = 120^\circ$
		75°	90°	120°	
Скальные, глинистые (очень прочные)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Пески гравелистые, крупные, средней крупности и мелкие плотные. Глинистые грунты прочные	1,4	1,43	1,45	1,47	1,5
Пески гравелистые, крупные, средней крупности и мелкие средней плотности. Пески пылеватые плотные; глинистые грунты средней плотности	1,25	1,28	1,3	1,35	1,4
Пески гравелистые, крупные,	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3

Грунты основания	Коэффициент $a_2$ при отношении $h/d_e > 2,5$ и укладке труб на ненарушенный грунт с				
	плоским основанием	профилированным с углом охвата			опиранием на бетонный фундамент с $2\alpha = 120^\circ$
		75°	90°	120°	
средней крупности и мелкие рыхлые. Пески пылеватые средней плотности; глинистые грунты слабые Пески пылеватые рыхлые; грунты текучие	1	1	1	1,05	1,1

Примечание. При устройстве под трубопроводом свайного основания принимается  $\alpha_2 = 1,6$  независимо от вида грунта основания.

Для всех грунтов, кроме глин, при заложении трубопроводов ниже постоянного уровня грунтовых вод, следует учитывать уменьшение удельного веса грунта, находящегося ниже этого уровня. Кроме того, отдельно учитывается давление грунтовых вод на трубопровод.

Таблица 5

Условные группы грунтов засыпки	Коэффициенты $\lambda_1$ ; $\lambda_2$ ; $\eta$ при степени уплотнения засыпки							
	нормальной				повышенной и плотной с помощью намыва			
	При укладке труб в							
	траншее		насыпи		траншее		насыпи	
	$\lambda_1$	$\eta$	$\lambda_2$	$\eta$	$\lambda_1$	$\eta$	$\lambda_2$	$\eta$
Гз-I	0,1	0,95	0,3	0,86	0,3	0,86	0,5	0,78
Гз-II, Гз-III	0,05	0,97	0,2	0,0	0,25	0,88	0,4	0,82
Гз-IV	0	1	0,1	0,95	0,2	0,9	0,3	0,86

Нормативное значение удельного веса взвешенного в воде грунта  $\gamma_{swn}$ , кН/м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

$$(10)$$

где  $\varepsilon$  - коэффициент пористости грунта.

Нормативное давление грунтовой воды на трубопровод учитывается в виде двух составляющих (см. [рис. 4](#)):

- равномерной нагрузки  $p_w$ , кН/м<sup>2</sup>, равной напору над трубой, и определяется по формуле

$$p_w = 9,8 h_w ; \quad (11)$$

- неравномерной нагрузки  $g_{wn}$ , Н/м<sup>2</sup>, которая у лотка трубы определяется по формуле

$$g_{wn} = 9,8 d_e . \quad (12)$$

Равнодействующая этой нагрузки  $G_{wn}$ , кН/м, направлена вертикально вверх и определяется по формуле

$$G_{wn} = 7,7 d_e^2 . \quad (13)$$

где  $h_w$  - высота столба грунтовой воды над верхом трубопровода, м.

Расчетные нагрузки от давления грунтовой воды получаются путем умножения нормативных нагрузок на коэффициент надежности по нагрузке, который принимается равным:  $\gamma_f = 1,1$  - для равномерной части нагрузки и при расчете на всплытие для неравномерной части;  $\gamma_f = 0,9$  - при расчете на прочность и деформацию для неравномерной части нагрузки.

## НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗАСЫПКИ

Временные нагрузки от подвижных транспортных средств следует принимать:

- для трубопроводов, прокладываемых под автомобильными дорогами - нагрузку от колонн автомобилей Н-30 или колесную нагрузку НК-80 (по большему силовому воздействию на трубопровод);

- для трубопроводов, прокладываемых в местах, где возможно нерегулярное движение автомобильного транспорта - нагрузку от колонны автомобилей Н-18 или от гусеничного транспорта НГ-60 в зависимости от того, какая из этих нагрузок вызывает большее воздействие на трубопровод;

- для трубопроводов различного назначения, прокладываемых в местах, где движение автомобильного транспорта невозможно - равномерно распределенную нагрузку с интенсивностью  $5 \text{ кН/м}^2$ ;

- для трубопроводов, прокладываемых под железнодорожными путями - нагрузки от подвижного состава К-14 или другую, соответствующую классу данной железнодорожной линии.

Величину временной нагрузки от подвижных транспортных средств, исходя из конкретных условий работы проектируемого трубопровода, при соответствующем обосновании, допускается увеличивать или уменьшать.

Равнодействующие нормативной вертикальной и горизонтальной нагрузок  $V_n$  и  $V_{hn}$ , кН/м, на трубопровод от автомобильного и гусеничного транспорта определяются по формулам:

$$V_n = v_n d_e \mu \alpha_2 ; \quad (14)$$

$$V_{hn} = v_n d_e \mu \lambda_2 . \quad (15)$$

где  $\mu$  - динамический коэффициент подвижной нагрузки, зависящий от высоты  $h$  засыпки вместе с покрытием.

$h, \text{ м ...}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	$\geq 1$
$\mu \dots$	1,17	1,14	1,1	1,07	1,04	1

$v_n$  - нормативное равномерно распределенное давление от автомобильного и гусеничного транспорта, кН/м<sup>2</sup>, принимаемое по [табл. 6](#) в зависимости от приведенной глубины заложения трубопровода, которая определяется по формуле

$$h_{red} = h + h_{sup} \left( \sqrt[3]{\frac{E_{sup}}{E}} - 1 \right), \quad (16)$$

где  $h_{sup}$  - толщина слоя покрытия, м;  $E_{sup}$  - модуль деформации покрытия (дорожной одежды), определяемый в зависимости от его конструкции, материала покрытия, МПа.

Расчетные нагрузки получают путем умножения нормативных нагрузок на коэффициенты надежности по нагрузке, принимаемые равными:  $\gamma_f = 1,2$  - для вертикального давления нагрузок Н-30, Н-18 и Н-10;  $\gamma_f = 1$  - для вертикального давления нагрузок НК-80 и НГ-60 и горизонтального давления всех нагрузок.

Равнодействующие нормативных вертикальной и горизонтальной нагрузок  $V_n$  и  $V_{hn}$ , кН/м, от подвижного железнодорожного состава на трубопроводы, прокладываемые под железнодорожными путями, определяются по формулам:

$$V_n = v_n d_e \mu \alpha_2 ; \quad (17)$$

$$V_{hm} = v_n d_e \mu \lambda_2, \quad (18)$$

где  $v_n$  - нормативное равномерное распределенное давление, кН/м<sup>2</sup>, определяемое для нагрузки К-14 - по [табл. 7](#).

Для получения расчетных нагрузок нормативные нагрузки умножаются на коэффициент надежности по нагрузке:  $\gamma_f = 1,3$  - для вертикального давления;  $\gamma_f = 1,2$  - для горизонтального давления.

Равнодействующие нормативных вертикальной и горизонтальной нагрузок  $V_{an}$  и  $V_{ahn}$ , кН/м, на трубопроводы от равномерно распределенной нагрузки интенсивностью  $v_{an}$ , кН/м<sup>2</sup>, определяются по формулам:

$$V_{an} = v_{an} d_e \alpha_2; \quad (19)$$

$$V_{ahn} = v_{an} d_e \lambda_2. \quad (20)$$

Для получения расчетных нагрузок нормативные нагрузки умножаются на коэффициент надежности по нагрузке:  $\gamma_f = 1,4$  - для вертикального давления;  $\gamma_f = 1$  - для горизонтального давления.

Таблица 6

$h_{red}$ , м	Нормативное равномерно распределенное давление $V_n$ , кН/м <sup>2</sup> , при $d_e$ , м						
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	≥ 1,3
<b>Колесная нагрузка НК-80</b>							
0,5	136	128,7	122,8	116,6	110,5	104,9	101
0,75	106,7	101,9	97,4	93,8	90	87,9	85,1
1	79,8	75,9	73,3	71,1	69,2	68,5	68,1
1,25	56,4	55,2	54,3	53,1	52	51,6	51,4
1,5	35,4	35,3	35,2	35,1	35	34,9	34,8
1,75	30,9	30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4
2	26,5	26,5	26,4	26,4	26,3	26,2	26,1
2,25			24				
2,5			22,5				
2,75			21				
3			19,6				
3,25			18,3				
3,5			17,1				
3,75			15,8				
4			14,7				
4,25			13,7				
4,5			12,7				
4,75			11,9				
5			11,1				
5,25			10,3				
5,5			9,61				
5,75			9				
6			8,43				
6,25			7,84				
6,5			7,35				
6,75			6,86				
7			6,37				
7,25			6,08				
7,5			5,59				
7,75			5,29				
8			5,1				
<b>Гусеничная нагрузка НГ-60</b>							
0,6	59,8	59,8	58,8	56,9	54,9	52	49
0,75	44,1	44,1	43,3	42,7	41,7	40,9	40,2
1	35,3	35,3	34,8	34,5	34,4	34,3	34,3

$h_{ред}, м$	Нормативное равномерно распределенное давление $V_n, кН/м^2$ , при $d_e, м$						
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	$\geq 1,3$
1,25				29,8			
1,5				25,4			
1,75				21,7			
2				18,7			
2,25				17,6			
2,5				16,5			
2,75				15,5			
3				14,5			
3,25				13,7			
3,5				12,9			
3,75				12,2			
4				11,4			
4,25				10,4			
4,5				9,81			
4,75				9,12			
5				8,43			
5,25				7,45			
5,5				7,16			
5,75				6,67			
6				6,18			
6,5				5,39			
7				4,71			
7,5				4,31			
<b>Автомобильная нагрузка Н-30</b>							
0,5	111,1	111,1	102,7	92,9	82,9	76,8	70,3
0,75	56,4	56,4	53,1	49,8	46,3	42,5	39,2
1	29,9	29,9	29,2	28,2	27,2	25,9	24,5
1,25	21,5	21,5	21,3	20,4	20	19,4	19,2
1,5	16,3	16,3	16,1	15,9	15,9	15,9	15,9
1,75	14,5	14,5	14,4	14,3	14,1	14	13,8
2	13	13	12,8	12,6	12,6	12,4	12,2
2,25	11,8	11,8	11,6	11,5	11,3	11,1	10,9
2,5	10,5	10,5	10,4	10,2	10,1	9,9	9,71
3	8,53	8,53	8,43	8,34	8,24	8,14	8,04
3,5				6,86			
4				5,59			
4,25				5,1			
4,5				4,71			
4,75				4,31			
5				4,02			
5,25				3,73			
5,5				3,43			
6				2,94			
6,5				2,55			
7				2,16			
7,5				1,96			
<b>Автомобильная нагрузка Н-18</b>							
0,5	111,1	111,1	102	92,9	83,2	75,9	69,1
0,75	51,9	51,9	48,2	45,6	42,9	40	38
1	28,1	28,1	27,2	25,6	24,5	23	21,6
1,25	18,3	18,3	17,8	17,3	16,8	16,3	15,8
1,5	13,4	13,4	13,3	13,1	12,9	12,8	12,7
1,75	10,5	10,5	10,4	10,3	10,2	10,1	10,1
2				8,43			
2,25				7,65			
2,5				6,86			

$h_{red}, \text{ м}$	Нормативное равномерно распределенное давление $V_n, \text{ кН/м}^2$ , при $d_e, \text{ м}$						
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	$\geq 1,3$
2,75				6,18			
3				5,49			
3,25				4,8			
3,5				4,22			
3,75				3,63			
4				3,04			
4,25				2,65			
4,5				2,45			
4,75				2,26			
5				2,06			
5,25				1,86			
5,5				1,77			
5,75				1,67			
6				1,57			
6,25				1,47			
6,5				1,37			
6,75				1,27			
7				1,27			
7,25				1,18			
7,5				1,08			

Таблица 7

$h, \text{ м}$	Для нагрузки К-14 $v_n, \text{ кН/м}^2$	$h, \text{ м}$	Для нагрузки К-14 $v_n, \text{ кН/м}^2$
1	74,3	4	41
1,25	69,6	4,25	39,6
1,5	65,5	4,5	38,2
1,75	61,8	4,75	36,9
2	58,4	5	35,7
2,25	55,5	5,25	34,5
2,5	53	5,5	33,7
2,75	50,4	5,75	32,7
3	48,2	6	31,6
3,25	46,1	6,25	30,8
3,5	44,3	6,5	30
3,75	42,4	6,75	29

### НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ СОБСТВЕННОГО ВЕСА ТРУБ И ВЕСА ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки  $G_{mn}$ , кН/м, от собственного веса трубопровода определяется по формуле

$$G_{mn} = \pi \gamma_{mn} t (d_i + d_e) / 2, \quad (21)$$

где  $\pi = 3,14$ ;  $d_i$ ;  $d_e$ ;  $t$  - соответственно внутренний и наружный диаметры трубопровода и толщина стенки, м;  $\gamma_{mn}$  - нормативное значение удельного веса материала трубопровода, кН/м<sup>3</sup>.

Для получения расчетной нагрузки нормативная нагрузка умножается на коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,1$ .

Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки  $V_{wn}$  кН/м, от веса транспортируемой жидкости определяется по формуле

$$V_{wn} = \frac{\pi}{4} \gamma_{wn} d_i^2, \quad (22)$$

где  $\gamma_{wn}$  - нормативное значение удельного веса жидкости, принимаемое равным, кН/м<sup>3</sup>; для пресной воды - 9,8; для морской воды - 10,1; для сточной жидкости - 10,4; для

пульпы - 14,7.

### ОПОРНЫЕ РЕАКЦИИ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ПРИВЕДЕННЫЕ НАГРУЗКИ

Направление опорных реакций трубопровода, укладываемого на грунтовое основание, принимается вертикальным, а распределение - равномерным по всей ширине опорной поверхности, определяемой углом охвата трубопровода.

Нормативная интенсивность опорной реакции основания трубопровода определяется по формуле

$$g_f = \frac{\sum(G_n + V_n)}{d_e \sin \alpha} \quad (23)$$

(При укладке трубопровода на плоское грунтовое основание принимается  $2\alpha = 30^\circ$ ).

Направление опорных реакций трубопровода, укладываемого на бетонный фундамент, принимается нормальным к поверхности трубопровода, а распределение - равномерным по всей поверхности касания.

Расчет трубопроводов следует вести по приведенным нагрузкам, определяемым по формуле

$$F_{red} = \sum(G + V) \eta \beta, \quad (24)$$

где  $F_{red}$ ;  $\sum(G + V)$  - расчетная приведенная внешняя нагрузка и соответственно равнодействующая расчетной вертикальной нагрузки, определенная для всех учитываемых в расчете видов нагрузки, кН/м;  $\beta$  - коэффициент приведения, см. табл. 8;  $\eta$  - коэффициент бокового давления, принимаемый по [табл. 5](#).

Приведенная внешняя нагрузка - это линейные, вертикальные нагрузки, приложенные вдоль верхней и нижней образующих цилиндра трубы по направлению к ее оси и эквивалентные по максимальному изгибающему моменту действию фактических нагрузок.

Таблица 8

Способ укладки труб	Коэффициент приведения $\beta$ для нагрузок от	
	давления грунта и временных нагрузок	собственного веса трубопровода и транспортируемого продукта
На плоское грунтовое основание с подбивкой засыпки под круглые трубы	0,75	0,60
На грунтовое спрофилированное основание с углом охвата трубы:		
$2\alpha = 75^\circ$	0,55	0,37
$2\alpha = 90^\circ$	0,50	0,32
$2\alpha = 120^\circ$	0,45	0,25
На железобетонный фундамент с углом охвата трубы $2\alpha = 120^\circ$	0,35	0,20

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### ПРИМЕР РАСЧЕТА

#### 1. Исходные условия

Выбрать марку, группу и категорию стали и определить толщину стенки стального водовода  $d$  900 мм ( $d_e = 0,92$  м) для следующих условий строительства и эксплуатации: расчетное внутреннее давление -  $p = 2,5$  МПа; глубина заложения (до верха труб) -  $h = 3$  м; по степени ответственности водовод относится к 1 классу; прокладка в траншее с откосами 1 : 1,5 с шириной по дну 1,4 м, на плоском грунтовом основании с

нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки; грунты - пески гравелистые средней крупности (Гз-И) с нормативным удельным весом  $\gamma_n = 16,7 \text{ кН/м}^3$  и модулем деформации  $E = 7 \text{ МПа}$ ; расчетная транспортная нагрузка - НГ-60; расчетная температура наружного воздуха в районе строительства - минус  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ ; на водоводе установлена противовакуумная арматура.

## 2. Расчет по формулам

Определение внешних нагрузок (расчет по [прил. 3](#))

Расчетная приведенная внешняя нагрузка от давления грунта в траншее определяется меньшим значением из двух формул:

$$F = \gamma_f \gamma_n h b \alpha_1 \psi \eta \beta ,$$

$$F = \gamma_f \gamma_n h d_e \alpha_2 \eta \beta .$$

Выбор формулы производим сравнением значений

$$b \alpha_1 \psi \text{ и } d_e \alpha_2 ,$$

где

$$b = 1,4 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,92 = 4,16 \text{ м} ;$$

$$\alpha_1 = 0,934 \text{ (по табл. 3 для } h/b_m = 3/8,31 = 0,36);$$

$$\psi = 1 / \left( 1 + 2 \frac{B}{B_t} \frac{b - d_e}{K d_e} \right) ;$$

$$B = 0,125E = 0,125 \cdot 7 = 0,875 \text{ МПа};$$

$$K = 1;$$

$$B_t = 2 \cdot E_a / (1 - \nu^2) t^3 / d_e^3 = 2 \cdot 21 \cdot 10^4 / (1 - 0,3^2) \cdot t^3 / 0,92^3 = 593 \cdot 10^3 t^3 .$$

Подсчитываем значения  $B_t$  и затем  $\psi$  для различных толщин стенок:

для $t = 10 \text{ мм (0,01 м)}$	- $B_t = 0,593 \text{ МПа}$ ,
$t = 9 \text{ мм}$	- $B_t = 0,432 \text{ МПа}$ ,
$t = 8 \text{ мм}$	- $B_t = 0,303 \text{ МПа}$ ,
$t = 7 \text{ мм}$	- $B_t = 0,203 \text{ МПа}$ ,
$t = 6 \text{ мм (0,006 м)}$	- $B_t = 0,128 \text{ МПа}$ .

$$\psi_{t=10} = 0,088;$$

$$\psi_{t=8} = 0,047;$$

$$\psi_{t=6} = 0,02.$$

Так как все значения  $\psi$  меньше  $d_e/b = 0,92/4,16 = 0,221$  принимаем  $\psi = 0,221$ , так как  $B_t < B$ , то  $\alpha_2 = 1$ .

Определяем

$$b \alpha_1 \psi = 4,16 \cdot 0,934 \cdot 0,221 = 0,86 ;$$

$$\alpha_2 d_e = 1 \cdot 0,92 = 0,92 .$$

Так как  $b \alpha_1 \psi < \alpha_2 d_e$ , то расчет ведем по первой формуле, для которой:  $\gamma_f = 1,15$ ;  $\gamma_n = 16,7 \text{ МПа}$ ;  $\eta = 0,95$  ([табл. 5](#) для Гз-И);  $\beta = 0,75$  ([табл. 8](#) для плоского основания).

$$F = 1,15 \cdot 16,7 \cdot 3 \cdot 4,16 \cdot 0,934 \cdot 0,221 \cdot 0,95 \cdot 0,75 = 35,25 \text{ кН/м}.$$

Расчетную приведенную нагрузку от временной нагрузки НГ-60 определяем по формуле



$$F = \gamma_f v_n d_e \mu \alpha_2 \eta \beta ,$$

где

$$\gamma_f = 1 ; v_n = 14,5 \text{ кН/м (по табл. 6 для } h = 3 \text{ м); } \mu = 1.$$

$$F = 1 \cdot 14,5 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 = 9,5 \text{ кН/м.}$$

*Нагрузка от веса транспортируемой жидкости*

Расчетную приведенную нагрузку от веса жидкости определяем по формуле:

$$F = 0,785 \gamma_{\text{жн}} d_i^2 \eta \beta ,$$

где

$$\beta = 0,6$$

$$F = 0,785 \cdot 9,8 \cdot 0,9^2 \cdot 0,95 \cdot 0,6 = 3,55 \text{ кН/м.}$$

Нагрузку от собственного веса стальных труб можно не учитывать. Суммарная приведенная внешняя нагрузка (с учетом коэффициентов сочетания)

$$F_{\text{ред}} = \sum F = 35,25 + 9,50 \cdot 0,9 + 3,55 \cdot 0,95 = 47,15 \text{ кН/м.}$$

*Определение марки, группы и категории стали (по [разд. 2](#) Пособия)*

Согласно [п. 2.2](#) и [табл. 1](#) Пособия при расчетной температуре до минус 20 °С при толщине стенки не более 10 мм следует применять трубы из полуспокойной стали (ВСт2пс2, ВСт3пс2) и из низколегированной стали. Стали группы В с нормированными механическими свойствами и химическим составом, как указано в [п. 2.2](#). Пособия, как раз и рекомендуются преимущественно для трубопроводов 1-го класса по степени ответственности.

Трубы из стали группы В изготавливаются как по [ГОСТ 8696-74](#), так и по [ГОСТ 10706-76](#). Категории сталей 2 или 3 для труб по ГОСТ 8696-74 и 1 - 4 для труб по [ГОСТ 10706-76](#).

Для дальнейших расчетов принимаем стали ВСт3пс2 и 17ГС.

*Определение расчетных сопротивлений сталей (по [прил. 3](#) Пособия)*

Так как приняты стали с нормируемыми механическими свойствами, то величину расчетного сопротивления материала труб определяем по формуле

$$R_y = \frac{R_{yn}}{1,1} .$$

Нормативные сопротивления для стали ВСт3пс2 -  $R_{yn} = 245$  МПа, для низколегированной стали типа 17ГС при толщине стенок до 9 мм -  $R_{yn} = 343$  МПа.

Расчетные сопротивления для стали ВСт3пс2 -  $R_y = 223$  МПа, для стали типа 17ГС -  $R_y = 312$  МПа.

*Определение толщины стенки (по [разд. 4](#) Пособия)*

Расчет на прочность от воздействия внешних нагрузок. Толщина стенки, в мм, определяется по формуле

$$t_1 = \sqrt{\frac{F_{\text{ред}} \cdot d_e \cdot \varphi}{0,00105 \cdot R_y \cdot m}} ,$$

где  $F_{\text{ред}} = 47,15$  кН/м;  $d_e = 0,92$  м;  $m = 0,9$  (для 1-го класса по степени ответственности). Таким образом

$$t_1 = \sqrt{\frac{47,15 \cdot 0,92 \cdot \varphi}{0,00105 \cdot R_y \cdot 0,9}} = 214,1 \sqrt{\frac{\varphi}{R_y}} .$$

Так как значение толщины стенки входит как в левую, так и в правую ( $\varphi$ ) части формулы, то определение расчетной толщины стенки может быть произведено только методом подбора. Необходимо, задаваясь различными значениями  $t$  для определения  $\varphi$ , вычислять значение  $t_1$  до его совпадения с  $t$ .

$$\varphi = (0,1 \cdot B + B_t) / (1,1 \cdot B + B_t) .$$

(значения  $B$  и  $B_t$  подсчитаны в [п. 2.1](#)).

$$\varphi_{t=10} = (0,1 \cdot 0,875 + 0,593) / (1,1 \cdot 0,875 + 0,593) = 0,437 ;$$

$$\varphi_{t=9} = 0,372 ;$$

$$\varphi_{t=8} = 0,308 ;$$

$$\varphi_{t=7} = 0,249 ;$$

$$\varphi_{t=6} = 0,198 .$$

Для стали ВСт3пс2

$$t_1 = 214,1 \sqrt{\frac{\varphi}{223}} = 14,34 \sqrt{\varphi} ;$$

$$t = 10 \rightarrow t_1 = 14,34 \sqrt{0,437} = 9,46 < 10 ,$$

$$t = 9 \quad t_1 = 8,75 < 9 ,$$

$$t = 8 \quad t_1 = 7,95 \approx 8 .$$

Удовлетворяет  $t_1 = 8$  мм.

Для стали типа 17ГС

$$t_1 = 214,1 \sqrt{\frac{\varphi}{312}} = 12,1 \sqrt{\varphi} ,$$

$$t = 7 \rightarrow t_1 = 12,1 \sqrt{0,249} = 6,03 < 7 ,$$

$$t = 6 \rightarrow t_1 = 5,38 < 6 .$$

Удовлетворяет  $t_1 < 6$  мм.

Расчет на деформацию от воздействия внешних нагрузок. Определяем минимально допустимую толщину стенки (независимо от марки стали) по формуле

$$t_2 = 1,47 \sqrt[3]{10 \cdot F_{red} \cdot d_e^2 \cdot \varphi} ,$$

$$t_2 = 1,47 \sqrt[3]{10 \cdot 47,15 \cdot 0,92^2 \cdot \varphi} = 10,77 \sqrt[3]{\varphi} ,$$

$$\text{при } t = 7 , t_2 = 10,77 \sqrt[3]{0,249} = 6,77 < 7 ,$$

$$t = 6 , t_2 = 6,28 > 6 .$$

При расчете на деформацию  $t_2 \geq 7$  мм.

Расчет на внутреннее давление при отсутствии внешней нагрузки производим по формуле

$$t_3 = 500 \frac{p d_e}{m R_y + p},$$

где

$$p = 2,5 \text{ МПа}, m = 0,9.$$

Для стали ВСт3пс2.

$$t_3 = 500 \cdot 2,5 \cdot 0,92 / (0,9 \cdot 223 + 2,5) = 5,6 \text{ мм}.$$

Для стали типа 17ГС

$$t_3 = 4 \text{ мм}.$$

Полученные значения меньше, чем по предыдущим расчетам.

Дополнительно проверяем трубу с минимальной толщиной стенки  $t = 7$  мм на устойчивость по формуле

$$F_{red} / 100 d_e \beta \leq 1,2 \sqrt{B B_t},$$

$$F_{red} / 100 d_e \beta = 47,15 / 1000 \cdot 0,92 \cdot 0,75 = 0,069,$$

$$1,2 \sqrt{B \cdot B_t} = 1,2 \sqrt{0,203 \cdot 0,875} = 0,506.$$

Условие устойчивости удовлетворяется.

Окончательно принимаем трубы  $\varnothing 920 \times 8$  мм из стали ВСт3пс2 (по расчету на прочность) или  $\varnothing 920 \times 7$  мм из стали типа 17ГС (по расчету на деформацию).

### 3. Расчет по таблицам и графикам

Расчет внешних нагрузок не производится. Определение марок, групп и категорий сталей и их расчетных сопротивлений производится так же, как и при расчете по формулам с тем же результатом ВСт3пс2 с  $R_y = 223$  МПа или 17ГС с  $R_y = 312$  МПа.

Определение толщин стенок при расчете на прочность, деформацию и устойчивость под воздействием внешних нагрузок производим по таблицам [разд. 6](#) Пособия.

Для заданных условий:  $d_e = 920$  мм; грунт засыпки - Гз-I; 1 класс по степени ответственности; укладка труб на плоское основание с нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки; соотношения между  $t$ ;  $R_y$ ;  $h$  принимаем по [табл. 6](#) ( $d_e = 920$ ; Гз-I).

По этой таблице находим, что при  $h = 3$  м:  $t = 8$  мм для стали с  $R_y = 223$  МПа (по интерполяции),  $t = 7$  мм для стали с  $R_y = 312$  МПа (этой толщине удовлетворяют трубы с  $R_y = 250$  МПа; это показывает, что подбор производится по расчету на деформацию).

Определение толщин стенок при расчете на внутреннее давление производим по графику [разд. 5](#) Пособия.

На графике проводим горизонталь  $p = 2,5$  до пересечения с прямой  $d_e = 920$  и эту точку сносим вниз на шкалу  $R_y$ , где и определяем (с округлением в большую сторону до 0,5 мм): для стали с  $R_y = 223$  МПа -  $t = 5,5$  мм, для стали с  $R_y = 312$  МПа -  $t = 4$  мм.

Таким образом, без проведения расчета получены те же результаты, что и в [п. 2](#)  $\varnothing 920 \times 8$  мм из стали ВСт3пс2 или  $\varnothing 920 \times 7$  мм из стали типа 17ГС.

### 4. Выводы

Для рассмотренного примера очевидно, что применение низколегированной стали не дает большого эффекта, поэтому в проекте целесообразно принять трубу  $\varnothing 920 \times 8$  мм из стали ВСт3пс2.

Расчеты толщин стенок по формулам и их подбор по таблицам и графикам дал одинаковые результаты, так как в рассмотренном случае заданные условия (включая

укладку труб в траншею с откосами) совпали с принятыми при разработке таблиц (см. [п. 1.5](#) Пособия).

Если трубопровод укладывается в узкую траншею, то расчет по таблицам может дать завышенные результаты. В этом случае обязателен индивидуальный расчет по формулам.

### 5. Расчет по формулам для узкой траншеи

Расчет по формулам для исходных условий, оговоренных в [п. 1](#), за исключением прокладки в траншее с креплениями (с вертикальными стенками) шириной  $b = b_m = 2$  м.

Расчет производим с использованием результатов по [п. 2](#).

*Нагрузка от давления грунта*

Для выбора расчетной формулы сравниваем произведения:

$$b \alpha_1 \psi \text{ и } d_e \alpha_2$$

где

$$b = 2 \text{ м}; \quad \alpha_1 = 0,787 \text{ для } h/b_m = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ и Гз-I ,}$$

$$\psi_{t=10} = 0,224 .$$

Так как

$$\psi_{t=10} < d_e/b = 0,92/2 = 0,46 ,$$

а значения  $\psi$  для  $t < 10$  мм меньше  $\psi_{t=10}$ , принимаем

$$\psi = 0,46$$

$$b \alpha_1 \psi = 2 \cdot 0,787 \cdot 0,46 = 0,724 ,$$

$$\alpha_2 d_e = 1 \cdot 0,92 > b \alpha_1 \psi .$$

Расчет ведем по формуле

$$F = \gamma_f \gamma_n h (b \alpha_1 \psi) \eta \beta = 1,15 \cdot 16,7 \cdot 3 \cdot 0,724 \cdot 0,95 \cdot 0,75 = 29,72 \text{ кН/м} .$$

Нагрузки от НГ-60 и веса транспортируемой жидкости принимаем по [п. 2](#)  $F = 9,50$  кН/м,  $F = 3,55$  кН/м.

Суммарная приведенная внешняя нагрузка (с учетом коэффициентов сочетания)

$$F_{red} = 29,72 + 9,50 \cdot 0,95 + 3,55 \cdot 0,9 = 41,6 \text{ кН/м} .$$

Выбор марки, группы и категории стали и их расчетных сопротивлений произведен в [п. 2](#). Для расчета принимаем сталь ВСтЗпс2 при  $R_y = 223$  МПа.

*Определение толщины стенки*

Расчет на прочность от воздействия внешних нагрузок:

$$t_1 = \sqrt{\frac{F_{red} \cdot d_e \cdot \varphi}{0,00105 \cdot R_y \cdot m}} = 13,5 \sqrt{\varphi} .$$

$$t = 8 \rightarrow t_1 = 13,5 \sqrt{0,308} = 7,46 < 8 ,$$

$$t = 7 \rightarrow t_1 = 6,74 < 7 ,$$

$$t = 6 \rightarrow t_1 = 5,96 \approx 6 .$$

Удовлетворяет  $t_1 = 6$  мм.

Расчет на деформацию от воздействия внешних нагрузок:

$$t_2 = 1,47 \sqrt[3]{10 \cdot F_{red} \cdot d_e^2 \cdot \varphi} = 10,61 \sqrt[3]{\varphi} ,$$

$$t = 7 \rightarrow t_2 = 10,61 \sqrt[3]{0,249} = 6,68 < 7 ,$$

$$t = 6 \rightarrow t_2 = 6,18 > 6 .$$

Удовлетворяет  $t_2 \geq 7$  мм.

Расчет на внутреннее давление дает меньшую толщину стенки, а условие устойчивости заведомо удовлетворяется (см. [п. 2](#)).

Для заданных условий принимаем трубу  $\varnothing 920 \times 7$  мм из стали ВСт3пс2 (по расчету на деформацию).

## 6. Вывод

Укладка труб в узкой траншее привела к снижению толщины стенки на 1 мм, что дает экономию стали 22,4 т на 1 км трубопровода.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	1
2. Рекомендации по выбору марок, групп и категорий сталей труб.....	3
3. Прочностные характеристики сталей и труб .....	5
4. Расчет труб на прочность, деформацию и устойчивость.....	9
5. Графики выбора толщины стенки труб по расчетному внутреннему давлению ....	12
6. Таблицы допустимых глубин заложения труб в зависимости от условий укладки .....	14
<i>Приложение 1</i> Сортамент стальных сварных труб, рекомендуемых для трубопроводов водоснабжения и канализации. ....	43
<i>Приложение 2</i> Стальные сварные трубы, выпускаемые по номенклатурному каталогу продукции Минчермета СССР, рекомендуемые для трубопроводов водоснабжения и канализации .....	43
<i>Приложение 3</i> Определение нагрузок на подземные трубопроводы .....	44
<i>Приложение 4</i> Пример расчета .....	54

*Серия основана в 1989 году*

**СОСТАВЛЕНИЕ  
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
ЧАСТИ ПРОЕКТОВ  
ВНЕПЛОЩАДОЧНЫХ СИСТЕМ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ**

**СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ  
К СНиП 2.04.02-84 и СНиП 2.04.03-85**



**МОСКВА**

**СТРОЙИЗДАТ, 1991**

Рекомендовано к изданию решением технического совета Союзводоканалпроекта Госстроя СССР.

Разработано Союзводоканалпроектом Госстроя СССР (канд. экон. наук Г. С. Цыпина, инженеры В. В. Чичеров, Т.Е. Пучкова, Т. В. Антонова)

Редактор *Э. И. Федотова*

Разработано к [СНиП 2.04.02-84](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения». Содержит методические рекомендации, отражающие специфику водоснабжения и канализации.

Для инженерно-технических и научных работников проектных и научно-исследовательских организаций, а также для преподавателей и студентов средних и высших учебных заведений и аспирантов.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Техничко-экономическая часть разрабатывается в составе общей пояснительной записки к каждому проекту. При небольшом объеме проекта эта часть выполняется в виде раздела общей пояснительной записки; при значительном объеме проекта или при выпуске разделов проекта (водоснабжение, канализация, гидротехнические сооружения) специальными книгами технико-экономическая часть представляется в обобщенном виде и оформляется в отдельную книгу.

**1.2.** Пособие распространяется на проекты, разрабатываемые как для нового строительства, так и для реконструкции и расширения систем водоснабжения и канализации.

При выполнении технико-экономических расчетов следует руководствоваться следующими материалами:

Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений, утвержденной Госпланом СССР и Госстроем СССР в 1980 г.;

Методикой (Основными положениями) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений, утвержденной постановлением Госкомитета СССР по науке и технике, Госпланом СССР, АН СССР и Госкомитетом по делам изобретений и открытий от 14 февраля 1977 г. № 48/16/13/3;

Инструкцией по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (2-е изд.) [СН 423-71](#);

Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений, [СН 509-78](#);

Временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, одобренной постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР от 21 октября 1983 г. № 254/284/134;

Рекомендациями по определению эксплуатационных расходов при проектировании внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий;

Типовыми примерами расчетов экономической эффективности использования новой техники в строительстве объектов водоснабжения и канализации (Союзводоканалниипроект).

**1.3.** Техничко-экономические расчеты, в основном, приводятся в табличной форме.

При выпуске раздела «Техничко-экономические расчеты и обоснования» отдельной книгой дается краткая характеристика комплекса запроектированных систем (узлов, сооружений водоснабжения и канализации).

## **2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ И ОБОСНОВАНИЯ» К РАБОЧЕМУ ПРОЕКТУ (ПРОЕКТУ)**

**2.1.** Раздел «Техничко-экономические расчеты и обоснования» рекомендуется излагать в следующем порядке и объеме.

### **Исходные данные**

**2.2.** Перечисляются методические рекомендации, пособия или указания, в соответствии с которыми разрабатывается технико-экономический раздел проекта. На основе решений, принятых в соответствующих разделах проекта, приводятся исходные технологические данные (в приложении к пояснительной записке), указываются продолжительность и очередность строительства, присоединенная мощность потребителей электроэнергии, максимальная заявленная мощность и годовое количество потребляемой электроэнергии, топлива, тепловой энергии, реагентов, численность обслуживающего персонала.

**2.3.** Приводятся также следующие сведения: место строительства объекта (область, город); наименование энергосистемы; обособленное ли электроснабжение или общее с предприятием, городом; количество и мощность головных абонентских трансформаторов; место установки расчетных счетчиков (на стороне первичного или вторичного напряжения); вид транспорта и расстояние перевозки реагентов, топлива, а также стоимость единицы электроэнергии, реагентов, топлива, воды, тепловой энергии, принимаемые по данным заказчика. При отсутствии этих данных указываются оптовые цены, тарифы со ссылкой на прейскурант. Стоимость реагентов и топлива, как правило, приводится с учетом транспортных расходов.

**2.4.** Составляется и прикладывается безмасштабная, упрощенная схема расположения запроектированных систем водоснабжения и канализации.

### **Техничко-экономическое сравнение вариантов проектных решений. Экономическая эффективность капитальных вложений**

**2.5.** Указываются наименования и порядковые номера сравниваемых вариантов проектных решений со ссылкой на разделы проекта, в которых даны характеристики этих вариантов.

При выпуске раздела «Техничко-экономические расчеты и обоснования» отдельной книгой дается краткая характеристика рассматриваемых вариантов, при необходимости с упрощенными графическими схемами.

Выявляется и обеспечивается сопоставимость проектных решений. Приводятся методика и порядок расчетов по сравнению вариантов.

Указываются формулы определения основных технико-экономических показателей со ссылкой на источник информации.



2.6. При необходимости предварительно выполняются детальные расчеты по вариантам проектных решений, хранящиеся в архиве. На основе этого выполняются технико-экономические расчеты, приводимые в табличной форме (табл. 1 - 10).

Таблица 1

Наименование затрат	Затраты по вариантам, тыс. руб.		Основание
	I	II	
Заработная плата обслуживающего персонала			Табл. 2
Отчисления на социальное страхование			%
Стоимость электроэнергии			Табл. 3
Стоимость реагентов			Табл. 4 - 7
Стоимость тепловой энергии			Табл. 8
Стоимость топлива			Табл. 8
Стоимость воды, используемой на собственные нужды			Табл. 8
Амортизационные отчисления			Табл. 9
Всего			
Затраты на оплату воды, забираемой предприятиями из водохозяйственных систем			Табл. 8
<b>Итого</b>			

Примечание. Здесь и далее в таблицах число граф может меняться в зависимости от количества рассматриваемых вариантов проектных решений.

Таблица 2

№ п.п.	Показатели	Вариант ...					Вариант ...				
		Категории работающих				Всего	Категории работающих				Всего
		рабочие	РС	служащие	МОП		рабочие	РС	служащие	МОП	
1	Среднегодовая заработная плата одного работающего, руб.										
2	Поясной коэффициент к заработной плате										
3	Численность обслуживающего персонала, чел.: всего в том числе по сооружениям и службам ..... ..... .....										
4	Заработная плата, тыс. руб.										



Таблица 6

Наименование загрузки	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Насыпной (объемный) вес материала, т/м <sup>3</sup>	Вариант ...				Вариант ...			
			Объем загрузки одного фильтра, м <sup>3</sup>	Количество фильтров, шт.	Годовой износ, %	Годовой расход загрузки фильтров, т	Объем загрузки одного фильтра, м <sup>3</sup>	Количество фильтров, шт.	Годовой износ, %	Годовой расход загрузки фильтров, т
_____										
_____										
_____										

Таблица 7

Наименование реагентов	Стоимость франко-объект 1 т реагента, руб. Ц	Вариант ...		Вариант ...	
		Годовой расход реагентов, т W <sub>1</sub>	Общая стоимость реагентов, тыс. руб. $\frac{CW_1}{1000}$	Годовой расход реагентов, т W <sub>2</sub>	Общая стоимость реагентов, тыс. руб. $\frac{CW_2}{1000}$
-	+	+	+	+	+
-	+	+	+	+	+
-	+	+	+	+	+
<b>Итого</b>					

Таблица 8

Виды энергии, топлива	Единица измерения	Стоимость единицы франко-объект, руб.	Обоснование стоимости	Вариант ...		Вариант ...	
				Количество единиц	Общая стоимость, тыс. руб.	Количество единиц	Общая стоимость, тыс. руб.
-							
-							
-							
<b>Итого</b>							



2.7. При определении сравнительной экономической эффективности расчеты, как правило, выполняются по отличающимся элементам затрат, причем затраты, определяемые косвенным путем, в эти расчеты не включаются. Текущий ремонт (1 %) и прочие расходы, определяемые обычно в процентах от затрат, в расчетах эксплуатационных расходов не учитываются. Также не учитываются затраты по гл. 8 - 12 и резерв средств на непредвиденные работы и затраты в расчетах капитальных вложений. Результаты технико-экономических расчетов по сравниваемым вариантам приводятся в табл. [11](#).

Таблица 11

Технико-экономические показатели*	Единица измерения	Варианты			
Производительность - расход воды (сточных вод):					
суточная	тыс. м <sup>3</sup>				
годовая	млн. м <sup>3</sup>				
Протяженность трассы водоводов (коллекторов)	км				
Общая длина трубопроводов	»				
Площадь территории	га				
Стоимость строительства	тыс. руб.				
в том числе строительно-монтажных работ	То же				
Годовые эксплуатационные расходы	»				
Себестоимость 1 м <sup>3</sup> воды (сточных вод)	коп.				
Численность обслуживающего персонала	чел.				
Годовая потребность:					
в электроэнергии	тыс. кВт · ч				
в тепловой энергии	Гкал				
Расход стальных труб	тыс. т				
Продолжительность строительства	год				
Приведенные затраты, всего	тыс. руб.				
Приведенные затраты на 1 м <sup>3</sup> годовой производительности	коп.				

\* Перечень технико-экономических показателей при необходимости может быть расширен или сокращен.

2.8. Выбирается вариант проектного решения и определяется экономическая эффективность капитальных вложений в соответствии с типовой методикой.

#### Расчеты технико-экономических показателей

2.9. По рекомендуемому оптимальному варианту проектного решения рассчитываются технико-экономические показатели по всем элементам затрат на полное развитие и в том числе на первую очередь строительства и пусковой комплекс.

При разработке проекта последующих очередей строительства технико-экономические показатели рассчитываются для проектируемой очереди. В случае расширения и реконструкции действующих систем водоснабжения и канализации показатели определяются для систем в целом с учетом существующих сооружений.

Приводятся формулы определения отдельных показателей и при необходимости расчеты.

2.10. Годовые эксплуатационные расходы определяются согласно «Рекомендациям по определению эксплуатационных расходов при проектировании внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий», введенным в действие приказом (Союзводоканалпроект).

Расчеты эксплуатационных расходов и амортизационных отчислений приводятся в табличной форме (табл. [12](#) - [15](#), [18](#)).

2.11. Капитальные вложения определяются на основе составленной к рабочему проекту (проекту) сметной документации. Полученные данные в виде выписки из сводного сметного расчета стоимости строительства группируются по узлам сооружений с указанием видов работ и затрат и приводятся в табл. [16](#), [17](#). При этом итоговые суммы капитальных вложений по отдельным узлам и комплексам затрат в табл. [16](#), [17](#) и [12](#) - [15](#) должны быть тождественны. Табл. [12](#) - [18](#) могут приводиться в приложении к пояснительной записке.

**2.12.** В тексте дается перечень затрат, не включенных в сметную стоимость строительства (например, могут не включаться затраты на внешние сети и коммуникации, не учитываемые проектом: электроснабжение, связь, теплоснабжение, подъездные пути).

**2.13.** При повторном использовании глубоко очищенных сточных вод в системе водоснабжения сметную стоимость сооружений по глубокой очистке необходимо относить к капитальным затратам на водоснабжение при условии, что такая очистка не требуется для сброса сточных вод в водоем. В противном случае стоимость сооружений глубокой очистки следует относить к капитальным затратам по канализации.



Показатели	Единица измерения	Водозаборные сооружения (...)*	Водоводы от источников водоснабжения до станции водоподготовки	Станции водоподготовки для		Водоводы от станции водоподготовки до потребителя для		Сооружения глубокой очистки сточных вод, направляемых на повторное использование		Здания, сооружения общего назначения	Всего	Примечания, единичная стоимость, тарифы и прочее
				хозяйственно-питьевых нужд	производственных нужд	хозяйственно-питьевых нужд	производственных нужд	сети	очистные сооружения			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
служащие	»											.....руб.
МОП	»											.....руб.
Электроэнергия:												Тарифы: за 1 кВт
максимальная нагрузка	кВт											.....руб.
годовой расход электроэнергии	тыс. кВт · ч											за тыс. кВт · ч
Тепловая энергия	Гкал											.....руб.
												за 1 Гкал
Топливо	т (тыс. м <sup>3</sup> )											.....руб.
Годовой расход воды на собственные нужды	тыс. м <sup>3</sup>											за 1 т.....руб. (за тыс. м <sup>3</sup> .....руб.)
Стоимость реагентов	тыс. руб.											за тыс. м <sup>3</sup> .....руб.
Заработная плата с отчислениями на социальное страхование	то же											
Стоимость электроэнергии	»											
Стоимость теплоэнергии, топлива	»											
Амортизационные отчисления	»											См. табл. ....
Стоимость воды, используемой на собственные нужды	»											
Стоимость ремонта (текущего)	»											
Прочие расходы	»											
Всего эксплуатационных расходов	»											
Себестоимость	коп.											
Полная себестоимость с учетом тарифа на	»											Тариф на воду за 1 м <sup>3</sup> .....коп.





Наименование показателей	Единица измерения	Узел сгущения	Магистральные пульповоды	Хвостохранилище	Система оборотного водоснабжения			Здания, сооружения общего назначения и прочие объекты	Всего	Примечания, единичная стоимость, тарифы и прочее
					всего	в том числе				
						водоводы	очистные сооружения			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Годовой расход пульпы Годовой расход оборотной воды Далее см. табл. 12 (за исключением последних показателей) Себестоимость: 1 т годового выхода хвостов 1 м <sup>3</sup> годового расхода пульпы	млн. м <sup>3</sup> » коп. »									

Таблица 15

Наименование показателей	Единица измерения	Охладители оборотной воды (градирни и др.)	Насосные станции	Сооружения по обработке и очистке воды			Сети	Здания, сооружения общего назначения и прочие объекты	Всего	Примечания, единичная стоимость, тарифы и прочее
				всего	в том числе сооружения по					
					очистке воды	стабилизационной обработке воды и проч.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Часовой расход оборотной воды Суточный расход оборотной воды Годовой расход оборотной воды В том числе подпиточной Далее см. табл. 12	м <sup>3</sup> тыс. м <sup>3</sup> млн. м <sup>3</sup> »									При расширении системы производительность указывается с учетом существующих сооружений

Таблица 16

Наименование узла (комплекса) отдельных зданий, сооружений, работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.					Стоимость основных фондов (проектируемых), тыс. руб.			Примечание
	всего	в том числе				зданий, сооружений, сетей*	оборудования**	всего	
		строительных работ	монтажных работ	оборудования	прочих затрат				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Итого									

\* Включаются строительные работы, прочие затраты, затраты по гл. 8 - 10, 12 и непредвиденные работы и затраты.



## Экономическая эффективность использования достижений науки, техники и передового опыта

**2.14.** В соответствии с «Методикой определения экономической эффективности использования новой техники, изобретений, рационализаторских предложений» (утвержденной ГКНТ СССР, Госпланом СССР в 1977 г.), инструкцией [СН 509-78](#) и другими методическими материалами приводятся формулы и расчеты экономической эффективности использования в проекте достижений науки, техники и передового опыта (прогрессивных технических решений).

Определяется годовой экономический эффект от создания новых систем водного хозяйства, внедрения прогрессивных технологических процессов очистки вод, использования новых сооружений, конструкций, материалов, нового оборудования, способов производства работ.

**2.15.** При выполнении технико-экономических расчетов по использованию в проектах достижений науки, техники и передового опыта соблюдаются те же требования к методам расчета, что и при сравнении вариантов проектных решений (см. п. [2.2](#)). Экономические расчеты должны приводиться в табличной форме (см. табл. [1 - 10\\*](#)).

\* В таблицах вместо наименований вариантов указываются наименования базовой и новой техники (достижений науки, техники и передового опыта).

**2.16.** По каждому новому техническому решению приводятся сопоставительные таблицы основных технико-экономических показателей для технологических и строительных решений (табл. [19-20](#)). Перечень показателей, указанный в табл. [19-20](#), при необходимости может быть дополнен или сокращен.

Таблица 19

Основные технико-экономические показатели	Единица измерения	Базовая техника	Достижения науки, техники и передового опыта
1. Производительность		+	+
2. Капитальные вложения	тыс. руб.	+	+
3. Эксплуатационные расходы	то же	+	+
4. Численность обслуживающего персонала	чел.	+	+
5. Годовой расход электроэнергии	тыс. кВт · ч	+	+
6. Продолжительность строительства	год	+	+
7. Срок службы	»	+	+
8. Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	+

Таблица 20

Основные технико-экономические показатели	Единица измерения	Базовая техника	Достижения науки, техники и передового опыта
1	2	3	4
1. Годовой объем работ в натуральных единицах	м <sup>2</sup> , м и т.д.		
2. Сметная стоимость строительно-монтажных работ	тыс. руб.		
3. Себестоимость строительно-монтажных работ	то же		
4. Капитальные вложения в производственные фонды строительной организации	»		
5. Годовые издержки в сфере эксплуатации (по содержанию конструкций, сооружений и пр.)	»		
6. Трудоемкость	чел.-дн.		
7. Продолжительность строительства	месяц		
8. Срок службы	год		
9. Расход основных строительных материалов			
10. Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	

## Экономическая эффективность природоохранных мероприятий

2.17. Приводятся результаты расчетов в соответствии с «Временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», одобренной Госпланом СССР, Госстроем СССР и Академией наук СССР. В частности, оценивается экономическая эффективность предусматриваемых мероприятий по охране атмосферного воздуха, водных ресурсов, земель, снижению уровня шумов и вибраций, обработке и утилизации твердых отходов производства и др.

2.18. Наиболее подробно рассматривается экономическая эффективность капитальных вложений в водоохранные мероприятия.

При расчете экономической эффективности водоохранных мероприятий учитываются капитальные вложения в строительство следующих объектов (согласно перечню, составленному по инструкции Минфина СССР и ЦСУ СССР 1977 г. от 19.08.77 г. № 68/Б-8):

внеплощадочных канализационных коллекторов (включая ливневые) с сооружениями на них, городских канализационных сетей и насосных станций;

станций биологической, физико-химической и механической очистки и доочистки производственных и городских сточных вод (с учетом полей орошения, исключая земледельческие);

отдельных сооружений первичной стадии очистки сточных вод (нефтеловушек, жироловок, станций нейтрализации, флотационных установок, сооружений обезвреживания шламов);

водоохранных зон, для организации которых осуществляются технологические, лесомелиоративные, агротехнические, гидротехнические, санитарные и другие мероприятия, направленные на предотвращение загрязнения и истощения водных ресурсов;

береговых станций очистки балластных, льяльных (подсланевых) вод;

установок по сбору мазута, нефти, мусора и других отходов с акваторий водных объектов, включая суда-сборщики и нефtezачистные станции;

опытных установок и цехов, связанных с разработкой методов очистки сточных вод;

установок и сооружений для сбора, транспортировки, переработки и ликвидации жидких производственных отходов, загрязняющих водные объекты, и др.

В табл. 21 приводится расчет экономического ущерба, предотвращаемого в результате осуществления предусматриваемых водоохранных мероприятий.

Даются формулы определения экономической эффективности капитальных вложений в водоохранные мероприятия и дается по ним расчет.

Т а б л и ц а 21

Наименование загрязняющих веществ	Количество загрязняющих веществ, попадающих в водоем, т в год		Удельный предотвращаемый экономический ущерб, руб.	Предотвращаемый экономический ущерб, тыс. руб. (гр.2 – гр.3)гр.4 1000
	до осуществления мероприятий	после осуществления мероприятий		
1	2	3	4	5
Всего				

### Основные технико-экономические показатели и их оценка

2.19. Приводятся основные данные и технико-экономические показатели, а также их оценка.

Состав основных данных и технико-экономических показателей, характерный для нового строительства, указан в табл. 22, для реконструкции и расширения - в табл. 23. Данные и показатели приводятся на полное развитие, в том числе на первую очередь строительства (пусковой комплекс), отдельно по системам водоснабжения, канализации, а также суммарно по объекту. При разработке проекта реконструкции и

расширения систем водоснабжения и канализации указываются показатели до и после реконструкции и расширения (см. табл. 23).

**Состав основных данных и технико-экономических показателей системы водоснабжения и канализации**

(Состав основных данных, технико-экономических показателей, содержание граф в таблицах и количество таблиц могут уточняться в зависимости от вида, очередности строительства и специфики зданий, сооружений и объектов в целом).

Таблица 22

№ п.п.	Наименование основных данных и технико-экономических показателей	Единица измерения	Проект						
			1-я очередь строительства			Полное развитие (нарастающим итогом)			
			водоснабжение	канализация	всего	водоснабжение	канализация	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Производительность (расход воды или сточных вод): суточный годовой	тыс. м <sup>3</sup> то же							
2	Протяженность трассы водопроводов, коллекторов и напорных трубопроводов	км							
3	Длина трубопроводов	»							
4	Территория, отводимая под строительство	га							
5	Сметная стоимость строительства *, всего	тыс. руб.							
	В том числе	»							
6	строительно-монтажные работы	»							
7	Полная сметная стоимость ** (капитальные вложения)	»							
8	Стоимость основных фондов, вводимых в действие, всего	»							
	В том числе:								
	здания и	»							
	сооружения	»							
	оборудование	»							
	водоводы, коллекторы, сети	»							
9	Годовые эксплуатационные расходы	»							
10	Численность обслуживающего персонала	чел.							
	Годовая потребность в:								
	электроэнергии	тыс. кВт · ч							
	тепловой энергии	Гкал							
	топливе	т (тыс. м <sup>3</sup> для газа)							
	реагентах	т							



№ п.п.	Наименование основных данных и технико-экономических показателей	Единица измерения	Проект						
			1-я очередь строительства			Полное развитие (нарастающим итогом)			
			водоснабжение	канализация	всего	водоснабжение	канализация	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	электроэнергии	кВт · ч							
	топлива	т (м <sup>3</sup> )							
	тепловой энергии	Дж							
	реагентов	т							
	трудозатрат при строительстве	чел.-дн.							
	строительных материалов:								
	стали	т							
	цемента	»							
	лесоматериалов	м <sup>3</sup>							
	труб стальных	т							
Доля применения прогрессивных видов строительно-монтажных работ	%								

\* В случаях разработки проектов на субподрядных началах показатель сметной стоимости должен соответствовать величине затрат, определенной субподрядной организацией без учета затрат по гл. 8 - 11 сводного сметного расчета.

\*\* Показатель полной сметной стоимости должен соответствовать сумме затрат, определенной в сводном сметном расчете с учетом затрат по гл. 8 - 12 и резерва средств на непредвиденные работы и затраты.

Т а б л и ц а 23

№ п.п.	Основные данные и технико-экономические показатели	Единица измерения	До реконструкции и расширения			После реконструкции и расширения (проект)		
			водоснабжение	канализация	всего	водоснабжение	канализация	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Производительность (расход воды или сточных вод):							
	суточный	тыс. м <sup>3</sup>						
	годовой	то же						
	Прирост производительности:							
2	суточный	»						
	годовой	»						
	Стоимость основных производственных фондов	тыс. руб.						
	В том числе:							
3	здания	и тыс. руб.						
	сооружения	»						
	оборудование	»						
	Водоводы, коллекторы, сети	»						
4	Стоимость основных фондов, выбывающих в процессе строительства (по балансовой стоимости)	»						
	Протяженность трассы водоводов, коллекторов и напорных	км						



№ п.п.	Основные данные и технико-экономические показатели	Единица измерения	До реконструкции и расширения			После реконструкции и расширения (проект)		
			водоснабжение	канализация	всего	водоснабжение	канализация	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	трубопроводов Длина	»						
6	трубопроводов Территория, занимаемая и отводимая под строительство	га						
7	Сметная стоимость проектируемых сооружений*, всего	тыс. руб.						
	В том числе	»						
8	строительно-монтажных работ	»						
9	Полная сметная стоимость (капитальные вложения**)	»						
10	Годовые эксплуатационные расходы	тыс. руб.						
11	Численность обслуживающего персонала	чел.						
12	Годовая потребность*** в:							
	электроэнергии	тыс. кВт · ч						
	тепловой энергии	Гкал						
	топливе	т (тыс. м <sup>3</sup> для газа)						
	реагентах	т						
13	Расход основных строительных материалов:							
	стали	тыс. т						
	цемента	»						
	лесоматериалов	тыс. м <sup>3</sup>						
	труб стальных	тыс. т						
14	Продолжительность строительства	год						
15	Трудоемкость строительно-монтажных работ:							
	всего трудозатрат	тыс. чел.-дн.						
	на 1 млн. руб. строительно-монтажных работ	чел.-дн.						
16	Материалоемкость строительства:							
	а) на 1 млн. руб. строительно-монтажных работ:							
	сталь	т						
	цемент	»						
	лесоматериалы	м <sup>3</sup>						
	трубы стальные	т						
	б) на 1000 м <sup>3</sup> прироста суточной производительности:							
	сталь	»						

№ п.п.	Основные данные и технико-экономические показатели	Единица измерения	До реконструкции и расширения			После реконструкции и расширения (проект)		
			водоснабжение	канализация	всего	водоснабжение	канализация	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	цемент лесоматериалы трубы стальные Удельные показатели потребности топливно-энергетических ресурсах на 1000 м <sup>3</sup> годовой производительности:	» м <sup>3</sup> т в м <sup>3</sup> кВт · ч м <sup>3</sup> т Дж						
17	газ мазут, уголь тепловая энергия Удельные капитальные вложения (п. 8 / п. 1) на 1 м <sup>3</sup> прироста производительности:	кВт · ч м <sup>3</sup> т Дж руб. коп.						
18	суточной годовой Себестоимость 1 м <sup>3</sup> воды (сточных вод)	коп. коп.						
10	Экономический эффект использования достижений науки, техники и передового опыта	тыс. руб. от						
20	Экономия: электроэнергии топлива тепловой энергии реагентов трудозатрат при строительстве строительных материалов:	тыс. кВт · ч ч т (м <sup>3</sup> ) Дж т чел.-дн.						
21	Доля применения прогрессивных видов строительно-монтажных работ	стали т цемента » лесоматериалов м <sup>3</sup> труб стальных т %						

\* В случаях разработки проекта на субподрядных началах показатель сметной стоимости должен соответствовать величине затрат, определенной субподрядной проектной организацией без учета затрат по гл. 8 - 11 сводного сметного расчета.

\*\* Показатель полной сметной стоимости должен соответствовать сумме затрат, определенной в сводном сметном расчете с учетом затрат по гл. 8 - 12 и резерва средств на непредвиденные работы и затраты.

\*\*\* Приводится с учетом потребности для существующих зданий и сооружений.

**2.20.** Оценка производится путем сопоставления основных технико-экономических показателей с их базовыми значениями (табл. 24). Базовые значения технико-экономических показателей определяются на основе анализа наиболее экономичных проектов и эффективных проектных решений, в которых применены достижения науки

и техники или передовой опыт (см. п. [7.1](#) - [7.4](#)).

Таблица 24

№ п. п.	Наименование основных технико-экономических показателей	Единица измерения	Значение показателей			
			в задании на разработку документации (базовых)	в разработанной документации	утвержденных по подотрасли, виду производства	прогрессивного проекта-аналога, соответствующего высшему мировому уровню
1	Уровень автоматизации систем ВиК	коэф.				
2	Удельный вес рабочих, занятых ручным трудом	%				
3	Материалоемкость (удельный расход реагентов): хлор	г				
		$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$				
	известь	то же				
	серноокислый алюминий	»				
	полиакриламид	»				
4	Энергоемкость (удельный расход электроэнергии)	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3 \text{ в год}}$				
5	Удельный расход строительных материалов: сталь, приведенная к ст. А-I и ст. 3	кг				
		$\frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}$				
	цемент, приведенный к М400	то же				
6	Удельные капитальные вложения, в том числе строительно-монтажные работы	руб. $\frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}$ то же				

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. Показатели 1 и 2 определяются на основе методических указаний по «Оценке уровня и степени автоматизации производства, предусматриваемых в проектах внеплощадочных систем водоснабжения и канализации», разработанных Союзводоканалпроектом в 1987 г.

2. При оценке технического уровня и качества ТЭО (ТЭР) не применяется показатель 5.

3. При оценке документации на строительство объектов за границей не применяются показатели 5 и 6.

В случае ухудшения отдельных технико-экономических показателей по сравнению с их базовыми значениями даются объяснения, указываются объективные причины отклонения и составляются расчеты экономического эффекта, обосновывающие экономическую целесообразность соответствующих проектных решений.

**Долевое участие в капитальных вложениях**

**2.21.** В табличной форме приводятся результаты расчетов по долевого участию отдельных потребителей в строительстве систем и сооружений водоснабжения (табл. [25](#)) и канализации (табл. [26](#)). Сами расчеты долевого участия предприятий, городов и поселков в строительстве систем и сооружений водоснабжения и канализации хранятся в архиве проектной организации.

Таблица 25

Потребители	Потребность в воде		Капитальные вложения, тыс. руб.	Примечание (обоснование)
	тыс. м <sup>3</sup> /сут (м <sup>3</sup> /ч, л/сек)	% от общей потребности в воде		
1.....				
2.....				
Итого		100		

Таблица 26

Потребители	Станции очистки		Канализационные сети и сооружения на них, вспомогательные здания и сооружения, благоустройство и прочее		Всего капитальных вложений, тыс. руб.	Примечание (обоснование)
	Годовое количество загрязнений, поступающих на очистные сооружения	Капитальные вложения, тыс. руб.	Расход сточных вод			
			тыс. м <sup>3</sup> /сут	% от общего расхода сточных вод		
1.....						
2.....						
Итого	100			100		

### 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВНЕПЛОЩАДОЧНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

#### ОБЩАЯ ЧАСТЬ

**3.1.** Расчеты годовых эксплуатационных расходов являются обязательной составной частью раздела «Технико-экономические расчеты и показатели» проекта и рабочего проекта и служат базой для определения себестоимости подачи и подготовки воды, отведения и очистки сточных вод.

**3.2.** Годовые эксплуатационные расходы по внеплощадочным системам водоснабжения и канализации слагаются из отдельных элементов годовых затрат и определяются по формуле

$$C = C_{\text{реаг}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{т}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{в}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{к}}, \quad (1)$$

где элементы годовых затрат, тыс. руб.:  $C_{\text{реаг}}$  - стоимость реагентов и других основных материалов;  $C_{\text{зп}}$  - заработная плата обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование;  $C_{\text{эл}}$  - стоимость электроэнергии;  $C_{\text{т}}$  - стоимость тепловой энергии на отопление, вентиляцию, технологические нужды и горячее водоснабжение зданий или затраты на топливо, при условии выработки тепла собственной котельной;  $C_{\text{ам}}$  - амортизационные отчисления;  $C_{\text{в}}$  - стоимость воды, используемой на собственные нужды;  $C_{\text{тр}}$  - затраты на текущий ремонт основных фондов;  $C_{\text{пр}}$  - прочие расходы;  $C_{\text{к}}$  - затраты на капитальный ремонт.

**3.3.** Расчет отдельных элементов затрат эксплуатационных расходов базируется на исходных данных, разрабатываемых в различных разделах проекта:

технологического - годовая потребность в отдельных видах реагентов, материалов, воды на собственные нужды, численность обслуживающего персонала по отдельным категориям работающих;

электротехнического - годовой расход электроэнергии, расчетная величина

присоединенной и заявленной мощности энергоприемников;

теплотехнического - годовой расход тепловой энергии или топлива; вид теплоносителя или топлива, их параметры и марки.

**3.4.** При расчете отдельных составляющих эксплуатационных расходов используются также данные, полученные от заказчика: стоимость единицы потребляемых реагентов, материалов, тепловой и электрической энергии, топлива, воды, средняя годовая заработная плата по отдельным категориям работающих, районный коэффициент на заработную плату, месторасположение поставщиков реагентов и топлива, виды транспорта и расстояние перевозки каждым видом транспорта от поставщика до объекта.

**3.5.** Себестоимость, определенная в проекте, исходя из расчета годовых эксплуатационных расходов, не может служить основанием для расчета с организациями и другими потребителями, пользующимися услугами системы водоснабжения и канализации.

Фактическая себестоимость определяется организацией, осуществляющей эксплуатацию системы водоснабжения и канализации, в зависимости от конкретных условий эксплуатации.

Для определения полной себестоимости воды необходимо к себестоимости, определенной по формуле (1), добавлять тариф на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем.

Пример расчета эксплуатационных затрат приведен в прил. 7.

### Стоимость реагентов и других основных материалов

**3.6.** По этой статье учитываются затраты на основные материалы, используемые при эксплуатации очистных сооружений. К основным материалам относятся: химические реагенты, растворители, загрузки различного типа фильтров, катоды и аноды и некоторые другие материалы, потребляемые в процессе очистки стоков. Расчет годовой потребности в материалах, в том числе в реагентах, определяется в технологической части проекта. Данные и результаты расчета приводятся в экономической части по форме табл. 27 и 28.

Определение годовых расходов и затрат на материалы осуществляется отдельно для каждого вида материала.

**3.7.** Годовой расход реагентов (годовая потребность)  $\omega$ , т, по очистке и обработке поверхностных (подземных) и сточных вод определяется по формуле

$$\omega = (QDt / \alpha 10^4), \quad (2)$$

где  $Q$  - производительность сооружений, м<sup>3</sup>/сут;  $D$  - расчетная доза реагента по безводному или основному веществу, г/м<sup>3</sup>;  $t$  - количество дней в году реагентной обработки;  $\alpha$  - содержание безводного или основного вещества в товарном продукте, %.

Таблица 27

Реагенты	ГОСТ, ОСТ, ТУ, № преysкуранта, № позиции	Содержание безводного или основного вещества, $\alpha$ , %	Расчетная доза реагента по безводному или основному веществу $D$ , г/м <sup>3</sup>	Производительность $Q$ , м <sup>3</sup> /сут	Количество дней в году реагентной обработки, $t$	Годовой расход реагентов (товарного продукта) $\omega$ , т
.....						
.....						
Всего						

Загрузки	ГОСТ, ОСТ, ТУ, № преискуранта и № позиции	Объем загрузки одного фильтра $\omega_1$ , м <sup>3</sup>	Количество фильтров $n$ , шт.	Насыпная масса материала $j$ , т/м <sup>3</sup>	Годовой взнос $k$ , %	Годовой расход загрузки $\omega''$ , т
.....						
.....						
Всего						

**3.8.** Годовой расход реагентов (годовая потребность)  $\omega'$ , т, по обработке осадка определяется по формуле

$$\omega' = (Q_{oc}D't) / \alpha', \quad (3)$$

где  $Q_{oc}$  - количество сухого вещества осадка, т/сут;  $D$  - доза реагента от сухого вещества осадка, %;  $t$  - количество дней в году реагентной обработки осадка;  $\alpha'$  - содержание активного вещества в товарном продукте, %.

При определении количества товарного продукта следует соблюдать соответствие показателей дозы  $D$  и содержание вещества  $\alpha$  в реагенте, т.е. оба показателя принимаются в расчете по безводному или по основному веществу.

**3.9.** Годовые издержки на загрузку различного типа фильтров определяются затратами на ежегодную досыпку заполнителя в связи с его физическим износом.

Годовой расход загрузки  $\omega''$ , т, различного типа фильтров для ежегодной досыпки определяется по формуле

$$\omega'' = \omega_1 n j (k/100), \quad (4)$$

где  $\omega_1$  - объем загрузки одного фильтра, м<sup>3</sup>;  $j$  - насыпная масса материала, т/м<sup>3</sup>;  $k$  - годовой износ, %;  $n$  - количество фильтров, шт.

**3.10.** Годовые затраты на реагенты и загрузку ( $C_{pear}$ ), тыс. руб., определяются по формуле

$$C_{pear} = \left( \sum_{i=1}^m C_i \omega_i \right) / 1000, \quad (5)$$

где  $C_i$  - стоимость 1 т  $i$ -го товарного продукта (реагента, загрузки и пр.) франко-объект, руб.;  $\omega_i$  - годовой расход  $i$ -го товарного продукта (реагента, загрузки и пр.), т;  $m$  - количество видов реагентов, загрузки и пр.

**3.11.** Стоимость франко-объект 1 т реагентов, загрузки и других материалов принимается по данным заказчика. В случае отсутствия данных заказчика стоимость 1 т материалов (реагентов) франко-объект  $C$ , руб., определяется по формуле

$$C = [C_1 + (C_1 k_1) / 100 + C_2 + C_3 k_2 k_3 + C_4 k_2 l + C_5] k_4, \quad (6)$$

где  $C_1$  - оптовая цена 1 т реагента, руб.;  $k_1$  - размер наценки снабженческо-сбытовых организаций, принимаемый в процентах к оптовым ценам;  $C_2$  - стоимость перевозки 1 т реагентов по железной дороге с учетом веса тары на расстояние от места поставок (станции отправления) реагентов до потребителя, руб.;  $C_3$  - стоимость перевозки 1 т реагента автотранспортом, принимается в зависимости от расстояния транспортировки и класса грузов, руб.;  $k_2$  - коэффициент перехода от массы нетто к массе брутто в зависимости от вида материала (реагента);  $k_3$  - поясной коэффициент для перевозки автотранспортом;  $C_4$  - стоимость погрузочно-разгрузочных работ при железнодорожных и автомобильных перевозках 1 т реагента, руб.;  $l$  - количество операций по погрузке и разгрузке реагентов;  $C_5$  - наценка на тару, упаковку и реквизит;  $k_4$  - коэффициент, учитывающий складские и прочие расходы, принимаемый 1,012 к сумме расходов.

Дальность перевозок реагентов принимается по данным заказчика. Стоимость перевозки определяется в зависимости от тарифной схемы для отправки грузов. Далее в зависимости от расстояния и тарифных схем определяется плата за перевозку железнодорожным транспортом.

## **Расходы на заработную плату и отчисления на социальное страхование**

**3.12.** Расходы на заработную плату обслуживающего персонала внеплощадочных систем водоснабжения и канализации на всех стадиях проектирования (ТЭО, схемы, проект, рабочий проект) рекомендуется определять путем умножения численности обслуживающего персонала, сгруппированной по четырем категориям работающих (рабочие, руководители и специалисты РС, служащие и младший обслуживающий персонал - МОП), на показатель среднегодовой заработной платы, рассчитанной на одного работающего соответствующей категории.

Среднегодовая заработная плата рабочих включает все виды доплат и премий, выплачиваемых за счет фонда заработной платы, а заработная плата РС, служащих и МОП включает только должностные оклады. Доплата и премии РС, служащих, рабочих и МОП, выплачиваемые из фонда материального поощрения, не включаются в фонд заработной платы.

Среднегодовая заработная плата обслуживающего персонала внеплощадочных систем водоснабжения и канализации по четырем категориям работающих принимается по данным заказчика.

**3.13.** При отсутствии этих данных ориентировочная среднегодовая заработная плата принимается по нижеприведенным показателям, рассчитанным для систем водоснабжения и канализации различных предприятий и ведомств: рабочие - 2150 руб.; РС - 2450 руб.; служащие - 1600 руб.; МОП - 1150 руб.

Указанные показатели среднегодовой заработной платы должны быть умножены на районный коэффициент, установленный к зарплате обслуживающего персонала в разрезе областей, краев, автономных и союзных республик.

**3.14.** Отчисления на социальное страхование производятся от суммы заработной платы в установленных размерах.

## **Стоимость электроэнергии**

**3.15.** Расчет стоимости электроэнергии по проектируемым системам водоснабжения и канализации производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и расчетных данных, разрабатываемых в разделе проекта «Электрооборудование. Автоматизация. Технический контроль. Диспетчеризация».

Стоимость 1 кВт и 1 кВт · ч электроэнергии определяется по данным заказчика. При отсутствии указанных данных для определения затрат на электроэнергию принимаются тарифы по действующему прейскуранту по группе «Промышленные и приравненные к ним потребители».

Расчет затрат по указанной группе потребителей осуществляется по одноставочному или двухставочному тарифу в зависимости от величины присоединенной мощности. По двухставочному тарифу рассчитываются затраты на электроэнергию по проектируемым объектам водоснабжения и канализации при суммарной присоединенной мощности 750 киловольт-ампер (кВ · А) и выше.

Присоединенная мощность - суммарная мощность понизительных трансформаторов, преобразующих энергию на рабочее напряжение, и мощность высоковольтных потребителей энергии, присоединенных непосредственно к типам высокого напряжения понизительных подстанций.

По двухставочному тарифу рассчитывается электрическая энергия, расходуемая на производственные нужды и освещение производственных и непромышленных помещений (цехов, заводоуправлений, складов, гаражей и т.п.), а также территории предприятия. К группе «Промышленные и приравненные к ним потребители» относятся также сооружения коммунального хозяйства - насосные станции, водопроводы, канализационные коллекторы и устройства, отдельные станции перекачки, районные и квартальные котельные и т.п.

При проектировании внеплощадочных систем водоснабжения и канализации обособленно от предприятия (с самостоятельной распределительной электрической сетью) выбор вида тарифа определяется величиной присоединенной мощности по проектируемой системе. При проектировании внеплощадочных систем, имеющих

общую электрическую сеть с промышленным предприятием, величина присоединенной мощности принимается суммарной по предприятию и проектируемым системам.

**3.16.** Стоимость электроэнергии, рассчитываемая по двухставочному тарифу, формируется из годовой платы за величину заявленной потребителем максимальной мощности, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы (кВт), и платы за годовое потребление активной электрической энергии (кВт · ч).

Под заявленной мощностью подразумевается наибольшая получасовая электрическая мощность, совпадающая с периодом максимальной нагрузки энергосистемы (т.е. наибольшая мощность в течение любого получаса в интервале суточного максимума).

Периоды суточного максимума нагрузки энергосистемы определяются по данным заказчика или по данным соответствующей энергосистемы.

В заявленную мощность включаются все круглосуточно работающие механизмы. Часы работы оборудования с периодическим режимом работы (илоскребы отстойников, оборудование реагентного хозяйства, вакуум-фильтры и т.д.) могут не совпадать с часами суточного максимума энергосистемы, в связи с чем при определении заявленной мощности в зависимости от характера работы сооружения должен быть решен вопрос о возможном совпадении часов работы оборудования с часами максимума нагрузки энергосистемы.

Дополнительные мощности сверх заявленной, вводимые вне часов максимума нагрузки энергосистемы, по основной ставке за 1 кВт двухставочного тарифа не оплачиваются.

В заявленную мощность не включается мощность опломбированных резервных трансформаторов и электродвигателей, а также неопломбированных резервных двигателей, трансформаторов и двигателей, включаемых автоматически вместо рабочих (автоматический ввод резерва), и мощность оборудования, используемого для целей компенсации. При определении величины заявленной мощности не учитываются пиковые электронагрузки продолжительностью менее 30 мин в часы максимума нагрузки энергосистемы (например, работа электродвигателей промывных насосов при относительно равномерной работе основных насосов).

В зависимости от места установки расчетного счетчика расхода электроэнергии на предприятии (на стороне первичного или вторичного напряжения головного абонентного трансформатора) принимается соответствующая величина тарифа за единицу потребляемой электроэнергии.

**3.17.** По одноставочному тарифу определяются затраты на электроэнергию для следующих групп потребителей:

промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 750 кВт·А;

электродкотлы (электробойлеры), электроводонагреватели и другие электронагревательные устройства, предназначенные для нужд отопления и горячего водоснабжения;

непромышленные потребители;

производственные сельскохозяйственные потребители;

население.

**3.18.** Отпуск электрической энергии промышленным предприятиям и приравненным к ним потребителям для использования в электродкотлах (электробойлерах), электронагревателях и других электронагревательных устройствах, предназначенных для отопления и горячего водоснабжения зданий производственного (служебного) и культурно-бытового назначения и жилых домов, производится по одноставочному тарифу.

**3.19.** Стоимость электроэнергии  $C_{эл}$ , тыс. руб., по двухставочному тарифу определяется по формулам:

для высоковольтных электродвигателей

$$C_{эл} = (C_1 N + C_2 W) / 1000, \quad (7)$$



для низковольтных электродвигателей и прочих электроприемников

$$C_{эл} = (C_1 N + C_2 W \alpha) / 1000, \quad (8)$$

где  $C_1$  - плата за 1 кВт максимальной нагрузки, руб.;  $N$  - заявленная (абонированная) максимальная мощность энергопотребителей, участвующая в максимуме нагрузки энергосистемы, кВт (принимается по данным электротехнического раздела проекта);  $C_2$  - плата за 1 тыс. кВт · ч потребляемой активной энергии, руб.;  $W$  - годовой расход активной электроэнергии, тыс. кВт · ч (принимается по данным электротехнического раздела проекта);  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий разницу в оплате электроэнергии в зависимости от места установления расчетного счетчика.

При установлении счетчика на стороне первичного напряжения головного абонентского трансформатора  $\alpha = 1$ , на стороне вторичного напряжения  $\alpha = 1,025$ .

**3.20.** Стоимость электроэнергии по одноставочному тарифу определяется по формуле

$$C_{эл} = (C_3 W) / 1000, \quad (9)$$

где  $C_3$  - одноставочный тариф, руб. за 1 тыс. кВт · ч.

При отсутствии проектных данных расход электроэнергии определяется по методике, изложенной ниже.

**3.21.** Наибольшее количество электроэнергии потребляется электродвигателями насосов, воздуходувок (вентиляторов), поэтому расчет начинается с определения их мощностей.

Расчетная мощность одного электродвигателя насоса  $P^{nc}$ , кВт, определяются по формуле

$$P^{nc} = \frac{QH_n \gamma_{ж} k_1}{102 \eta_n n_1 3,6}, \quad (10)$$

где  $Q$  - количество перекачиваемой жидкости, м<sup>3</sup>/ч;  $H_n$  - расчетный напор насосов;  $\gamma_{ж}$  - плотность перекачиваемой жидкости, т/м<sup>3</sup>;  $k_1$  - коэффициент запаса мощности электродвигателя, приведенный ниже;  $\eta_n$  - КПД насоса, определяемый по каталогу (см. табл. 29);  $n_1$  - количество рабочих насосов; 102 - коэффициент перевода кгМ/с в кВт.

Т а б л и ц а 29

№ п.п	Насосы центробежные	Производительность насоса, м <sup>3</sup> /ч	КПД насоса $\eta_n$
1	Двустороннего действия типа Д	100 - 630	0,70 - 0,76
		800 - 12500	0,86 - 0,88
2	Многоступенчатые типа ЦНС	38; 60	0,67 - 0,71
		105; 180	0,72 - 0,74
		300; 500	0,76 - 0,80
3	Для жидкостей со взвесями типа ГНОМ	10; 16	0,40
		25	0,46
		100	0,54
4	Консольные типа К	8 - 90	0,53 - 0,78
		160; 290	0,75 - 0,83
5	Скважинные типа ЭЦВ	25 - 10	0,47 - 0,66
		16 - 63	0,65 - 0,70
6	Фекальные типа СД	16 - 100	0,49 - 0,63
		160 - 800	0,62 - 0,73
		1400 - 2700	0,67 - 0,74
		3600 - 9000	0,72 - 0,83
7	Грунтовые типа ГРК	50; 100	0,45 - 0,63
		160 - 16000	0,57 - 0,69
8	Вертикальные типа В	5760 - 90000	0,87 - 0,89

**3.22.** Расчетная мощность одного электродвигателя воздуходувки (вентилятора)  $P^{B3}$ , кВт, определяется по формуле

$$P^{вз} = \frac{GH_B 10^4 \gamma_B k_1}{102 \cdot 60 \cdot 98066,5 \eta_B n_2}, \quad (11)$$

где  $G$  - требуемый расход воздуха, м<sup>3</sup>/мин;  $H_B$  - предельное избыточное давление воздуходувки, Па;  $\gamma_B$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup> (плотность воздуха при нулевой температуре равна 1,293 кг/м<sup>3</sup>);  $\eta_B$  - КПД воздуходувки (вентилятора), определяемый по каталогу (принимается обычно по данным завода, равным 0,65 - 0,75 для турбовоздуходувок и 0,25 - 0,3 для водокольцевых насосов);  $n_2$  - количество рабочих воздуходувок (вентиляторов).

Мощность электродвигателя, кВт ..... 5 - 100 св. 100  
 Коэффициент запаса мощности электродвигателя,  $k_1$  ..... 1,15 - 1,08 1,05

**3.23.** Из расчетной мощности одного электродвигателя, формулы (10), (11), выявляем, к какой категории электроприемников его можно отнести (низковольтным или высоковольтным). При этом все электродвигатели мощностью более 200 кВт принимаются высоковольтными (напряжением 6 - 10 кВ). Мощности прочих электроприемников (основных технологических механизмов, машин, агрегатов) принимаются по каталогам (паспортам).

**3.24.** Расчетные и каталожные (паспортные) показатели мощности низковольтных электроприемников и расчетные показатели мощности высоковольтных электродвигателей, их количества приведены в табл. 30.

Таблица 30

№ п.п.	Электроприемники	Мощность одного электроприемника ( $P^{нс}$ , $P^{вз}$ , кВт)	Количество электроприемников	Присоединенная мощность (гр. 3 × гр. 4), кВт	Мощность, участвующая в максимуме нагрузки (заявленная), кВт	КПД электродвигателя	гр. 6 : гр. 7, кВт
1	.....						
Раздел I. Высоковольтные электродвигатели (расчетные показатели мощности)							
1	.....						
Раздел II. Низковольтные электродвигатели (расчетные показатели мощности)							
1	.....						
Раздел III. Прочие низковольтные электроприемники (каталожные показатели мощности)							
1	.....						

**3.25.** Для выбора тарифов (одноставочного или двухставочного) необходимо знать присоединенную мощность.

Присоединенная мощность  $P$ , кВт · А, может быть определена на основе показателей табл. 30 по формуле

$$P = P_{тр} + P_{эд} = \frac{P_{эл}^н k_2 k_3}{\cos \varphi} + P^к + \frac{P_3^в}{\cos \varphi}, \quad (12)$$

где  $P_{тр}$  - мощность присоединенных трансформаторов для низковольтных электроприемников, кВт · А;  $P_{эд}$  - мощность высоковольтных электродвигателей, кВт · А;  $P_{эл}^н$  - сумма расчетных мощностей всех одновременно работающих низковольтных силовых электродвигателей, кВт;  $P_3^в$  - сумма расчетных мощностей высоковольтных электродвигателей, кВт;  $k_2$  - коэффициент, учитывающий трансформаторный резерв, принимаемый равным 1,5 для потребителей I категории (см. ПУЭ) и 1,1 - 1,2 - для потребителей других категорий;  $k_3$  - коэффициент, учитывающий электроосветительную нагрузку, принимаемый равным 1,05;  $\cos \varphi$  - коэффициент мощности электродвигателя, принимаемый равным 0,9 (для синхронных двигателей  $\cos \varphi = 1$ );  $P^к$  - сумма каталожных присоединенных мощностей прочих низковольтных

электроприемников,  $\text{kB} \cdot \text{A}^*$ .

\* Мощности подбираются по аналогам.

В зависимости от величины присоединенной мощности (до 750 или 750  $\text{kB} \cdot \text{A}$  и выше), определяемой по формуле (12), устанавливается соответственно одноставочный или двухставочный тарифы.

**3.26.** Заявленная максимальная мощность, участвующая в максимуме нагрузки энергосистемы  $N$ , кВт, может быть определена на основе данных табл. 30 по формуле

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{P_{i(\text{заяв})}^p}{\eta_{\text{э}i}} + \sum_{j=1}^m \frac{P_{j(\text{заяв})}^k}{\eta_{\text{э}j}} k_4, \quad (13)$$

где  $P_{i(\text{заяв})}^p$  - расчетная мощность  $i$ -х высоковольтных или низковольтных электродвигателей, участвующих в максимуме нагрузки, кВт;  $P_{j(\text{заяв})}^k$  - каталожная мощность  $j$ -х прочих низковольтных электроприемников, участвующих в максимуме нагрузки, кВт;  $\eta_{\text{э}i}$ ,  $\eta_{\text{э}j}$  - КПД соответственно  $i$ -х высоковольтных или низковольтных электродвигателей и  $j$ -х прочих низковольтных электроприемников;  $k_4$  - коэффициент загрузки, принимаемый равным 0,8 - 0,9;  $n$ ,  $m$  - количество соответственно высоковольтных, низковольтных электродвигателей и прочих низковольтных электроприемников, участвующих в максимуме нагрузки.

Мощность электродвигателей, кВт	до 22	22 - 40	40 - 100	100 - 1000	1000 - 2000	св. 2000
КПД электродвигателей	0,72 - 0,89	0,89 - 0,91	0,91 - 0,92	0,92 - 0,94	0,94 - 0,95	0,95 - 0,97

**3.27.** Годовой расход активной электроэнергии  $W$ , кВт · ч, подлежащий оплате, может быть определен по данным табл. 30 (гр. 5) по формуле

$$W = \left( \sum_{i=1}^n \frac{P_i^p t}{\eta_{\text{э}i}} + \sum_{j=1}^m \frac{P_j^k t_1 k_4}{\eta_{\text{э}j}} \right) k_6, \quad (14)$$

где  $P_i^p$  - расчетная мощность  $i$ -х высоковольтных или низковольтных электродвигателей, кВт;  $P_j^k$  - каталожная мощность  $j$ -х прочих низковольтных электроприемников, кВт;  $t$ ,  $t_1$  - количество часов работы в году соответственно высоковольтных или низковольтных электродвигателей и прочих низковольтных электроприемников, ч;  $k_6$  - коэффициент, учитывающий расход электроэнергии вспомогательными механизмами, принимаемый равным 1,05.

### Стоимость тепловой энергии и топлива

**3.28.** Стоимость тепловой энергии  $C_T$ , тыс. руб., потребляемой на отопление, вентиляцию, технологические нужды и горячее водоснабжение зданий, определяется исходя из расчетного годового расхода тепла, рассчитываемого в теплотехнической части проекта, и тарифов на тепловую энергию по формуле

$$C_T = (Q_T C_T) / 1000, \quad (15)$$

где  $Q_T$  - годовой расход тепла, Гкал/год;  $C_T$  - стоимость 1 Гкал (тариф) соответствующего применяемого вида и параметра теплоносителя, руб/Гкал.

**3.29.** При определении расходов на тепловую энергию, получаемую и централизованном порядке, стоимость 1 Гкал тепла (горячей воды и пара) принимается по данным заказчика, а при отсутствии их - по тарифам на тепловую энергию.

При получении горячей воды и пара для систем водоснабжения и канализации предприятия от котельной этого предприятия стоимость единицы тепловой энергии принимается по представляемой заказчиком себестоимости 1 Гкал.

**3.30.** В случае проектирования собственной котельной в состав эксплуатационных затрат вместо затрат на тепловую энергию включаются затраты на топливо  $C_T$ , тыс. руб.

Затраты на топливо определяют по формуле

$$C_T = (Q_{\text{топл}} C_{\text{топл}}) / 1000, \quad (16)$$

где  $Q_{\text{топл}}$  - годовой расход топлива, т/год, или  $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $C_{\text{топл}}$  - оптовая цена соответствующего вида и марки топлива, руб/т; руб/1000  $\text{м}^3$ .

**3.31.** Для формирования полной цены на топливо, учитывающей транспортировку его до котельной, дополнительно к оптовой цене необходимо добавить затраты на транспортирование угля по железной дороге до станции назначения и затраты на перевозку автотранспортом угля и нефтяного топлива от станции назначения до котельной.

**3.32.** Оптовые цены на газ установлены при расчетной теплоте сгорания ( $Q_p^H$ ), равной  $34330 \pm 420 \text{ кДж/м}^3$  ( $8200 \pm 100 \text{ ккал/м}^3$ ). При отклонении фактической теплоты сгорания от расчетной более чем на  $420 \text{ кДж/м}^3$  ( $100 \text{ ккал/м}^3$ ) производят расчеты цены на газ в пересчете на фактическую теплоту сгорания. Пересчет на фактическую теплоту сгорания производится по формуле

$$(C_1 Q_{\text{рфакт}}^H) / 34330 \text{ кДж/м}^3 (8200 \text{ ккал/м}^3), \quad (17)$$

где  $C_1$  - цена по прейскуранту;  $Q_p^H$  - фактическая теплота сгорания,  $\text{кДж/м}^3$  ( $\text{ккал/м}^3$ ).

### Амортизационные отчисления

**3.33.** Амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов систем водоснабжения и канализации  $C_{\text{ам}}$ , тыс. руб., определяются в соответствии с нормами амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР и письмом Госстроя СССР № 18/2-3-58 от 31.05.90 по формуле

$$C_{\text{ам}} = \sum_{i=1}^m \left( K_i \frac{H_i}{100} \right), \quad (18)$$

где  $K_i$  - стоимость основных фондов  $i$ -го сооружения, оборудования, трубопровода и пр., тыс. руб.;  $H_i$  - норма амортизационных отчислений по  $i$ -му сооружению, оборудованию, трубопроводу и пр., %;  $m$  - количество основных фондов (сооружений, оборудования и прочих).

Стоимость основных фондов зданий, сооружений, оборудования и трубопроводов определяется на основе сметной стоимости строительства объекта.

### Стоимость воды, используемой на собственные нужды

**3.34.** По этой статье учитываются затраты на оплату воды, используемой на собственные нужды отдельных сооружений и систем водоснабжения и канализации.

В системах водоснабжения и канализации вода может быть использована на хозяйственно-питьевые и технологические нужды (промывку фильтров, гидрошламоудаление и т.д.).

**3.35.** Годовой расход воды на собственные нужды ( $Q_{\text{соб}}$ ), тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ , определяется в технологической части проекта.

Затраты на оплату воды  $C_v$ , тыс. руб., определяются по формуле

$$C_v = C_v (Q_{\text{соб}} / 100), \quad (19)$$

где  $C_v$  - тарифы на воду, забираемую из поверхностных или подземных источников, коп/м<sup>3</sup>.

### Затраты на текущий ремонт и прочие расходы

**3.36.** Затраты на текущий ремонт принимаются в размере 1 % сметной стоимости строительства объекта.

По статье «Прочие расходы» учитываются следующие виды затрат:  
износ и ремонт малоценных и быстроизнашивающихся инструментов, приспособлений, хозяйственного инвентаря;  
расходы на спецодежду, спецодежду, спецпитание и др.;  
расходы на технические усовершенствования;  
расходы по командировкам и разъездам;  
услуги сторонних организаций и цехов предприятий (выполнение отдельных работ

по благоустройству и поддержанию санитарного состояния территории, транспортные и другие услуги производственного назначения, в том числе вывоз отходов производства, мусора, аренда технических средств, механизмов и прочее);

другие неучтенные расходы.

**3.37.** Прочие расходы  $C_{пр}$ , тыс. руб., принимаются в размере 20 % суммы амортизационных отчислений  $C_{ам}$  и заработной платы обслуживающего персонала  $C_{зп}$  по формуле

$$C_{пр} = 0,2(C_{ам} + C_{зп}). \quad (20)$$

#### **4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**4.1.** Выбор проектных решений внеплощадочных систем водоснабжения и канализации основывается на методе сравнительной экономической эффективности. При определении экономической эффективности следует руководствоваться утвержденными методическими материалами, перечисленными в разд. 1 «Общие положения», а также «Руководством по выбору проектных решений в строительстве (общие положения)», М.: Стройиздат, 1982.

**4.2.** Показателем наилучшего варианта является минимум приведенных затрат. Приведенные затраты  $Z_i$  по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат (эксплуатационных расходов) и единовременных затрат (капитальных вложений), приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности или нормативным сроком окупаемости капитальных вложений.

$$Z_i = C_i + E_n K_i \rightarrow \text{минимум} \quad (21)$$

или

$$Z_i = K_i + T_n C_i \rightarrow \text{минимум},$$

где  $K_i$  - единовременные затраты (капитальные вложения) по каждому ( $i$ -му) варианту;  $C_i$  - текущие затраты (эксплуатационные) по тому же варианту;  $E_n$  - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, равный 0,12;  $T_n$  - нормативный срок окупаемости капитальных вложений - величина, обратная  $E_n$ .

**4.3.** Экономические расчеты по выбору вариантов проектных решений выполняются, как правило, по отличающимся элементам затрат. Затраты, определяемые косвенным путем, в расчетах сравнительной эффективности не учитываются (текущий ремонт в размере 1 %, прочие расходы, затраты по гл. 8 - 12 и резерв средств на непредвиденные работы и затраты).

**4.4.** Техничко-экономическими расчетами для обоснования выбора оптимальных проектных решений должны, в частности, охватываться вопросы выбора:

- источников водоснабжения;
- мест расположения водозаборных и водоочистных сооружений;
- мест выпуска сточных вод в водоемы;
- систем и схем водоснабжения, канализации и хвостовых хозяйств;
- условий повторного использования отработанных и очищенных сточных вод в системах производственного водоснабжения для орошения и других целей;
- методов очистки сточных вод;
- методов извлечения и утилизации содержащихся в сточных водах ценных веществ;
- методов обработки и утилизации осадка;
- числа и диаметров трубопроводов, материала труб, глубины заложения водоводов и коллекторов;
- объема и типа шламонакопителей;
- вместимости резервуаров и количества емкостных сооружений;
- отдельных прогрессивных технических решений (конструкций, технологического оборудования и блокировки сооружений и т.д.).

**4.5.** Если приведенные затраты по сравниваемым вариантам равны или незначительно отличаются друг от друга, лучшим является проектное решение,

обеспечивающее:

сокращение объема сброса очищенных сточных вод в водоемы и увеличение использования их для целей промышленного водоснабжения;

большую степень очистки сточных вод и извлечения ценных веществ, содержащихся в них;

простоту эксплуатации;

меньшую трудоемкость, материалоемкость и энергоемкость;

большую сборность конструкций;

меньшую площадь территории, занимаемой под строительство сооружений;

повышение производительности труда в строительстве и эксплуатации;

усиление охраны природы и улучшение использования природных ресурсов.

**4.6.** При сравнении вариантов проектных решений, отличающихся по очередности и продолжительности строительства, следует учитывать фактор времени, т.е. влияние одновременности капитальных вложений на их эффективность. Учет фактора времени проводится по общеизвестной типовой методике с применением коэффициента приведения  $\alpha_t$ , принимаемого по прил. 4.

**4.7.** Если варианты проектных решений отличаются различным вредным влиянием на окружающую среду, то при определении сравнительной экономической эффективности необходимо учитывать ущерб, наносимый народному хозяйству в результате этого влияния. Экономическая эффективность данных проектных решений рассчитывается в соответствии с «Временной типовой методикой, определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды» (см. разд. 1 «Общие положения» настоящего Пособия).

**4.8.** При проектировании объектов водоохранного значения сравнительная экономическая эффективность определяется с учетом предотвращаемого экономического ущерба.

Величина предотвращаемого экономического ущерба, наносимого народному хозяйству в результате сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод  $U_{\text{щ}}$ , равна разности между расчетными величинами ущерба до и после проведения водоохранных мероприятий ( $U_1, U_2$ )

$$U_{\text{щ}} = U_1 - U_2. \quad (22)$$

**4.9.** Показателем сравнительной экономической эффективности затрат на осуществление намечаемых водоохранных мероприятий является экономический эффект ( $\mathcal{E}$ ), определяемый по одной из формул:

$$\mathcal{E} = (Z_1 + U_1) - (Z_2 + U_2); \quad (23)$$

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) + (U_1 - U_2); \quad (24)$$

$$\mathcal{E} = (U_1 - U_2) - (Z_2 - Z_1); \quad (25)$$

$$\mathcal{E} = U_{\text{щ}} - \Delta Z, \quad (26)$$

где  $Z_1, Z_2$  - приведенные затраты до и после осуществления намечаемых водоохранных мероприятий;  $U_1, U_2$  - наносимый экономический ущерб до и после осуществления намечаемых водоохранных мероприятий;  $U_{\text{щ}}$  - экономический ущерб, предотвращаемый в результате осуществления намечаемых водоохранных мероприятий;  $\Delta Z$  - приведенные затраты на осуществление намечаемых водоохранных мероприятий.

**4.10.** При проведении мероприятий, осуществление которых требует длительного времени, а затраты изменяются во времени, экономический эффект определяется с учетом фактора времени в соответствии с временной типовой методикой, указанной выше.



## Особенности определения экономической эффективности отдельных сооружений водоохранного значения

**4.11.** В практике проектирования водоохраных объектов появляется необходимость определения экономической эффективности затрат по глубокой доочистке сточных вод. Эти затраты, как правило, значительны, а объем снимаемых загрязнений относительно невелик. Поэтому экономический эффект по сооружениям доочистки рекомендуется определять исходя из общего объема загрязнений, снимаемых на комплексах очистных сооружений, с учетом коэффициента, характеризующего долю приведенных затрат в сооружения доочистки.

**4.12.** Экономический эффект от осуществления доочистки сточных вод  $\mathcal{E}_d$  рекомендуется определять по формуле

$$\mathcal{E}_d = U_{\text{щ}}(Z_d / Z_{\text{оч}}) - Z_d = U_{\text{щ}}d - Z_d, \quad (27)$$

где  $U_{\text{щ}}$  - суммарный экономический ущерб, предотвращаемый в результате строительства и эксплуатации комплекса очистных сооружений, включающий сооружения по доочистке сточных вод (КОС);  $Z_{\text{оч}}$  - приведенные затраты по КОС;  $Z_d$  - приведенные затраты по сооружениям доочистки сточных вод;  $d$  - доля затрат на доочистку в общей сумме приведенных затрат по КОС.

По формуле (27) может быть определен экономический эффект от затрат в отдельные очистные сооружения, например в сооружения по обработке осадков сточных вод и др.

## 5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОРЯДОК ИХ РАСЧЕТОВ

### Расчеты технико-экономических показателей

**5.1.** После выбора варианта проектного решения рассчитывают технико-экономические показатели по рекомендуемому варианту. Расчеты выполняются в табличной форме с разбивкой по узлам внеплощадочных систем отдельно водоснабжения, канализации, хвостового хозяйства и оборотного водоснабжения (табл. 12 - 18). Состав характерных узлов внеплощадочных систем приведен ниже.

**5.2. Водоснабжение** (см. табл. 12). Гр. 3, табл. 12. Водозаборные сооружения. Поверхностные водозаборы (водоприемник, самотечный водовод, водоприемный колодец, насосная станция 1-го подъема, водозаборные сооружения совмещенного типа, зона санитарной охраны, берегоукрепление, искусственное понижение грунтовых вод, благоустройство территории, подъездные дороги, сооружения энергоснабжения и др.).

Подземные водозаборы (скважины, насосные станции 1-го подъема, благоустройство территории и кабельные сети внутри узла площадки водозабора, зона санитарной охраны, подъездные дороги, наблюдательные скважины, сбросной трубопровод для отвода воды при опробовании скважин и др.).

Гр. 4, табл. 12. Водоводы от источников водоснабжения до станции водоподготовки (все сооружения, виды работ и затрат по трассе водоводов, включая дюкеры и переходы через дороги).

Гр. 5 - 6, табл. 12. Станции водоподготовки для хозяйственно-питьевых нужд и для производственных нужд (все сооружения, виды работ и затрат по площадке станции водоподготовки).

Гр. 7 - 8, табл. 12. Водоводы и сооружения на них от станции водоподготовки до потребителя для хозяйственно-питьевых и для производственных нужд (см. гр. 4).

Гр. 9 - 10, табл. 12. Сооружения глубокой очистки сточных вод, направляемых на повторное использование: сети с сооружениями на них и очистные сооружения (см. гр. 5 - 6).

Гр. 11, табл. 12. Здания, сооружения общего назначения и прочие объекты (административный корпус, проходная, котельная, душевая, ремонтно-механическая мастерская, гараж, транспортные средства, благоустройство, дороги и прочие виды работ и затрат, относящиеся к зданиям и сооружениям общего назначения).

Специальные ЛЭП, внешние дороги, теплофикационные трассы, жилые постройки и др.).

**5.3. Канализация** (см. табл. [13](#)). Гр. 3. Сооружения по отведению сточных вод до станции очистки.

Гр. 4 - 7. Станция очистки по сооружениям: механической очистки; биологической, физико-химической и пр.; глубокой очистки (доочистки); обработки осадков.

Гр. 8 - 9. Сооружения по сбросу сточных вод после станции очистки: в водоем; в систему промводоснабжения.

Гр. 10 - 11. Дождевая канализация - сети с сооружениями на них, регулирующие и очистные сооружения.

Гр. 12. Здания, сооружения общего назначения и прочие объекты (см. п. [5.2](#), гр. 11).

**5.4. Хвостовое хозяйство** (см. табл. [14](#)). Гр. 3. Узел сгущения (отстойники, водоводы, реагентное хозяйство, насосная станция осветленной воды и прочие виды работ и затрат по узлу сгущения).

Гр. 4. Магистральные пульповоды (магистральные пульповоды, пульпонасосные станции, все виды работ и затрат по трассе магистральных пульповодов, включая дюкеры и переходы через дороги).

Гр. 5. Хвостохранилище (хвостохранилище с разводящими пульповодами, все виды работ и затрат по хвостохранилищу).

Гр. 6 - 8. Система оборотного водоснабжения - всего (все сооружения по подаче и очистке осветленной воды), в том числе водоводы (водосбросные сооружения, водоводы осветленной воды, насосная станция оборотного водоснабжения, все виды работ и затрат по трассе водоводов осветленной воды); очистные сооружения (все сооружения, виды работ и затрат по очистке осветленной воды, включая реагентное хозяйство).

Гр. 9. Здания, сооружения общего назначения и прочие объекты (см. выше).

**5.5. Охлаждающие системы оборотного водоснабжения** (см. табл. [15](#)). Гр. 3. Охлаждатели оборотной воды (градирни, пруды-охлаждатели, другие сооружения и все виды работ и затрат по площадке).

Гр. 4. Насосные станции (все сооружения, виды работ и затрат по площадке насосной станции, включая камеры горячей и холодной воды).

Гр. 5 - 7. Сооружения по обработке и очистке воды - всего (все сооружения, виды работ и затрат по площадке), в том числе сооружения по очистке воды (отстойники, нефтеловушки, фильтры и пр.); сооружения по стабилизационной обработке воды и пр. (сооружения по стабилизационной обработке оборотной воды, ингибированию, частичной фильтрации, предотвращению биообрастания, хлорированию, включая реагентное хозяйство).

Гр. 8. Сети (все сооружения, виды работ и затрат по трассам трубопроводов, все сети, в том числе внутривозрадные, не учтенные в гр. 3 - 7).

Гр. 9. Здания, сооружения общего назначения и прочие объекты (см. выше).

**5.6. Общие затраты, которые трудно отнести к тому или иному узлу системы, как правило, распределяют по этим узлам пропорционально их сметной стоимости строительства (например, затраты по гл. 8 - 12 сводного сметного расчета и резерв средств на непредвиденные работы и затраты и прочее). Общие затраты по гл. 1 «Подготовка территории строительства» распределяются по узлам системы пропорционально занимаемой ими территории.**

**5.7. При определении величины капитальных вложений - полной сметной стоимости строительства (см. табл. [22](#), [23](#)) необходимо учитывать следующее.**

В тех случаях, когда проект выполняется организацией, являющейся генпроектировщиком, величина капитальных вложений соответствует итоговой сумме стоимости строительства сводного сметного расчета.

В тех случаях, когда проект выполняется на субподрядных началах и сводный сметный расчет стоимости строительства (ССРСС) в полном объеме отсутствует, величина капитальных вложений определяется с учетом всех затрат по главам 8 - 12 ССРСС и резерва средств на непредвиденные работы и затраты. Для этого к стоимости



строительства объекта, определенной сметой к проекту, необходимо добавить указанные выше затраты в размерах, установленных генпроектировщиком, или в размерах, приведенных ниже.

	По рабочему проекту	По проекту
К стоимости строительства, определенной по главам 1 - 7 ...	22 %	28 %
К стоимости строительства, определенной по главам 1 - 7, 12 и включающей непредвиденные работы и затраты .....	14 %	19 %

**5.8.** Стоимость основных фондов, вводимых в действие (см. табл. [12](#), [15](#), [22](#), [23](#)), определяется сметой на строительство за вычетом следующих затрат:

расходов на подготовку эксплуатационных кадров для основной деятельности вновь строящихся предприятий, предусмотренных в сводных сметных расчетах стоимости строительства этих предприятий;

затрат на временные (нетитульные) здания, сооружения и устройства за счет накладных расходов строительных организаций;

затрат на консервацию строительства и других затрат, не увеличивающих стоимости основных производственных фондов.

Стоимость основных фондов равна или меньше сметной стоимости строительства.

Показатель «Стоимость основных производственных фондов» до реконструкции и расширения представляет собой балансовую стоимость существующих (действующих) зданий, сооружений и оборудования систем водоснабжения и канализации.

**5.9.** Стоимость основных производственных фондов после реконструкции и расширения  $\Phi$ , тыс. руб., определяется по формуле

$$\Phi = \Phi_{д} + \Phi_{н} + \Phi_{б} - \Phi_{б}PT0,01 - K_{рем} - K_{утил} + K_{тр}, \quad (28)$$

где  $\Phi_{д}$  - балансовая стоимость действующих основных производственных фондов, тыс. руб.;  $\Phi_{н}$  - стоимость вновь вводимых основных производственных фондов, тыс. руб.;  $\Phi_{б}$  - балансовая стоимость заменяемых основных производственных фондов, списываемых на уничтожение, тыс. руб.;  $P$  - норма амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию), %;  $T$  - период времени, отработанный списываемыми основными фондами, год;  $K_{рем}$  - недоиспользованный резерв на капитальный ремонт списываемых основных фондов, тыс. руб. Недоиспользованный резерв на капитальный ремонт - это разница между суммой амортизационных отчислений на капитальный ремонт и его фактическими затратами за период времени  $T$ ;  $K_{утил}$  - стоимость утилизации заменяемых основных фондов, списываемых на уничтожение (стоимость металлолома и т.п.);  $K_{тр}$  - транспортные затраты и другие расходы, связанные с утилизацией, тыс. руб.

**5.10.** В случаях разработки проекта на субподрядных началах стоимость основных фондов определяется с учетом затрат по гл. 8 - 10, 12 ССРСС и резерва средств на непредвиденные работы и затраты. Для этого стоимость основных фондов, определенную на основе сметы к проекту, необходимо увеличить в размерах, установленных генпроектировщиком, или в размерах, приведенных ниже.

	По рабочему проекту	По проекту
К стоимости строительства, определенной по главам 1 - 7 ...	21 %	26 %
К стоимости строительства, определенной по гл. 1 - 7, 12 и включающей непредвиденные работы и затраты .....	13 %	17 %

**5.11.** Стоимость основных фондов - зданий и сооружений складывается из сметной стоимости строительных работ и прочих затрат, а стоимость оборудования - из сметной стоимости монтажных работ и оборудования. Затраты по гл. 8 - 10, 12 и резерв средств на непредвиденные работы и затраты, как правило, относятся к стоимости зданий и сооружений.

**5.12.** Показатели материалоемкости (табл. [22](#), [23](#)) и расхода основных строительных материалов (стали, цемента, лесоматериалов) (табл. [12](#) - [15](#)) указываются в условном

исчислении. Коэффициенты приведения (пересчета) основных строительных материалов для условного исчисления принимаются по прил. 3.

**5.13.** Себестоимость воды, сточных вод (см. табл. 12 - 15, 22, 23) определяется по формуле

$$C = (C_T \cdot 100) / Q_{\text{год}}, \quad (29)$$

где  $C$  - себестоимость, коп.;  $C_T$  - годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.;  $Q_{\text{год}}$  - годовая производительность, тыс. м<sup>3</sup>.

### **Особенности определения капитальных вложений при реконструкции объектов**

**5.14.** Величина капитальных вложений по реконструкции систем водоснабжения и канализации (ВиК) определяется следующим образом.

Для той части заменяемых сооружений или оборудования, которые списываются и уничтожаются с утилизацией последних и без нее, капиталовложения определяются по формуле

$$K' = K'_n + K_a - K_{\text{утил}} + K_{\text{тр}}, \quad (30)$$

где  $K'_n$  - капиталовложения по новым сооружениям и оборудованию, которые дополняют или заменяют списываемые сооружения и оборудование базового варианта с учетом затрат по их сносу и демонтажу, тыс. руб.;  $K_a$  - стоимость недоамортизированной части заменяемых сооружений и оборудования, списываемых на уничтожение, тыс. руб.

$$K_a = K_{\text{рен}} - K_{\text{рем}} = \Phi_б - (\Phi_б P T) / 100 - K_{\text{рем}}, \quad (31)$$

где  $K_{\text{рен}}$  - невыплаченная сумма реновационных отчислений списываемых основных фондов, тыс. руб.;  $K_{\text{рем}}$  - неиспользованный резерв на капитальный ремонт списываемых основных фондов, тыс. руб. Неиспользованный резерв на капитальный ремонт - это разница между суммой амортизационных отчислений на капитальный ремонт и его фактическими затратами за период времени  $T$ ;  $T$  - период времени, отработанный списываемыми основными фондами, год;  $\Phi_б$  - балансовая стоимость списываемых основных фондов, тыс. руб.;  $P$  - норма амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию), %;  $K_{\text{утил}}$  - стоимость утилизации заменяемых сооружений и оборудования, списываемых на уничтожение (стоимость металлолома и т.п.), тыс. руб.;  $K_{\text{тр}}$  - транспортные затраты и другие расходы, связанные с утилизацией, тыс. руб..

**5.15.** Для той части заменяемого оборудования, которое передается для дальнейшего использования на другие участки производства (другие предприятия), капиталовложения по новой технике могут быть определены по формуле

$$K'' = K''_n - K_б + K_{\text{тр}}, \quad (32)$$

где  $K''_n$  - капиталовложения по новому оборудованию, которое дополняет или заменяет оборудование, передаваемое на другие участки производства, с учетом затрат по его демонтажу, тыс. руб.;  $K_б$  - балансовая стоимость оборудования, передаваемого на другие участки производства, тыс. руб.;  $K_{\text{тр}}$  - затраты по транспортировке заменяемого оборудования на другие участки производства, тыс. руб.

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТАХ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НОВОЙ ТЕХНИКИ, ИЗОБРЕТЕНИЙ И РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ**

**6.1.** Настоящие методические рекомендации разработаны в соответствии с «Методикой (Основными положениями) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений», утвержденной постановлением Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике, Госпланом СССР, АН СССР и Госкомитетом по делам изобретений и открытий от 14 февраля 1977 г. № 48/16/13/3,

«Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» [СН 509-78](#) и «Временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», одобренной Госпланом СССР, Госстроем СССР и Академией наук СССР.

**6.2.** В прил. [2](#) приведены типовые примеры расчетов, которые являются условными и служат только для методических целей.

**6.3.** В настоящие методические рекомендации входят лишь те разделы, которые отражают специфику водоснабжения и канализации, а также особенности методов расчета экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в данном виде строительства.

### **Особенности методического подхода к определению экономической эффективности систем водоснабжения и канализации**

**6.4.** Специфичность объектов водоснабжения и канализации (ВиК) заключается в том, что эти объекты можно рассматривать с точки зрения их целевого назначения и отраслевой направленности как отдельные предприятия, водоохранные объекты и объекты строительства. Эта специфичность обуславливает особенности методического подхода к определению экономической эффективности применения в проектах прогрессивных технических решений, создания и использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в данном виде строительства\*.

\* В дальнейшем в целях краткости изложения прогрессивные технические решения, новая техника, изобретения и рационализаторские предложения будут называться новой техникой. Под новой техникой подразумеваются достижения науки, техники и передовой опыт.

**6.5.** Экономическая эффективность определенного вида новой техники, которая благодаря своему характеру и назначению предопределяет необходимость рассмотрения объекта ВиК как отдельного предприятия, определяется по «Методике (Основным положениям) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений», а как объекта строительства - по «Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» [СН 509-78](#). В случаях рассмотрения систем ВиК как водоохранных объектов экономическая эффективность новой техники определяется по «Временной типовой методике определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды».

**6.6.** Для систем ВиК характерна такая новая техника, которую необходимо рассматривать комплексно, во взаимосвязи с промышленным производством, строительством, а также с мероприятиями по рациональному использованию и охране водных ресурсов. Особенности расчета экономической эффективности от создания и использования указанной новой техники отражены в нижеприведенных методических рекомендациях.

### **Расчет годового экономического эффекта**

**6.7.** В связи с вышеуказанным, мероприятия по созданию и использованию новой техники, характерные для водоснабжения и канализации, можно подразделять на несколько групп.

#### *Группа 1. Новые технологические процессы*

**6.8.** К первой группе относятся прогрессивные технические решения, которые оказывают влияние на технико-экономические показатели (единичную производительность сооружений, качество очистки, снижение удельных капитальных и эксплуатационных затрат) собственно систем водоснабжения и канализации, условно рассматриваемые как отдельные предприятия.

К этим техническим решениям относятся: создание и использование новых и совершенствование существующих технологий водоочистки, очистки сточных вод, обработки осадка и т.п.; механизации и автоматизации процессов водоснабжения и канализации, применение новых способов организации ВиК, организации труда и управления, внедрение новых и совершенствование существующих методов очистки, замкнутых систем водного хозяйства, применение нового типа экрана для шламонакопителя и т.п., обеспечивающих экономию производственных ресурсов, без изменения объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений при одном и том же объеме работ (производительности системы).

**6.9.** Годовой экономический эффект по первой группе мероприятий рассчитывается по формуле (3) Методики (Основных положений).

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2 = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2), \quad (33)$$

где  $\mathcal{E}$  - годовой экономический эффект, тыс. руб.;  $Z_1$  и  $Z_2$  - приведенные затраты по базовой и новой технике, тыс. руб.;  $C_1$  и  $C_2$  - годовые эксплуатационные расходы по базовой и новой технике, тыс. руб.;  $K_1$  и  $K_2$  - капитальные вложения в производственные фонды по базовой и новой технике, тыс. руб.;  $E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15\*.

\* В последующих формулах  $E_n$  также принимается равным 0,15.

#### *Группа 2. Новое и усовершенствованное оборудование*

**6.10.** Ко второй группе относится использование в водоснабжении и канализации новых и усовершенствованных средств труда долговременного применения (насосы, воздуходувки, вентиляторы, конденсаторы, центрифуги, фильтрпрессы, илоскребы, сетки рыбозащитные, оросители, аэраторы, приборы и т.п.) с улучшенными качественными характеристиками (единичная производительность, долговечность, издержки эксплуатации), но не меняющее объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений.

**6.11.** Годовой экономический эффект по второй группе мероприятий рассчитывается по формуле (4) Методики (Основных положений). Для условий водоснабжения и канализации эта формула приобретает следующий вид:

$$\mathcal{E} = Z_1 \frac{B_2 P_1 + E_n}{B_1 P_2 + E_n} + \frac{(I'_1 - I'_2) - E_n (K'_2 - K'_1)}{P_2 + E_n} - Z_2, \quad (34)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  - приведенные затраты на общее количество средств труда (оборудования, приборов и т.п.), соответственно по базовой и новой технике, тыс. руб., рассчитываемые по формуле

$$Z = (C + E_n K) A, \quad (35)$$

где  $C$  - себестоимость изготовления единицы средств труда (одного насоса, одной воздуходувки и т.д.), тыс. руб.;  $K$  - удельные капиталовложения в основные производственные фонды завода-изготовителя с учетом удельных единовременных затрат на ПНР и ОКР (научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские работы), тыс. руб.;  $A$  - общее количество средств труда (количество насосов, воздуходувок и т.д.), используемых в сооружениях водоснабжения и канализации;  $B_1$  и  $B_2$  - годовые объемы воды (объемы сточных вод, осадка и т.д.), перерабатываемые при использовании соответственно базовых и новых средств труда, в натуральных единицах (тыс. м<sup>3</sup> воды и т.д.);  $P_1$  и  $P_2$  - доли отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление (реновацию) базовых и новых средств труда;  $I'_1$  и  $I'_2$  - годовые эксплуатационные издержки потребителя (издержки перекачки, охлаждения, очистки, транспортировки воды и т.д.) при использовании базовых и новых средств труда (оборудования, приборов и т.д.) в расчете на объем работы, производимой с помощью новых средств труда, тыс. руб. В этих издержках учитываются только часть амортизации, предназначенная на капитальный ремонт средств труда, т.е. без учета средств на их реновацию, а также амортизационные отчисления по сопутствующим

капитальным вложениям потребителя;  $K'_1$  и  $K'_2$  - сопутствующие капиталовложения потребителя, без учета стоимости рассматриваемых средств труда (оборудования, приборов и т.д.) при использовании базового и нового средств труда в расчете на объем работы (перекачки, охлаждения, очистки воды и т.д.), производимой с помощью нового средства труда, тыс. руб.

Примечание. Значения  $(P_1 + E_n)$  и  $(P_2 + E_n)$  здесь и в последующих формулах настоящих рекомендаций принимаются по данным прил. 5 в соответствии со сроками службы старой и новой техники.

*Группа 3. Новые объемно-планировочные и конструктивные строительные решения, новые строительные материалы и конструкции*

**6.12.** К третьей группе относятся прогрессивные решения по использованию в строительстве объектов ВиК новых строительных конструкций (свай-колонн, новых плит покрытий, унифицированных сборных железобетонных конструкций, пластмассовых труб и т.п.), по использованию новых и усовершенствованию уже применяемых материалов, деталей, полуфабрикатов (оросителей из асбестоцементных листов, деталей из модифицированной древесины мягколиственных пород, профилированных полиэтиленовых листов и противокоррозионных материалов, нового крепления откосов плотины, блокировки и т.п.), а также средств труда со сроком службы менее одного года.

**6.13.** При использовании новых строительных конструкций, строительных материалов, деталей и т.д., а также средств труда со сроком службы менее года, относящихся к мероприятиям третьей группы, годовой экономический эффект рассчитывается по формуле (3) Инструкции [СН 509-78](#). Для условий строительства объектов ВиК эту формулу можно записать в следующем виде:

$$Z = (Z_1 + Z_{c1})\varphi + \mathcal{E}_3 - (Z_2 + Z_{c2}), \quad (36)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  - приведенные затраты на заводское изготовление строительных конструкций, деталей и т.д. с учетом стоимости транспортировки до строительной площадки по базовой и новой технике тыс. руб.; причем  $Z_1$  и  $Z_2$  определяются по формуле

$$Z = [(C + E_n K)A + T] / 1000, \quad (37)$$

где  $C$  - себестоимость заводского изготовления единицы строительных конструкций, деталей и т.д., руб.;  $K$  - удельные капиталовложения и основные производственные фонды завода-изготовителя (предприятия промышленности стройматериалов) с учетом удельных единовременных затрат на НИР и ОКР, руб.;  $A$  - годовой объем производства строительных конструкций, материалов и т.д., используемых на объектах строительства сооружений водоснабжения, канализации и гидросооружений, в натуральных единицах (шт., м<sup>3</sup>, м, т и др.);  $T$  - стоимость, транспортировки конструкций, деталей и т.п. от завода-изготовителя до строительной площадки, включающая в себя транспортные и заготовительно-складские расходы, затраты на тару и реквизит, наценки снабженческих и сбытовых организаций, руб.;  $Z_{c1}$  и  $Z_{c2}$  - приведенные затраты по возведению конструкций, деталей и т.д. на стройплощадке (без учета стоимости заводского изготовления конструкций) по базовой и новой технике, тыс. руб.,  $Z_{c1}$  и  $Z_{c2}$  определяются по формуле

$$Z_c = [(C_c + E_n K_c)A] / 1000, \quad (38)$$

где  $C_c$  - себестоимость строительно-монтажных работ\* по возведению одной конструкции (детали и т.д.) без учета ее стоимости, руб.;  $K_c$  - удельные капитальные вложения в производственные фонды строительной организации, руб.;  $\varphi$  - коэффициент изменения срока службы новой строительной конструкции по сравнению с базовой.

\* Себестоимость строительно-монтажных работ, определяемая на стадии проектирования, принимается в размере 92,59 % сметной стоимости строительно-монтажных работ (без учета компенсации).



$$\varphi = (P_1 + E_n) / (P_2 + E_n), \quad (39)$$

где  $P_1, P_2$  - доли сметной стоимости строительных конструкций в расчете на 1 год их службы по сравниваемым вариантам, которые принимаются по данным прил. 5;  $\mathcal{E}_3$  - экономия в сфере эксплуатации конструкций за срок ее службы, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = [(I_1 - I_2) - E_n(K_2 - K_1)] / (P_2 + E_n), \quad (40)$$

где  $I_1$  и  $I_2$  - годовые издержки в сфере эксплуатации строительных конструкций (капитальный ремонт, восстановление и поддержание предусмотренной проектом надежности конструкций, текущий ремонт и техническое обслуживание) по базовой и новой технике в расчете на объем работ, производимый с помощью новой техники, тыс. руб.;  $K_1$  и  $K_2$  - сопутствующие капитальные вложения в сфере эксплуатации строительных конструкций (без учета стоимости конструкций) по базовой и новой технике, в расчете на объем работ, производимый с помощью новой техники, тыс. руб.

Формула (36) может принимать вид

$$\mathcal{E} = [(Z_1 + Z_{c1})\varphi + \mathcal{E}_3 - (Z_2 + Z_{c2})]A_2, \quad (41)$$

где  $Z_1, Z_{c1}, Z_2, Z_{c2}$  и  $\mathcal{E}_3$  - затраты на единицу строительных конструкций, материалов и т.д.;  $A_2$  - годовой объем производства строительных конструкций, материалов и т.д., используемых на объектах строительства сооружений водоснабжения, канализации и гидросооружений, относящихся к новой технике, в натуральных единицах (шт., м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, м, т и т.д.).

**6.14.** При проектировании крупных объектов, включенных в планы новой техники, и при длительной продолжительности их строительства (более одного года) экономический эффект определяется от строительства объекта в целом, т.е. за весь период его возведения с приведением затрат и результатов к году ввода объекта в действие по формуле (4) Инструкции СН 509-78.

$$\mathcal{E} = \beta\varphi \sum_{i=1}^n Z_{1i}\alpha_i + \mathcal{E}_3 - \sum_{i=1}^m Z_{2i}\alpha_i, \quad (42)$$

где  $Z_{1i}$  и  $Z_{2i}$  - приведенные затраты в  $i$ -м году строительства объекта ВиК по базовой и новой технике, которые определяются по формуле

$$Z_i = C_i + E_n K_i, \quad (43)$$

где  $C_i$  - себестоимость строительно-монтажных работ в  $i$ -м году строительства по соответствующим вариантам, тыс. руб.;  $K_i$  - капиталовложения в производственные фонды строительной организации с учетом сопряженных капиталовложений и промышленность строительных конструкций в  $i$ -м году строительства по соответствующим вариантам, тыс. руб.;  $\alpha_i$  - коэффициент приведения к году завершения строительства, от которого начинается отсчет, при этом  $\alpha_t$  принимается за 1, т.е.  $\alpha_0 = 1$ . Для года, предшествующего завершающему, коэффициент приведения принимается при  $t = 1$  по данным прил. 6, т.е.  $\alpha_1 = 1,1$  и т.д.;  $\beta$  - коэффициент учета изменения качественных параметров сравниваемых вариантов (производительность, пропускная способность, полезная площадь зданий и сооружений и др.), зависящих только от строительных проектных решений.

Указанный коэффициент рассчитывается по формуле

$$\beta = B_2 / B_1, \quad (44)$$

где  $B_1$  и  $B_2$  - годовая производительность, пропускная способность и др. аналогичные качественные параметры соответственно по базовой и новой технике;  $\varphi$  - коэффициент учета изменения срока службы нового типа зданий (сооружений) по сравнению с базовым, который определяется по формуле (39);  $\mathcal{E}_3$  - экономия в сфере эксплуатации зданий (сооружений) за срок службы, рассчитывается по формуле (40) в расчете на объем работ, производимый с помощью новой техники, тыс. руб.;  $n, m$  - период строительства по сравниваемым вариантам, годы.

#### *Группа 4. Новые типы зданий и сооружений*

**6.15.** К четвертой группе мероприятий относятся проектные решения, связанные с созданием и использованием зданий и сооружений нового типа с улучшенными объемно-планировочными, конструктивными и технологическими решениями по сравнению с заменяемыми типами зданий и сооружений с той же номинальной производительностью, емкостью, полезной площадью и т.п., обеспечивающих повышение их технических и эксплуатационных качеств. Например, применение высоконагружаемых нефтеловушек-флотаторов, фильтров полиуретановых, электрофлотаторов, иловых площадок с гравийными колодцами, радиальных фильтров, загруженных горелой породой, и т.д.

**6.16.** Годовой экономический эффект от применения проектных решений, относящихся к четвертой группе мероприятий, определяется по формуле (33) настоящих Методических рекомендаций.

#### *Группа 5. Новые технологические процессы строительства, новые способы организации строительства*

**6.17.** К этой группе относятся применение новых технологических процессов строительства, механизация и автоматизация строительства, применение новых способов организации строительства и труда, обеспечивающих экономию производственных ресурсов без изменения конструктивных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений, а также использование новых строительных машин, оборудования и других средств труда долговременного применения. Экономическая эффективность указанных мероприятий определяется по формулам (5) и (7) [СН 509-78](#).

#### **Дополнительная экономическая эффективность**

**6.18.** При создании и использовании принципиально новых проектных решений, обеспечивающих получение социального эффекта (уменьшение или предотвращение загрязнения водоемов и т.д.), сравнительная экономическая эффективность которых не определяется по формулам [СН 509-78](#) и Методики (Основных положений), годовой экономический эффект выразится в виде разницы приведенных затрат на предотвращение ущерба, наносимого народному хозяйству в результате загрязнения водоемов, с учетом экономии или перерасхода затрат, непосредственно связанных с созданием и использованием новой техники.

**6.19.** Годовой экономический эффект от создания и использования новой техники, указанной в п. [6.8](#), определяется по формуле, представленной в общем виде

$$\mathcal{E} = Z_1 + V_{\text{щ}} - Z_2, \quad (45)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  - приведенные затраты соответственно по базовой и новой технике, тыс. руб.;  $V_{\text{щ}}$  - предотвращаемый экономический ущерб, наносимый народному хозяйству в результате загрязнения водоемов, тыс. руб.

Годовой экономический эффект от создания и использования автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) очистки вод определяется по формуле, которая является модификацией вышеуказанной формулы (45)

$$\mathcal{E} = V_{\text{щ}} + \Delta\mathcal{E} - E_{\text{н}}K_{\text{а}}, \quad (46)$$

где  $\Delta\mathcal{E}$  - экономия годовых эксплуатационных расходов по очистке воды в результате создания и использования АСУТП;  $K_{\text{а}}$  - капитальные затраты на создание АСУТП.

#### **Экономическая эффективность сокращения продолжительности строительства\***

**6.20.** По отдельно строящимся\* объектам ВиК, когда ввод их в эксплуатацию не зависит или не связан с вводом в действие промышленного предприятия или комплекса предприятий, годовой экономический эффект от сокращения продолжительности строительства объектов ВиК определяется по формулам (8), (9), (10) [СН 509-78](#).

\* При начислении и выплате премии учитывается экономический эффект лишь от фактического сокращения продолжительности строительства.

Причем в практике проектирования систем ВиК преобладают проектные решения, эффективность которых относительно сокращения продолжительности строительства определяется в основном от функционирования объекта за период досрочного ввода, т.е. по формуле (10) [СН 509-78](#) или по формуле (49) настоящих Рекомендаций.

**6.21.** Экономический эффект от сокращения продолжительности строительства объектов ВиК определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_\Phi, \quad (47)$$

где  $\mathcal{E}_y$  - эффект от сокращения условно-постоянных расходов строительной организации, тыс. руб.;  $\mathcal{E}_\Phi$  - эффект в сфере эксплуатации от функционирования объекта за период досрочного ввода, тыс. руб.

$$\mathcal{E}_y = H(1 - T_2 / T_1), \quad (48)$$

где  $H$  - условно-постоянные расходы по варианту с продолжительностью строительства  $T_1$ , тыс. руб.;  $T_1$  и  $T_2$  - продолжительность строительства по сравниваемым вариантам (соответственно большая и меньшая), год.

$$\mathcal{E}_\Phi = E_n \Phi (T_1 - T_2), \quad (49)$$

где  $\Phi$  - стоимость основных фондов, досрочно введенных в действие, тыс. руб.

**6.22.** Если объекты ВиК строятся или намечаются к строительству в составе промышленного предприятия или комплекса предприятий, годовой экономический эффект от сокращения продолжительности строительства объектов ВиК определяется в зависимости от степени влияния этого сокращения на общую продолжительность строительства предприятия или комплекса предприятий.

**6.23.** Если сокращение продолжительности строительства объектов ВиК уменьшает общую продолжительность строительства предприятия или комплекса предприятий, то экономический эффект определяется за период досрочного ввода предприятия или комплекса предприятий по формулам:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_y^n + \mathcal{E}_\Phi^n; \quad (50)$$

$$\mathcal{E}_y^n = H_n \left( 1 - \frac{T_1^n + \Delta t}{T_1^n} \right); \quad (51)$$

$$\mathcal{E}_\Phi^n = E_n \Phi_n \Delta t, \quad (52)$$

где  $H_n$  - условно-постоянные расходы по строительству предприятия или комплекса предприятий с продолжительностью строительства  $T_1^n$ , тыс. руб.;  $T_1^n$  - продолжительность строительства предприятия или промышленного комплекса в целом по базовому варианту, год;  $\Delta t$  - сокращение продолжительности строительства предприятий, достигаемое за счет сокращения продолжительности строительства объектов ВиК, год;  $\Phi_n$  - стоимость основных фондов предприятия или промышленного комплекса, досрочно введенных в действие, тыс. руб.

**6.24.** Экономический эффект, полученный в результате сокращения продолжительности строительства и рассчитанный по формулам (47) - (50), суммируется с экономическим эффектом, рассчитанным по формулам (33) - (46).

### Капитальные и эксплуатационные затраты

**6.25.** При расчетах экономической эффективности создания и использования новой техники эксплуатационные расходы определяются по отличающимся элементам. Стоимость реагентов, электрической и тепловой энергии, топлива, воды рассчитывается по действующим тарифам и оптовым ценам. Затраты, определяемые косвенным путем (текущий ремонт - 1 % и прочие расходы), в расчетах экономического эффекта не учитываются.

**6.26.** При использовании новой техники на действующих объектах водоснабжения и канализации капитальные вложения определяются по методике, изложенной в п. 5.14.

**6.27.** При определении годового экономического эффекта по формулам (34) - (42) в



случае отсутствия исходных данных, вместо приведенных затрат -  $Z_1, Z_2, (Z_1 + Z_{c1}), (Z_2 + Z_{c2}), Z_{1i}, Z_{2i}$  - может применяться сметная стоимость соответствующих видов базовой и новой техники.

**6.28.** При сравнении вариантов проектных решений с применением зарубежной техники вместо приведенных затрат используются внутренние оптовые цены на импортные приборы, оборудование и т.д. Эти цены определяются на основе данных о курсе иностранной валюты с пересчетом во внутренние рубли на основе переводных коэффициентов, устанавливаемых Госкомцен СССР, и величине накладных расходов, связанных с импортом оборудования и запасных частей, и комиссионных вознаграждений в пользу внешнеторговых организаций.

**6.29.** Если параметры новой техники лучше, чем у базовой с точки зрения рационального использования водных ресурсов и охраны их от загрязнения, то для приведения вариантов базовой техники в сопоставимый вид следует дополнительно учесть затраты, необходимые для создания устройств, сооружений и т.д., обеспечивающих достижение улучшенных параметров новой техники.

**6.30.** В случае утилизации ценных веществ, извлекаемых из сточных вод в процессе их очистки и обезвреживания, величина годовых эксплуатационных расходов ( $\mathcal{E}'$ ) рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}' = \mathcal{E} - C_{\text{реал}}, \quad (53)$$

где  $\mathcal{E}$  - годовые эксплуатационные расходы очистки и обезвреживания сточных вод и извлечения из них ценных веществ (продуктов), тыс. руб.;  $C_{\text{реал}}$  - стоимость реализации извлекаемых ценных веществ (продуктов), тыс. руб./год.

**6.31.** В случае экономии или перерасхода воды, забираемой промышленными предприятиями из водохозяйственных систем, величина эксплуатационных расходов соответственно должна быть уменьшена или увеличена на размер оплаты воды по утвержденным тарифам.

## 7. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЗОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**7.1.** В случае определения базовых значений ТЭП на основе анализа экономических проектов или проектов-аналогов показатели этих проектов приводятся в сопоставимый вид путем пересчета стоимостных показателей. Сметная стоимость строительства, среднегодовая заработная плата обслуживающего персонала, стоимость электроэнергии, топлива, реагентов и пр. приводятся к уровню цен и тарифов района, в котором намечается строительство проектируемого объекта. При этом стоимость строительно-монтажных работ (СМР) проекта-аналога умножается на коэффициент, получаемый от деления соответствующих отраслевых территориальных коэффициентов проектируемого объекта и проекта-аналога

$$C_{\text{ан}} = C_{\text{ам}} k' = C_{\text{ам}} (k_{\text{п}} / k_{\text{а}}), \quad (54)$$

где  $C_{\text{ан}}$  - сметная стоимость СМР проекта-аналога в ценах района, в котором намечается строительство проектируемого объекта;  $C_{\text{ам}}$  - сметная стоимость СМР проекта-аналога в местных ценах;  $k'$  - коэффициент;  $k_{\text{п}}$  - отраслевой территориальный коэффициент проектируемого объекта;  $k_{\text{а}}$  - отраслевой территориальный коэффициент проекта-аналога.

**7.2.** Отраслевые территориальные коэффициенты (переходные коэффициенты от местных цен к базисным) определяют по формулам

$$k_{\text{п}} = C_{\text{пм}} / C_{\text{пб}}; \quad (55)$$

$$k_{\text{а}} = C_{\text{ам}} / C_{\text{аб}}; \quad (56)$$

где  $C_{\text{пм}}$  - сметная стоимость СМР проектируемого объекта в местных ценах;  $C_{\text{пб}}$  - сметная стоимость СМР проектируемого объекта в базовых ценах;  $C_{\text{аб}}$  - сметная стоимость СМР проекта-аналога в базисных ценах.

Стоимость оборудования не корректируется.

**7.3.** В связи с различными районными климатическими условиями и наличием или отсутствием мокрых грунтов изменение стоимости строительно-монтажных работ определяется по специальному расчету, учитывающему местные и климатические условия.

При наличии специальных мероприятий по инженерной подготовке площадки сооружений (берегоукрепление, устройство сложных выпусков сточных вод, намыв грунта, подсыпка или глубокая срезка площадки, организация дренажа и т.п.) стоимость их надлежит исключить из проекта или аналога как несопоставимые.

Капитальные затраты на строительство магистральных водоводов и коллекторов корректируются в связи с приравниванием их протяженности к соответствующей длине водоводов и коллекторов проектируемого объекта.

Расходы по электроэнергии, топливу, реагентам, количество обслуживающего персонала, принятые в проекте-аналоге, корректируются с учетом исключаемых сооружений.

Условия сопоставимости изложены в Руководстве по выбору проектных решений в строительстве, М.: Стройиздат, 1982.

**7.4.** В качестве аналогов принимаются проекты узлов сооружений, их частей и систем в целом, исходя из следующих положений:

относительно одинаковой расчетной производительности основных сооружений или системы в целом при возможном отклонении до  $\pm 10\%$ ;

близости качественного состава получаемой из источников воды;

однородности качества очищенных природных и сточных вод;

аналогии особых природных условий строительства (вечная мерзлота, сейсмичность, просадочность и прочее);

относительно одинаковой протяженности трасс коллекторов, водоводов и напорных трубопроводов (для системы в целом).

## **8. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И КАЧЕСТВА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

**8.1.** Оценка технического уровня и качества документации производится проектными организациями в соответствии с «Временным положением об оценке технического уровня и качества проектов на строительство, расширение и реконструкцию предприятий», утвержденным постановлением Госстроя СССР и Госкомитетом СССР по науке и технике от 10 июня 1988 г. № 23-Д.

**8.2.** Оценке подлежат ТЭО (ТЭР) и проекты на строительство новых, расширение и реконструкцию действующих предприятий за счет государственных централизованных капитальных вложений.

**8.3.** Согласно Временному положению для оценки прогрессивности принятых решений в ТЭО (ТЭР) и проекте составляется «Карта технического уровня и качества», которая является неотъемлемой частью проектной документации.

**8.4.** Номенклатура показателей, используемых для оценки технического уровня и качества документации на строительство систем водоснабжения и канализации, приведена в табл. [24](#).

### *ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

#### **Тарифы взносов на государственное социальное страхование по профессиональным союзам**

*(утверждены постановлением Совета Министров СССР от 30 декабря 1989 г. № 1181 и введены в действие с 01.01.1990)*

1. По профессиональным союзам

Таблица 31

Профессиональные союзы	В процентах к заработной плате
Рабочих авиационной промышленности	18,2
Авиационных работников	18,2
Рабочих автомобильного транспорта и шоссейных дорог	6,9
Рабочих автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения	18,2
Работников агропромышленного комплекса:	
для работников сельскохозяйственных предприятий	4,4
для работников предприятий и организаций Министерства водохозяйственного строительства СССР, Государственного комитета Узбекской ССР водного хозяйства, Государственного комитета Туркменской ССР по строительству водохозяйственных и промышленно-гражданских объектов агропромышленного комплекса, министерств мелиорации и водного хозяйства и министерств хлебопродуктов союзных республик	5,7
для работников строительных организаций	15,6
для работников промышленных и других предприятий и организаций	18,2
Рабочих геологоразведочных работ	9,1
Работников государственной торговли и потребительской кооперации	9,1
Работников государственных учреждений	7
Рабочих железнодорожного транспорта и транспортного строительства	13
Работников культуры	7
Рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности	8
Рабочих машиностроения и приборостроения	18,2
Медицинских работников	7
Рабочих местной промышленности и коммунально-бытовых предприятий:	
для работников местной промышленности (кроме предприятий и организаций, предназначенных для использования труда инвалидов)	15,6
для работников коммунально-бытовых предприятий, предприятий и организаций, предназначенных для использования труда инвалидов	4,7
Рабочих металлургической промышленности	13
Рабочих морского и речного флота	13
Рабочих нефтяной и газовой промышленности	18,2
Рабочих оборонной промышленности	18,2
Рабочих общего машиностроения	18,2
Работников народного образования и науки	7
Рабочих радиоэлектронной промышленности	18,2
Работников рыбного хозяйства	14
Работников связи	9,1
Рабочих строительства и промышленности строительных материалов	15,6
Рабочих судостроительной промышленности	18,2
Рабочих текстильной и легкой промышленности	18,2
Рабочих тяжелого машиностроения	18,2
Рабочих угольной промышленности	9
Рабочих химической и нефтехимической промышленности	18,2
Рабочих электростанций и электротехнической промышленности	18,2

## 2. По кооперативам

Таблица 32

Кооперативы	В процентах к фонду оплаты труда
Кооперативы, занятые изготовлением продукции производственно-технического назначения	18,2
Кооперативы, занятые производством товаров народного потребления, строительными и ремонтно-строительными работами, торговой и торгово-закупочной деятельностью, наукой и научным обслуживанием, экологией	15,6
Кооперативы медицинские, спортивно-оздоровительные, культуры и народного образования	7
Кооперативы, занятые оказанием только бытовых услуг населению	4,7
Кооперативы, занятые производством сельскохозяйственной продукции	4,4
Кооперативы, занятые остальными видами деятельности	15,6
Кооперативы, предназначенные для использования труда инвалидов (при количестве работников указанной категории не менее 35 процентов численности трудового коллектива кооператива)	4,7
Кооперативы, создаваемые для ухода за детьми, престарелыми и больными, а также для изготовления товаров специального назначения для инвалидов и престарелых	7

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ТИПОВЫЕ ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА

(примеры расчетов являются условными и служат только для методических целей)

#### Пример 1

Расчет годового экономического эффекта от применения более совершенной технологии с использованием композиционной смеси в качестве коагулянта для очистки речной воды от взвеси и фитопланктона.

#### 1. Краткая техническая характеристика

Новый способ очистки речной воды коагулирующей (композиционной) смесью, состоящей из сернокислого аммония, соляной кислоты и силиката натрия в определенных соотношениях, повышает степень очистки, уменьшает зависимость процесса очистки от температурных колебаний, снижает расход реагентов, а также стоимость очистных сооружений, вследствие изменения состава оборудования.

#### 2. Исходные данные для расчета

Таблица 33

Показатели	Условное обозначение	Единица измерения	При заменяемой технологии	При новой технологии с применением композиционной коагулирующей смеси
1	2	3	4	5
1. Производительность очистных сооружений		тыс. м <sup>3</sup> /сут.	100	100
2. Сметная стоимость очистных сооружений	$K_1, K_2$	тыс. руб.	272	136
3. Годовые эксплуатационные расходы	$C_1, C_2$	то же	223	171

#### 3. Расчет годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект от применения новой технологии очистки речной воды рассчитывается по формуле (33):  $\mathcal{E} = Z_1 - Z_2$ ;  $Z_1 = C_1 + E_n K_1 = 223 + 0,15 \cdot 272 = 263,8$  тыс. руб.  $Z_2 = C_2 + E_n K_2 = 171 + 0,15 \cdot 136 = 191,8$  тыс. руб. Годовой экономический эффект составляет  $\mathcal{E} = 263,8 - 191,8 = 72$  тыс. руб.

## Пример 2

Расчет годового экономического эффекта от применения илоскреба с канатным приводом в канализационных первичных и вторичных горизонтальных отстойниках с меньшим расходом металла на конструкцию

### 1. Краткая техническая характеристика

Для удаления ила из первичных и вторичных отстойников разработана принципиально новая конструкция илоскребов с канатно-направляющим приводом. Привод, установленный в торце отстойника, состоит из электродвигателя и двух фрикционных канатных барабанов, через которые проходит правая и левая ветви тягового каната. На бортах отстойника по углам установлены отклоняющие и натяжные ролики. На стенках расположены конечные выключатели. Причем илоскреб для первичных отстойников оборудуется дополнительным скребком для сбора плавающих веществ.

Новая конструкция илоскребов обеспечивает повышенную надежность в работе и отличается низкой металлоемкостью.

За базу сравнения принят скребковый конвейер с приводной цепью. Скребковый конвейер не предназначен для сбора плавающих веществ в первичном отстойнике. Для сбора плавающих веществ в первичном отстойнике верхняя ветвь приводной цепи поднята, что позволяет ее скребкам подгонять всплывшие вещества к устройству для сбора плавающих веществ.

### 2. Исходные данные для расчета

Таблица 34

Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Базовый вариант (скребковый конвейер)	Новые илоскребы с канатным приводом
1. Количество илоскребов	$A_1, A_2$	шт.	48	48
В том числе:				
для первичных отстойников		»	24	24
для вторичных отстойников		»	24	24
2. Масса одного илоскреба для отстойников:				
первичных		кг	11000	3000
вторичных		»	27000	3500
3. Масса илоскребов, всего		т	912	156
В том числе для отстойников				
первичных		»	264	72
вторичных		»	648	84
4. Мощность электродвигателя илоскреба		кВт	1,4	1,1
5. Сметная стоимость 1 т металлоконструкций		тыс. руб.	1,2	1,2
Всего по илоскребам	$Z_1, Z_2$	»	1094,4	187,2
6. Годовые эксплуатационные издержки на общее количество илоскребов без учета реновации	$I'_1, I'_2$	»	23,55	7,10
7. Срок службы илоскребов	$T_{c1}, T_{c2}$	лет	10	10

### 3. Расчет годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект определяется по формуле (34)  $\mathcal{E} = Z_1 B_2 / B_1 (P_1 + E_n) / (P_2 + E_n) + [(I'_1 - I'_2) - E_n(K'_2 - K'_1)] / (P_2 + E_n) - Z_2$ . Поскольку в нашем случае  $B_2 / B_1 = 1$ ;  $(P_1 + E_n) / (P_2 + E_n) = 1$ ,  $K'_2 - K'_1 = 0$ , формула принимает вид  $\mathcal{E} = Z_1(I'_1 - I'_2) / (P_2 + E_n) - Z_2$ , где  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $I'_1$  и  $I'_2$  - показатели на весь объем металлоконструкций (илоскребов) по соответствующим вариантам. Величина  $P_2 + E_n = 0,2127$  принимается по прил. 5 при сроке службы илоскреба  $T_c = 10$  лет.

Годовой экономический эффект от внедрения илоскребов новой конструкции составит  $\mathcal{E} = 1094,4 + (23,55 - 7,10) / 0,2127 - 187,2 = 984,79$  тыс. руб.

### Пример 3

Расчет годового экономического эффекта от применения в вентиляторных градирнях оросителей, водоуловителей и обшивки из модифицированной древесины мягколиственных пород.

#### 1. Краткая техническая характеристика сравниваемых вариантов

Применение в вентиляторных градирнях оросителей, водоуловителей и обшивки из модифицированной пропитанной фенолспиртами древесины мягколиственных пород вместо антисептированной древесины хвойных пород позволяет более чем в два раза увеличить срок службы указанных элементов, сократить расход дефицитной высокосортной древесины хвойных пород, использовать имеющиеся значительные резервы древесины мягколиственных пород, что позволяет снизить единовременные и текущие затраты по объекту.

В качестве базы для сравнения приняты аналогичные градирни с применением оросителей из антисептированной древесины хвойных пород.

#### 2. Исходные данные для расчета

Таблица 35

Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Оросители, водоуловители, обшивка из древесины пород	
			хвойных (базовая техника)	мягколиственных (новая техника)
1	2	3	4	5
1. Производительность вентиляторной градирни с пленочным оросителем	$B_1, B_2$	м <sup>3</sup> /ч	1749	1770
2. Сметная стоимость вентиляторной градирни, всего		тыс. руб.	79,43	82,69
В том числе:				
изменяющиеся строительно-монтажные работы без обшивки (сопутствующие капиталовложения)	$K'_1, K'_2$	то же	25,41	26,77
оросители, водоуловительные решетки и обшивка	$Z'_1, Z'_2$	»	24,57	26,47
неизменяющиеся виды работ		»	29,45	29,45
3. Капитальные затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в варианте новой техники	$K_{доп}$	»	-	10,0
4. Годовые эксплуатационные расходы (затраты на электроэнергию, капитальный и текущий ремонт)	$I'_1, I'_2$	тыс. руб.	39,50	39,69
5. Срок службы оросителей, водоуловителей и обшивки	$T_{c1}, T_{c2}$	лет	8	20

Примечание.  $I'_1$  и  $K'_1$  обозначают изменяющиеся элементы эксплуатационных расходов и сопутствующих капиталовложений в расчете на производительность базовой градирни (базовой техники).

#### 3. Расчет годового экономического эффекта

Годовые эксплуатационные расходы и сопутствующие капиталовложения в базовом варианте, пересчитанные на производительность новой градирни, равны:  $I'_1 = I'_1(B_2 / B_1) = 39,5 \cdot 1,012 = 39,97$  тыс. руб.;  $B_2 / B_1 = 1770 / 1749 = 1,012$ ;  $K'_1 = K'_1(B_2 / B_1) = 25,41 \cdot 1,012 = 25,72$  тыс. руб.

Годовой экономический эффект определяется по формуле (34):  $\mathcal{E} = Z_1 B_2 / B_1 (P_1 + E_n) / (P_2 + E_n) + [(I'_1 - I'_2) - E_n(K'_2 - K'_1)] / P_2 + E_n - Z_2$ ;  $Z_2 = Z'_2 + E_n K_{доп}$ ;  $Z_2 = 26,4 + 0,15 \cdot 10 = 27,9$  тыс. руб.  $(P_1 + E_n) / (P_2 + E_n) = 0,2374 / 0,1675 = 1,417$ ; величины 0,2374 и 0,1675 приняты по прил. 5.  $\mathcal{E} = 24,57 \cdot 1,012 \cdot 1,417 + [(39,97 - 39,69) - 0,15(26,77 - 25,72)] / 0,1675 - 27,9 = 35,23 + 0,72 - 27,9 = 8,05$  тыс. руб.

Годовой экономический эффект составил 8,05 тыс. руб.

## Пример 4

Расчет годового экономического эффекта от применения более совершенного проектного решения типовой песколовки из сборного железобетона с облегченными конструкциями металлических мостиков

### 1. Краткая техническая характеристика

Применение более совершенного проектного решения типовой песколовки из сборного железобетона с круговым движением сточных вод позволяет сократить размеры и облегчить конструкцию мостиков, улучшить компоновку технологического оборудования, а также сократить расход металла, трудоемкость и продолжительность строительства.

За базу сравнения принимается проектное решение песколовки аналогичного типа из монолитного железобетона.

### 2. Исходные данные для расчета

Таблица 36

Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Песколовка из монолитного железобетона диаметром 4 м (базовая техника)	Песколовка новой конструкции из сборного железобетона диаметром 4 м (новая техника)
1	2	3	4	5
1. Годовой объем применения типовых проектов песколовки при проектировании (данные ЦИТП)	$A_1, A_2$	Проект	100	100
Показатели на одну песколовку				
2. Сметная стоимость	$Z_1 + Z_{c1};$ $Z_2 + Z_{c2}$	тыс. руб.	8,15	7,37
3. Основные фонды, досрочно вводимые в действие	$\Phi$	то же	-	7,30
4. Годовые текущие издержки без учета средств на реновацию	$I'_1, I'_2$	»	0,269	0,243
5. Срок службы	$T_{c1}, T_{c2}$	лет	50	50
6. Трудоемкость		чел.-дн.	204	93
7. Продолжительность строительства	$T_1, T_2$	год	0,063	0,027

### 3. Расчет годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект от применения типового проекта песколовки новой конструкции определяется по формуле (41)  $\mathcal{E} = [(Z_1 + Z_{c1}) + \mathcal{E}_s - (Z_2 + Z_{c2})]A_2$ .

Экономия в сфере эксплуатации песколовки за срок ее службы  $\mathcal{E}_s = (I'_1 - I'_2) / (P_2 + E_n) = (0,269 - 0,243) / 0,15086 = 0,172$  тыс. руб.

Величина 0,15086 принимается по прил. 5  $\phi = 1$ ;  $\mathcal{E} = (8,15 \cdot 1 + 0,172 - 7,37) 100 = 95,2$  тыс. руб.

Экономия от функционирования песколовки за период ее досрочного ввода в эксплуатацию определяется по формуле (49):

$$\mathcal{E}_\phi = E_n \Phi (T_1 - T_2);$$

$$T_1 - T_2 = 0,063 - 0,027 = 0,036;$$

$$\mathcal{E}_\phi = 0,15 \cdot 7,3 \cdot 0,036 = 0,0394 \text{ тыс. руб.}$$

Экономия от функционирования 100 песколовки за период их досрочного ввода в эксплуатацию составит

$$\mathcal{E}_\phi = 0,0394 \cdot 100 = 3,94 \text{ тыс. руб.}$$

Общий годового экономического эффект составит

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_\phi = 95,2 + 3,94 = 99,14 \text{ тыс. руб.}$$

## Пример 5

Расчет годового экономического эффекта от применения более совершенного проектного решения емкостных сооружений из сборных железобетонных стеновых панелей «Т» - образной формы очистных сооружений канализации

### 1. Краткая техническая характеристика

Более совершенное проектное решение заключается в применении при строительстве емкостных сооружений (первичных и вторичных отстойников, аэротенков) сборных железобетонных панелей с монолитным железобетонным пристенным днищем. Днище, кроме его пристенной части, выполняется из неармированного бетона.

Традиционное проектное решение рассматриваемых сооружений предполагает строительство емкостей из монолитного железобетона. Применение нового проектного решения позволяет сократить расходы строительных материалов, трудоемкость и продолжительность строительства.

### 2. Исходные данные сравниваемых проектных решений

Таблица 37

Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Традиционное проектное решение емкостных сооружений из монолитного железобетона	Новое проектное решение емкостных сооружений из сборных железобетонных панелей (новая техника)
1	2	3	4	5
1. Стоимость основных фондов комплекса канализационных очистных сооружений	$\Phi_n$	млн. руб.	-	11,0
2. Сметная стоимость емкостных сооружений по изменяющимся элементам затрат, по годам строительства:	$3_1, 3_2$	тыс. руб.	2792	2162
первый год	$i = 1$ -й	то же	2162	2162
второй год	$i = 2$ -й	»	630	-
3. Трудоемкость работ по строительству емкостных сооружений		чел.-дн.	12300	6220
4. Продолжительность строительства емкостных сооружений	$T_1, T_2$	год	1,5	1,0
5. Продолжительность строительства объекта в целом	$t_1, t_2$	»	3,8	3,3

### 3. Расчет годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект определяется по формуле (42)

$$\mathcal{E} = \varphi\beta \sum_{i=1}^n 3_{1i} \alpha_i + \mathcal{E}_3 - \sum_{i=1}^m 3_{2i} \alpha_i$$

Так как  $\beta = 1$ ,  $\varphi = 1$ ,  $\mathcal{E}_3 = 0$ , то формула примет вид

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n 3_{1i} \alpha_i - \sum_{i=1}^m 3_{2i} \alpha_i$$

Коэффициент  $\alpha_i$  принимается по прил. 6.

$$\mathcal{E} = 3008 - 2162 = 846 \text{ тыс. руб.}$$

**Сметная стоимость строительства, приведенная к расчетному году строительства**



Годы строительства	Традиционное проектное решение			Новое проектное решение		
	Коэффициент приведения $\alpha_t$	$Z_{1i}$	$Z_{1i}\alpha_t$	Коэффициент приведения $\alpha_t$	$Z_{2i}$	$Z_{2i}\alpha_t$
1-й	1,1	2162	2378	1	2162	2162
2-й	1	630	630	-	-	-
Итого:		2792	3008		2162	2162

Экономия от функционирования объекта в целом за период досрочного ввода в эксплуатацию определяется по формуле (52):  $\mathcal{E}_{\phi}^n = E_n \Phi_n \Delta t$ ;  $\Delta t = t_1 - t_2 = 3,8 - 3,3 = 0,5$  года;  $\mathcal{E}_{\phi} = 0,15 \cdot 11 \cdot 0,5 = 0,825$  млн. руб.

Общий экономический эффект от применения нового проектного решения  $\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\phi}^n = 846 + 825 = 1671$  тыс. руб.

### Пример 6

Расчет годового экономического эффекта от применения новой в условиях Сибири конструкции крепления откосов земляных гидросооружений асфальтополимербетонными тюфяками.

#### 1. Краткая техническая характеристика

В проекте внеплощадочной канализации нефтехимкомбината предусмотрены гидротехнические сооружения, включающие дамбы и плотины из местного суглинка. В целях защиты внутренних откосов дамб и плотин от волнового и ледового воздействия предусматривается их крепление асфальтополимербетоном взамен крепления сборным железобетоном.

Изготовление асфальтополимербетонных тюфяков стендовым способом не может обеспечить строительство нефтехимкомбината необходимым количеством изделий. Поэтому была разработана принципиально новая высокопроизводительная поточная линия по непрерывному изготовлению асфальтополимербетонных (АПБ) изделий.

Применение асфальтополимербетонных тюфяков позволяет значительно снизить трудоемкость строительства и стоимость строительно-монтажных работ по сравнению с покрытием из сборного железобетона. Кроме того, асфальтополимербетон характеризуется высокой морозостойкостью и деформативной трещиностойкостью.

За базу сравнения принято крепление откосов дамб и плотин покрытием из сборного железобетона, которое состоит из железобетонных плит П-2-15, двухслойного обратного фильтра из крупного и мелкого щебня ( $h = 0,3$  м), защитного слоя из песчаного грунта ( $h = 0,5$  м), обработанного гербицидами, экрана из полиэтиленовой пленки ( $h = 0,02$  м) и подстилающего слоя из песчаного грунта ( $h = 0,3$  м), обработанного гербицидами. Новое покрытие состоит из асфальтополимербетонных тюфяков ( $h = 0,04$  м) в 2 слоя; защитного слоя из песчаного грунта ( $h = 0,6$  м), обработанного гербицидами, экрана из полиэтиленовой пленки ( $h = 0,02$  м) и подстилающего слоя из песчаного грунта ( $h = 0,3$  м), обработанного гербицидами.

## 2. Исходные данные для расчета

Таблица 39

Показатели	Условное обозначение	Единица измерения	Крепление откосов	
			сборным железобетоном (базовая техника)	асфальтополимербетонными тюфяками (новая техника)
1. Годовая мощность цеха по производству АПБ тюфяков, т.е. годовой объем строительномонтажных работ с применением АПБ	$A_2$	тыс. м <sup>2</sup>	-	225
2. Площадь покрытия внутренних откосов накопителей		тыс. м <sup>2</sup>	410	410
3. Расход основных материалов:				
металла		т	4490	910
цемента		»	18300	-
битума		»	-	4050
полимера		»	-	290
4. Трудоемкость устройства креплений откосов		чел. – дн.	180	25
5. Сметная стоимость всей площади покрытия		$\frac{1000 \text{ м}^2}{\text{млн. руб.}}$	11,07	2,46
6. Сметная стоимость (СМР) 1 м <sup>2</sup> покрытия		руб.	27,0	6,0
7. Себестоимость строительномонтажных работ 1 м <sup>2</sup> покрытия: $C_1 = 27 \cdot 0,9434 = 25,47$ ; $C_2 = 6 \cdot 0,9434 = 5,66$	$C_1, C_2$	»	25,47	5,66
8. Капиталовложения в основные фонды строительной организации и в производство строительных материалов на 1 м <sup>2</sup> покрытия	$K_1, K_2$	млн. руб.	22,0	12,0
9. Капитальные затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, всего В том числе с распределением по годам:	$K_{\text{доп}}$	тыс. руб.	-	110,0
1976	$t = 4\text{-й год}$	то же	-	20,0
1978	$t = 2\text{-й год}$	»	-	40,0
1979	$t = 1\text{-й год}$	»	-	50,0
10. Год ввода в эксплуатацию цеха по производству АПБ (начало строительства накопителей)	$t$ - расчетный год	год	-	1981

## 3. Расчет годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект от применения новой конструкции крепления откосов земляных гидросооружений (накопителей) из асфальтополимербетона определяется по формуле (41)  $\mathcal{E} = [(3_1 + 3_{c1})\varphi + \mathcal{A}_3 - (3_2 + 3_{c2})]A_2$ , где  $\varphi = 1$ ,  $\mathcal{A}_3 = 0$ ;  $3_1 + 3_{c1} = C_1 + E_n K_1 = 25,4 + 0,15 \cdot 22,0 = 28,7$  руб.;  $3_2 + 3_{c2} = C_2 + E_n [K_2 + (\Sigma K_{\text{доп}} \cdot \alpha_t) / A_2]$ .

Коэффициенты приведения по фактору времени  $\alpha_t$  даны в прил. 6  $K_{\text{доп}} / A_2 = (20 \cdot 1,4641 + 40 \cdot 1,21 + 50 \cdot 1,1) / 225 = 132,68 / 225 = 0,59$  руб.;  $3_2 + 3 = 5,66 + 0,15(12,0 + 0,59) = 7,55$  руб.;  $\mathcal{E} = (28,7 + 0 - 7,55)225000 = 4758750$  руб. = 4758,75 тыс. руб. Годовой экономический эффект составляет 4,76 млн. руб.

## КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРИВЕДЕНИЯ (ПЕРЕСЧЕТА) ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛОВНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

### 1. Коэффициенты приведения классов арматурной стали к стали класса А-I

Таблица 40

Арматурная сталь и проволока	Коэффициенты приведения к стали класса А-I
Арматурная сталь класса:	
А-I	1,00
А-II, Ас-II	1,21
А-III	1,43
А-IIIк	1,48
А-IV, Ат-IV	1,95
А-V, Ат-V	2,20
Ат-VI	2,40
Ат-VII, Атк	2,80
Проволока:	
низкоуглеродистая гладкая (В-I) и сетка из нее	1,39
низкоуглеродистая профилированная (Вр-I)	1,47
высокопрочная гладкая (В-I) и периодического профиля (Вр-II), пряди и канаты арматурные	2,80

### 2. Коэффициенты приведения классов и видов стали для изготовления стальных конструкций к стали класса С38/23

Таблица 41

Эффективные виды проката и экономичные профили для изготовления металлоконструкций	Коэффициенты приведения к стали С38/23
Термоупрочненная углеродистая сталь (с пределом текучести 300 МПа (3000 кгс/см <sup>2</sup> ))	1,13
Сталь повышенной прочности (низколегированная с пределом текучести 340 - 400 МПа (3400 - 4000 кгс/см <sup>2</sup> ))	1,25
Сталь высокопрочная (низколегированная с пределом текучести 450-600 МПа (4500 -6000 кгс/см <sup>2</sup> ))	1,55
Балки двутавровые широкополочные	1,07
Сварные балки для путей подвешного транспорта	1,24
Гнутые профили открытые	1,14
Профилированный лист (для настила, покрытия, стен и пр.)	1,00

### 3. Коэффициенты приведения марок цемента к цементу марки 400

Таблица 42

Цемент марки	Коэффициенты приведения цемента к марке 400	Цемент марки	Коэффициенты приведения цемента к марке 400
100	0,7	500	1,1
200	0,8	600	1,2
300	0,9	700	1,3
400	1,0	800	1,4

### 4. Коэффициенты пересчета лесоматериалов в условный круглый лес, м<sup>3</sup>

Таблица 43

Лесоматериалы	Единица измерения	Коэффициенты пересчета
Круглый лес	м <sup>3</sup>	1,000
Пиломатериалы	»	1,500
Фанера, шпон	»	5,000
Древесно-стружечные плиты	»	3,000
Древесно-волокнистые плиты	м <sup>2</sup>	0,020
Паркет щитовой	»	0,053

## КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРИВЕДЕНИЯ ЗАТРАТ

$$\alpha_t = (1 + E)^t \text{ (при } E = 0,08\text{)}$$

Таблица 44

$t$	$\alpha_t = 1,08^t$	$t$	$\alpha_t = 1,08^t$
1	1,080	26	7,396
2	1,166	27	7,988
3	1,260	28	8,627
4	1,360	29	9,317
5	1,469	30	10,063
6	1,587	31	10,868
7	1,714	32	11,737
8	1,851	33	12,676
9	1,999	34	13,690
10	2,159	35	14,785
11	2,332	36	15,968
12	2,518	37	17,246
13	2,720	38	18,625
14	2,937	39	20,115
15	3,172	40	21,724
16	3,426	41	23,462
17	3,700	42	25,339
18	3,996	43	27,366
19	4,316	44	29,556
20	4,661	45	31,920
21	5,034	46	34,474
22	5,436	47	37,232
23	5,871	48	40,210
24	6,341	49	43,427
25	6,848	50	46,902

Примечание.  $t$  - период приведения, равный разности между годом, в котором осуществляются затраты, и годом, к которому они приводятся.

## КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕНОВАЦИИ, РАССЧИТАННЫЕ ПО ФОРМУЛЕ

$$P_{1,2} = \frac{E}{(1+E)^{T_c} - 1}$$

Таблица 45

$T_c$	$P_{1,2}$	$P_{1,2} + E_n$	$\frac{1}{P_{1,2} + E_n}$	$T_c$	$P_{1,2}$	$P_{1,2} + E_n$	$\frac{1}{P_{1,2} + E_n}$
1	1,0000	1,1500	0,8696	26	0,0092	0,1592	6,2814
2	0,4762	0,6262	1,5969	27	0,0083	0,1583	6,3171
3	0,3021	0,4521	2,2119	28	0,0075	0,1575	0,3492
4	0,2155	0,3655	2,7360	29	0,0067	0,1567	6,3816
5	0,1638	0,3138	3,1867	30	0,0061	0,1561	6,4062
6	0,1296	0,2796	3,5765	31	0,0055	0,1555	6,4309
7	0,1054	0,2554	3,9154	32	0,0050	0,1550	6,4516
8	0,0874	0,2374	4,2123	33	0,0045	0,1545	6,4725
9	0,0736	0,2236	4,4723	34	0,0041	0,1541	6,4893
10	0,0627	0,2127	4,7015	35	0,0037	0,1537	6,5062
11	0,0540	0,2040	4,9020	36	0,0033	0,1533	6,5232
12	0,0468	0,1968	5,0813	37	0,0030	0,1530	6,5360
13	0,0408	0,1908	5,2411	38	0,0028	0,1528	6,5445
14	0,0357	0,1857	5,3850	39	0,0025	0,1525	6,5574
15	0,0315	0,1815	5,5096	40	0,00226	0,15226	6,5677
16	0,0278	0,1778	5,6243	41	0,00205	0,15205	6,5768
17	0,0247	0,1747	5,7241	42	0,00186	0,15186	6,5850
18	0,0219	0,1719	5,8173	43	0,00169	0,15169	6,5924
19	0,0196	0,1696	5,8962	44	0,00153	0,15153	6,5994
20	0,0175	0,1675	5,9701	45	0,00139	0,15139	6,6055
21	0,0156	0,1656	6,0386	46	0,00126	0,15126	6,6111
22	0,0140	0,1640	6,0976	47	0,00115	0,15115	6,6159
23	0,0126	0,1626	6,1501	48	0,00104	0,15104	6,6208
24	0,0113	0,1613	6,1996	49	0,00095	0,15095	6,6247
25	0,0102	0,1602	6,2422	50	0,00086	0,15086	6,6287

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРИВЕДЕНИЯ ЗАТРАТ ПО ФАКТОРУ ВРЕМЕНИ,  
РАССЧИТАННЫЕ ПО ФОРМУЛЕ  $\alpha_t = (1 + E)^t$ , при  $E = 0,1$**

Таблица 46

$t$	$\alpha_t$	$1/\alpha_t$	$t$	$\alpha_t$	$1/\alpha_t$
1	1,1000	0,9090	26	11,9181	0,0839
2	1,2100	0,8264	27	13,1099	0,0762
3	1,3310	0,7513	28	14,4208	0,0693
4	1,4641	0,6830	29	15,8629	0,0630
5	1,6105	0,6209	30	17,4492	0,0573
6	1,7716	0,5645	31	19,1941	0,0521
7	1,9487	0,5132	32	21,1135	0,0474
8	2,1436	0,4665	33	23,2249	0,0431
9	2,3579	0,4241	34	25,5474	0,0391
10	2,5937	0,3855	35	28,1021	0,0356
11	2,8531	0,3505	36	30,9123	0,0323
12	3,1384	0,3186	37	34,0036	0,0294
13	3,4522	0,2897	38	37,4039	0,0267
14	3,7975	0,2633	39	41,1443	0,0243
15	4,1772	0,2394	40	45,2587	0,0221
16	4,5949	0,2176	41	49,7846	0,0201
17	5,0544	0,1978	42	54,7630	0,0183
18	5,5599	0,1799	43	60,2394	0,0166
19	6,1159	0,1635	44	66,2633	0,0151
20	6,7274	0,1486	45	72,8896	0,0137
21	7,4002	0,1351	46	80,1786	0,0125
22	8,1402	0,1228	47	88,1965	0,0113
23	8,9543	0,1116	48	97,0161	0,0103
24	9,8497	0,1015	49	106,7177	0,0094
25	10,8346	0,0922	50	117,3895	0,0085

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ГОДОВЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПО  
СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ НУЖД  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Исходные данные**

Годовой расход воды (полезный)	- 8870 тыс. м <sup>3</sup>
Стоимость основных фондов станции водоподготовки	- 2304 тыс. руб.
Годовой расход реагентов:	
алюминий сернокислый	- 25 т
полиакриламид	- 19 т
известь комовая	- 10 т
натрий кремнефтористый	- 2,5 т
хлор жидкий	- 9,7 т
Численность обслуживающего персонала:	
рабочие	- 66 чел.
руководители и специалисты (РС)	- 10 чел.
младший обслуживающий персонал (МОП)	- 13 чел.
Расход электроэнергии:	
максимальная нагрузка	- 523 кВт
годовой расход электроэнергии	- 3454 тыс. кВт · ч
Расход тепловой энергии	- 4320 Гкал
Годовой расход воды на собственные нужды	- 1420 тыс. м <sup>3</sup>
Стоимость одной тонны реагентов с учетом транспортных расходов принимается по данным заказчика в следующих размерах:	
алюминий сернокислый	- 73 руб.
полиакриламид	- 136 руб.
известь комовая	- 20,4 руб.
натрий кремнефтористый	- 195 руб.
хлор жидкий	- 105 руб.
Тарифы на электроэнергию и тепловую энергию принимаются по Прейскуранту № 09-01 и дополнительному Прейскуранту № 09-01-1980/34, ч. I для Свердловскэнерго:	
плата за 1 кВт максимальной нагрузки	- 36 руб. в год
плата за 1000 кВт · ч потребляемой энергии	- 9,5 руб.
тариф за 1 Гкал	- 6 руб.
Стоимость 1 м <sup>3</sup> воды принимается согласно тарифам на воду, забираемую из поверхностных источников, утв. Госкомцен от 14.04.81 № 377 (1,18 коп. за 1 м <sup>3</sup> для водохозяйственной системы р. Урал).	
Ориентировочная среднегодовая заработная плата (см. п. <a href="#">3.14</a> ) принимается следующая:	
рабочие	- 2150 руб.
РС	- 2450 руб.
МОП	- 1150 руб.
Тариф взносов на государственное социальное страхование (см. прил. <a href="#">1</a> ) - 18,2 % к заработной плате.	

**Расчет затрат**

Годовые эксплуатационные затраты определяются по формуле ([1](#)) настоящего Пособия, т.е. по формуле

$$C = C_{\text{реаг}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{т}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{в}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{к}}$$

Определение стоимости реагентов  $C_{\text{реаг}}$ .

Алюминий сернокислый                      73 руб. · 25 = 1825 руб.

Полиакриламид	136 руб. · 19	= 2584 руб.
Известь комовая	2,04 · 10	= 204 руб.
Натрий кремнефтористый	195 · 2,5	= 487,5 руб.
Хлор жидкий	105 · 9,7	= 1018,5 руб.
	Всего	6119 руб.

$C_{\text{реак}} = 6,1$  тыс. руб.

Определение годового расхода заработной платы с отчислениями на социальное страхование  $C_{\text{зп}}$ .

Рабочие	2150 руб. · 66	= 141900 руб.
Руководители и специалисты	2450 руб. · 10	= 24500 руб.
Младший обслуживающий персонал	1150 руб. · 13	= 14950 руб.
	Всего	181350 руб.

Тариф взносов на социальное страхование для машиностроителей 18,2 % к заработной плате (см. прил. 1).

Отчисления на социальное страхование составляют

$$181350 \text{ руб.} \cdot 0,182 = 33006 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{зп}} = 181350 + 33006 \text{ руб.} = 214356 \text{ руб.} = 214,4 \text{ тыс. руб.}$$

Определение затрат на электроэнергию  $C_{\text{эл}}$

$$C_{\text{эл}} = 36 \text{ руб.} \cdot 523 + 9,5 \text{ руб.} \cdot 3454 = 51641 \text{ руб.} = 51,6 \text{ тыс. руб.}$$

Определение затрат на тепловую энергию  $C_{\text{т}}$

$$C_{\text{т}} = 6 \text{ руб.} \cdot 4320 = 25920 \text{ руб.} = 25,9 \text{ тыс. руб.}$$

Определение амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов  $C_{\text{ам}}$ .

Норма амортизационных отчислений на полное восстановление составляет 2 % (шифр 20315)

$$C_{\text{ам}} = 2304 \text{ тыс. руб.} \cdot 0,02 = 46,1 \text{ тыс. руб.}$$

Определение стоимости воды, используемой на собственные нужды  $C_{\text{в}}$

$$C_{\text{в}} = 11,8 \text{ руб.} \cdot 1420 = 16756 \text{ руб.} = 16,8 \text{ тыс. руб.}$$

Определение затрат на текущий ремонт  $C_{\text{тр}}$

$$C_{\text{тр}} = 2304 \text{ тыс. руб.} \cdot 0,01 = 23,0 \text{ тыс. руб.}$$

Определение прочих расходов  $C_{\text{пр}}$

$$C_{\text{пр}} = 0,2(C_{\text{ам}} + C_{\text{зп}}) = 0,2(46,1 + 214,4) = 52,1 \text{ тыс. руб.}$$

Определение затрат на капитальный ремонт  $C_{\text{к}}$

$$C_{\text{к}} = 2304 \text{ тыс. руб.} \cdot 0,026 = 59,9 \text{ тыс. руб.}$$

Годовые эксплуатационные затраты составляют

$$C = 6,1 + 214,4 + 51,6 + 25,9 + 46,1 + 16,8 + 23,0 + 52,1 + 59,9 = 495,9 \text{ тыс. руб.}$$

Себестоимость водоподготовки 1 м<sup>3</sup> воды составит

$$495,9 \text{ тыс. руб.} : 8870 \text{ тыс. м}^3 = 0,056 \text{ руб.} = 5,6 \text{ коп}$$



СТОИМОСТЬ РЕАГЕНТОВ\*\*

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
1	<u>05-01</u> 1-0032 Доп. 51	Алюминий сернокислый (неочищенный)	ТУ 113-08-531-83	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не менее 9,5	30-00	35-80	37-00
2	<u>05-01</u> 1-0033 Доп. 125	Алюминий сернокислый технический очищенный (в мешках): марка А	<a href="#">ГОСТ 12966-85</a>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не менее:	79-00	85-20	89-80
	<u>05-01</u> 1-0035	сорт II		17,0	63-00	70-40	73-00
3	<u>05-01</u> 1-0045 Доп. 152	Аммиак водный технический для промышленности (аммиачная вода), марка А	ГОСТ 9-77*	NH <sub>3</sub> , не менее 25,0	28-00	46-50	47-60
4	<u>05-01</u> 1-0048 Доп. 29	Аммиак жидкий синтетический, марка Б	ГОСТ 6221-82*Е	NH <sub>3</sub> , не менее 99,9	97-00	124-60	128-50
5	<u>05-01</u> 1-0050	Аммоний кремнефтористый технический: сорт I	ОСТ 6-08-2-75 с изм. № 1	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> , не менее 92,0	220-00	240-00	254-40
6	<u>05-01</u> 1-0052 Доп. 71	Аммоний сернокислый (сульфат аммония) очищенный	<a href="#">ГОСТ 10873-73*</a>	N <sub>2</sub> на сухое вещество, не менее 21,0	110-00	113-50	124-00
7	<u>05-01</u> 1-0056 <u>05-01</u> 1-0057 Доп. 77	Аммоний хлористый технический (нашатырь): сорт I (порошок гранулированный) сорт II (порошок гранулированный)	<a href="#">ГОСТ 2210-73*Е</a>	NH <sub>4</sub> Cl на сухое вещество, не менее 99,6	229-00	241-30	259-30
				99,0	215-00	227-10	278-00
8	<u>05-07</u> 1-509 <u>05-07</u> 1-510	Аммофос удобриельный: навалом в мешках	ТУ 95-255-74 с изм. № 2	Не менее P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> усв. 39	170-00	174-30	190-00
	<u>05-07</u> 1-510				174-00	178-80	194-00
9	<u>05-01</u> 1-0067 Доп. 68	Ангидрид сернистый жидкий технический, при поставке: в цистернах	<a href="#">ГОСТ 2918-79*</a>	SO <sub>2</sub> нелетучий остаток, не более 0,02	130-00	155-90	165-40

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
10	<u>05-01</u> 1-0141 <u>05-01</u> 1-0142 Доп. 24	в баллонах Бисульфит натрия технический (водный раствор): сорт I сорт II	<a href="#">ГОСТ 902-76*</a>	NaHSO <sub>3</sub> в пересчете на So <sub>2</sub> не менее 24,0 - 25,5 не менее 22,5	145-00 34-00 30-00	186-30 59-20 55-20	197-60 60-60 56-40
11	<u>05-01</u> 1-0889 <u>05-01</u> 1-0890	Бикарбонат натрия (натрий двууглекислый): сорт I сорт II	<a href="#">ГОСТ 2156-76*Е</a>	NaHCO <sub>3</sub> на сухое вещество, не менее: 99,5 99,0	54-30 48-00	71-80 65-40	82-50 75-80
12	<u>05-01</u> 1-0145 Доп. 51	Бифторид-фторид аммония технический, марка Б	ТУ 113-08-544-83	F, не менее 60,0	277-00	297-40	316-80
13	<u>05-01</u> 1-0277 Доп. 20	Гидросульфит натрия технический (дигионит натрия)	<a href="#">ГОСТ 246-76*</a>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , не менее 86,0	1330-00	1364-30	1431-30
14	<u>05-01</u> 1-0286 Доп. 42	Гипохлорит кальция санитарно-технический (ГКСТ)	ТУ 6-01-1274-82	Активный хлор, не менее 40	400-00	431-00	447-50
15	<u>05-01</u> 1-0288	Гипохлорит натрия (натрий хлорноватокислый), марка Б	<a href="#">ГОСТ 11086-76*</a>	NaClO, активный хлор, не менее 170 г/л	60-00	87-80	90-20
16	<u>05-01</u> 1-0316 Доп. 24	Диаммонийфосфат (двухзамещенный фосфорнокислый аммоний) технический, марка Б, сорт II	<a href="#">ГОСТ 8515-75*</a>	NH <sub>3</sub> , не менее 22,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , не менее 50,0	250-00	271-20	281-30
17	<u>05-01</u> 1-0400 <u>05-01</u> 1-0401	Хлорное железо техническое: сорт I сорт II	<a href="#">ГОСТ 11159-76</a>	FeCl <sub>3</sub> , не менее 97,3 95,0	153-00 133-00	176-80 155-90	188-30 166-50
18	<u>05-01</u> 1-0465	Известь-пушонка карбидная	ТУ 6-02-936-74 с изм. № 1	CaO + MgO на сухое вещество, не менее 50			
19	<u>06-13-01</u> 3.01-040	Известь негашеная, молотая строительная, I сорт	<a href="#">ГОСТ 9179-77</a>	CaO + MgO, не менее 90			33-40
20		Известь хлорная:	<a href="#">ГОСТ 1692-</a>	Активный хлор, не			

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
21	<u>05-01</u> 1-0467	марка Б	<a href="#">85</a>	менее: 35,0	95-00	118-00	127-20
	<u>05-01</u> 1-0468	марка В		32,0	80-00	102-30	114-00
	<u>05-01</u> 1-0491	Калий марганцевокислый технический (перманганат калия): сорт I	<a href="#">ГОСТ 5777-84</a>	КMnO <sub>4</sub> , не менее: 99,0	1580-00	1617-30	1693-10
	<u>05-01</u> 1-0492	сорт II		98,0	1550-00	1586-20	1661-20
22	<u>05-01</u> 1-107 Доп. 94	Карбамид (мочевина) марка А, сорт I, в мешках	ГОСТ 2081-75**Е	N на сухое вещество, не менее 46,2	104-00	112-50	119-60
23	<u>05-01</u> 1-0575 Доп. 56	Кислота азотная концентрированная: сорт I	ГОСТ 701-78*	HNO <sub>3</sub> не менее: 98,2	75-00	118-90	129-00
24	<u>05-01</u> 1-0576	сорт II		97,5	71-00	113-40	124-80
	<u>05-01</u> 1-0611	Кислота серная аккумуляторная: сорт высший	<a href="#">ГОСТ 667-73*</a>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 92-94	53-40	117-30	137-90
25	<u>05-01</u> 1-2085 Доп. 103	сорт I		50-60	50-60	114-80	134-10
	<u>05-01</u> 1-0614	Кислота серная техническая: башенная	<a href="#">ГОСТ 2184-77*</a>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , не менее: 75,0	28-50	49-00	76-80
26	<u>05-01</u> 1-0615	контактная, сорт I		92,0	39-80	103-60	123-60
	<u>05-01</u> 1-0608	Кислота ортофосфорная термическая, марка Б (техническая): сорт I	<a href="#">ГОСТ 10678-76*</a>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , не менее: 73,0	299-00	344-20	365-00
27	<u>05-01</u> 1-0609	сорт II		73,0	292-00	337-10	358-00
	<u>05-01</u> 1-0643	Кислота соляная, синтетическая, техническая, марка А	ГОСТ 857-78*	HCl, не менее 35,0	38-00	80-00	86-80
28	<u>05-01</u> 1-0646 Доп. 1	Кислота соляная техническая	ТУ 6-01-468-78 с изв. № 1	HCl, не менее 31,5	25-20	63-90	71-20

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
29	<u>05-01</u> 1-0647	Кислота соляная техническая	ТУ 6-01-1194-79	HCl, не менее 27,5	20-00	60-30	67-40
30	<u>05-01</u> 1-0648	Кислота соляная ингибированная, марка А	ТУ 6-01-714-77 с изв. № 1, 2, 3	HCl 22 - 23	23-00	62-70	70-50
31	<u>05-01</u> 1-0670 Доп. 71	Кислота фтористоводородная техническая	ГОСТ 2567-73*	HF, не менее 40,0	550-00	596-20	626-90
32		Купорос железный технический:	<a href="#">ГОСТ 6981-75</a>	FeSO <sub>4</sub> , не менее:			
	<u>05-01</u> 1-0735	сорт I		52,0	30-00	43-20	50-00
	<u>05-01</u> 1-0736	сорт II		47,0	27-00	40-20	47-20
33	<u>05-01</u> 1-0738 Доп. 95	Купорос медный, марка А сорт I	<a href="#">ГОСТ 19347-84E</a>	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O, не менее 98,0	400-00	418-30	448-00
34		Мел химически осажденный:	<a href="#">ГОСТ 8253-79</a>	В пересчете на CaCO <sub>3</sub> , не менее:			
	<u>05-01</u> 1-0800	сорт I		98,5	80-00	87-10	95-60
	<u>05-01</u> 1-0801 Доп. 101	сорт II		97,0	67-00	73-90	81-90
35	<u>05-01</u> 1-0813	Метанол - яд кислотнo-щелочной реакции	ТУ 6-03-373-74 с изм. № 1	CH <sub>3</sub> OH, не менее 98,5	115-00	144-00	157-70
36	<u>05-01</u> 1-0817	Метанол - яд технический, сорт I	<a href="#">ГОСТ 2222-78*E</a>	CH <sub>3</sub> OH, не менее 99,92	125-00	154-10	168-20
37	<u>05-01</u> 1-0818	Метанол - яд щелочной	ТУ 6-03-13-6-75 с изв. № 1	CH <sub>3</sub> OH, не менее 94,0	95-00	123-70	136-70
38	<u>05-01</u> 1-0877 Доп. 103	Натр едкий (гидроокись натрия) технический (сода каустическая), химический жидкий марки РХ, сорт I	<a href="#">ГОСТ 2263-79*</a>	NaOH, не менее 45,5	62-00	81-50	93-00
39	<u>05-01</u> 1-0910 Доп. 27	Натрий кремнефтористый технический, сорт I	ТУ 113-08-587-86	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> , не менее 95,0	162-00	181-60	195-00
40	<u>05-01</u> 1-0930	Натрий фтористый технический, сорт II	ТУ 113-	NaF, не менее 80,0	225-00	244-90	262-00

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
41	<u>05-01</u> 1-0932 Доп. 34	Натрий хлористый технический (соль поваренная)	08-586-86 ТУ 113-13-14-82	NaCl на сухое вещество, не менее 96,0	5-80	12-40	20-00
42	<u>05-01</u> 1-0933 Доп. 55	Натрий хлористый технический (соль поваренная)	ТУ 6-13-10-77 с изв. № 1, 2, 3, 4	NaCl 98,0 ± 1	4-10	11-00	18-20
43	<u>05-01</u> 1-0962 <u>05-01</u> 1-0963 Доп. 1	Окись алюминия активная:  марка А-1 марка А-2	<a href="#">ГОСТ 8136-85*</a>		830-00 800-00	857-60 827-20	900-30 868-70
44	<u>05-02</u> 7-012 Доп. 23	Полиакриламид -гель технический, известковый, сорт I	ТУ 6-01-1049-81 с изв. № 1	Не менее 7,0	119-50	135-10	149-70
45	<u>05-02</u> 7-010	Полиакриламид гранулированный сульфатный (флокулянт ПАА-ГС), сорт Б	ОСТ 95-284-74	Не менее 45,0	981-75	1010-70	1062-30
46	<u>05-01</u> 1-1078 Доп. 98	Полифосфат натрия технический (соль Грахама)	<a href="#">ГОСТ 20291-80*</a>		630-00	650-40	687-10
47	<u>05-02</u> 14-072 <u>05-02</u> 14-073 <u>05-02</u> 14-074 <u>05-02</u> 14-075 Доп. 56	Полистирол вспенивающийся тип ПСВ-Б рассеянный, сорт I, марка: 1 2 3 4	ОСТ 6-05-202-83		725-00 820-00 820-00 750-00	737-25 833-40 833-40 762-60	770-25 870-20 870-20 796-60
48	<u>05-07</u> 1-110	Селитра аммиачная, марка А, в мешках	<a href="#">ГОСТ 2-85Е</a>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> на сухое вещество, не менее 98,0	70-00	80-30	88-10
49	<u>05-02</u>	Смолы ионообменные. Аниониты марок: АВ-17-8, сорт I	<a href="#">ГОСТ 20301-74*</a>	На сухое вещество	3500-00	3536-60	3711-70

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.		
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*	
50	9-004 <u>05-02</u> 9-007	АВ-29-12П			8000-00	8036-60	8447-80	
	<u>05-02</u> 9-009	АН-2ФН			1200-00	1236-60	1296-40	
	<u>05-02</u> 9-012	АН-31			2100-00	2136-60	2243-70	
	<u>05-02</u> 9-014	ЭДЭ-10П			2200-00	2236-60	2348-90	
		Смолы ионообменные. Катиониты марок: КБ-4	<a href="#">ГОСТ 20298-74*</a>	На сухое вещество	2600-00	2636-60	2781-80	
	<u>05-02</u> 9-020	КУ-1			740-00	776-60	812-30	
	<u>05-02</u> 9-022	КУ-2-8			1500-00	1536-60	1606-70	
		Сода каустическая (см. натр едкий)						
	51		Сода кальцинированная (углекислый натрий) техническая: сорт I	<a href="#">ГОСТ 5100-85E</a>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> в прокаленном продукте/в натуре 99,2/98,4	64-00	81-60	91-60
		<u>05-01</u> 1-1330	сорт II		99,0/97,5	60-50	63-60	73-20
<u>05-01</u> 1-1331 Доп. 105								
52		Соль поваренная натрий хлористый)						
	<u>05-01</u> 1-1344 Доп. 88	Соль двуосновная гипохлорита кальция (ДСГК)	ТУ 6-01-576-76 с изв. № 1 - 3	Активный хлор, не менее 39,0	230-00	249-60	264-10	
53	<u>05-01</u> 1-1414	Стекло натриево-жидкое каустическое	ТУ 6-18-68-75	Модуль, не менее 2,45	39-40	66-30	73-40	
54	<u>05-01</u> 1-1419 Доп. 40	Сульфат аммония технический, сорт II, в мешках	ТУ 6-03-395-75 с изв. № 1	N <sub>2</sub> , не менее 20,8	35-50	38-90	48-90	
55	<u>05-01</u> 1-1433 Доп. 7	Сульфит натрия (сернистокислый натрий), безводный технический	<a href="#">ГОСТ 5644-75*</a>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , не мене 93,0	223-00	244-00	256-90	
56	<u>05-01</u> 1-1440 Доп. 28	Сульфит натрия технический (водный раствор)	ТУ 48-7-7-82	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 15 - 20	21-00	23-40	26-30	
57	<u>05-01</u> 1-1451 Доп. 95	Сульфуголь крупный СК-1, сорт I	<a href="#">ГОСТ 5696-74*</a>		239-00	251-40	273-20	

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
58	<u>05-07</u> 1-208	Суперфосфат аммонизированный из фосфоритов Каратау	ТУ 113-08-571-85	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 15 ± 1, N не менее 1,5	42-00	52-00	57-80
59	<u>05-07</u> 1-213 Доп. 28	Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата без добавок, в мешках	<a href="#">ГОСТ 5956-78*</a>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> усв. 20 ± 1	46-00	56-10	61-30
60	<u>05-07</u> 1-221 <u>05-07</u> 1-223 Доп. 68	Суперфосфат двойной гранулированный, в мешках: марка А марка Б, сорт I	<a href="#">ГОСТ 16306-80*E</a>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> усв. 49 ± 1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> усн. 46 ± 1	162-00 152-50	173-40 163-80	183-30 173-30
61	<u>05-01</u> 1-1471 Доп. 16	Тиосульфат натрия кристаллический, технический, сорт I	<a href="#">ГОСТ 244-76*</a>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 5H <sub>2</sub> O не менее 98,0	155-00	173-70	188-40
62	<u>05-01</u> 1-1493 Доп. 1	Тринарийфосфат технический, двенадцативодный	<a href="#">ГОСТ 201-76*E</a>	Общего P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , не менее 18,5	200-00	223-90	243-70
63	<u>05-01</u> 1-1498	Триполифосфат натрия технический, сорт I	<a href="#">ГОСТ 13493-86E</a>	Общего P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , не менее 56,5	440-00	462-10	488-40
64	<u>05-01</u> 1-1527	Уголь активный КАД-йодный	ТУ 6-16-1917-74		485-00	500-30	528-50
65	<u>05-01</u> 1-1532 Доп. 63	Уголь активный СКТ-3	ТУ 6-16-2727-84		990-00	1011-40	1066-40
66	<u>05-01</u> 1-1539	Уголь активный АГ-3	<a href="#">ГОСТ 20464-75*</a>		660-00	677-70	712-90
67	<u>05-01</u> 1-1540 <u>05-01</u> 1-1541, <u>05-01</u> 1-1542 Доп. 1	Уголь активный древесный дробленый: БАУ-А БАУ-Б БАУ-МФ	<a href="#">ГОСТ 6217-74*</a>		1340-00 1260-00 1315-00	1365-90 1284-60 1340-30	1431-30 1346-90 1404-80
68	<u>05-01</u> 1-1544	Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный, ОУ-А	<a href="#">ГОСТ 4453-74*</a>		1010-00	1031-60	1083-70
69	<u>05-01</u> 1-1552 Доп. 56	Уголь активный рекуперационный, марка АРТ-2	ТУ 6-15-2489-		1150-00	1173-30	1228-40

№ п.п.	Прейскурант позиция	Наименование реагентов	ГОСТ, ТУ и прочие	Содержание основного вещества, %	Оптовая цена 1 т, руб.-коп. Ц <sub>1</sub>	Стоимость 1 т, руб.-коп.	
						с учетом части транспортных расходов (без железнодорожного транспорта и наценок снабженческо-сбытовых организаций), Ц <sub>р</sub>	с учетом всех транспортных расходов (применительно к Московской обл.), Ц*
70	<u>05-01</u> 1-1617 Доп. 147	Хлор жидкий, сорт I	81 <a href="#">ГОСТ 6718-86*</a>	Cl <sub>2</sub> , не менее 99,6	68-00	96-10	102-20
71	<u>05-01</u> 1-1618 Доп. 147	Хлор жидкий, сорт высший	<a href="#">ГОСТ 6718-86*</a>	Cl <sub>2</sub> , не менее 99,8	71-00	99-10	105-10
72		Чимкентский коагулянт			24-30**	34-10	59-10
73	<u>05-01</u> 1-1690 Доп. 36	Этил бромистый технический, сорт I	<a href="#">ГОСТ 2658-75*</a>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br, не менее 96,0	1768-00	1817-40	1896-50
74		Тиазон			1600-00**	1647-80	1715-80
75		Флокулянты: К-4			3350-00**	3410-90	3570-50
76		К-9			2160-00**	2206-60	2318-00
77		ВПК-101	ТУ 6-05-231-140-81		850-00**	880-90	923-80
78		ВПК-402	ТУ 6-05-231-1188-78		850-00**	880-90	923-80
79		Полиэлектролит (ППС)	ТУ 6-14-22-103-73		1600-00**	1645-60	1718-80
80		Препарат КСДК			800-00**	836-80	872-80

\* Для типовых проектов по состоянию на 01.01.89 г.

\*\* Проектная оптовая цена.



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	1
2. Содержание раздела «Технико-экономические расчеты и обоснования» к рабочему проекту (проекту) .....	2
Исходные данные .....	2
Технико-экономическое сравнение вариантов проектных решений. Экономическая эффективность капитальных вложений .....	2
Расчеты технико-экономических показателей .....	7
Экономическая эффективность использования достижений науки, техники и передового опыта .....	14
Экономическая эффективность природоохранных мероприятий .....	15
Основные технико-экономические показатели и их оценка .....	15
Долевое участие в капитальных вложениях .....	21
3. Рекомендации по определению эксплуатационных расходов при проектировании внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий .....	22
Общая часть .....	22
Стоимость реагентов и других основных материалов .....	23
Расходы на заработную плату и отчисления на социальное страхование .....	25
Стоимость электроэнергии .....	25
Стоимость тепловой энергии и топлива .....	29
Амортизационные отчисления .....	30
Стоимость воды, используемой на собственные нужды .....	30
Затраты на текущий ремонт и прочие расходы .....	30
4. Рекомендации по выбору проектных решений систем водоснабжения и канализации и определению сравнительной экономической эффективности водоохранных мероприятий .....	31
Особенности определения экономической эффективности отдельных сооружений водоохранного значения .....	33
5. Методы определения технико-экономических показателей и порядок их расчетов .....	33
Расчеты технико-экономических показателей .....	33
Особенности определения капитальных вложений при реконструкции объектов .....	36
6. Методические рекомендации по определению экономической эффективности применения в проектах прогрессивных технических решений, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений .....	36
7. Порядок определения базовых значений технико-экономических показателей .....	43
8. Оценка технического уровня и качества проектной документации .....	44
Приложение 1. Тарифы взносов на государственное социальное страхование по профессиональным союзам .....	44
Приложение 2. Типовые примеры расчетов экономической эффективности использования достижений науки, техники и передового опыта .....	46
Приложение 3. Коэффициенты приведения (пересчета) основных строительных материалов для условного исчисления .....	53
Приложение 4. Коэффициенты приведения затрат (при $E = 0,08$ ) .....	54
Приложение 5. Коэффициенты реновации .....	55
Приложение 6. Коэффициенты приведения затрат по фактору времени (при $E = 0,1$ ) .....	56
Приложение 7. Пример расчета годовых эксплуатационных затрат по станции водоподготовки для хозяйственно-питьевых нужд машиностроительного предприятия .....	57
Приложение 8. Стоимость реагентов .....	59

# ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по проектированию и строительству трубопроводных систем  
водоснабжения, канализации и противопожарной безопасности, в том  
числе с применением пластмассовых труб  
([СНиП 2.04.01-85\\*](#), [СНиП 21-01-97\\*](#), [СП 40-102-2000](#))**

Москва - 2005

Вопросы и ответы по проектированию и строительству трубопроводных систем водоснабжения, канализации и противопожарной безопасности, в том числе с применением пластмассовых труб

Материал подготовлен творческим коллективом:

А. Я. Добромыслов, канд. техн. наук (МИПК МГТУ им. Баумана) - руководитель,

Е. Е. Кирюханцев, канд. техн. наук (НПО «Мосспецавтоматика»)

Строительные нормы и правила [СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий» регламентируют, как известно, вопросы проектирования внутридомовых и внутриквартальных (для водоснабжения) систем водоснабжения и канализации. Эти регламенты базируются в основном на положениях СНиП II-30-76 «Внутренний водопровод и канализация зданий». В эту главу СНиП в 1976 году были внесены принципиально новые (по сравнению с предыдущей главой СНиП II-Г.4-70) положения по целому ряду основополагающих вопросов: включена вероятностная методика определения расходов воды и стоков; уточнены расчетные нормы водопотребления и водоотведения; даны определения понятиям «внутренний водопровод» и «внутренняя канализация»; принципиально изменен подход к расчету самотечных трубопроводов и т. д.

В [СНиП 2.04.01-85\\*](#) в 1996 году Госстроем России было внесено требование о предпочтительности применения пластмассовых труб для систем холодного и горячего водоснабжения (п. 10.1), а в 2002 году подписан приказ о введении [СП 40-102-2000](#) «Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования», регламентирующего применение пластмассовых труб в названных системах.

В связи с изменившимися экономическими отношениями в России, новыми подходами к строительству, появлением на российском рынке новых материалов и оборудования было признано, что целый ряд положений [СНиП 2.04.01-85\\*](#) устарел и сам документ требует переработки. В связи с этим Госстрой России поручил московскому институту СантехНИИпроект - головной организации по разработке предыдущих глав СНиП - подготовить новую редакцию [СНиП](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Сформировал и возглавил коллектив специалистов по подготовке новой редакции [СНиП](#) кандидат технических наук А. Я. Добромыслов, участвовавший в разработке СНиП II-Г.4-70, II-30-76, 2.04.01-85, [2.04.01-85\\*](#), [СП 40-102-2000](#) и целого ряда нормативных документов федерального, отраслевого, ведомственного уровня.

В настоящее время А. Я. Добромыслов является руководителем Учебно-методического центра по подготовке специалистов в области пластмассовых трубопроводных систем МИПК МГТУ им. Н. Э. Баумана. Он является автором методик по гидравлическому расчету напорных и безнапорных трубопроводов и систем внутренней канализации (в частности, расчет пластмассовых трубопроводов регламентирован [СП 40-102-2000](#)), а также методики определения расчетного расхода сточной жидкости.

## СОДЕРЖАНИЕ

Водоснабжение.....	2
Канализация.....	7
Противопожарная безопасность.....	9

### Водоснабжение

#### Вопрос

П. 5.5, [СНиП 2.04.01-85\\*](#). Относятся ли к регламентированным по времени потребления горячей воды системы централизованного горячего водоснабжения административных и общественных зданий при 8-часовом рабочем дне и отсутствии водопотребления в вечерние и ночные часы? Если нет, то достаточно ли будет обеспечить циркуляцию воды только в магистральных трубопроводах?

#### Ответ

Вопрос о необходимости обеспечения круглосуточной циркуляции горячей воды в зданиях при 8-часовом рабочем дне является экономическим. Круглосуточная циркуляция может быть обеспечена:

в магистральных трубопроводах (тогда на ответвлениях от магистральных линий вода будет остывать, что приведет к ее сбросам в систему канализации при включении водоразборной арматуры);

во всей системе горячего водоснабжения, включая ответвления от магистральных трубопроводов; циркуляция может включаться, например, за 30 минут до начала рабочего дня.

Очевидно, что каждое решение имеет свою стоимость и, видимо, должно приниматься при выдаче задания на проектирование.

#### Вопрос

Как, согласно п. 6.11 [СНиП 2.04.01-85\\*](#), при объединенной системе хозяйственно-противопожарного водопровода (ПК>12) в административных и общественных зданиях высотой более 6-ти этажей обеспечить сменность воды путем кольцевания противопожарных стояков с водоразборными стояками, если в здании размещено несколько организаций с собственными узлами учета воды? Или в данном случае возможна только отдельная система хозяйственно-питьевого и противопожарного водопроводов?

#### Ответ

При устройстве объединенных систем хозяйственно-противопожарного водоснабжения следует устраивать нижнее (по подвалу) и верхнее (по чердаку) кольца (из стальных труб), соединяемые противопожарными стояками (из стальных труб) и хозяйственно-питьевыми стояками (можно из пластмассовых труб). На вводах водопроводов в организации, размещенные в здании, устанавливаются водоизмерительные устройства. Сменность воды в противопожарных стояках обеспечивается в процессе циркуляции по трубопроводной системе воды на хозяйственно-питьевые нужды.

#### Вопрос

1. В связи с устройством отдельных ИТП на жилую часть и встроенные помещения (при одной врезке в наружную сеть) ресурсоснабжающие органы требуют исчисления максимальных часовых расходов холодной и горячей воды не по средневзвешенной вероятности для всего здания, а суммированием максимальных часовых расходов, вычисленных отдельно для каждого встроенного помещения, как для отдельного строительного объекта. Естественно, чем больше таких помещений, снабженных индивидуальными счетчиками, тем больше получается общая величина. Правомерно ли это?

2. «Правилами пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в РФ» (п. 39) утверждается, что «в помещениях узла учета запрещается устройство транзитных трубопроводов, стояков и выпусков». Просим разъяснить, каких систем это касается:

канализации, отопления?

И второе: при наличии в помещении узла учета насосной повысительной установки требуется устройство трапа с соответствующим выпуском канализации. Согласно п. 39 этот выпуск приходится переносить в другое помещение, а иногда и на другую сторону здания. Насколько правомерно вышеуказанное требование п. 39 «Правил...» по существу и по закону?

#### **Ответ**

1. В договоре с ресурсосберегающими органами расчетная величина водопотребления приводится на случай расчетов за воду при выходе из строя приборов учета воды. Эта расчетная величина может быть исчислена как по средневзвешенной вероятности водопотребления, так и по максимальным часовым расходам воды. Это в данном случае не принципиально, поскольку расчеты за воду производятся по показаниям водосчетчиков, которыми должны быть оснащены все встроенные помещения (если они принадлежат различным хозяевам).

2. Речь, видимо, идет о транзитных трубопроводах различного назначения. Заметим, что транзитным считается трубопровод, транспортирующий продукт из одного помещения в другое и пересекающий при этом рассматриваемое помещение (в данном случае - помещение узла учета). В этом смысле отводной трубопровод от трапа, установленного в помещении узла учета, транзитным не является. Более того, выпуск от трапа размещается либо в стяжке пола, либо под потолком нижележащего этажа, т. е. вне помещения узла учета.

#### **Вопрос**

Просим разъяснить прим. 2 п. 5.6 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) об установке запорной арматуры на полотенцесушителях для их отключения в летний период. Непонятно, как можно отключить полотенцесушитель от стояка горячей воды, не нарушив подачу горячей воды по этому стояку, а при наличии перемычки на стояке (что позволило бы безболезненно отключить полотенцесушитель) возникает вопрос об обеспечении обогрева полотенцесушителя, когда его не отключают от стояка.

#### **Ответ**

Прим. 2 п. 5.6 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) об отключении полотенцесушителей в летний период относится к открытым системам теплоснабжения (отопления) круглогодичного действия. В то же время специалистами признано целесообразным предусматривать запорную арматуру на полотенцесушителях, в т. ч. и централизованного горячего водоснабжения, для возможности их отключения на время ремонта, замены и т. д., что весьма актуально, особенно для коммерческих жилых зданий.

Техническое решение, о котором Вы пишете (перемычка меньшего диаметра, чем диаметр стояка горячего водоснабжения), внедряется в Москве в соответствии с регламентами Московских городских строительных норм (МГСН) «Жилые здания».

Однако, по мнению некоторых проектных и строительных организаций, такое решение не является оптимальным, и вопрос подлежит дальнейшему обсуждению.

#### **Вопрос**

Согласно п. 14.49 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) в районах распространения вечномёрзлых грунтов при прокладке трубопроводов в каналах не допускается применять минераловатные теплоизоляционные материалы. В г. Удачный (Якутия) сети трассируются в подземных проходных каналах в изоляции из матов минераловатных прошивных с покровным слоем из стеклоткани. Нарушается ли таким образом требование [СНиП](#)?

#### **Ответ**

Минераловатные теплоизоляционные материалы, во-первых, горючи, а во-вторых, при смачивании теряют свои теплоизолирующие свойства. В соответствии с предписаниями противопожарных охранительных органов, применять горючие материалы без надежной защиты от огня в каналах (вообще при открытой прокладке) запрещено.

Если покровный слой из стеклоткани, о котором вы пишете, является надежным

гидроизолятором и не горит, то нарушений в г. Удачном нет. В новой редакции СНиП, строители ориентированы на применение современного теплоизолирующего материала - пенополиуретана с рубашкой из оцинкованной жести (для открытых прокладок, в т. ч. в каналах) или из полиэтилена (для бесканальных прокладок).

### **Вопрос**

Согласно п. 5.6 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) на полотенцесушителях следует предусматривать запорную арматуру для их отключения в летний период. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца в г. Ижевске Удмуртской республики составляет +24,1 °С (табл. [СНиП 23-01-99\\*](#) «Строительная климатология»). В летний период полотенцесушители обеспечивают поддержку расчетной температуры воздуха в ванной +25 °С (прил. 4 [СНиП 2.08.01-89\\*](#) «Жилые здания») и исключают накопление влаги в ограждающих конструкциях ванной комнаты.

### **Ответ**

При обсуждении п. 5.6 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) была признана целесообразность установки запорных вентилях на полотенцесушителях в жилых зданиях для возможности отключения полотенцесушителей на время их ремонта или замены без ущерба для остальных водопотребителей, присоединенных к данному стояку. Поэтому установка вентилях весьма желательна.

Если отключение полотенцесушителей на летний период приводит к нарушению температурно-влажностного режима в ванных комнатах, то полотенцесушители отключать не следует.

### **Вопрос**

СНиПом [2.04.01-85\\*](#) и утвержденной серией 5.901-1 «Водомерные узлы» не предусматривается установка механических фильтров для систем питьевого водоснабжения. Местное предприятие «Горводоканал», тем не менее, настаивает на установке магнитных фильтров на вводах водопровода в дома. Прошу разъяснить правомерность данных требований.

### **Ответ**

Установка механических фильтров на водоизмерительные устройства обязательна. Соответствующее изменение внесено в новую редакцию [СНиП](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий».

### **Вопрос**

Просим разъяснить [СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий», п. 3.10, согласно которому «при проектировании непосредственного водоразбора из тепловой сети на нужды горячего водоснабжения... нормы расхода горячей воды принимать согласно обязательному приложению 3 с коэффициентом 0,85...».

Просим сообщить, относится ли это требование только к нормам расхода горячей воды в сутки и в час или также к расходам горячей воды прибором, указанным в прил. 3.

### **Ответ**

Требование о применении коэф. 0,85 при проектировании непосредственного водоразбора из тепловой сети распространяется в т. ч. и на расход горячей воды сантехприборами. (Коэф. 0,85 введен для учета разницы в расходах горячей воды в закрытой (расчетная температура воды 55 °С) и в открытой (расчетная температура воды 60 °С) сетях).

### **Вопрос**

Просим дать разъяснение, включает ли среднесуточная норма расхода горячей воды (прил. 3 [СНиП 2.04.01 -85\\*](#)) 105 литров в сутки на 1 жителя кроме потребления воды на санитарно-гигиенические и внутриквартирные хозяйственные нужды, также потери и неучтенные расходы горячей воды (теплоносителя) в виде:

- нормативной утечки, не превышающей значения требований Правилтехнической

эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей;

- сверхнормативной утечки (сливов), размер которых превышает значения требований нормативных документов;

- слива теплоносителя при проведении планового ремонта внутренней системы отопления и горячего водоснабжения жилого дома и остывания горячей воды из-за нарушения ее циркуляции.

#### **Ответ**

Среднесуточные нормы расхода горячей воды (прил. 3 [СНиП 2.04.01-85\\*](#)) включают нормативные и сверхнормативные утечки, но не учитывают расходов горячей воды при ее сливах при всех видах ремонтов системы горячего водоснабжения и остывания горячей воды из-за нарушения ее циркуляции.

#### **Вопрос**

В соответствии со [СНиП 2.04.01-85\\*](#) п. 8.2 для расчета циркуляционного расхода необходимо определить теплопотери трубопроводами. Для стальных труб теплопотери приводятся в справочнике проектировщика по внутренним санитарно-техническим устройствам, а как определить теплопотери в случае применения различных типов пластмассовых труб?

#### **Ответ**

Рекомендации по определению теплопотерь и таблица теплопотерь пластмассовыми трубопроводами приведены в [СП 41-102-98](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб».

#### **Вопрос**

Просим дать разъяснение по вопросу установки электрифицированной задвижки на обводной линии у счетчика холодной воды п. 11.7 [СНиП 2.04.01-85\\*](#).

Правильно ли мы понимаем то, что электрифицированная задвижка устанавливается на обводной линии, даже если счетчик пропускает максимальный (с учетом противопожарного) расход воды?

#### **Ответ**

Во всех случаях задвижка устанавливается на обводной линии у счетчиков холодной воды и должна быть электрифицированной.

#### **Вопрос**

Согласно п. 14.51 [СНиП 2.04.01-85\\*](#), в районах вечномёрзлых грунтов диаметры труб на вводах водопровода в здание независимо от расчета следует принимать не менее 50 мм. Чем объясняется это требование? Заказчики небольших зданий, например, модульных магазинов, недоумевают: зачем прокладывать трубу большого диаметра, если в здании установлены один умывальник и один унитаз.

#### **Ответ**

Второй абзац п. 14.51 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) предписывает устанавливать на вводах водопровода в здание незамерзающую арматуру. В 70-80-х годах прошлого столетия в нашей стране в районах вечномёрзлых грунтов широко применялась такая арматура конструкции А. В. Лютова. Рабочие органы этой арматуры размещаются в центре потока воды в трубопроводе, в связи, с чем и требуется некоторое увеличение его диаметра. В тех случаях, когда такая арматура не применяется, диаметр ввода следует принимать по расчету. При этом следует предусматривать меры, предохраняющие водопроводный ввод от перемерзания.

#### **Вопрос**

В 1987 году ВНИИС Госстроя СССР в серии «Инженерное обеспечение объектов строительства» выпускал экспресс-информации № 1 и 2 под названием «Рекомендации по



определению расчетных расходов воды в системах холодного и горячего водоснабжения» к [СНиП 2.04.01-85\\*](#). Можно ли ими и сегодня пользоваться при работе со [СНиП 2.04.01-85\\*](#)? Велики ли расхождения табличных данных экспресс-информации (УДК 697.31) по сравнению с действующим СНиП, учитывая изменения, внесенные за прошедшие годы? Ввиду планируемого переиздания [СНиП 2.04.01-85\\*](#) не могли бы вы сообщить, какие разделы намечены к переработке и чем это вызвано?

#### **Ответ**

Методика определения расчетных расходов воды, о которой вы пишете, разработана канд. техн. наук А. С. Вербицким и А. Л. Лякмундом в институте Мосводоканал НИИпроект. В 1988 году письмом Госстроя СССР она была рекомендована для использования в практических расчетах наряду с методикой [СНиП 2.04.01-85\\*](#). Методика института Мосводоканал НИИпроект строго обоснована аналитически, прошла широкую проверку при выполнении в 1980-1985 годах общесоюзной научно-исследовательской работы «Исследование норм водопотребления и водоотведения» во всех республиках бывшего СССР. Один из авторов этой методики, А. С. Вербицкий, принимает участие в разработке новой редакции СНиП, в которой методика действующих норм ([СНиП 2.04.01-85\\*](#)) заменена на методику Мосводоканал НИИпроект. Никаких изменений по сравнению с опубликованными в 1987 году таблицами в ней нет. В дополнение к новой редакции СНиП планируется издать, в частности, Свод правил, посвященный вопросам определения расчетных расходов воды и стоков. Обращаем ваше внимание на то, что по методике [СНиП 2.04.01-85\\*](#) в принципе недопустимо определять расчетные расходы сточных вод. Дело в том, что эта методика основана на определении числа одновременного действия приборов, а по числу одновременного действия приборов, установленных в разных частях объекта, на разном удалении от расчетного сечения трубопровода, в который от всех этих приборов отводятся стоки, определить секундный расход невозможно.

#### **Вопрос**

Просим Вас дать разъяснения в связи с разночтением.

П. 5.45 [СП 40-102-2000](#) гласит: «минимальное заглубление водопровода до верха трубопровода должно превышать глубину промерзания грунта не менее чем на 0,5 м».

П. 8.42 [СНиП 2.04.02-84\\*](#) диктует определять глубину заложения трубопроводов водопровода из расчета до низа трубопровода на 0,5 м больше глубины промерзания грунта.

#### **Ответ**

[СНиП 2.04.02-84\\*](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» допускает, что часть трубопровода может находиться выше глубины промерзания грунта. Например, при глубине промерзания 1,4 м плюс 0,5 м до низа трубы последняя заглублена на 1,9 м. Если прокладывается трубопровод диаметром 1,5 м, то 0,4 м вертикального диаметра трубы оказываются выше линии проникновения в грунт нулевых температур.

[СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации. Общие требования» такой ситуации не допускает: при глубине промерзания 1,4 м отметка верха трубы должна равняться 1,9 м. В этом случае, если прокладывается трубопровод диаметром 1,5 м, то отметка его низа равняется 3,4 м.

Таким образом, регламенты СНиП обеспечивают более экономичное решение, чем [СП 40-102-2000](#), возможно, за счет надежности трубопровода. При проектировании следует соблюдать требования СНиП. На наш взгляд, этот вопрос нуждается в обсуждении.

#### **Вопрос**

Просим дать разъяснения к прим.2 п.5.6 [СНиП 2.04.01-85\\*](#). Обязательна ли установка запорной арматуры для отключения полотенцесушителей, или это требование отнесено на усмотрение заказчика, как объясняется в письме СантехНИИпроекта, Москва.

#### **Ответ**

Требование об обязательном отключении полотенцесушителей включено в Московские городские строительные нормы (МГСН), регламенты которых не распространяются на

остальную территорию Российской Федерации.

## Канализация

### Вопрос

Просим Вас разъяснить, правомерно ли замечание вневедомственной экспертизы:

- не допускается подключение приборов к канализационному стояку, если выше подключения приборов на стояке предусмотрен отступ (п. 17.3 [СНиП 2.04.01-85\\*](#)).

### Ответ

Смысл п. 17.3 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) заключается в защите от срыва гидравлических затворов у приборов, присоединенных к канализационному стояку ниже отступа, поскольку этот участок работает как невентилируемый стояк. П. 18.7 тех же норм допускает устройство невентилируемых стояков, но следует иметь в виду, что в Вашем случае как невентилируемый работает только расположенный ниже отступ участок стояка. Его рабочая высота равна 3,3 м, и по нему транспортируются стоки, секундный расход которых формируется на 2-10 этажах и, по нашим расчетам, равен 2,4 л/с.

По формулам (15) - (17) [СП 40-102-2000](#) в невентилируемом стояке диаметром 100 мм при рабочей высоте 3,3 м и расходе стояков 2,4 л/с следует ожидать разрежение около 30 мм вод.ст., что существенно ниже

высоты гидравлических затворов санитарно-технических приборов, установленных в проектируемом Вами здании. Следовательно, установка приборов ниже отступа в данном случае вполне возможна. Следует особо подчеркнуть, что канализационный стояк в этом здании имеет сообщение с атмосферой и поэтому является вентилируемым.

### Вопрос

Просим разъяснить, правомерно ли замечание вневедомственной экспертизы о необходимости устройства отдельных выпусков канализации от моек, установленных в буфетах, предусмотренных на этажах лечебных учреждений (больниц). Экспертиза ссылается на требования [СНиП 2.04.01-85\\*](#) п. 15.2,17.13 и «Пособия по проектированию общепита», п. 4.25. Согласно [ГОСТ Р 50762-95](#) «Общественное питание» к предприятиям общественного питания относятся: кафе, рестораны, столовые, закусочные, бары.

В нашем случае приготовление пищи предусматривается в пищеблоке, а в палатных корпусах на каждом этаже предусмотрены буфеты (комнаты раздачи пищи). Подключение моек предусмотрено к бытовой канализации с разрывом струи.

Т. к. буфетные разнесены по этажам, необходимо большое количество дополнительных, самостоятельных стояков и выпусков.

### Ответ

На наш взгляд, в буфетах палатных корпусов больниц вполне достаточно канализование моек с разрывом струи. Требования перечисленных Вами пунктов нормативных документов преследуют цель не допустить попадания сточной жидкости из системы канализации в мойки, посудомоечные машины и т. п. Разрыв струи обеспечивает эти требования.

### Вопрос

Убедительно просим разъяснить, правильно ли мы понимаем требования, сформулированные в п. 6.18 [СНиП 2.04.01-85\\*](#).

По нашему мнению, указания о необходимости установки трапов изложены в нем в последовательности:

- 1 абзац - в душевых (при количестве душей 1:4 душа)
- 2 абзац - в санузлах и уборных (при количестве унитазов 3 и более)
- 3 абзац - умывальниках (при количестве умывальников 5 и более)
- 4 абзац - в мусорокамерах жилых зданий; и т. д.

Таким образом, трап в санузле жилого номера, рассчитанного на проживание 1-2 человек, требуется устанавливать, если в нем предусмотрен душ или гигиенический душ (биде). Этот же принцип заложен и в формулировке прим. 2 к п. 16.8: в ванных комнатах (т. е.



оборудованных не душами, а ванными) жилых зданий и пансионатов трапы не устанавливаются.

В случае если мы ошибаемся, сообщите, пожалуйста, может ли быть согласовано данное отступление от норм и в каких случаях. В настоящее время нами разработан проект на капитальный ремонт гостиницы, в которой трапы предусмотрены только в санузлах, оборудованных биде и душами.

#### **Ответ**

В соответствии с п. 16.8, (в т. ч. с прим. 2) [СНиП 2.04.01-85\\*](#), ванные комнаты пансионатов приравнены к ванным комнатам жилых домов, в которых трапы не устанавливаются. При этом нормами не оговаривается, как оборудованы эти ванные комнаты - ванными или душевыми. Однако следует иметь в виду, что оборудование ванных комнат душами с душевыми поддонами, а тем более без таких поддонов, требует установки трапов.

В вашем случае, когда ванные комнаты гостиницы оборудованы ваннами, трапы устанавливать не требуется.

#### **Вопрос**

Просим Вас сообщить свое мнение по следующему вопросу. В п. 17.17 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) говорится о необходимости устройства гидрозатворов на выпусках и стояках отдельной сети производственной канализации во взрывопожароопасных цехах.

По нашему мнению, данное требование относится к производствам, сточные воды от которых содержат и (или) могут выделять взрывопожароопасные жидкости и газы (нефтепродукты, краски, растворители и т. д.). Для тех же производств, где взрыв и пожар могут произойти только при определенном содержании в воздухе технологической пыли, например, дробление зерна в пивоваренном производстве, вышеуказанное требование не должно распространяться, т. к. производственные стоки данного производства не имеют взрывоопасных выделений.

#### **Ответ**

П. 17.17 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) регламентирует устройство канализационных выпусков от взрывопожароопасных цехов, а именно: устройство гидрозатворов на этих выпусках, т. е. отделение наружной сети канализации от канализационных стояков в цехах.

Речь в данном случае идет о стоках, выделяющих взрыво- или пожароопасные газы, которые (в случае срыва гидрозатворов или разгерметизации трубопроводов) могут попасть в атмосферу цеха из наружной сети канализации и вызвать взрыв или пожар.

В вашем случае (в стоках от пивоваренного производства) такие газы в канализационных трубопроводах не образуются, т. е. нет причины, провоцирующей взрыв или пожар даже в случае проникновения газов из наружной сети в атмосферу цеха, а потому нет и надобности в устройстве гидрозатворов на канализационных выпусках.

#### **Вопрос**

Просим разъяснить требования п. 17.18; 18.7 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) в части устройства вентилируемых канализационных стояков во внутренней сети здания. В соответствии с п. 17.18 наружные сети бытовой канализации должны вентилироваться через вентиляционные стояки внутри здания, однако в п. 18.7 допускается предусматривать невентилируемые канализационные стояки в следующих зданиях:

- в сельских одноэтажных жилых зданиях;
- во всех остальных случаях, если имеется не менее одного вентилируемого стояка.

Означает ли это, что в здании с числом этажей более одного и несколькими самостоятельными выпусками, оборудованными вентилируемыми канализационными стояками, допускается предусматривать самостоятельные выпуски с невентилируемыми канализационными стояками, если расход стоков в этих стояках не превышает значений, указанных в табл. 9.

#### **Ответ**

Невентилируемые канализационные стояки допускается устраивать в любых зданиях во

всех случаях, когда расход сточной жидкости не превышает величин, указанных в табл. 9 [СНиП 2.04.01-85\\*](#). При этом этажность здания не лимитируется, а невентилируемые стояки могут присоединяться как к самостоятельному канализационному выпуску из здания, так и к выпускам, к которым присоединяются другие стояки (вентилируемые, невентилируемые, полувентилируемые). При устройстве невентилируемых стояков следует помнить о необходимости вентилировать наружную канализационную сеть. Этот вопрос решается индивидуально для каждого строящегося объекта, однако самое простое решение - устройство одного вентилируемого стояка в здании. Более подробно этот вопрос рассмотрен в работе А. Я. Добромыслова и Н. В. Санковой «Проектирование, монтаж и эксплуатация систем канализации из пластмассовых труб для зданий и микрорайонов» (М.: Изд-во ВНИИМП, 2002).

### **Вопрос**

Правомерно ли замечание экспертизы о недопущении прокладки пластмассовых труб сети бытовой канализации в подшивных потолках?

### **Ответ**

В соответствии с п. 17.9 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) прокладку внутренних канализационных сетей (независимо от материала труб) «надлежит предусматривать скрыто... в подшивных потолках». Поэтому замечание экспертизы неправомерно.

## **Противопожарная безопасность**

### **Вопрос**

Согласно [СНиП 2.04.01-85\\*](#) п. 10.1 для внутренних трубопроводов холодной воды следует применять пластмассовые трубы, кроме отдельной сети противопожарного водоснабжения. Можно ли применять пластмассовые трубы при совмещенной сети хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода в административном здании?

### **Ответ**

Пластмассовые трубы для внутренних систем хозяйственно-питьевого водоснабжения можно (следует) применять как для объединенных, так и для отдельных систем, в т. ч. и административных зданий.

В первом случае ввод водопровода, нижнее и верхнее кольца и противопожарные стояки выполняются из стальных труб, а стояки и разводки хозяйственно-питьевого водоснабжения - из пластмассовых.

Во втором случае система противопожарного водоснабжения выполняется из стальных труб, а хозяйственно-питьевого - из пластмассовых.

### **Вопрос**

Просим разъяснить [СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий», п. 6.3, 6.8, 6.14 в части увеличения расхода воды на пожаротушение:

- согласно п. 6.3, для зданий IIIа и IVа степени огнестойкости «минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение... следует увеличивать на 5 л/с (одна струя)»;

- согласно требованию п. 6.8, прим. 2, «для получения пожарных струй с расходом воды 4 л/с следует применять пожарные краны и рукава диаметром 50 мм, для получения пожарных струй большей производительности - диаметром 65 мм»;

- в последнем абзаце п. 6.14 указано, что «в здании или частях здания, разделенных противопожарными стенами, следует применять спрыски, стволы и пожарные краны одинакового диаметра, и пожарные рукава одной длины».

Просим разъяснить, как увязать требования упомянутых пунктов для случаев, когда в зданиях IIIа или IVа степени огнестойкости минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение определяется, согласно п. 6.3 и 6.8, равным 10 л/с (2 струи по 2,5 л/с и 1 струя 5 л/с) с установкой двух пожарных кранов и рукавов диаметром 50 мм и одного пожарного крана и рукава диаметром 65 мм.

Следует ли в данном случае принять минимальный расход воды на пожаротушение, с

учетом требования п. 6.14, равным 15 л/с (3 струи по 5 л/с) и установить краны и рукава диаметром 65 мм.

#### **Ответ**

В соответствии с примечанием 2 к п. 6.8 [СНиП 2.04.01-85\\*](#), допускается применять пожарные краны диаметром 50 мм производительностью свыше 4 л/с.

Кроме того, в целом ряде аналогичных случаев на практике неэкономично, а иногда и невозможно применять sprays, стволы и пожарные краны одинакового диаметра. В связи с этим в проекте новой редакции СНиП, это требование исключено.

#### **Вопрос**

Требуется ли в здании из незащищенных металлических конструкций с наружными металлическими панелями и негорючим утеплителем внутренний противопожарный водопровод, и, если требуется, какова величина расхода?

#### **Ответ**

Устройство внутреннего противопожарного водопровода в зданиях из незащищенных металлических конструкций с наружными металлическими панелями и негорючим утеплителем зависит от категории здания по пожарной опасности, определяемой в соответствии с НПБ 105-03 и его объема. Расход воды и количество струй определяется по табл. 2 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) с учетом п. 6.3 (второй абзац).

#### **Вопрос**

Имеется 3-этажный магазин с цокольным этажом. Объем здания 4 100 м<sup>3</sup>. В соответствии с требованиями норм внутренний противопожарный водопровод не требуется, по НПБ 110-99 требуется спринклерная установка пожаротушения. Нет ли здесь противоречий?

#### **Ответ**

В приведенном вами примере противоречий нет. Внутренний противопожарный водопровод и спринклерная установка пожаротушения решают разные задачи. Их объединяет огнетушащее средство - вода. Пожарная опасность 3-этажных зданий магазинов значительно выше, чем двух- или одноэтажных зданий (того же объема), сложнее эвакуация людей. Поэтому спринклерная установка в 3-этажных зданиях магазинов решает задачи по автоматической защите людей при пожаре.

#### **Вопрос**

Строится здание школы с металлической кровлей по деревянной обрешетке. Органы пожарного надзора требуют установить пожарные краны (сухотрубы) на неотапливаемом чердаке. Правомерно ли это требование?

#### **Ответ**

В соответствии с требованиями п. 6.5 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) устройство внутреннего противопожарного водопровода в зданиях общеобразовательных школ не требуется.

В случае проектирования школ другого назначения, на которые распространяются действия табл. 1 [СНиП 2.04.01-85\\*](#), при расстановке пожарных кранов необходимо учитывать требования прим. 1 к п. 6.12 того же СНиП, т. е. при наличии деревянной обрешетки кровли необходимо устанавливать пожарные краны и на чердаке.

#### **Вопрос**

При проектировании объектов производственного или складского назначения возник вопрос об определении расходов воды на внутреннее пожаротушение. Какой объем здания принять - строительный или внутренний?

#### **Ответ**

Учитывая, что строительные конструкции зданий производственного или складского назначения могут выполняться из горючих материалов, по нашему мнению, при определении

расходов воды на внутреннее пожаротушение необходимо учитывать строительный объем здания.

### **Вопрос**

Как принимать расход воды для внутреннего пожаротушения для зданий, разделенных на пожарные отсеки противопожарными стенами 1 или 2 типов?

### **Ответ**

В соответствии со [СНиП 21-01-97\\*](#) к пожарным отсекам относятся части здания, выделенные противопожарными стенами только 1 типа.

### **Вопрос**

Нельзя ли увеличивать длину пожарных рукавов на 2-5 м в жилых зданиях повышенной этажности? В отдельных случаях это приводит к сокращению числа стояков внутреннего противопожарного водопровода.

### **Ответ**

Нет, нельзя, т. к. в зданиях повышенной этажности внутренний противопожарный водопровод используется пожарными подразделениями для тушения пожаров, при этом пожарные используют рукава длиной 20 м.

### **Вопрос**

Какое количество стояков внутреннего противопожарного водопровода необходимо проектировать в жилых зданиях до 25 этажей с коридорами более 10 м при расчетном количестве струй - три?

### **Ответ**

Количество стояков внутреннего противопожарного водопровода на этаже определяется объемно-планировочными решениями. Каждая точка помещения должна орошаться двумя струями воды от пожарных кранов, установленных на разных стояках.

При незначительных размерах помещения минимальное количество стояков на этаже для рассматриваемого случая может быть два, при этом на одном из стояков должны быть установлены спаренные пожарные краны.

### **Вопрос**

Просим дать разъяснение по вопросу количества вводов в здание, если проектируется установка 12 пожарных кранов. В п. 9.1 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) два ввода предусматриваются для зданий, в которых установлено более 12 пожарных кранов. В то же время тупиковая сеть принимается для водопроводов при числе пожарных кранов менее 12. Таким образом, нет четкого указания для зданий, оборудованных 12 пожарными кранами.

### **Ответ**

В соответствии с п. 9.1 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) два и более ввода следует предусматривать для зданий, в которых установлено более 12 пожарных кранов (т. е. 13 и более). В соответствии с тем же пунктом при числе пожарных кранов до 12 (т. е. 12 и меньше) следует устраивать тупиковую сеть. Однако при двух тупиковых трубопроводах следует также устраивать два (и более) ввода, которые к тому же должны быть закольцованы.

### **Вопрос**

Дополнением к [СНиП 2.04.01-85\\*](#) предусматривается устройство поквартирных систем водяного пожаротушения от внутренних сетей

холодного водоснабжения. В связи с этим, прошу дать разъяснение о возможности устройства поквартирных стояков, от которых предусматривается пожаротушение, из пластмассовых труб.

### **Ответ**

Действительно, в соответствии со [СНиП 2.08.01](#) «Жилые здания» п. 3.1а в каждой

квартире стояк холодного хозяйственно-питьевого водоснабжения оборудуется краном для первичного пожаротушения.

По разъяснению Бюллетеня строительной техники № 5 за 2001 г., эта система не относится к противопожарному водоснабжению. Поэтому водопроводные стояки следует выполнять из пластмассовых труб - в соответствии с требованиями п. 10.1 [СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий». Ниже приводится текст разъяснения:

О разъяснениях изменения № 4 [СНиП 2.08.01-89](#) «Жилые здания».

С 1 января 2001 г. введено в действие принятое постановлением Госстроя России от 20 ноября 2000 г. № 112 изменение № 4 [СНиП 2.08.01-89](#) «Жилые здания».

Учитывая поступающие запросы с мест от проектных, надзорных и других организаций по реализации отдельных положений этого изменения и, в первую очередь, требований, связанных с оснащением квартир устройствами внутриквартирного пожаротушения, выявилась необходимость дать некоторые разъяснения и комментарии по этому вопросу.

Опыт передовых зарубежных стран показывает, что наличие таких устройств в квартирах и их использование значительно снижает количество пожаров, уменьшает экономический ущерб и, что самое главное, снижает количество людей, погибших в жилых зданиях.

Основной смысл применения этого устройства состоит в возможности тушения жильцами загорания в квартире на ранней стадии его обнаружения и не предполагает его использования пожарными подразделениями. Устройство обеспечивает быструю и, что важно, непрерывную подачу воды к очагу загорания взамен применяемых зачастую подручных средств (тушение ведрами, тазами, кастрюлями и т. п.). Это дает возможность быстрее, безопасней и эффективней ликвидировать загорание. Раннему обнаружению загорания способствует предусмотренное п. 3.21 оборудование помещений квартир опτικο-электронными дымовыми пожарными извещателями. Извещатели дают сигнал о загорании жильцам, находящимся в состоянии сна, а также своевременно оповещают жильцов квартиры в тех случаях, когда они отсутствуют в комнате, где произошло загорание.

Отдельный кран, к которому присоединяется шланг, может быть установлен на водопроводной трубе в любом удобном для его открывания месте: в ванной, уборной, кухне - по усмотрению заказчика или проектной организации. Кран следует устанавливать после счетчика расхода воды (чтобы избежать неучтенного расхода из этого крана для хозяйственных нужд). Вид шланга и материал, из которого он изготовлен, не регламентируются. Он не является пожарным рукавом, может быть применен любой шланг, например, из тех, которые используются для полива насаждений на садовом участке. Шланг должен быть присоединен к крану постоянно любым способом, обеспечивающим надежное присоединение, по усмотрению проектной организации.

Вид распылителя также не регламентируется. Возможно применение, например, распылителей, используемых для полива. Желательно перед распылителем или в его составе иметь запорное устройство с тем, чтобы не залить квартиру до того, как начинается тушение в месте загорания.

Хранение шланга с распылителем открыто или в шкафчике и место его хранения не регламентируется. Этот вопрос решается заказчиком, проектной организацией или хозяином квартиры. Естественно, шланг должен храниться в доступном для его экстренного применения месте.

Длина шланга определяется размерами квартиры, возможной его прокладкой по коридорам и комнатам до самого отдаленного от крана места. В принципе возможно уменьшение длины шланга по сравнению с указанной в п. 3.1а (например, в небольших квартирах) при условии обеспечения подачи воды в наиболее отдаленную точку.

Приведенную в нормах длину струи используют только для определения длины шланга, а не для расчета напора. Напор в системе вообще не регламентируется, никаких дополнительных расходов не вводится, дополнительных гидравлических расчетов не требуется. Тушение загорания будет производиться с теми напором и расходом, которые обеспечивает обычная сеть хозяйственно-питьевого водопровода в квартире. Устройство не входит в состав системы противопожарного водопровода, его не следует присоединять к этой системе, если она предусматривается в здании.

По усмотрению жильцов можно оборудовать этими устройствами квартиры в

существующих жилых домах.

Обязательной сертификации, в том числе пожарной, устройства или его деталей не требуется.

Н. Н. Поляков, зам. начальника Управления технормирования Госстроя России.

Е. П. Шаститко, начальник нормативно-технического отдела ГУГПС МВД России.

### **Вопрос**

В журнале «Сантехника» № 2/2004 Вы даете разъяснение, что задвижка на обводной линии водомерного узла при наличии в здании противопожарного водопровода во всех случаях должна быть электрифицированной. Но в соответствии со [СНиП 2.04.01-85](#) п. 11.7 ее следует устанавливать в случае, когда счетчик не рассчитан на пропуск противопожарного расхода и данный расход пропускается по обводной линии.

### **Ответ**

В соответствии с п. 11.7 [СНиП 2.04.01-85\\*](#), обводная линия у счетчиков холодной воды предусматривается в двух случаях:

если в здании один водопроводный ввод;

если счетчик воды не рассчитан на пропуск противопожарного расхода.

Во всех остальных случаях устройства обводной линии не требуется.

В п. 11.7 СНиП такой вариант не рассматривается, т. к. если счетчик пропускает суммарный расход, то обводная линия не требуется. С другой стороны, если по каким-то причинам все же делается обводная линия в здании, где имеется противопожарное водоснабжение, то «обводную линию следует рассчитывать на максимальный (с учетом противопожарного) расход воды», «на обводной линии следует устанавливать задвижку, опломбированную в закрытом положении» и, наконец, «задвижка для пропуска противопожарного расхода воды должна быть с электроприводом» (п. 11.7).

Таким образом, следует считать, что во всех случаях, когда в здании есть противопожарное водоснабжение, на обводной линии следует устанавливать электрифицированную задвижку (может быть, на случай ремонта водомера).



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ  
ВОДОПРОВОДНЫХ  
И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБ  
ИЗ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ**

**СП 40-109-2006**

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ  
И ЖКХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва  
2006

**Предисловие**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Аквадизайн-А» при участии МГУП «Мосводоканал», ГУП «МосводоканалНИИпроект», МГСУ, НИИМосстрой, ОАО «Липецкий металлургический завод «Свободный Сокол», Минсельхоза России

2 ОДОБРЕН Федеральным агентством по строительству и ЖКХ России и рекомендован к применению в качестве нормативного документа приказом № 39 от 26.02.2006 г.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

**Содержание**

- 1 Область применения
  - 2 Нормативные ссылки
  - 3 Общие положения по применению труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и основные требования к прочностным характеристикам
    - 3.1 Производство и области применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом
    - 3.2 Основные прочностные характеристики труб и методики их оценки
    - 3.3 Общие сведения о поставщиках и классификация труб (по диаметрам, толщинам стенок, рабочим давлениям, качеству внутренней и наружной поверхности)
    - 3.4 Конструкции и типы соединений труб, фасонные соединительные части
  - 4 Проектирование трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом
    - 4.1 Общие положения по расчету и проектированию трубопроводов из ВЧШГ
    - 4.2 Гидравлический расчет труб
    - 4.3 Учет параметров, влияющих на коррозионную агрессивность грунтов по отношению к трубам из ВЧШГ
    - 4.4 Защитные покрытия для труб из ВЧШГ и требования к ним
    - 4.5 Устройство электрохимической защиты трубопроводов
  - 5 Прокладка и перекладка трубопроводов
    - 5.1 Упаковка, маркировка, транспортировка труб и их хранение
    - 5.2 Земляные работы
    - 5.3 Монтаж трубопроводов и фасонных частей в грунте
    - 5.4 Гидравлические испытания трубопроводов и сдача в эксплуатацию
  - 6 Общие требования безопасности и охраны окружающей среды в период производства работ по прокладке и перекладке труб
- Приложение А *(обязательное)* Трубы и фасонные части ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный сокол"»
- Приложение Б *(обязательное)* Пример расчета труб диаметром 300 мм при комбинированной нагрузке по графику прочности
- Приложение В *(обязательное)* Расчет труб диаметром 100-150 мм на поперечный изгиб при комбинированной нагрузке

Приложение Г *(информационное)* Номограммы для приближенного гидравлического расчета водопроводов из труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ)



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Свод правил содержит указания по проектированию и монтажу подземных трубопроводов водоснабжения и канализации с использованием труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Выполнение этих указаний обеспечит соблюдение обязательных требований к наружным системам водоснабжения и канализации, установленных [СНиП 2.04.02-84\\*](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», [СНиП 3.05.04-85\\*](#) «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация, наружные сети и сооружения» и [СНиП 2.05.06-85\\*](#) «Магистральные трубопроводы».

В Своде правил рассмотрены вопросы, касающиеся применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, изготавливаемых ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"». Приведены основные показатели труб, соединительных частей и способы их соединения, рассмотрены также правила хранения и транспортировки труб, вопросы монтажа и испытания трубопроводов, а также техники безопасности при их монтаже. Приведены методики расчета на прочность подземных трубопроводов при комбинированных нагрузках от воздействия внутреннего давления наполнителя, приведенных внешних нагрузках от грунта и транспорта, определены коэффициенты запаса прочности при работе трубы в пределах упругости. Приведены методики гидравлического расчета трубопроводов водоснабжения, а также выбора типоразмеров труб для напорных трубопроводов при подземной прокладке в грунте.

Свод правил СП 40-109-2006 одобрен Федеральным агентством по строительству и ЖКХ России и рекомендован к применению на всей территории Российской Федерации (приказ № 39 от 26.02.2006 г.).

Свод правил разработан ООО «Аквадизайн-А» авторским коллективом в составе: канд. техн. наук, ст. научн. сотр. *А.Д. Алиференков* (ООО «Аквадизайн-А») - руководитель разработки, канд. техн. наук *С.В. Храменков* (МГУП «Мосводоканал»), д-р. техн. наук, проф. *О.Г. Примин* (ГУП «МосводоканалНИИпроект»), канд. техн. наук, проф. *В.А. Орлов* (Московский государственный строительный университет), канд. техн. наук *А.А. Отставнов* (НИИМосстрой), инж. *А.И. Волков* (Росстрой), инж. *А.В. Минченков*, инж. *И.Н. Шищук* (ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"»), д-р с-х. наук *Г.Г. Гулюк*, канд. с-х. наук *Ю.А. Духанин* (Минсельхоз России).

СП 40-109-2006

### СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ВОДОПРОВОДНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБ ИЗ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

**Projection and assembling of water-supply and sewerage network  
with application high-strength pipe from cast iron globular graphite (ductile iron pipe)**

Дата введения 2006-06-01

#### 1 Область применения

1.1 Настоящий Свод правил (СП) распространяется на проектирование, строительство, монтаж и последующую эксплуатацию вновь строящихся, реконструируемых и модернизируемых сетей холодного водоснабжения и напорной канализации, а также их ремонт с обеспечением последующей эффективной работы, надежной и безопасной эксплуатации.

1.2 Положения СП распространяются на проведение работ на всей территории России независимо от организационно-правовой формы и формы собственности: общественных и жилых территориях (районах, микрорайонах и на отдельных участках).

1.3 Положения СП не распространяются на проектирование, монтаж, ремонт и эксплуатацию сетей горячего водоснабжения, а также систем производственной канализации.

1.4 Положения СП обязательны для применения всеми юридическими и физическими лицами (включая зарубежные фирмы, а также совместные предприятия с участием зарубежных партнеров), осуществляющими проектирование, монтаж, ремонт и эксплуатацию сетей и сооружений водоснабжения и напорной канализации на территории России.

1.5 СП содержит обязательные, а также рекомендуемые и справочные положения по проектированию, монтажу, ремонту и эксплуатации водопроводных и канализационных трубопроводов, выполняемых из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), независимо от предприятий - изготовителей трубных изделий, проектных, монтажных и эксплуатирующих организаций, предприятий и фирм.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем СП представлены ссылки на следующие нормативные документы:

[СНиП 2.04.03-85](#) Канализация, наружные сети и сооружения

[СНиП 3.05.04-85\\*](#) Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации

[СНиП 2.04.02-84\\*](#) Водоснабжение, наружные сети и сооружения

[СНиП 2.05.06-85\\*](#) Магистральные трубопроводы

[СНиП 3.01.04-87](#) Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов.

Основные положения

[СНиП 12-04-2002](#) Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

[ГОСТ 9.602-89\\*](#) ЕСКЗС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

[ГОСТ 1497-84\\*](#) Металлы. Методы испытания на растяжение

[ГОСТ 7293-85](#) Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки

[ГОСТ 9012-59\\*](#) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю

[ГОСТ 10692-80](#) Трубы стальные, чугунные и соединительные части к ним. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

[ГОСТ 27208-87](#) Отливки из чугуна. Методы механических испытаний

ТУ 1461-037-50254094-2004 Трубы чугунные высоконапорные

ТУ 1461-050-50254094-2002 Трубы чугунные напорные высокопрочные для гидромелиоративного строительства и сетей сельскохозяйственного водоснабжения

ТУ 1460-035-50254094-2000 Части соединительные литые из высокопрочного чугуна для напорных трубопроводов

ТУ 1468-041-50254094-2001 Части соединительные сварные из высокопрочного чугуна для напорных трубопроводов

[РД 153-39.4-091-01](#) Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии

ISO 2531 (ИСО 2531) Трубы, фасонные части, арматура из ВЧШГ и их соединения для водо- и газоснабжения

ISO 8179-1 Трубы из ковкого чугуна - внешнее покрытие цинком. Часть 1: Нанесение слоя металлического цинка и завершающего покрытия

ISO 8179-2 Трубы из ковкого чугуна - внешнее покрытие цинком. Часть 2: Нанесение краски, обогащенной цинком, и завершающего покрытия

ISO 8180 Трубы из чугуна с шаровидным графитом - полиэтиленовый рукав

DIN EN 545 Трубы, фасонные части, оснастка из ВЧШГ и их соединения для водопроводов

## **3 Общие положения по применению труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и основные требования к прочностным характеристикам**

### **3.1 Производство и области применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом**

3.1.1 Мировой опыт производства и применения раструбных труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) насчитывает более 50 лет; основными производителями и потребителями труб из ВЧШГ являются США, европейские страны (Франция, Германия, Испания и др.), а также КНР и Индия. В России трубы из ВЧШГ начали выпускаться с 90-х гг. прошлого века.

3.1.2 Трубы из ВЧШГ поставляются (в зависимости от требований потребителей) с

внутренним (в том числе цементно-песчаным) и наружным покрытием нетоксичными материалами, разрешенными к применению санитарными органами, и без покрытия.

3.1.3 Трубы из ВЧШГ находят применение в системах водоснабжения и канализации (для прокладки наружных сетей, в том числе в сейсмически активных районах); в противопожарных системах водоснабжения; на промышленных опреснительных установках; в системах горячего водоснабжения (наружные сети горячего водоснабжения и тепловые сети с температурой воды до 150 °С); при строительстве трубопроводов для транспортировки нефтесодержащих жидкостей (в нефтеперерабатывающей, химической и горнодобывающей промышленности), содержащих углекислый газ и сероводород природного или бактериального происхождения до 0,1 мольных процента; при строительстве зданий и сооружений (для устройства фундаментных свай с бетонными наполнителями).

3.1.4 Трубы из ВЧШГ прокладывают с помощью традиционных траншейных, а также бестраншейных методов благодаря специальным конструкциям раструбов и замковых соединений.

### 3.2 Основные прочностные характеристики труб и методики их оценки

3.2.1 Чугун с шаровидным графитом (зарубежный термин «пластичный чугун») в отличие от серого чугуна имеет микроструктуру не в виде графитовых пластинок (рисунок 3.1), а с углеродными компонентами в виде шаров (рисунок 3.2), что ведет к резкому снижению его ломкости (хрупкости). Данные свойства материала обеспечиваются посредством добавки в расплав серого чугуна в качестве модификатора металлического магния.

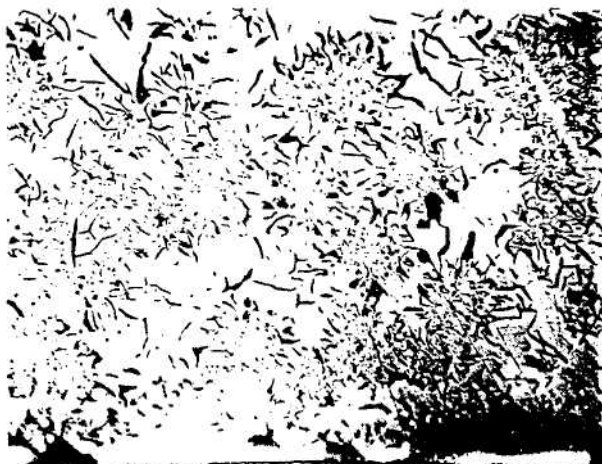


Рисунок 3.1 - Примерная структура серого чугуна при увеличении шлифа в 100 раз

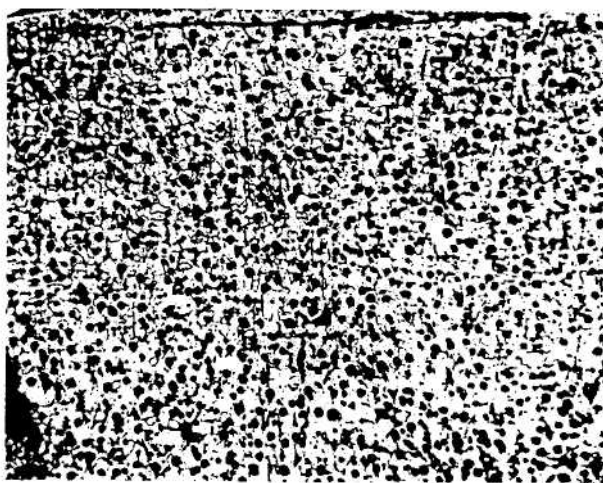
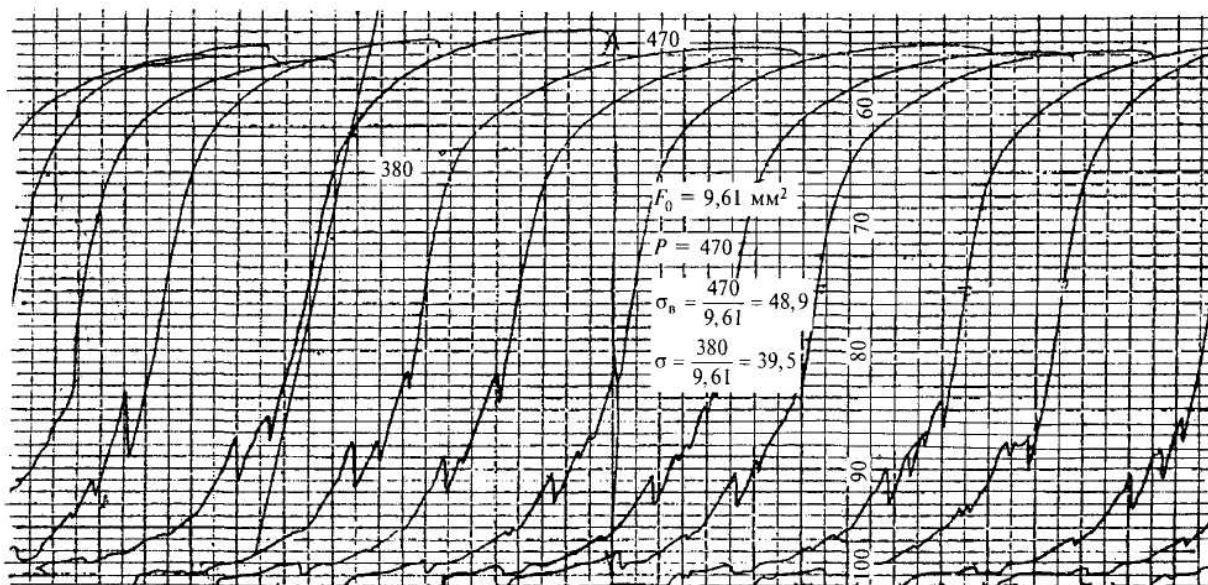


Рисунок 3.2 - Примерная структура чугуна с шаровидным графитом при увеличении шлифа в 100 раз  
Диаграммы при чистом растяжении образцов из ВЧШГ показаны на рисунке 3.3.



**Рисунок 3.3** - Диаграммы растяжения образца из ВЧШГ при заводских испытаниях ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"»

Как видно из диаграмм, материал ВЧШГ не обладает площадкой текучести и из упругой стадии ( $0,7\sigma_p$ ) плавно переходит в стадию разрушения.

Для прочностных расчетов в СП используются значения предела упругости. Значение  $R_p$  (расчетное сопротивление) определено в 300 МПа с доверительной вероятностью  $p^* = 0,999$  при статических и малоцикловых нагрузках.

Другими основными показателями прочности ВЧШГ являются:

- 1) при напряжениях в циклическом режиме при  $R_p = (0,95-0,97) \sigma_b$  прочность ВЧШГ возрастает на 40 %, чего нет у стали и других конструкционных материалов, используемых для изготовления напорных труб;
- 2) снижение предела выносливости ВЧШГ при 10 млн. циклов ниже, чем у сталей;
- 3) ВЧШГ не склонен к деформационному старению, термическое старение невелико и начинается только при  $t = 450-550 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 4) порог хладоломкости находится в пределах минус 60  $^\circ\text{C}$  (т.е. ударная прочность остается постоянной).

3.2.2 В обязанности лабораторий заводов по производству чугуна должны входить регулярные испытания на структуру ВЧШГ, твердость металла, прочность на чистое растяжение, ударную вязкость и удлинение по стандартным методикам в соответствии с ТУ 1461-037-50254094 (и аналогичным европейским нормам EN 545).

3.2.3 Изготовление и испытание образцов труб проводят согласно [ГОСТ 1497](#) и [ГОСТ 27208](#), а металла фланцев и стопоров - согласно [ГОСТ 7293](#) и [ГОСТ 9012](#).

3.2.4 Механические свойства металла труб, фланцев и стопоров, определяемые при испытании образцов на чистое растяжение, должны быть не менее:

Характеристика	Величина (трубы / фланцы, фас. части, стопора)
Предел прочности, МПа	420/420
Условный предел текучести, МПа	300/300
Относительное удлинение, %	10,0/5,0

Указанные выше требования к механическим свойствам материала согласуются с требованиями зарубежных стандартов (EN 545, ISO 2531).

### 3.3 Общие сведения о поставщиках и классификация труб (по диаметрам, толщинам стенок, рабочим давлениям, качеству внутренней и наружной поверхности)

3.3.1 При проектировании сетей водоснабжения и напорной канализации должны использоваться трубы из высокопрочного чугуна, имеющие основные показатели свойств, соответствующие требованиям ISO 2531.

3.3.2 В качестве поставщиков труб могут быть как отечественные предприятия, организации или фирмы, так и зарубежные, продукция которых удовлетворяет техническим



требованиям, предъявляемым настоящим СП.

3.3.3 При соответствующем обосновании для устройства сетей водоснабжения (напорной канализации) могут использоваться трубы зарубежного производства диаметром до 1800 мм.

3.3.4 При устройстве наружных сетей систем водоснабжения (напорной канализации) в первую очередь следует рассматривать возможность применения отечественных труб из высокопрочного чугуна, в том числе с внутренним цементно-песчаным покрытием, внешним цинковым покрытием и внешним покрытием полиэтиленовым рукавом.

3.3.5 Размеры труб, выпускаемых ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный сокол"», указаны в таблице 3.1.

**Таблица 3.1 - Размеры труб, выпускаемых ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"», мм**

Условный проход	Наружный диаметр		Толщина стенки		Толщина цементно-песчаного внутреннего покрытия (по EN 545)		
	Номинал	Предел отклонения +(-)	Номинал	Предел отклонения +(-)	Номинал	Миним. средняя	Миним. в одной точке
100	118	1,0(2,8)	6,0	1,3	4,0	2,5	1,5
150	170	1,0(2,9)	6,0	1,3	4,0	2,5	1,5
200	222	1,0(3,0)	6,3	1,5	4,0	2,5	1,5
250	274	1,0(3,1)	6,8	1,6	4,0	2,5	1,5
300	326	1,0(3,3)	7,2	1,6	4,0	2,5	1,5

3.3.6 Трубы из высокопрочного чугуна зарубежного производства, в том числе с защитными покрытиями наружной поверхности (цинком, полиэтиленовым рукавом и другими материалами), можно предусматривать в проектах строительства (реконструкции и восстановления) сетей водоснабжения (наружной канализации) только при наличии соответствующего сертификата.

3.3.7 В заводских условиях трубы из ВЧШГ подвергаются следующим видам контроля: визуальному, измерительному, неразрушающему (по методике завода-изготовителя), а также контролю твердости и механических свойств (по [ГОСТ 1497](#), [ГОСТ 27208](#) и [ГОСТ 9012](#)), гидравлическим испытаниям (по методике ISO 2531).

3.3.8 Гидравлическому испытанию на гидропрочность, визуальному, измерительному и неразрушающему контролю должна быть подвергнута каждая труба.

3.3.9 Проверка твердости и механических свойств металла проводится на образцах, изготовленных из любой трубы в проверяемой партии.

3.3.10 Проверка механических свойств фланцев и стопоров из ВЧШГ проводится на одном изделии от партии или отдельно отлитом образце.

3.3.11 При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из показателей производятся повторные испытания по этому показателю удвоенного количества образцов, взятых из той же партии.

Результаты повторных испытаний распространяются на всю партию.

При неудовлетворительных результатах повторных испытаний допускается подвергать каждое изделие поштучному контролю на соответствующий показатель.

3.3.12 Результаты гидравлических испытаний труб на гидропрочность считаются удовлетворительными, если на их наружной поверхности не обнаружено видимой протечки, выпотевания или другого признака повреждения.

3.3.13 Толщина цементно-песчаного покрытия должна быть проверена не менее чем на одной трубе каждого диаметра от соответствующей партии.

### **3.4 Конструкции и типы соединений труб, фасонные соединительные части**


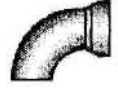

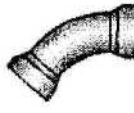
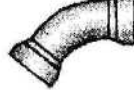
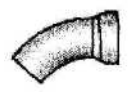
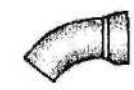



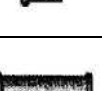


3.4.1 При устройстве сетей водоснабжения (напорной канализации) из труб ВЧШГ следует предусматривать, как правило, использование фасонных соединительных частей из высокопрочного чугуна.

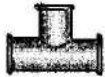














3.4.2 Для трубопроводов, как правило, следует использовать литые соединительные фасонные части из ВЧШГ, выпускаемые по ТУ 1460-035-50254094. Допускается

использование сварных фасонных частей, изготавливаемых по ТУ 1468-041-50254094.

3.4.3 Номенклатура фасонных частей приведена в таблице 3.2, а типоразмеры фасонных частей - в ТУ 1460-035-50254094 и ТУ 1468-041-50254094.

Таблица 3.2 - Соединительные части из ВЧШГ

Наименование	Обозначение в документах	Эскиз
Колено раструбное	УР	
Колено раструб-гладкий конец	УРГ	
Колено фланцевое	УФ	
Отвод раструбный, 10°, 15°, 30°, 45°	ОР	
Отвод раструбный, 60°	ОР	
Отвод раструб-гладкий конец, 10°, 15°, 30°, 45°	ОРГ	
Отвод раструб-гладкий конец, 60°	ОРГ	
Двойной раструб	ДР	
Патрубок фланец-раструб	ПФР	
Патрубок фланец-гладкий конец L = 1200 мм	ПФГ	
Патрубок фланец-гладкий конец L = 350 мм	ПФГ	
Выпуск фланцевый	ВФ	
Выпуск раструбный	ВР	

Тройник фланцевый	ТФ	
Тройник раструбный	ТР	
Тройник раструб-фланец	ТРФ	
Крест раструбный	КР	
Крест фланцевый	КФ	
Крест раструб-фланец	КРФ	
Переход фланцевый	ХФ	
Переход раструбный	ХР	
Переход раструб-фланец	ХРФ	
Переход раструб-гладкий конец	ХРГ	
Пожарная подставка раструбная	ППР	
Тройник раструб-фланец с пожарной подставкой	ППТРФ	
Тройник фланцевый с пожарной подставкой	ППТФ	
Крест раструб-фланец с пожарной подставкой	ППКРФ	
Крест фланцевый с пожарной подставкой	ППКФ	

3.4.4 Виды соединений труб, размеры труб, а также размеры основных литых фасонных частей приведены в [таблицах А.1-А.12](#) и на [рисунках А.1-А.12, А.18-А.20](#) приложения А.

3.4.5 Для трубопроводов из ВЧШГ большого диаметра следует использовать литые соединительные фасонные части зарубежного производства, изготовленные из ВЧШГ, отвечающие требованиям стандарта ISO 2531 и имеющие сертификат качества.

3.4.6 Для сборки труб из ВЧШГ используют следующие конструкции и типы соединений: раструбные с уплотнительными резиновыми кольцами («Тайтон», «ВРС», «Универсал»), сварное нахлестное («НЗ»), фланцевые и муфтовые.

3.4.7 Для сборки раструбных труб из ВЧШГ между собой и с соединительными фасонными частями следует использовать уплотнительные резиновые кольца ([рисунки А.13-А.17, таблицы А.13-А.17](#) приложения А).

## **4 Проектирование трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом**

### **4.1 Общие положения по расчету и проектированию трубопроводов из ВЧШГ**

4.1.1 В соответствии с общими требованиями [СНиП 2.04.02](#) и [СНиП 2.05.06](#) расчет подземных трубопроводов из различных материалов должен производиться по предельным состояниям: на прочность (деформативность) и водонепроницаемость. Возможность достижения того или иного предельного состояния зависит от ряда факторов, из которых важнейшими являются: технология изготовления труб, качество и механические свойства материалов, из которых изготовлена труба, а также условия последующей работы трубопровода.

4.1.2 Проверке на герметичность (гидропрочность) в заводских условиях должны подлежать 100 % труб заводского изготовления внутренним гидравлическим давлением не менее 5,0 МПа независимо от диаметра и класса труб. Данные требования регламентированы ТУ 1461-037-50254094 и другими ТУ.

4.1.3 При проектировании напорных сетей из ВЧШГ должна использоваться методика расчета подземных трубопроводов на прочность путем сопоставления несущей способности труб с результирующими данными по приведенным нагрузкам при различных условиях работы трубопровода.

4.1.4 В качестве нагрузок, действующих на подземный трубопровод из труб ВЧШГ, следует принимать:

- внутреннее давление транспортируемой воды;
- давление грунтовой засыпки;
- давление подвижных транспортных средств, передающееся на трубопровод через фунт;
- собственный вес трубопровода;
- массу транспортируемой воды.

4.1.5 Таблицы с результатами расчетов, проведенных в соответствии с рекомендуемой методикой при различных сочетаниях действующих на трубопровод нагрузок, должны содержать значения допустимого внутреннего давления воды, исходя из несущей способности труб на прочность и водонепроницаемость при укладке трубопровода:

- в траншеях с вертикальными стенками на плоское основание;
- в грунтах шести категорий (пески крупные, мелкие, пылеватые, сухие, суглинки, глины);
- на глубинах от 1,0 до 3,0 м, считая от верха трубы;
- на грунты и основания средней прочности при нормальной степени уплотнения засыпки;
- при действии транспортной нагрузки Н-18.

4.1.6 Расчет необходимо производить на совместное (комбинированное) воздействие внутреннего давления и внешних нагрузок, учитывая следующие случаи:

- на трубопровод действует внутреннее давление воды и внешняя нагрузка от давления грунта;
- на трубопровод действует внутреннее давление воды при гидравлическом ударе и внешняя нагрузка от давления грунта.

В качестве расчетного принимается случай, когда трубопровод подвергается наибольшему силовому воздействию.

4.1.7 Коэффициент перегрузки для определения расчетных нагрузок на трубу принимается равным:

- для вертикального давления грунта - 1,2;



- для горизонтального давления - 0,8;
  - для вертикального давления транспорта (колонны автомобилей Н-18) - 1,4.
- Величины остальных коэффициентов принимаются равными 1.

*Учет внутреннего давления транспортируемой воды*

4.1.8 Величина внутреннего давления воды в трубопроводе устанавливается на основании гидравлических расчетов с учетом реальных данных проектирования.

Гидравлический расчет трубопроводов систем водоснабжения производится в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02](#) (приложение 10).

4.1.9 Величина расчетного внутреннего давления  $P_p$  согласно [СНиП 2.04.02](#), п. 8.22 принимается с учетом или без учета гидравлического удара. При отсутствии в проекте величины гидравлического расчетного давления испытательное давление  $P_{исп}$  принимается в соответствии с п. 10 таблицы 5 ([СНиП 3.05.04](#), п. 7.7) не более 0,6 заводского испытательного давления. При  $P_0 = 5,0$  МПа  $P_{исп}$  для всех труб диаметрами 100-600 мм должно быть равно 3,0 МПа.

4.1.10 Величина рабочего давления не должна превышать: для труб под соединение «Тайтон» и «Универсал» - 1,6 МПа; для труб под соединение «ВРС»: 6,4 МПа ( $D_y$  100); 5,0 МПа ( $D_y$  150); 4,0 МПа ( $D_y$  200); 3,5 МПа ( $D_y$  250); 3,0 МПа ( $D_y$  300), для труб с фланцевыми соединениями - до 4,0 МПа.

*Расчет внешней приведенной нагрузки от грунта и транспорта*

4.1.11 Расчетные вертикальные нагрузки от давления грунта:

$$Q_1^T = 1,15 \gamma H B K_{тр} \psi \text{ - укладка в траншее;} \quad (4.1)$$

$$Q_1^H = 1,15 \gamma H D_n K_n \text{ - укладка в насыпи.} \quad (4.2)$$

4.1.12 Расчетные Горизонтальные нагрузки от давления грунта:

$$Q_{1r} = 0,8 \gamma H D_n K_{тр} \lambda_{тр}, \quad (4.3)$$

$$Q_{1r} = 0,8 \gamma (H + D_n/2) D_n \lambda_n. \quad (4.4)$$

4.1.13 Расчетные вертикальные и горизонтальные нагрузки от давления транспорта:

$$Q_2 = 1,4 q D_n \mu K_n, \quad (4.5)$$

$$Q_{2r} = 1,0 q D_n \lambda. \quad (4.6)$$

4.1.14 Расчетные вертикальные нагрузки от собственной массы трубопровода и наполнителя:

$$Q_3 = 1,1 \pi \lambda_T h D_{cp}; \quad (4.7)$$

$$Q_4 = 0,25 \pi \lambda_n h D_n^2. \quad (4.8)$$

4.1.15 Максимальные расчетные изгибающие моменты в стенке лотка трубы при укладке трубопровода на плоское основание:

$$M = M'_B + M''_B + M_T; \quad (4.9)$$

$$M'_B = 0,235 (Q_1 + Q_2) r_{cp}; \quad (4.10)$$

$$M''_B = 0,18 (Q_3 + Q_4) r_{cp}; \quad (4.11)$$

$$M_T = -0,125 (Q_{1r} + Q_{2r}) r_{cp}. \quad (4.12)$$

4.1.16 Внешняя приведенная нагрузка, действующая на трубопровод,

$$Q_{пр} = \frac{M}{0,318 r_{cp}}. \quad (4.13)$$

В этих формулах:

$D_n$  - наружный диаметр трубы, см;

$H$  - глубина засыпки труб, м;

$\gamma$  - объемный вес грунта засыпки, тс/м<sup>3</sup>.

Значения  $\gamma$  лежат в пределах 1,7-1,9 тс/м<sup>3</sup> и зависят от категории грунта;

$B$  - ширина траншеи, наименьшая ширина траншеи составляет  $D_n + 600$  мм.

4.1.17 Коэффициент  $K_{тр}$ , учитывающий действие сил трения между засыпкой и стенками трубы, определяется по таблице 4.1 в зависимости от категории грунтов и отношения  $H/D$ .

Таблица 4.1 - Значения коэффициента  $K_{тр}$

$\frac{H}{B_{сп}}$	Коэффициент $K_{тр}$ при категории грунтов засыпки		
	Г-I; Г-II	Г-III; Г-IV; Г-V	Г-VI
0	1,0	1,0	1,0
0,1	0,981	0,984	0,986
0,2	0,962	0,968	0,974
0,3	0,944	0,952	0,961
0,4	0,928	0,937	0,948
0,5	0,91	0,923	0,936
0,6	0,896	0,91	0,925
0,7	0,881	0,896	0,913
0,8	0,867	0,883	0,902
0,9	0,852	0,872	0,891
1,0	0,839	0,862	0,882
1,1	0,826	0,849	0,873
1,2	0,816	0,84	0,865
1,3	0,806	0,831	0,857
1,4	0,796	0,823	0,849
1,5	0,787	0,816	0,842
1,6	0,778	0,809	0,835
1,7	0,765	0,79	0,815
1,8	0,75	0,775	0,80
1,9	0,735	0,765	0,79
2,0	0,725	0,75	0,78
3,0	0,63	0,66	0,69
4,0	0,555	0,585	0,62
5,0	0,49	0,52	0,56
6,0	0,435	0,47	0,505

4.1.18 Коэффициент  $\psi$ , учитывающий разгрузку трубы от бокового давления грунта засыпки, определяется по формуле

$$\psi = \frac{1}{1 + \frac{2P_{гр}(B - D_n)}{P_n \chi D_n}}, \quad (4.14)$$

где  $P_n$  - параметр, характеризующий жесткость трубопровода, определяемый по формуле

$$P_n = \frac{2E \left( \frac{h}{D-h} \right)^3}{1 - \nu^2}, \quad (4.15)$$

где  $E$  - модуль упругости Юнга, для ВЧШГ -  $1,7 \cdot 10^5$  кгс/см<sup>2</sup>;

$\nu$  - коэффициент Пуассона, равный 0,3. Для трубопровода, прокладываемого звеньями,  $\nu = 0$ ;

$\chi$  - коэффициент выступания трубы, при опирании на плоское основание  $\chi = 0,98$ ;

$P_{гр}$  - параметр, характеризующий жесткость грунта засыпки, зависящий от модуля упругости грунта  $P_{гр} = 0,125E_{гр}$ .

4.1.19 Коэффициент концентрации давления грунта в насыпи  $K_n$  при укладке труб на ненарушенный грунт зависит от отношения  $H/D_n$  и прочности грунтов основания. Значения этого коэффициента лежат в пределах 1-1,4 при укладке труб на плоское основание.

4.1.20 Коэффициенты бокового давления грунта  $\lambda_{тр}$  и  $\lambda_n$  для грунтов Г-III...Г-V составляют 0,05-0,2.

4.2.21 Равномерно распределенное давление  $q$  (тс/м<sup>2</sup>) от наземного транспорта Н-18, передаваемое на трубы через грунт, принимается в зависимости от диаметра и глубины заложения труб и определяется по таблице 4.2.

Рассмотренные выше формулы по определению давления внешних нагрузок, определению изгибающих моментов от действия этих нагрузок справедливы при расчете труб на изгиб поперечного сечения трубы (кольца) внешними приведенными нагрузками с одновременным воздействием внутреннего давления. Эти формулы приняты по монографии проф. Г.К. Клейна «Расчет подземных трубопроводов» (М., 1969).

Для труб диаметром 100 м дополнительный расчет на поперечный изгиб от действия внешних нагрузок с одновременным воздействием внутреннего давления является поверочным.

**Таблица 4.2 - Равномерно распределенное давление  $q$  (тс/м<sup>2</sup>) от транспортной нагрузки Н-18 при наружном диаметре трубопровода  $D_n$ , м**

Глубина заложения труб $H$ , м	Равномерно распределенное давление $q$ (тс/м <sup>2</sup> ) от транспортной нагрузки Н-18 при наружном диаметре трубопровода $D_n$ , м					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1,0	2,900	2,885	2,870	2,820	2,770	2,690
1,5	1,390	1,380	1,370	1,365	1,360	1,350
2,0	0,880	0,875	0,870	0,870	0,870	0,865
Глубина заложения труб $H$ , м			2,225	2,5	2,75	3,0
Значения $q$ (тс/м <sup>2</sup> ) для всех диаметров			0,780	0,700	0,630	0,560

*Внешние нагрузки и внутреннее давление*

4.1.22 Значения внешней приведенной нагрузки от воздействия грунта и транспорта для труб диаметрами 100-300 мм следует принимать по таблицам 4.3-4.7. Здесь коэффициенты запаса прочности  $K_b = Q^0/Q$ , где  $Q^0$  - несущая способность трубы,  $Q$  - внешняя приведенная нагрузка.

**Таблица 4.3 - Значения внешней приведенной нагрузки  $Q$ , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 100 мм. Коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку (в скобках)**

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	6,8(14,7)	7,3(13,2)	2,2(43,8)	2,6(37,0)
1,5	5,6(17,2)	6,2(15,5)	3,4(28,3)	3,9(24,7)
2,0	5,9(16,4)	6,6(14,6)	4,5(21,4)	5,2(18,5)
2,5	6,8(14,2)	7,7(12,5)	5,6(17,2)	6,5(14,8)
3,0	7,7(12,5)	8,7(11,0)	6,8(14,1)	7,8(12,3)

Таблица 4.4 - Значения внешней приведенной нагрузки  $Q$ , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 150 мм. Коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку (в скобках)

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	9,3(7,8)	10,0(7,7)	3,2(22,8)	23,7(23,0)
1,5	7,7(9,5)	8,5(8,9)	4,7(15,6)	5,4(16,0)
2,0	8,2(8,9)	9,2(7,8)	6,3(11,6)	7,2(8,1)
2,5	9,3(7,8)	10,6(7,7)	7,8(9,3)	9,0(7,8)
3,0	10,6(6,9)	12,0(6,0)	9,4(7,8)	10,8(7,0)

Таблица 4.5 - Значения внешней приведенной нагрузки  $Q$ , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 200 мм. Коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку (в скобках)

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	12,5(4,5)	13,3(4,2)	4,3(13,0)	5,0(12,0)
1,5	10,3(5,4)	11,3(4,9)	6,4(8,7)	7,4(7,5)
2,0	10,9(5,1)	12,2(4,6)	8,5(6,5)	9,8(5,7)
2,5	12,5(4,5)	14,1(3,9)	10,6(5,2)	12,1(4,6)
3,0	14,2(4,3)	16,1(3,5)	12,6(4,4)	14,5(3,8)

Таблица 4.6 - Значения внешней приведенной нагрузки  $Q$ , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 250 мм. Коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку (в скобках)

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	15,2(3,4)	16,3(3,2)	5,4(9,5)	6,2(8,3)
1,5	12,6(4,1)	13,9(3,7)	7,9(6,5)	9,1(5,7)
2,0	13,4(3,9)	15,0(8,4)	10,5(4,9)	12,0(4,3)
2,5	15,3(3,4)	17,3(3,0)	13,0(4,0)	14,9(3,5)
3,0	17,3(3,0)	19,7(2,6)	15,5(3,4)	17,8(2,9)

Таблица 4.7 - Значения внешней приведенной нагрузки  $Q$ , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 300 мм. Коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку (в скобках)

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	17,9(2,7)	19,3(2,5)	6,5(7,5)	7,4(6,6)
1,5	14,8(3,3)	16,4(3,0)	9,5(5,2)	10,9(4,5)
2,0	15,7(3,1)	18(2,7)	12,5(4,0)	14,3(3,4)
2,5	18,0(2,7)	20,5(2,4)	15,5(3,2)	17,8(2,7)
3,0	20,4(2,4)	23(2,1)	18,5(2,6)	21,2(2,3)

Оценивая отношение  $Q^0/Q = K_b$  как коэффициент запаса прочности ( $Q^0$  - несущая способность, а  $Q$  - величина внешних нагрузок на разных уровнях засыпки), необходимо констатировать, что запас прочности для труб диаметром 100 мм в диапазоне залегания 1-3 м (в грунтах категории I-IV) составляет соответственно 14,7-12,5, для труб диаметром 300 мм

на глубине 2 м - 2,7-4,0.

4.1.23 Величины запаса прочности  $K_b$  на внешнюю нагрузку при укладке труб на различные глубины при воздействии транспортной нагрузки Н-18 позволяют производить укладку труб на плоское основание.

4.1.24 Коэффициенты запаса прочности труб на внутреннее давление, равное  $P^0/P_p = 5,0/1,6 = 1,2-3,1$ , где  $P^0$  - давление водонепроницаемости (гидропрочности), гарантированное заводами-изготовителями,  $P_p$  - допустимое рабочее давление. Для раструбных труб  $P_p = 1,6$  МПа, муфтовых и фланцевых - 4,0 МПа.

*Расчет на прочность трубопроводов из ВЧШГ*

4.1.25 Расчет труб из ВЧШГ производится как для жестких труб при работе материала труб в упругой стадии. Значения расчетного напряжения  $R_p = 300$  МПа (30 кгс/мм<sup>2</sup>).

4.1.26 При совместном воздействии внешних приведенных нагрузок от грунта и транспорта и внутреннего гидравлического давления зависимость между ними является прямолинейной. Максимальные напряжения в стенке трубы в лотке и шельге в этом случае суммируются.

В общем случае эта зависимость имеет вид

$$P_{np} = P^0 \left( 1 - \frac{Q_{np}}{Q^0} \right), \quad (4.16)$$

где  $P_{np}$  - величина внутреннего давления при  $Q_{np}$ , МПа;

$Q_{np}$  - величина приведенной внешней нагрузки, кН;

$P^0$  - несущая способность трубы на внутреннее гидростатическое давление, МПа;

$Q^0$  - несущая способность трубы на внешнюю приведенную нагрузку от грунта и транспорта, кН/м.

Значения  $P^0$  получены по формуле

$$P^0 = \frac{R_p h}{r_0}, \quad (4.17)$$

где  $R_p = 300$  МПа (при доверительной вероятности 0,999), расчетная прочность, МПа;

$r_0$  - внутренний радиус трубы, см;

$h$  - толщина стенки трубы, см.

Значения  $Q^0$  получены по формуле

$$Q^0 = 0,524 \frac{R_p h^2 b}{r_c}, \quad (4.18)$$

где  $b$  - условная длина трубы, равная 1 м;

$r_c$  - радиус срединной поверхности трубы, см.

Значения  $P^0$  и  $Q^0$  для труб из ВЧШГ приведены в таблице 4.8

**Таблица 4.8 - Несущая способность на прочность труб из ВЧШГ на внешнюю нагрузку ( $Q^0$ ) и внутреннее давление ( $P^0$ )**

$D_y$ , мм	$Q^0$ , кН/м	$P^0$ , МПа
100	96,4	33,4
150	73,2	23,9
200	55,6	18,0
250	51,7	15,7
300	48,9	13,8

В таблицах 4.9-4.13 приведены величины допускаемого внутреннего давления, исходя из условия прочности труб. Эти величины получены из уравнения (4.17).

**Таблица 4.9 - Значения допускаемого внутреннего давления, МПа, для труб диаметром 100 мм из условия прочности**

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	31,044	30,871	32,638	32,499
1,5	31,46	31,252	32,222	32,049
2,0	31,356	31,113	31,841	31,598
2,5	31,044	30,732	31,46	31,148
3,0	30,732	30,386	31,044	30,698

**Таблица 4.10 - Значения допускаемого внутреннего давления, МПа, для труб диаметром 150 мм из условия прочности**

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	20,864	20,635	22,855	22,692
1,5	21,386	21,125	22,365	22,137
2,0	21,223	20,896	21,843	21,549
2,5	20,864	20,439	21,353	20,961
3,0	20,439	19,982	20,831	20,374

**Таблица 4.11 - Значения допускаемого внутреннего давления, МПа, для труб диаметром 200 мм из условия прочности**

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	13,953	13,694	16,608	16,381
1,5	14,665	14,342	15,928	15,604
2,0	14,471	14,05	15,248	14,827
2,5	13,953	13,435	14,568	14,083
3,0	13,403	12,788	13,921	13,306

**Таблица 4.12 - Значения допускаемого внутреннего давления, МПа, для труб диаметром 250 мм из условия прочности**

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	11,084	10,75	14,06	13,817
1,5	11,874	11,479	13,301	12,937
2,0	11,631	11,145	12,511	12,056
2,5	11,054	10,446	11,752	11,175
3,0	10,446	9,718	10,993	10,295

Таблица 4.13 - Значения допускаемого внутреннего давления, МПа, для труб диаметром 300 мм из условия прочности

Глубина заложения $H$ , м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	I-IV	V-VI	I-IV	V-VI
1,0	8,748	8,353	11,966	11,712
1,5	9,623	9,172	11,119	10,724
2,0	9,369	8,72	10,272	9,764
2,5	8,72	8,015	9,426	8,777
3,0	8,043	7,309	8,579	7,817

**Примечание** - Величины допускаемого внутреннего давления в таблицах 4.9-4.13 не должны превышать 5,0 МПа.

4.1.27 Полученные зависимости могут быть использованы при расчете на прочность труб большего диаметра, в том числе зарубежного производства. Расчет на прочность может быть произведен по графикам прочности. Пример расчета по графикам приведен в [приложении Б](#).

4.1.28 В [приложении В](#) приведен расчет трубы диаметром 100 мм на поперечный изгиб.

## 4.2 Гидравлический расчет труб

4.2.1 Выбор труб из высокопрочного чугуна для систем водоснабжения и напорной канализации по диаметрам и классам осуществляется на основании гидравлических расчетов в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02](#).

4.2.2 Потери напора  $H$ , м, на участке трубопроводной сети определяют по формуле

$$H = Li_T + n_{cc}i_{cc} + n_{cr}i_{cr} + n_a i_a, \quad (4.19)$$

где  $i_T$ ,  $i_{cc}$ ,  $i_{cr}$ ,  $i_a$  - потери напора, вызванные гидравлическим сопротивлением единицы длины трубы, стыковым соединением, соединительной частью и арматурой;

$n_{cc}$ ,  $n_{cr}$ ,  $n_a$  - количество стыковых соединений, соединительных частей, арматуры на участке трубопровода расчетной длины  $L$ , м.

4.2.3 Потери напора на единицу длины трубопровода следует определять по формуле

$$i_T = \lambda \frac{V^2}{2qd}, \quad (4.20)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления;

$V$  - средняя по сечению скорость движения воды (сточной воды), м/с;

$q$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$d$  - расчетный диаметр труб, м.

4.2.4 Расчетный диаметр труб определяется по формуле

$$d = D_n - 2(S + \delta_n), \quad (4.21)$$

где  $D_n$  - наружный диаметр трубы, м;

$S$  - толщина стенки трубы, м;

$\delta_n$  - толщина внутреннего покрытия, м.

4.2.5 Коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda$  с учетом гидравлического сопротивления стыковых соединений при транспортировании по трубопроводу воды (сточных вод) с коэффициентом кинематической вязкости  $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с и скорости  $V$  определяется по формуле

$$\lambda = A_1 \left[ \frac{1 + \frac{C}{V}}{d} \right]^m, \quad (4.22)$$

где  $A_1$ ,  $C$  и  $m$  - коэффициенты, принимаются по таблице 4.14.

Таблица 4.14 - Значения коэффициентов  $A_1, C, m$

№ п.п.	Вид труб	$A_1$	$C$	$m$
1	Трубы без внутреннего защитного покрытия	0,015	2,36	0,284
2	Трубы с внутренним цементно-песчаным покрытием (отечественного производства)	0,014	3,51	0,19
3	То же (зарубежного производства)	0,011	3,51	0,19

4.2.6 Для трубопроводов, транспортирующих воду (сточные воды) с другим показателем коэффициента кинематической вязкости  $\nu$ , коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda$  следует определять из выражения

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2lq \left( \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71d} \right), \quad (4.23)$$

$$\text{Re} = \frac{Vd}{\nu}$$

где  $\nu$  - число Рейнольдса;

$K$  - абсолютная шероховатость стенок труб, м, принимается по таблице 4.15.

Таблица 4.15 - Значения величин абсолютной шероховатости  $K$

№ п.п.	Вид труб	$K$ , мм, для систем	
		Водоснабжения	Напорной канализации
1	Трубы без внутреннего защитного покрытия	1,00	1,5
2	Трубы с внутренним цементно-песчаным покрытием (отечественного производства)	0,25	0,40
3	То же (зарубежного производства)	0,10	0,25

4.2.7 Потери напора  $i_i$ , вызванные гидравлическим сопротивлением стыковых соединений, соединительных частей, арматурой, определяются по формуле

$$i_i = \xi_i \frac{V^2}{2g}, \quad (4.24)$$

где  $\xi_i$  - коэффициент гидравлического сопротивления стыкового соединения, соединительной части, арматуры конкретной конструкции и конкретного диаметра, принимается по паспортам заводов-изготовителей, по данным аналогичных проектируемым системам водоснабжения и напорной канализации и по справочникам для проведения предварительных расчетов.

4.2.8 При проведении предварительных гидравлических расчетов при выборе труб отечественного производства следует пользоваться номограммами, приведенными в [приложении Г](#).

### 4.3 Учет параметров, влияющих на коррозионную агрессивность грунтов по отношению к трубам из ВЧШГ

4.3.1 Согласно международному стандарту ИСО 2531 (приложение А) на коррозионную агрессивность грунтов по отношению к ВЧШГ влияют следующие параметры и обстоятельства: удельное сопротивление грунтов; рН; наличие грунтовых вод на уровне трубы; наличие коррозионных элементов из-за связи с наружными металлическими конструкциями; заражение почвы сточными водами или отходами; воздействие блуждающих токов.

4.3.2 Критериями опасности коррозии труб из ВЧШГ могут служить:

- величина удельного электрического сопротивления грунта  $\rho$  меньше 30 Ом·м;
- величина рН меньше 6;
- загрязнение городскими и производственными сточными водами, а также органическими



веществами, поступившими с промышленными выбросами;

- наличие коррозионных элементов из-за связи с наружными металлическими конструкциями, способствующими появлению макропар.

4.3.3 Важнейшим из перечисленных в 4.3.2 критериев опасности коррозии труб из ВЧШГ является величина удельного электросопротивления грунта. Фактически он определяет все другие факторы, способствующие коррозии.

4.3.4 Методика определения удельного электрического сопротивления грунта  $\rho$  принимается в соответствии с [ГОСТ 9.602](#).

4.3.5 Критерием опасного влияния блуждающего постоянного тока на трубопровод из ВЧШГ является наличие изменяющегося по знаку и значению смещения потенциала сооружения по отношению к его стационарному потенциалу (знакопеременная зона) или наличие только положительного смещения потенциала, как правило, изменяющегося по значению (анодная зона).

Методика определения опасного влияния блуждающего постоянного тока принимается в соответствии с [ГОСТ 9.602](#) (приложение 3) и [РД 153-39.4-091](#) (разделы 4.2.16 - 4.2.21 и приложение К).

4.3.6 Критерием опасного влияния переменного тока промышленной частоты (блуждающего или индуцированного) на трубопроводы из ВЧШГ является смещение среднего значения потенциала трубопровода в отрицательную сторону не менее чем на 10 мВ по отношению к стационарному потенциалу или наличие переменного тока плотностью более 1 мА/см<sup>2</sup> (10 А/м<sup>2</sup>) на вспомогательном электроде.

Методика определения опасного влияния переменного тока принимается в соответствии с [ГОСТ 9.602](#) (приложение 6) и [РД 153-39.4-091](#) (разделы 4.2.22 - 4.2.24 и приложения Л и М).

4.3.7 Опасное влияние постоянного блуждающего и переменного токов следует оценивать для трубопроводов из ВЧШГ только в том случае, когда соединения труб обеспечивают непрерывную электрическую связь по металлу (сварные или фланцевые соединения).

При раструбном соединении труб из ВЧШГ через изолирующие уплотнительные резиновые кольца или прокладки, устанавливаемые на расстоянии не более чем через 6 м, непрерывность цепи по металлу нарушается и опасность действия блуждающих токов значительно уменьшается, что создает условия, исключающие необходимость применения специальных мер по защите трубопроводов от влияния блуждающих токов.

#### **4.4 Защитные покрытия для труб из ВЧШГ и требования к ним**

4.4.1 Для защиты от коррозии подземных трубопроводов из ВЧШГ в зависимости от условий эксплуатации (коррозионной агрессивности грунтов и наличия блуждающих токов) используются:

- защитные покрытия (как изоляционные, так и протекторного типа);
- электрохимическая защита;
- специальная постель под трубопровод и засыпка грунтом, как правило, песком в целях снижения коррозионной агрессивности фунта.

4.4.2 Согласно международному стандарту ISO 2531, в зависимости от внешних условий эксплуатации трубопроводов из ВЧШГ и с учетом действующих национальных стандартов могут использоваться защитные наружные покрытия из следующих материалов:

- металлический цинк с защитным слоем в соответствии с ISO 8179-1;
- обогащенная цинком (цинконаполненная) краска с защитным слоем в соответствии с ISO 8179-2;
- утолщенное покрытие из металлического цинка с защитным слоем;
- полиуретан;
- полиэтилен;
- фиброцементный раствор;
- липкие полимерные ленты;
- битумная краска.

4.4.3 Согласно европейскому стандарту EN 545 в качестве наружных покрытий могут использоваться:

- цинковое покрытие с защитным слоем;
- покрытие толстым слоем цинка с защитным слоем;
- вставка трубы в полиэтиленовый рукав в дополнение к цинковому покрытию с

защитным слоем;

- экструдированное полиэтиленовое покрытие;
- полиуретановое покрытие;
- покрытие из цементного раствора, армированного волокном;
- покрытие липкой лентой.

4.4.4 Наружные покрытия распространяются на фитинги и вспомогательную арматуру.

4.4.5 Для защиты трубопроводов из ВЧШГ наибольшее распространение получили следующие внешние защитные покрытия:

- стандартные (металлический цинк + битумная краска, согласно ISO 8179);
- с дополнительной защитой (металлический цинк + битумная краска + надеваемый при прокладке полиэтиленовый рукав, согласно ISO 8180).

4.4.5.1 Стандартное цинковое покрытие является активным вследствие гальванического взаимодействия пары цинк-чугун. При этом механизм защиты имеет двойной эффект: при контакте с грунтом формируется плотный, сплошной и липкий защитный слой из нерастворимых солей цинка; в случае локального повреждения защитного покрытия происходит автоматическое восстановление его целостности (за счет поступления ионов  $Zn^{2+}$  из близлежащих неповрежденных участков к поврежденному с образованием впоследствии нерастворимых солей цинка).

4.4.5.2 Согласно ISO 8179-1 покрытие из металлического цинка должно наноситься на сухую поверхность трубы, на которой не должно быть следов ржавчины, посторонних веществ и загрязнений, препятствующих адгезии покрытия, из расчета не менее  $130 \text{ г/м}^2$  (на отдельных участках допускается не менее  $110 \text{ г/м}^2$ ).

Нанесение цинкового покрытия осуществляется электрометаллизационным напылением.

4.4.5.3 Согласно ISO 8179-2 для защиты труб могут также использоваться цинконаполненные краски (например, «Цинол», «Зинга»), которые наносятся кистью или распылителем из расчета не менее  $150 \text{ г/м}^2$  (на отдельных участках допускается не менее  $130 \text{ г/м}^2$ ). Поверх цинкового покрытия наносится защитный слой битумной краски или совместимой с цинком синтетической смолы толщиной  $70 \text{ мкм}$  (в отдельных местах  $50 \text{ мкм}$ ).

4.4.6 Дополнительная внешняя защита трубопровода из ВЧШГ выполняется в виде тонкого (толщиной не менее  $200 \text{ мкм}$ ) полиэтиленового цилиндра (рисунок 4.1, таблица 4.16), который плотно натягивается на трубу с фиксацией на ней при помощи липкой пластмассовой пленки на концах трубы и промежуточных проволочных хомутов.

Полиэтиленовый рукав надевается на трубы из ВЧШГ на трассе непосредственно перед их укладкой.

Для защиты фитингов применяется тот же тип полиэтиленового рукава. В результате плотного соединения рукавов труб и рукавов фитингов образуется сплошное защитное покрытие. Механизм защиты полиэтиленового рукава состоит в изолировании труб от влияния коррозионного грунта и от влияния блуждающих токов.

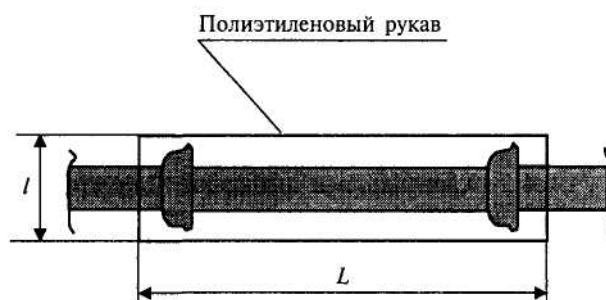


Рисунок 4.1 - Схема нанесения полиэтиленового рукава на трубу и раструб

Таблица 4.16 - Основные размеры полиэтиленового рукава для труб различного диаметра

Условный проход трубы, мм	$L$ , мм	$l^*$ , мм
100	6000	300
150	6000	400
200	6000	600
250	6000	600
300	6000	800

\* Ширина рукава в плоском (сложенном вдвое) состоянии.

4.4.7 Для защиты труб, работающих в условиях очень высокой коррозионной агрессивности грунта, могут использоваться дополнительные средства защиты (покрытие полиуретаном, экструдированным полиэтиленом).

4.4.8 В качестве дополнительного средства защиты от коррозионной агрессивности фундамента рекомендуется использовать защитную (или противокоррозионную) постель, т.е. равномерно прилегающий со всех сторон к наружной части трубопровода слой неагрессивного грунта (песка или местного грунта, освобожденного от камней).

#### 4.5 Устройство электрохимической защиты трубопроводов

4.5.1 Электрохимическая защита (ЭХЗ) от коррозии проложенных в земле трубопроводов из ВЧШГ с соединениями, обеспечивающими непрерывную электрическую связь по металлу, должна производиться в грунтах высокой коррозионной агрессивности ( $p < 15$  Ом·м) и (или) при опасном действии постоянного блуждающего и переменного тока промышленной частоты.

4.5.2 При решении вопроса о целесообразности защиты от коррозии труб из ВЧШГ при опасном действии блуждающих токов следует различать два случая:

- трубы изолированы одна от другой;
- имеется металлическая связь между трубами.

4.5.2.1 В случае надежной изоляции стыков труб ЭХЗ трубопровода в зоне влияния блуждающих токов не требуется; отказ от ЭХЗ может быть обоснован малой вероятностью опасного действия коррозионных макропар от контакта с посторонним катодом или коррозии под действием блуждающего тока (например, в трубопроводах из ВЧШГ, смонтированных из труб длиной 6 м с резиновыми уплотнениями или манжетами между ними).

4.5.2.2 Применение ЭХЗ обязательно в тех случаях, когда имеется металлическая связь между трубами (фланцевые и сварные соединения) и трубопровод из ВЧШГ находится в зоне опасного действия блуждающих токов.

4.5.3 Для выбора типа ЭХЗ трубопроводов из ВЧШГ необходимо руководствоваться [ГОСТ 9.602](#).

4.5.4 В качестве методов противокоррозионной защиты трубопроводов из ВЧШГ могут применяться следующие (таблица 4.17).

Таблица 4.17 - Классификация методов противокоррозионной защиты труб из ВЧШГ

Удельное электросопротивление грунта, Ом·м	Тип защитного покрытия
25-30	Цинковое + битумное покрытие
15-25	Цинковое + битумное покрытие, полиэтиленовый рукав
Менее 15	Дополнительные исследования

Независимо от величины электросопротивления грунта применение полиэтиленового рукава дополнительно к внешнему цинковому и битумному покрытию рекомендуется в следующих условиях:

- искусственные грунты, содержащие булыжники, клинкер или промышленные отходы

(часто встречающиеся в населенных и промышленных районах);

- торфяные почвы;
- почвы, загрязненные промышленными, сельскохозяйственными отходами или канализацией и т.д.;
- почвы, содержащие отходы горного производства;
- почвы, подверженные влиянию блуждающих токов (железные дороги, промышленное оборудование, использующее постоянное напряжение, близость катодно-защищенных структур с поврежденным изолирующим покрытием).

## **5 Прокладка и перекладка трубопроводов**

### **5.1 Упаковка, маркировка, транспортировка труб и их хранение**

5.1.1 Упаковка, транспортировка, оформление документации и хранение труб из ВЧШГ должны производиться в соответствии с требованиями [ГОСТ 10692](#).

5.1.2 Трубы должны быть маркированы краской или иметь литую маркировку. На трубах должны быть нанесены следующие обозначения:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условный проход;
- год изготовления;
- обозначение, что материалом является чугун с шаровидной формой графита (ЧШГ, ВЧ или GGG).

5.1.3 Трубы транспортируются в пакетах. Количество труб в пакетах регламентируется документацией завода-изготовителя. По согласованию с потребителем допускается транспортирование труб без пакетов. На гладкие концы труб и в раструбы устанавливаются пластмассовые заглушки. При транспортировке труб из ВЧШГ и погрузочно-разгрузочных работах запрещается подвергать их ударным нагрузкам.

5.1.4 Трубы на объект строительства могут перевозиться железнодорожным, автомобильным и водным транспортом.

5.1.5 При перевозке труб автотранспортом длина свисающих концов не должна превышать 25 % длины трубы.

5.1.6 Трубы подлежат разгрузке на площадку складирования краном необходимой грузоподъемности и укладке в штабеля для последующей транспортировки на участок строительства.

5.1.7 При проведении погрузочно-разгрузочных и транспортных работ необходимо обеспечить:

- сохранность труб, в том числе их антикоррозионного покрытия, как в процессе перевозки, так и выполнения такелажных работ;
- при наличии внутреннего цементно-песчаного покрытия способ захвата должен обеспечить его неповреждаемость;
- целесообразную загрузку транспортных средств, учитывая вес труб на единицу их длины;
- надежную увязку перевозимых труб.

5.1.8 Прирельсовые склады должны устраиваться в местах разгрузки труб из железнодорожных полувагонов для краткосрочного складирования. В качестве грузозахватных средств используются захваты с автоматической строповкой и расстроповкой или траверсы с торцевыми захватами.

5.1.9 Хранение труб на складах и строительных площадках должно производиться в штабелях, уложенных на ровных площадках. Нижние и последующие ряды укладываются на прокладки. Раструбы в каждом ряду должны быть направлены попеременно в противоположные стороны. Допускается складирование труб без прокладок на специальных стеллажах, исключающих раскатывание и повреждение труб, а также в пакетах.

5.1.10 При хранении труб высота штабеля не должна превышать 3 м. При этом устанавливаются боковые опоры, предотвращающие самопроизвольное раскатывание труб.

5.1.11 На каждую отгружаемую потребителю партию труб поставщик выдает документ о качестве труб, в котором должны быть указаны: наименование предприятия-изготовителя, условный проход труб, их количество и общая длина в метрах, теоретическая масса, тип и количество уплотнительных резиновых колец, величина гидроиспытания, предел прочности при растяжении, относительное удлинение и твердость металла труб.

5.1.12 Стопоры для труб под соединение «ВРС» хранятся в открытой таре, рассортированные по диаметрам.

5.1.13 Уплотнительные резиновые кольца должны храниться в закрытых помещениях и быть защищены от прямого солнечного света, загрязнения смазочными материалами, маслами, керосином, бензином, кислотами и щелочами, оказывающими вредное воздействие на резину.

5.1.14 Разгрузка на объектах строительства, в том числе на трассе осуществляется в намеченных проектом местах. Трубы вдоль траншеи укладываются раструбами в направлении монтажа трубопровода.

5.1.15 В случае нанесения защитных покрытий на трубы (например, цементно-песчаного покрытия) их хранение с момента нанесения покрытия и до момента монтажа труб должно производиться с торцами, закрытыми пластмассовыми заглушками.

5.1.16 В летнее время трубы из ВЧШГ с нанесенным цементно-песчаным покрытием должны храниться в местах, исключающих попадание прямых солнечных лучей, или быть защищены специальным укрытием.

## 5.2 Земляные работы

5.2.1 Земляные работы по планировке трассы, разработке, засыпке и приемке траншей при строительстве трубопроводов следует производить в соответствии с требованиями [СНиП 3.05.04](#) и [СНиП 12-04](#).

5.2.2 Перед разработкой траншеи следует произвести разбивку ее оси. Пряжки для монтажа и заделки стыковых соединений труб диаметром до 300 мм следует отрывать перед укладкой каждой трубы на место. Расстояние между пряжками устанавливается в зависимости от длины укладываемых труб. Пряжки для труб диаметром более 300 мм допускается отрывать за 1-2 дня до укладки труб в траншею с учетом фактической длины труб и расстояния между стыками.

5.2.3 Методы разработки траншеи обуславливаются диаметром трубопровода, геотехническими характеристиками грунтов, рельефом местности, технико-экономическими показателями технических средств.

5.2.4 Грунт, вынутый из траншеи, следует укладывать в отвал с одной (левой по направлению работ) стороны траншеи на расстояние не ближе 0,5 м от края, оставляя другую сторону свободной для передвижения и производства прочих работ.

## 5.3 Монтаж трубопроводов и фасонных частей в грунте

5.3.1 Трубопроводы из ВЧШГ прокладывают преимущественно в грунте путем реализации траншейной и бестраншейной технологий, а также в коллекторах (каналах). Здесь рассматриваются вопросы прокладки трубопроводов в грунте.

5.3.2 При прокладке трубопроводов из ВЧШГ в грунте должен соблюдаться технологический регламент, включающий подготовительные, вспомогательные и основные работы, состав и очередность которых должны увязываться с конкретными условиями.

5.3.3 Уплотнение при стыковке труб под соединения «Тайтон», «ВРС» и «Универсал» осуществляется с помощью уплотнительного резинового кольца за счет радиального сжатия его в кольцевом пазе раструба.

5.3.4 Монтаж труб производится в следующем порядке ([рисунки 5.5, 5.6](#))

5.3.4.1 Наружная поверхность гладкого конца трубы очищается от посторонних предметов и загрязнений с помощью щетки и шпателя (рисунок 5.1).

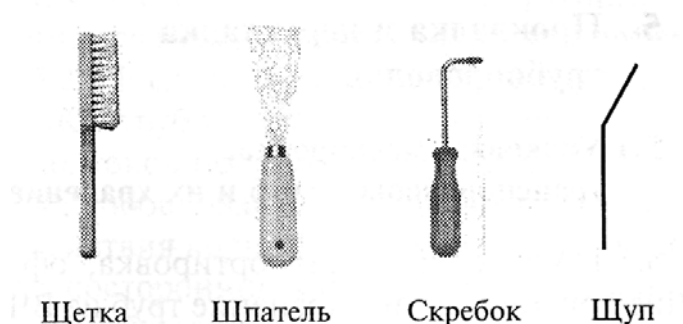


Рисунок 5.1 - Комплект для монтажа труб

5.3.4.2 Для определения границ монтажа гладкого конца трубы в раструб на трубы наносится специальная метка (рисунок 5.2) по размерам, указанным в таблице 5.1. На трубы под соединение «ВРС» специальная метка не наносится.

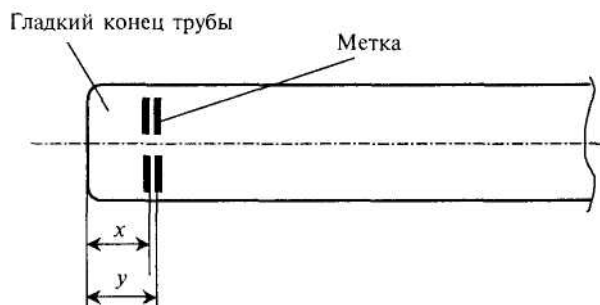


Рисунок 5.2 - Метка на гладком конце трубы

Таблица 5.1 - Размеры в миллиметрах

D <sub>y</sub> , мм	x, мм		y, мм	
	Соединение «Универсал»	Соединение «Тайтон»	Соединение «Универсал»	Соединение «Тайтон»
100	72	73	85	86
150	77	79	90	92
200	76	85	89	98
250	81	90	94	103
300	85	95	98	108

5.3.4.3 Наружную поверхность гладкого конца трубы (особенно фаску) до специальной метки покрывают смазкой, поставляемой предприятием-изготовителем труб. Смазка поставляется в достаточном объеме и в случае необходимости может быть дополнительно заказана в любом количестве.

5.3.4.4 Внутренняя поверхность раструба трубы (особенно паз для уплотнительного резинового кольца) очищается от посторонних предметов и загрязнений с помощью щетки и скребка (рисунок 5.1).

5.3.4.5 В кольцевой паз раструба вкладывают уплотнительное резиновое кольцо с проверкой правильности размещения его гребня (рисунок 5.3).

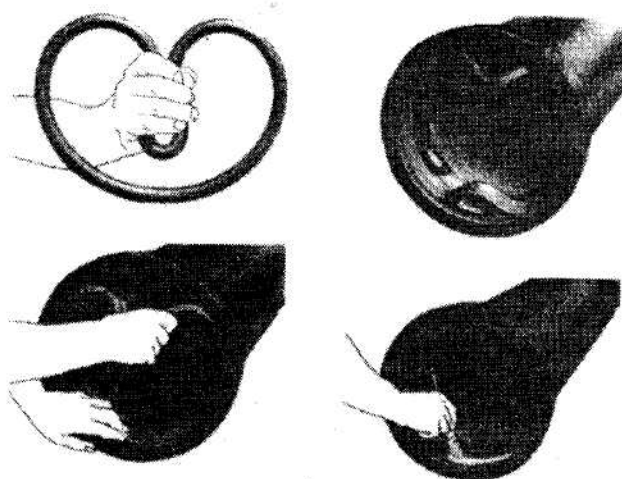


Рисунок 5.3. - Схема укладки уплотнительного резинового кольца

5.3.4.6 Внутренняя поверхность уплотнительного резинового кольца покрывается смазкой. Следует избегать стекания смазки под наружную поверхность уплотнительного резинового кольца.

5.3.4.7 Монтируемая труба подается к ранее уложенной трубе, центрируется по конусной поверхности уплотнительного резинового кольца и с помощью монтажного приспособления или ломика (при малом диаметре труб) вводится в раструб до специальной метки. Типы монтажных приспособлений для соединения труб приведены на [рисунке 5.7](#).



5.3.4.8 При снятии усилия монтажного приспособления гладкий конец смонтированной трубы должен войти в раструб на расстояние не менее величины  $x$  и не более величины  $y$ , указанных в [таблице 5.1](#). Расстояние от торца раструба до торца резинового кольца должно быть одинаковым по всему периметру. Правильность установки уплотнительного резинового кольца в раструб проверяется специальным щупом ([рисунок 5.1](#)). Неравномерное расстояние свидетельствует о выталкивании кольца из паза раструба, и монтаж следует повторить, так как этот стык при гидроиспытании даст течь.

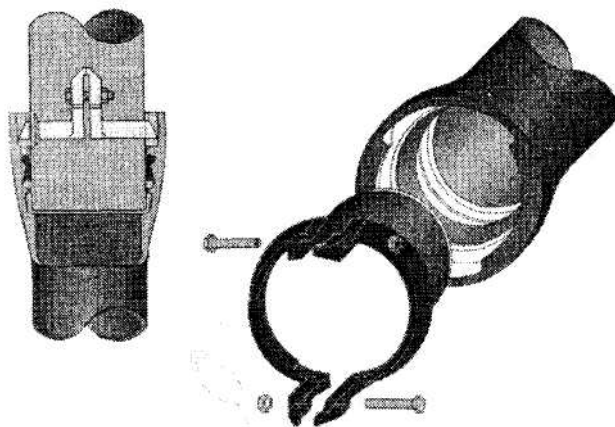
5.3.4.9 При монтаже труб под соединение «ВРС» после их стыковки необходимо:

- вставить правый стопор в выемку раструба и продвинуть его вправо до упора;
- вставить левый стопор (со стопорной проволокой) в выемку раструба и продвинуть его влево до упора;
- вогнуть стопорную проволоку внутрь выемки раструба.

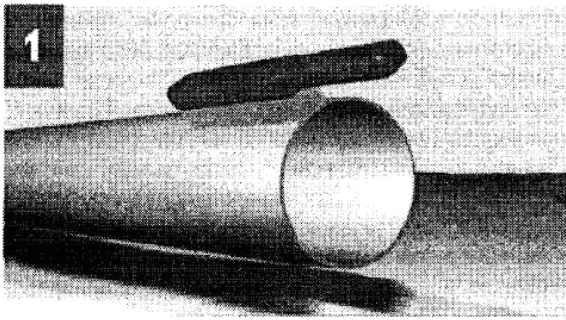
Уложенный трубопровод с соединением «ВРС» имеет возможность осевого удлинения в каждом стыке за счет технологического зазора между наплавленным валиком и приливом в раструбной части трубы.

При требовании абсолютно исключить удлинение необходимо растягивать трубопровод при прокладке по участкам с помощью канатной тяги.

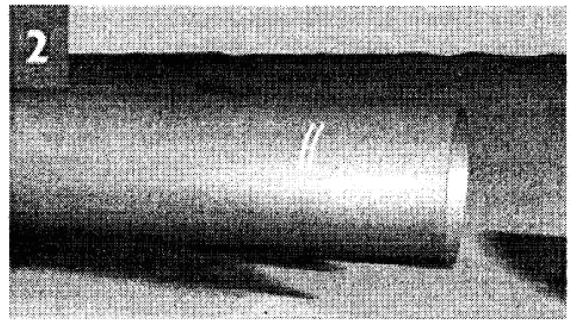
При использовании для монтажа трубопровода труб мерной длины (менее 6 м) их гладкие концы необходимо предварительно отрезать до требуемой длины и обработать шлифмашинками с целью приведения величины наружного диаметра к требованиям технических условий. В этом случае для труб под соединение «ВРС» наплавленный валик, отрезанный вместе с патрубком, можно заменить использованием специального приспособления (хомуты с болтовым соединением), показанного на рисунке 5.4.



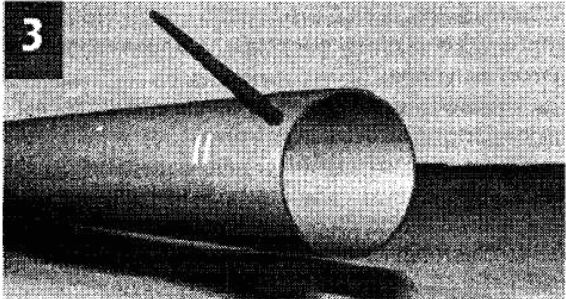
*Рисунок 5.4* - Специальное приспособление, заменяющее наплавленный валик



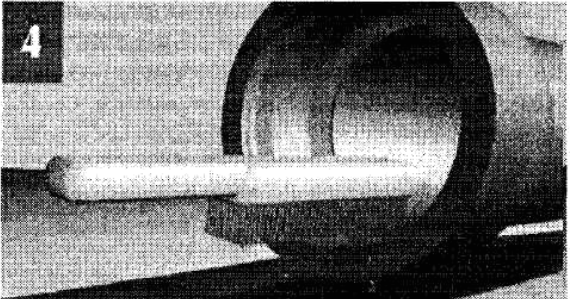
Очистка гладкого конца



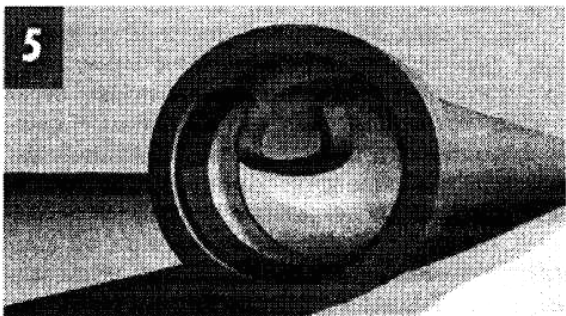
Нанесение линии ограничения  
на гладком конце трубы



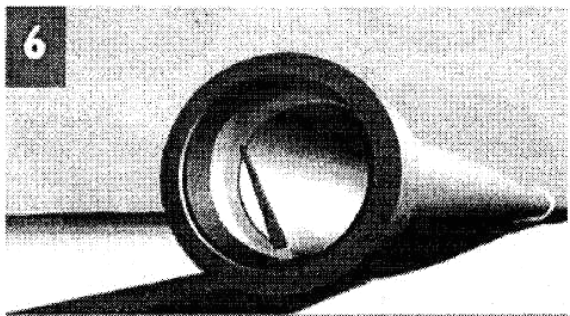
Смазка наружной поверхности  
гладкого конца трубы



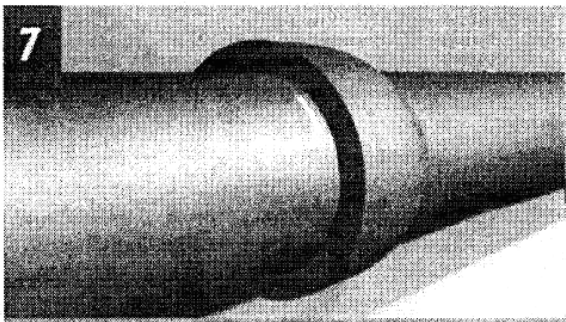
Очистка раструба



Установка уплотнительного резинового  
кольца в раструб



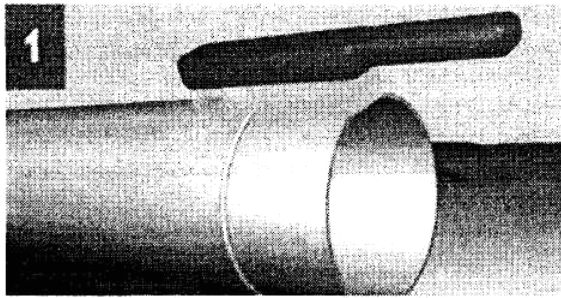
Смазка внутренней поверхности  
уплотнительного резинового кольца



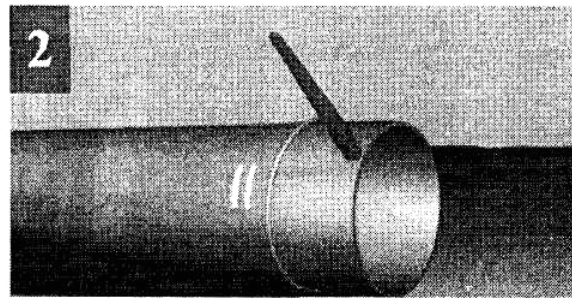
Смонтированное соединение

**Рисунок 5.5** - Порядок монтажа труб под соединения «Универсал» и «Тайтон»

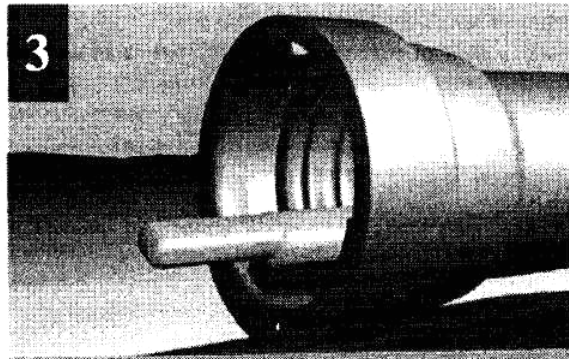




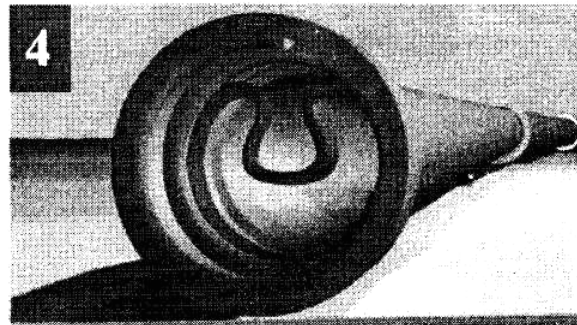
Очистка гладкого конца



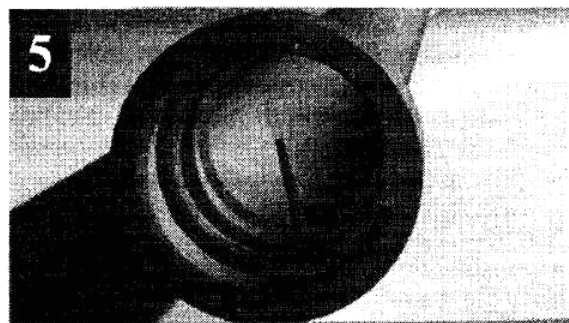
Смазка наружной поверхности  
гладкого конца трубы



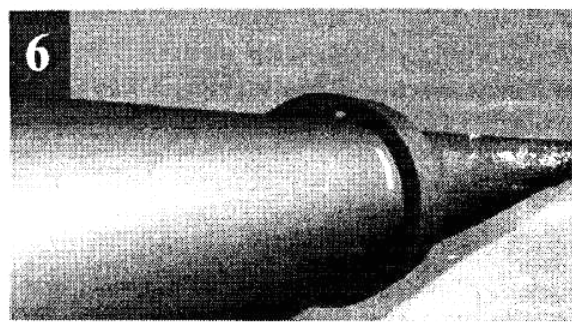
Очистка раструба



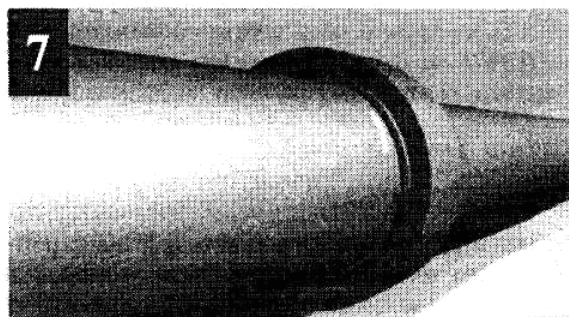
Установка уплотнительного резинового  
кольца в раструб



Смазка внутренней поверхности уплотнительного  
резинового кольца

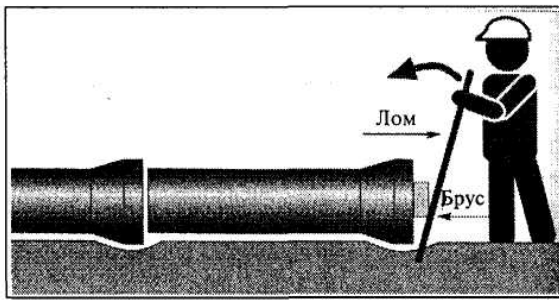


Стыковка труб и установка стопоров

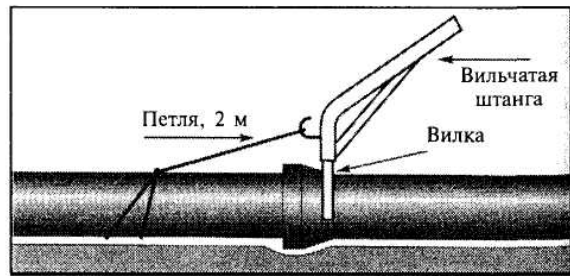


Смонтированное соединение

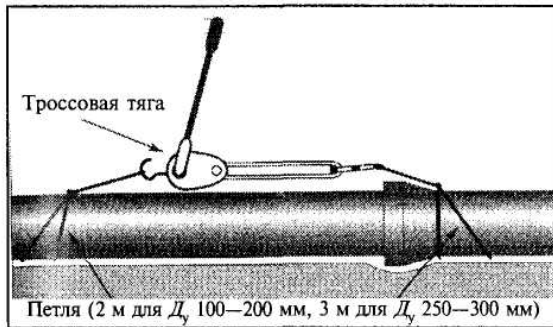
*Рисунок 5.6 - Порядок монтажа труб под соединение «ВРС»*



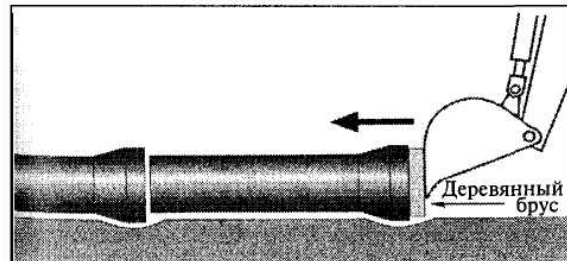
а — при помощи лома и деревянного бруса (для  $D_y$  100 мм)



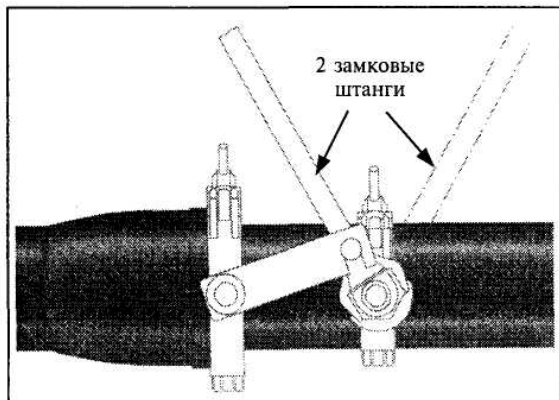
б — при помощи петли и вилочной штанги (для  $D_y$  100–150 мм)



в — при помощи петли и тросовой тяги (для  $D_y$  100–300 мм)



г — при помощи экскаватора и деревянного бруса (для  $D_y$  100–300 мм)



д — при помощи двух замковых штанг (для  $D_y$  100–300 мм, монтажно-демонтажное приспособление)

**Рисунок 5.7** - Типы приспособлений для монтажа и демонтажа труб

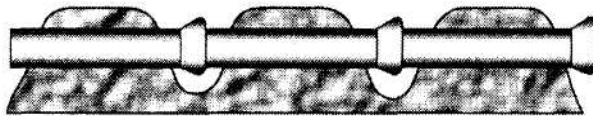
5.3.4.10 Уложенные трубы, при необходимости, можно разъединить. Трубы вытягивают с помощью реечного домкрата и составной обоймы. Для разъединения труб под соединением «ВРС» необходимо предварительно удалить стопоры. В случае повторного соединения труб следует использовать новое уплотнительное резиновое кольцо.

5.3.4.11 При укорачивании труб на стройплощадке необходимо на гладком конце выполнить фаску  $5 \times 30^\circ$ .

5.3.4.12 Монтаж трубопровода следует производить методом последовательного наращивания из одиночных труб непосредственно в проектом положении трубопровода (на дне траншеи).

5.3.5 Засыпка трубопроводов должна осуществляться в два приема - частичная засыпка до предварительного испытания и окончательная засыпка после предварительного гидравлического испытания. Частичная засыпка трубопровода производится для предотвращения перемещения труб под воздействием давления во время предварительного гидравлического испытания.

5.3.6 Частичная засыпка траншеи производится в следующем порядке: предварительно проводится подбивка пазух и частичная засыпка труб грунтом, не содержащим включений размером свыше  $\frac{1}{4}$  диаметра труб на высоту 0,2 м над верхом трубы. Во время засыпки производится равномерное послойное уплотнение грунта с обеих сторон трубы до проектной плотности. Приямки и стык должны быть открыты (рисунок 5.8).



*Рисунок 5.8 - Засыпка траншеи*

5.3.7 Окончательная засыпка траншеи производится после предварительного испытания трубопровода. Предварительно присыпаются приямки и стыки с тщательным уплотнением грунта.

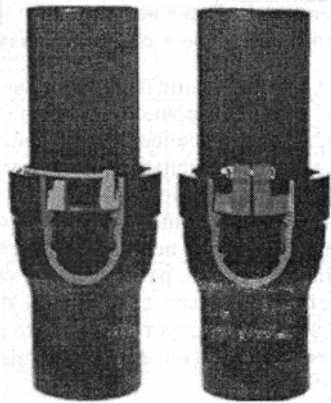
5.3.8 При прокладке трубопроводов в грунте с помощью бестраншейных технологий должны использоваться раструбные трубы из ВЧШГ, обеспечивающие малые усилия протягивания, неразъемность стыков и выдерживающие рабочее давление транспортируемой среды.

5.3.9 В качестве методов бестраншейной прокладки труб из ВЧШГ рекомендуется использовать горизонтальное направленное бурение и микротоннелирование.

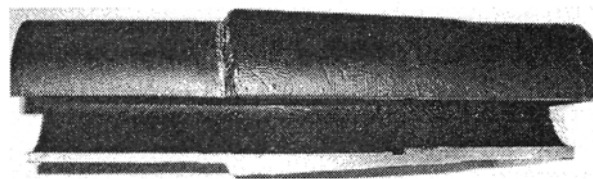
5.3.10 При применении труб из ВЧШГ в бестраншейных технологиях используют два метода их сборки:

- последовательное наращивание протаскиваемых секций трубопровода (при стесненных условиях строительной площадки);
- полная предварительная сборка протаскиваемой секции (при возможности растяжки собранной плети труб по всей длине).

5.3.11 При реализации бестраншейных технологий прокладки возможно применение труб из ВЧШГ с раструбно-фиксированным соединением типа «ВРС» (рисунок 5.9) и сварным нахлестным соединением типа «НЗ» (рисунок 5.10).



*Рисунок 5.9 - Раструбные соединения типа «ВРС»*



*Рисунок 5.10 - Сварное нахлестное соединение труб типа «НЗ»*

5.3.12 Соединение «ВРС» (см. рисунок 5.9) выполнено в виде фиксированного раструбно-стопорного соединения, в котором герметичность обеспечивается применением двухслойного уплотнительного резинового кольца.

5.3.13 Соединение «ВРС» противодействует усилиям рассоединения труб при прокладке и эксплуатации трубопровода при сложном рельефе местности, в местах осадки грунта и при ударных нагрузках: сварной наплыв на гладком конце трубы и два стопора,двигаемые после стыковки труб в выемку раструба и фиксируемые стопорной проволокой, не позволяют нарушить соединение. Соединение «ВРС» не является жестким и позволяет отклоняться от оси на угол до 5° для труб с внутренним диаметром 100-150 мм и до 4° для труб с внутренним диаметром 200-300 мм (при сохранении полной герметичности стыка).

5.3.14 Сварное нахлестное соединение типа «НЗ» (см. рисунок 5.10) выполняется электродуговой сваркой отдельных труб никельсодержащими электродами. Незначительные

усилия по протягиванию плетей таких труб при реализации бестраншейных технологий достигаются за счет низкого и пологого раструба.

#### 5.4 Гидравлические испытания трубопроводов и сдача в эксплуатацию

5.4.1 Смонтированный трубопровод подлежит испытанию на прочность и плотность (герметичность) гидравлическим способом. Предельная длина для испытания за один прием трубопровода из чугунных труб должна быть не более 1 км, при большей длине участками не более 1 км. Длину испытательных участков трубопроводов при гидравлическом испытании разрешается принимать свыше 1 км при условии, что величина допустимого расхода подкаченной воды должна определяться как для участка длиной 1 км.

5.4.2 Испытание трубопроводов должно проводиться в 2 этапа:

- предварительное испытание на прочность и герметичность, выполняемое после частичной засыпки трубопровода (5.3.6);
- окончательное (приемочное) испытание на прочность и герметичность, выполняемое после полной засыпки трубопровода.

Оба этапа испытания должны выполняться до установки гидрантов, вантузов, предохранительных клапанов, вместо которых на время испытания следует устанавливать фланцевые заглушки.

5.4.3 Величины внутреннего расчетного давления  $P_p$  и испытательного давления  $P_{исп}$  для проведения предварительного и приемочного испытаний напорного трубопровода на прочность должны быть определены проектом и указаны в рабочей документации. В случае отсутствия в проекте указанных величин величина внутреннего расчетного давления  $P_p$  принимается равной рабочему давлению в трубопроводе, а величина испытательного давления  $P_{исп} = 1,5 \cdot P_p$  (но не менее 1,5 МПа и не более 0,6 от заводского испытательного давления).

Величина испытательного давления на герметичность  $P_T$  для проведения как предварительного, так и приемочного испытаний напорного трубопровода должна быть равной величине внутреннего расчетного давления  $P_p$  плюс величина  $\Delta P$ , принимаемая в соответствии с таблицей 5.2 в зависимости от верхнего предела измерения давления, класса точности и цены деления шкалы манометра. При этом величина  $P_T$  не должна превышать величины приемочного испытательного давления трубопровода на прочность  $P_{исп}$ .

Таблица 5.2 -  $\Delta P$  для различных величин внутреннего расчетного давления  $P_p$  в трубопроводе

$P_p$ МПа	$\Delta P$ для различных величин внутреннего расчетного давления $P_p$ в трубопроводе и характеристик используемых технических манометров											
	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	$\Delta P$ , МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	$\Delta P$ , МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	$\Delta P$ , МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	$\Delta P$ , МПа
	Классы точности технических приборов											
	0,4			0,6			1			1,5		
До 0,4	0,6	0,002	0,02	0,6	0,005	0,03	0,6	0,005	0,05	0,6	0,01	0,07
0,41-0,75	1	0,005	0,04	1,6	0,01	0,07	1,6	0,01	0,1	1,6	0,02	0,14
0,76-1,2	1,6	0,005	0,05	1,6	0,01	0,09	2,5	0,02	0,14	2,5	0,05	0,25
1,21-2,0	2,5	0,01	0,1	2,5	0,02	0,14	4	0,05	0,25	4	од	0,5
2,01-2,5	4	0,02	0,14	4	0,05	0,25	4	0,05	0,3	6	0,1	0,5
2,51-3,0	4	0,02	0,16	4	0,05	0,25	6	0,05	0,35	6	0,1	0,6

3,01-4,0	6	0,02	0,2	6	0,05	0,3	6	0,05	0,45	6	0,1	0,7
4,01-5,0	6	0,02	0,24	6	0,05	0,4	10	0,1	0,6	10	0,2	1

5.4.4 Оборудование для гидравлического испытания состоит из опрессовочного насоса, манометров, мерного бака или водомера для измерения количества подкачиваемой воды и величины утечки.

5.4.5 На концах испытываемого участка трубопровода устанавливаются заглушки.

5.4.6 На концах трубопровода, закрытых заглушками, к началу испытания должны быть установлены временные упоры для восприятия давления воды на заглушки, возникающего при подъеме давления в трубопроводе (рисунок 5.11).

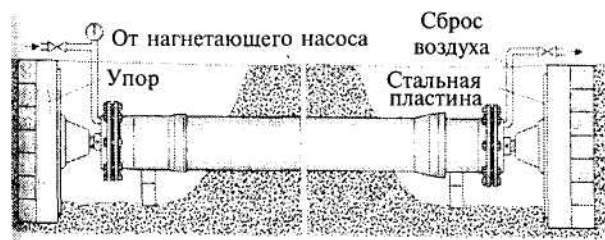


Рисунок 5.11 - Подготовка трубопровода к гидротестированию

5.4.7 Перед началом проведения гидротестирования следует проверить и убедиться, что из предъявленного к испытанию трубопровода полностью удален воздух. Наполнять трубопровод водой рекомендуется с более низкой стороны участка. Для удаления воздуха во всех наиболее высоких точках участка трубопровода устраивают воздуховыпускные стояки из труб диаметром 25-50 мм с запорными вентилями, выведенными над уровнем земли.

5.4.8 Испытания трубопроводов с внутренним цементно-песчаным покрытием следует начинать после заполнения его водой и предварительной выдержки под давлением (приблизительно 2 кгс/см<sup>2</sup>) в течение суток (для пропитки пор цементного раствора).

5.4.9 При испытании трубопровода на прочность выполняются следующие операции:

- постепенное повышение давления в трубопроводе (по 3-5 кгс/см<sup>2</sup>) с выдержкой давления на каждой ступени не менее 5 мин и осмотром труб и стыковых соединений;
- при обнаружении утечки во время повышения давления необходимо установить причину нарушения герметичности и принять меры по ее ликвидации; устранение обнаруженных дефектов трубопровода можно производить после снижения давления в нем до атмосферного;
- категорически запрещается хождение по испытываемому трубопроводу, простукивание, подтягивание болтовых соединений и нахождение рабочих в траншее;
- при достижении в трубопроводе испытательного давления  $P_{исп}$  в течение не менее 10 мин не допускают падения давления больше чем на 1 кгс/см<sup>2</sup>, производя дополнительную подкачку воды до  $P_{исп}$ .

5.4.10 Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность, если при достижении испытательного давления в нем не произойдет разрыва труб, нарушения стыковых соединений и при осмотре трубопровода не будет обнаружено утечек воды.

5.4.11 Испытания трубопровода на плотность (герметичность) производятся в следующей последовательности:

1) давление в трубопроводе повышают до величины испытательного давления на герметичность  $P_T$ ;

2) фиксируют время начала испытания  $T_n$  и замеряют начальный уровень воды в мерном бачке  $h_n$ ;

3) проводят наблюдения за падением давления в трубопроводе; при этом могут иметь место три варианта падения давления:

- если в течение 10 мин давление упадет не менее чем на два деления шкалы манометра, но не будет ниже внутреннего расчетного  $P_p$ , то наблюдение за падением давления заканчивают;

- если в течение 10 мин давление упадет менее чем на два деления шкалы манометра, то наблюдение за снижением давления до внутреннего расчетного  $P_p$  следует продолжать до

тех пор, пока давление упадет не менее чем на два деления шкалы манометра; при этом продолжительность наблюдения не должна быть более 1 часа. Если по истечении этого времени давление не снизится до внутреннего расчетного давления  $P_p$ , то следует произвести сброс воды из трубопровода в мерный бочок (или замерить объем сброшенной воды другим способом);

- если в течение 10 мин давление упадет ниже внутреннего расчетного  $P_p$  то дальнейшее испытание трубопровода прекращают и принимают меры для обнаружения скрытых дефектов трубопровода, выдерживая его под внутренним расчетным давлением  $P_p$  до тех пор, пока при тщательном осмотре не будут выявлены дефекты, вызвавшие недопустимое падение давления в трубопроводе.

5.4.12 После окончания наблюдения за падением давления по первому варианту и завершения сброса воды по второму варианту необходимо выполнить следующие операции:

- подкачкой воды из мерного бачка повысить давление в трубопроводе до величины испытательного на герметичность  $P_{г}$ , зафиксировать время окончания испытания на герметичность  $T_k$  и замерить конечный уровень воды в мерном бачке  $h_k$ ;

- определить продолжительность испытания трубопровода ( $T_k - T_n$ ), мин, и объем подкаченной в трубопровод воды из мерного бачка  $Q$  (для первого варианта), разность между объемами подкаченной в трубопровод и сброшенной из него воды или объем дополнительно подкаченной в трубопровод воды  $Q$  (для второго варианта) и рассчитать величину фактического расхода дополнительного объема закаченной воды  $q_n$ , л/мин, по формуле

$$q_n = \frac{Q}{T_k - T_n} \quad (5.1)$$

5.4.13 Трубопровод считается выдержавшим гидравлическое испытание на плотность, если величина фактической утечки, определенной по формуле (5.1), будет менее допустимой согласно таблице 5.3.

**Таблица 5.3 - Допустимые величины утечек для соответствующих диаметров трубопровода**

Условный диаметр трубопровода, мм	Допустимая величина утечки* на участке длиной 1000 м, л/мин
100	0,50
150	0,75
200	1,00
250	1,10
300	1,20

\* При длине испытываемого участка более или менее 1 км приведенная в таблице величина утечки должна быть умножена на его длину, выраженную в км.

5.4.14 Для предотвращения осевых перемещений раструбных труб при гидравлических испытаниях следует применять упоры (при повороте трубопроводов) и тупиковые упоры.

При применении раструбных труб диаметрами 100-300 мм с соединениями «ВРС» устройство упоров необязательно.

5.4.15 Расчетные усилия на тупиковый упор от воздействия внутреннего давления определяются по формуле

$$N_t = \pi D_{cp} \frac{P}{4} \quad (5.2)$$

где  $N_t$  - соответствующее усилие на упор;

$D_{cp}$  - срединный радиус трубы;

$P$  - испытательное давление в трубопроводе.

Для упора, установленного на повороте трубопровода, эти усилия равны:



$$N_{\text{п}} = 0,5\pi D_{\text{ср}} P \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (5.3)$$

где  $\alpha$  - угол поворота трубопровода.

5.4.16 Расчет упоров следует выполнять в соответствии с «Рекомендациями по статическому расчету упоров и якорей напорных трубопроводов», разработанными ВНИИВОДГЕО и МИСИ им. Куйбышева.

5.4.17 Для практического использования возможен расчет по номограммам.

При производстве работ по устройству упоров следует соблюдать требования, изложенные в пособии «Методика и укладка чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов водоснабжения и канализации».

5.4.18 Проведение гидравлических испытаний трубопроводов допускается после достижения бетоном упоров прочности не менее проектной. Засыпка упоров и примыкающих к нему участков труб должна производиться слоями 15-20 см с увлажнением и тщательным уплотнением. Степень уплотнения грунта должна обеспечивать достижение удельного веса скелета уплотненного грунта 1,5 т/м<sup>3</sup> для песчаных грунтов и 1,6 т/м<sup>3</sup> для суглинков и глин.

5.4.19 Конструкцию упоров рекомендуется выбирать по материалам Мосинжпроекта СК 2110-88 «Конструкция упоров для напорных трубопроводов из железобетонных, асбестоцементных, чугунных и стальных труб. Часть 2. Материалы для проектирования».

5.4.20 После проведения испытаний должен быть составлен акт приемки трубопровода в соответствии с требованиями [СНиП 3.01.04](#) (п. 1.10).

## **6 Общие требования безопасности и охраны окружающей среды в период производства работ по прокладке и перекладке труб**

6.1 При производстве работ по монтажу наружных систем водоснабжения из чугунных труб и соединительных частей необходимо соблюдать требования [СНиП 12-04](#).

6.2 Складирование чугунных труб, соединительных частей и строительных изделий и материалов для устройства колодцев и упоров должно осуществляться с учетом требований разделов соответствующих технических условий на них.

6.3 Манипуляции при погрузке и разгрузке труб, соединительных частей и других строительных изделий должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений и тары (стропов, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.) с учетом применяемых подъемно-транспортных механизмов.

6.4 Работа на используемых при строительстве машинах должна производиться в соответствии с проектом производства работ лицами, имеющими специальное разрешение. Допускаются к эксплуатации только исправные машины, инструменты, приспособления и средства малой механизации, что должно подтверждаться в установленном порядке с указанием сроков, оговоренных в техпаспортах.

6.5 При перемещении грунта, труб и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

6.6 При проведении работ необходимо постоянно контролировать состояние откосов в нераскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных состояниях - элементов креплений.

6.7 Весь контингент работников перед началом работ должен пройти полный инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный, внеплановый и текущий). Текущему инструктажу следует уделять особое внимание, так как от него не только зависит безопасность работника, но во многом определяется качество и производительность монтажа.

6.8 При проведении гидравлического испытания трубопроводов давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных упоров.

6.9 При осмотре камер и колодцев необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на загазованность. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности зажженной спичкой, горящей бумагой или пламенем горелки. Испытания следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

6.10 При проведении испытаний трубопроводов работники, участвующие в монтаже,

должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места разрушения труб, раструбов и т.п. Обнаруженные дефекты можно устранять только после снятия давления.

6.11 Для обеспечения синхронности действий на объектах строительства или ремонта должны применяться портативные рации.

6.12 Все отходы производства необходимо вывозить в специально отведенные для этого места.

### Приложение А (обязательное)

#### Трубы и фасонные части ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный сокол"»

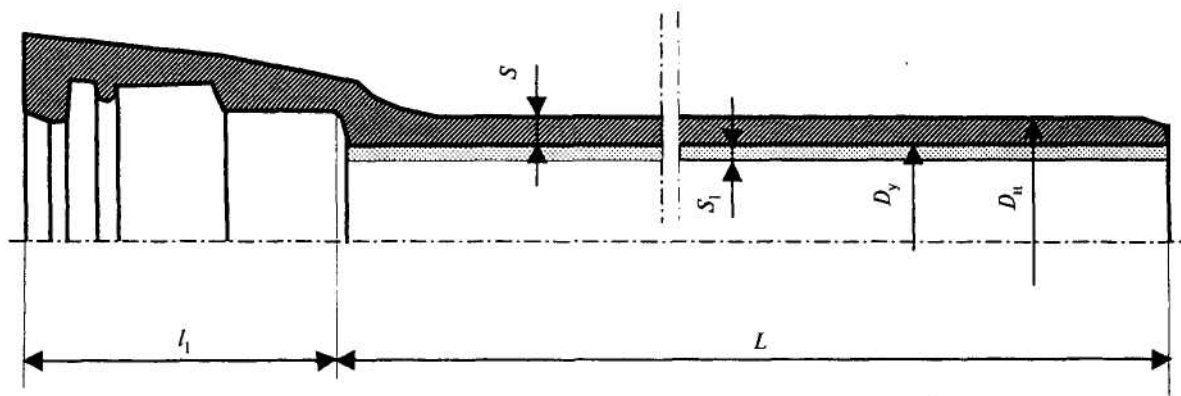


Рисунок А.1 - Схема трубы раструбной под соединение «Тайтон»

Таблица А.1 - Основные размеры, мм, трубы раструбной (под соединение «Тайтон»)

$D_y$	$D_n$	$S$	$S_1$	$l_1$	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цем. покрытием), кг	Масса трубы с раструбом (без цем. покрытия/с цем. покрытием), кг, при расчетной длине $L$			
							5800		6000	
100	$118^{+1,0}_{-2,8}$	$6,0^{-1,3}$	3	88	4,3	17,5	94,2	107,5	97,3	111,1
150	$170^{+1,0}_{-2,9}$	$6,0^{-1,3}$	3	94	7,1	25,8	143,4	162,5	148,1	167,9
200	$222^{+1,0}_{-3,0}$	$6,3^{-1,5}$	3	100	10,3	35,5	192,4	220,3	198,7	227,5
250	$274^{+1,0}_{-3,1}$	$6,8^{-1,6}$	3	105	14,2	47,0	253,2	287,4	261,4	296,8
300	$326^{+1,0}_{-3,3}$	$7,2^{-1,6}$	3	110	18,9	59,0	321,1	362,3	331,5	374,1

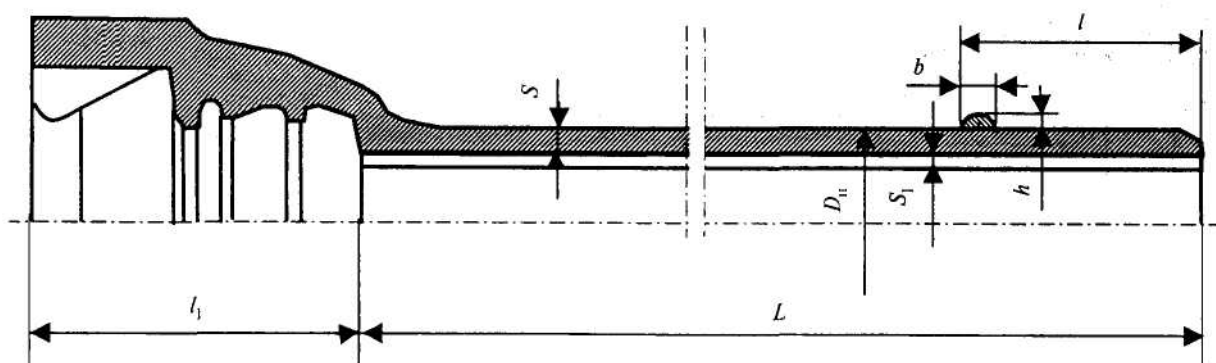


Рисунок А.2 - Схема трубы раструбной под соединение «ВРС»



Таблица А.2 - Основные размеры, мм, трубы под соединении «ВРС»

$D_y$	$D_n$	$S$	$S_1$	$l$	$l_1$	$h$	$b$	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цем. покрытием), кг	Масса трубы с раструбом (без цем. покрытия/с цем. покрытием), кг, при расчетной длине $L$			
										5800		6000	
100	$118^{+1,0}_{-2,8}$	$6,0^{-1,3}$	3	91	135	5	$8^{\pm 2}$	6,9	17,5	97,0	110,1	100,1	114,0
150	$170^{+1,0}_{-2,9}$	$6,0^{-1,3}$	3	101	150	5	$8^{\pm 2}$	10,7	25,8	147,1	166,3	152,1	172,0
200	$222^{+1,0}_{-3,0}$	$6,3^{-1,5}$	3	106	160	5,5	$9^{\pm 2}$	16,8	35,5	199,1	227,1	205,3	234,0
250	$274^{+1,0}_{-3,1}$	$6,8^{-1,6}$	3	106	165	5,5	$9^{\pm 2}$	23,2	47,0	262,2	297,1	270,5	306,1
300	$326^{+1,0}_{-3,3}$	$7,2^{-1,6}$	3	106	170	5,5	$9^{\pm 2}$	29,6	59,0	332,0	373,0	342,1	385,0

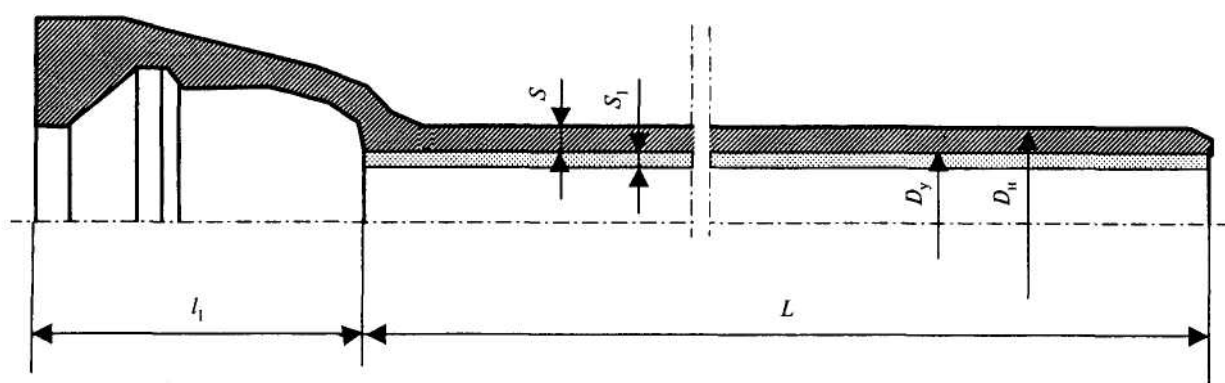


Рисунок А.3 - Схема трубы раструбной под соединении «Универсал»

Таблица А.3 - Основные размеры, мм, трубы под соединении «Универсал»

$D_y$	$D_n$	$S$	$S_1$	$l_1$	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цем. покрытием), кг	Масса трубы с раструбом (без цем. покрытия/с цем. покрытием), кг, при расчетной длине $L$			
							5800		6000	
100	$118^{+1,0}_{-2,8}$	$6,0^{-1,3}$	3	85	4,6	17,5	94,5	107,8	97,6	111,4
150	$170^{+1,0}_{-2,9}$	$6,0^{-1,3}$	3	90	7,8	25,8	144,1	163,2	148,8	168,6
200	$222^{+1,0}_{-3,0}$	$6,3^{-1,5}$	3	89	10,5	35,5	192,6	220,5	198,9	227,7
250	$274^{+1,0}_{-3,1}$	$6,8^{-1,6}$	3	94	14,0	47,0	253,0	287,2	261,2	296,6
300	$326^{+1,0}_{-3,3}$	$7,2^{-1,6}$	3	98	18,0	59,0	320,2	361,4	330,6	373,2

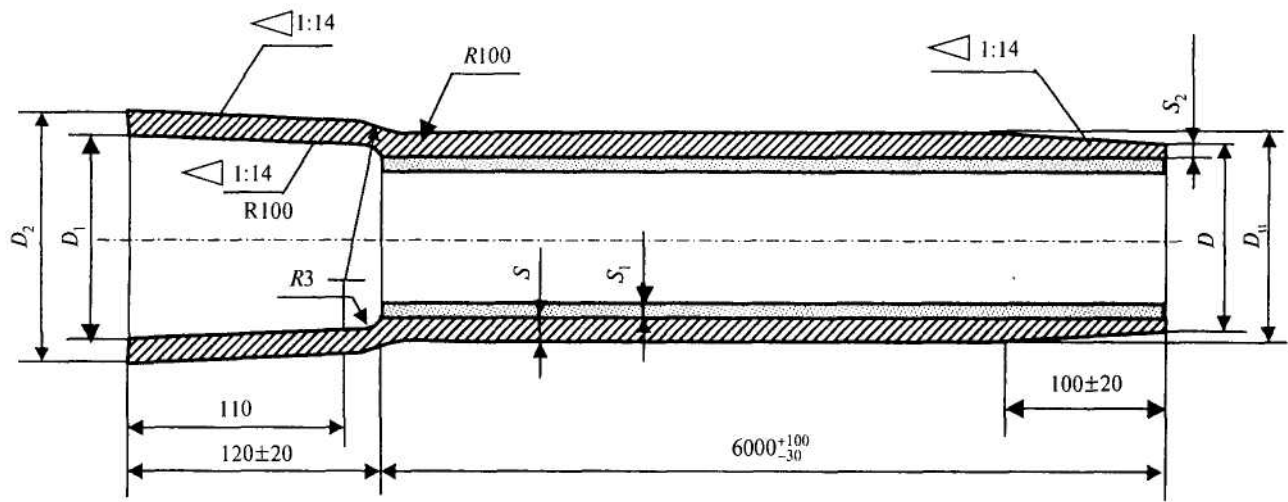


Рисунок А.4 - Схема трубы под нахлестное сварное соединение

Таблица А.4 - Основные размеры, мм, трубы под нахлестное сварное соединение

$D_y$	$D_{н-1,0}^{+3,0}$	$D_{-1,0}^{+3,0}$	$D_1 \pm 1,0$	$D_2 \pm 2,0$	$S$	$S_1$	$S_{2-2,0}^{+1,0}$	Масса трубы с раструбом без цем. покрытия, кг, при длине 6000/5800 мм	
100	118	110,8	117,5	137,5	$6,0^{-1,3}$	3	5	95,1	92,0
150	170	162,8	169,5	189,5	$6,0^{-1,3}$	3	5	139,2	134,7
200	222	214,8	221,5	241,5	$6,3^{-1,5}$	3	5,3	191,8	185,6
250	274	266,8	273,5	293,5	$6,8^{-1,6}$	3	5,8	255,8	247,5
300	326	318,8	325,5	345,5	$7,2^{-1,6}$	3	6,2	322,6	312,1

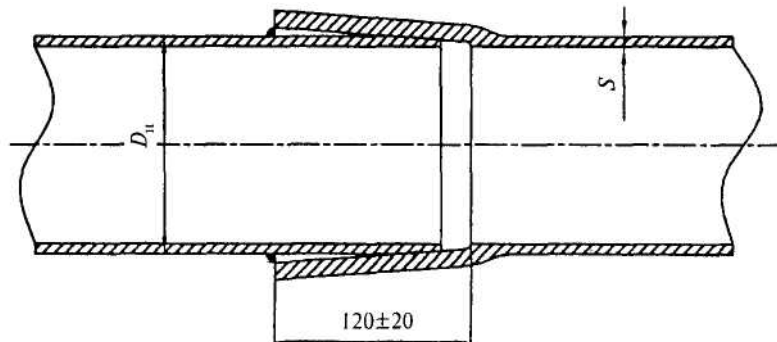


Рисунок А.5 - Схема сварного нахлестного соединения

Таблица А.5 - Основные размеры, мм, сварного нахлестного соединения

Условный проход $D_y$	$D_{н-1,0}^{+3,0}$	$S$	Масса раструба, кг
100	118	$6,0^{-1,3}$	3,8
150	170	$6,0^{-1,3}$	5,4
200	222	$6,3^{-1,5}$	7,1
250	274	$6,8^{-1,6}$	8,7
300	326	$7,2^{-1,6}$	10,4

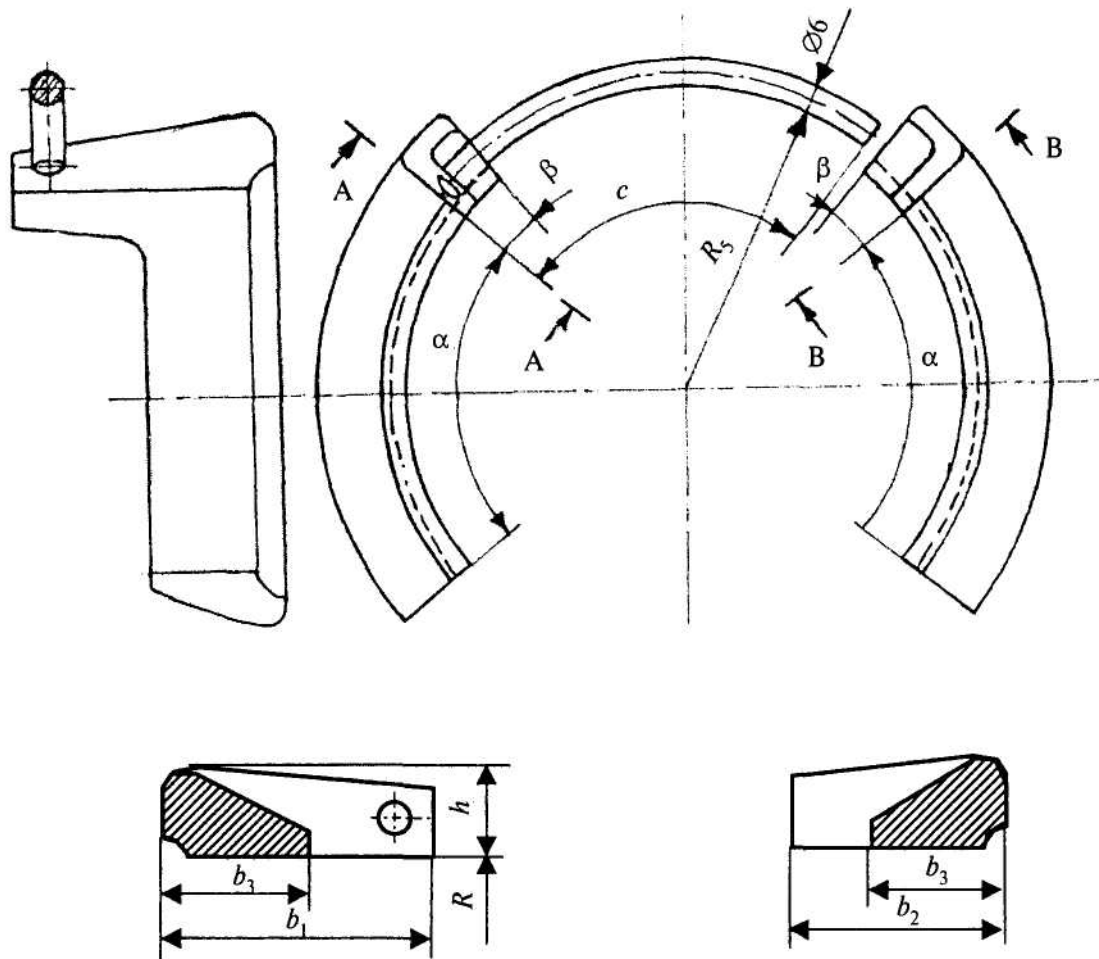


Рисунок А.6 - Схема стопоров в ВЧШГ (под соединение «ВРС»)

Таблица А.6 - Основные размеры, мм, стопоров из ВЧШГ (под соединение «ВРС»)

$D_y$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$h$	$R$	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$	$c^\circ$	$c$	Масса стопора	
										левого со стопорной проволокой, кг	правого, кг
100	50	30	24	17	59	78	11	93	107	0,265	0,226
150	55	43	26	18	85	78	9	95	152	0,431	0,378
200	60	48	26	19	111	78	8	96	197	0,602	0,536
250	65	53	28	21	137	80	7	97	243	0,846	0,765
300	70	58	30	22	163	50	6	56	167	0,769	0,703

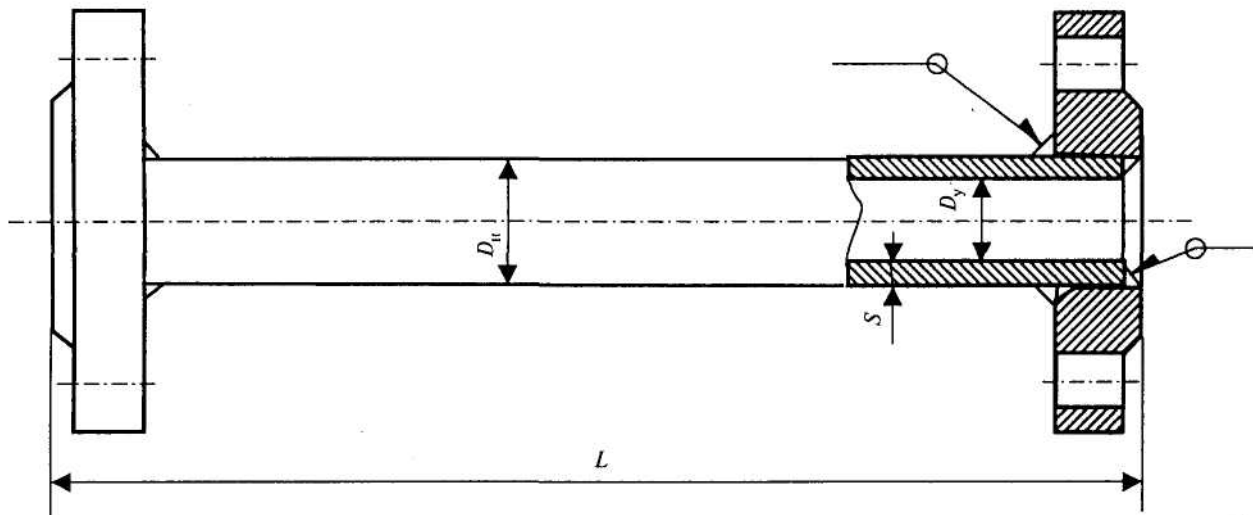


Рисунок А.7 - Схема трубы с приваренными фланцами (тип А)

Таблица А.7 - Основные размеры, мм, трубы с приваренными фланцами (тип А)

$D_y$	$D_n$	$S$	Масса одного приваренного фланца, кг	Масса 1 м трубы без фланца, кг	Масса трубы с фланцами, кг, при расчетной длине 5000 мм
100	$118^{+1,0}_{-2,8}$	$7,2^{-1,4}$	2,8	18,2	96,6
150	$170^{+1,0}_{-2,9}$	$7,8^{-1,5}$	4,5	28,8	153
200	$222^{+1,0}_{-3,0}$	$8,4^{-1,5}$	6,4	40,9	217,3
250	$274^{+1,0}_{-3,1}$	$9,0^{-1,6}$	9,0	54,3	289,5
300	$326^{+1,0}_{-3,3}$	$9,6^{-1,6}$	11,7	69,2	369,4

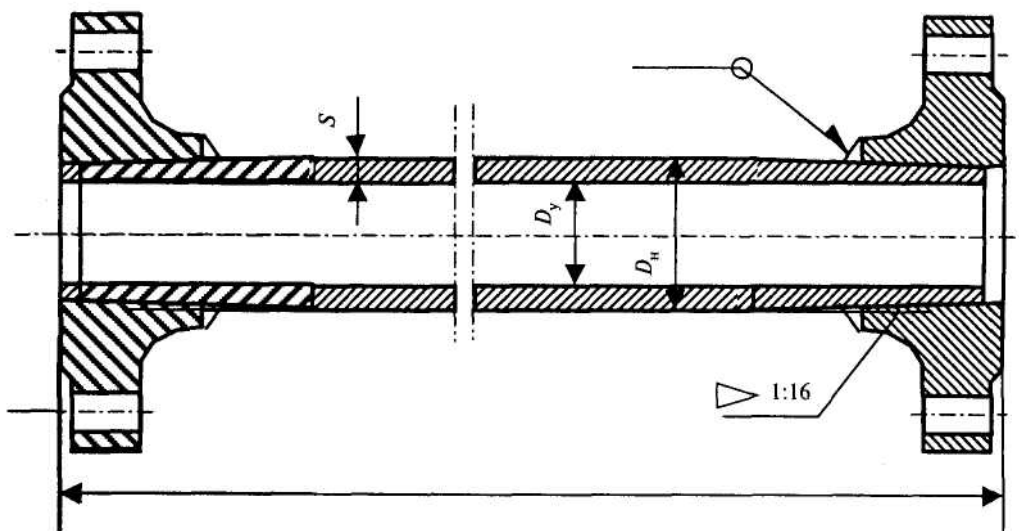


Рисунок А.8 - Схема трубы с приваренными фланцами (тип Б)

Таблица А.8 - Основные размеры, мм, трубы с приваренными фланцами (тип Б)

$D_y$	$D_n$	$S$	Масса одного приваренного фланца, кг	Масса 1 м трубы без фланца, кг	Масса трубы с фланцами, кг, при расчетной длине 5000 мм
100	$118^{+1,0}_{-2,8}$	$7,2^{-1,4}$	3,4	18,2	97,8
150	$170^{+1,0}_{-2,9}$	$7,8^{-1,5}$	5,2	28,8	154,4
200	$222^{+1,0}_{-3,0}$	$8,4^{-1,5}$	7,2	40,9	218,9
250	$274^{+1,0}_{-3,1}$	$9,0^{-1,6}$	10,0	54,3	291,5
300	$326^{+1,0}_{-3,3}$	$9,6^{-1,6}$	13,0	69,2	372

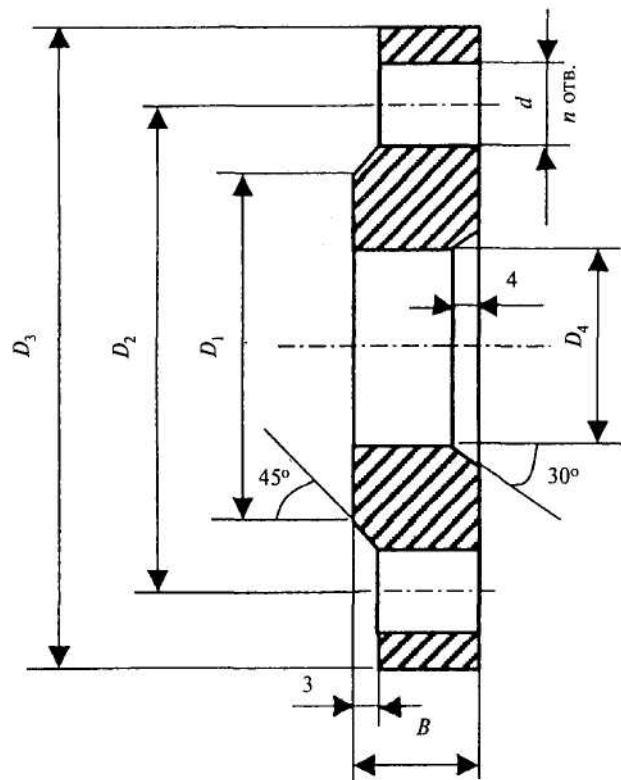


Рисунок А.9 - Схема фланца из высокопрочного чугуна (тип А)

Таблица 9 - Основные размеры, мм, фланца из высокопрочного чугуна

$D_y$	$D_4$	PN, бар	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$d$	$B$	$n$	Масса фланца, кг
100	118	10	153	180	220	19	19	8	2,8
		16	153	180	220	19	19	8	
150	170	10	209	240	285	23	19	8	4,5
		16	209	240	285	23	19	8	
200	222	10	264	295	340	23	20	8	6,4
		16	264	295	340	23	20	12	
250	274	10	319	350	400	23	22	12	9,0
		16	319	355	400	28	22	12	
300	326	10	367	400	455	23	24,5	12	11,7
		16	367	410	455	28	24,5	12	

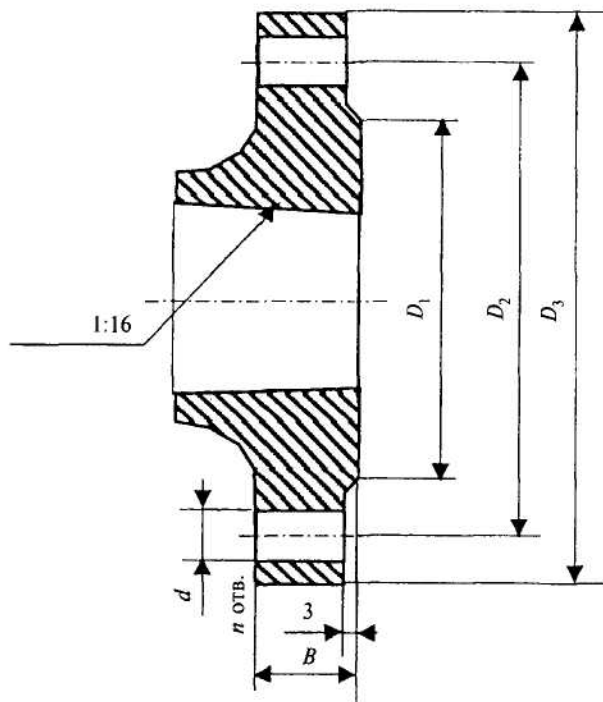
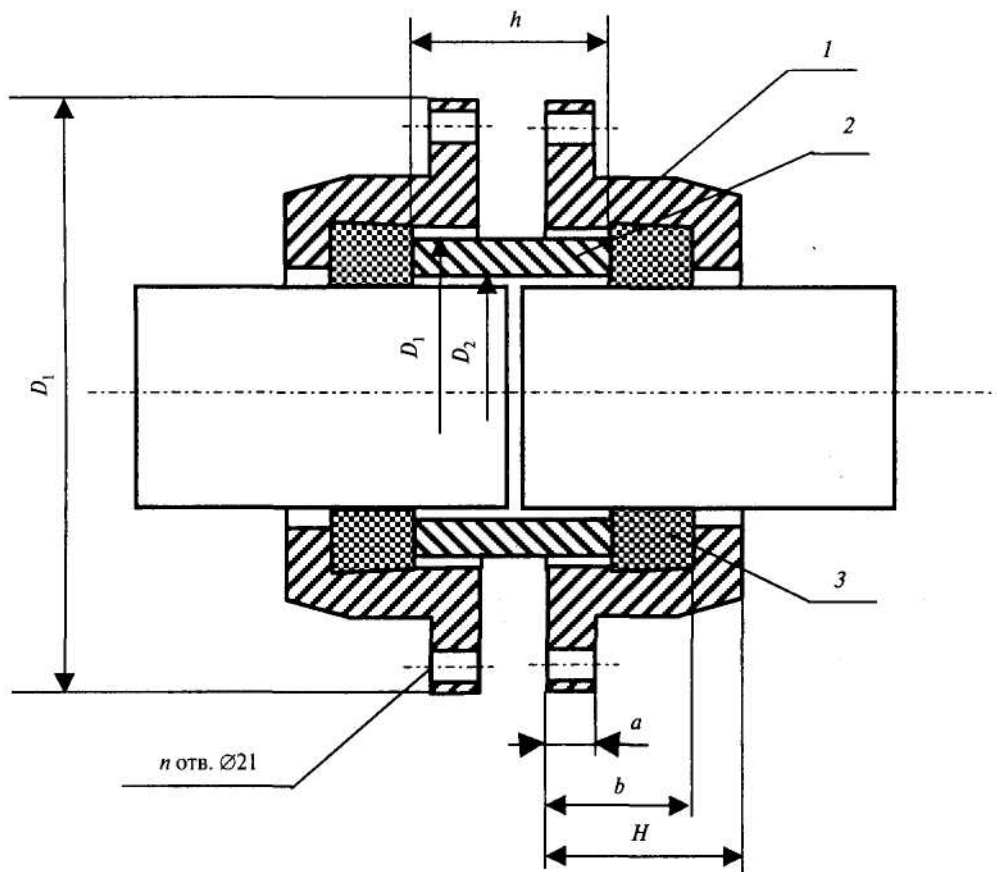


Рисунок А.10 - Схема фланца из высокопрочного чугуна (тип Б)

Таблица А.10 - Основные размеры, мм, фланца из высокопрочного чугуна

$D_y$	PN, бар	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$d$	$B$	$n$	Масса фланца, кг
100	10	153	180	220	19	19	8	3,4
	16	153	180	220	19	19	8	
150	10	209	240	285	23	19	8	5,2
	16	209	240	285	23	19	8	
200	10	264	295	340	23	20	8	7,2
	16	264	295	340	26	20	12	
250	10	319	350	400	23	22	12	10,0
	16	319	355	400	28	22	12	
300	10	367	400	455	23	24,5	12	13,0
	16	367	410	455	28	24,5	12	

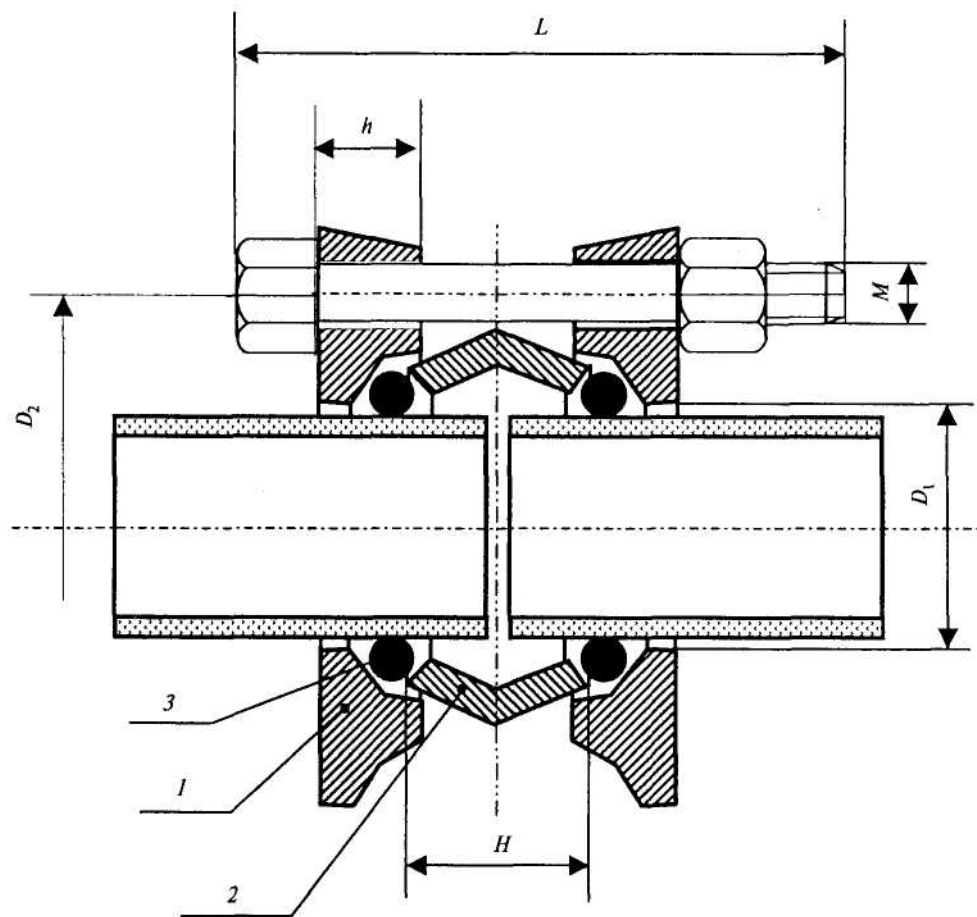


1 - муфта; 2 - втулка; 3 - резиновое кольцо

Рисунок А.11 - Муфтовое соединение (тип 1) по ТУ 1461-050-50254094

Таблица А.11 - Основные размеры муфтового соединения (тип 1), мм

$D_y$	$D$	$D_1$	$D_2$	$H$	$A$	$b$	$h$	$n$ , отв.	Масса одного изделия, кг	
									муфта	втулка
100	282	159	128	70	15	54	70	6	8	3,7
150	334	211	180	72	15	57	75	6	11	5,5
200	404	267	232	78	18	60	80	8	17	8,4
250	450	323	285	85	18	67	90	12	20	12,8
300	520	375	337	90	20	71	95	12	29	15,5



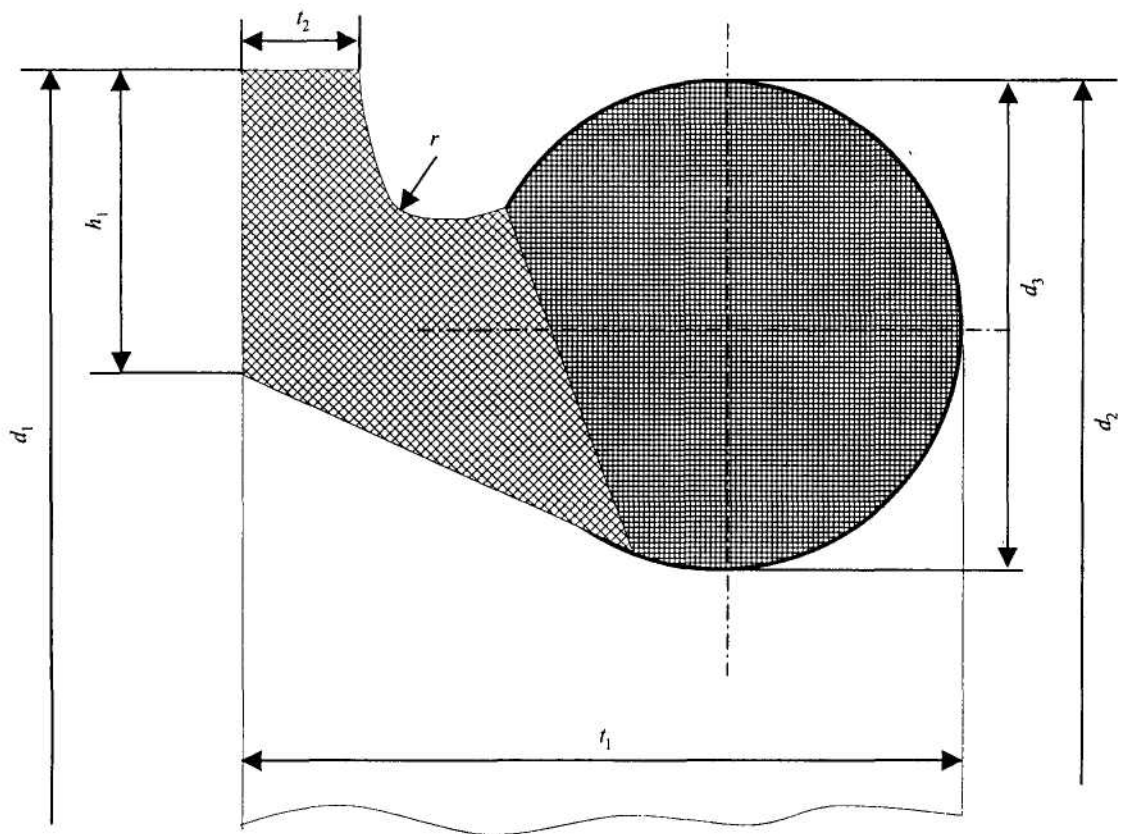
1 - фланец; 2 - втулка; 3 - резиновое кольцо

Рисунок А.12 - Муфтовое соединение (тип 2) по ТУ 1461-050-50254094

Таблица А.12 - Основные размеры муфтового соединения (тип 2), мм

$D_y$	$D_1$	$D_2$	$H$	$h$	Болты		
					$M$	$L$	Кол-во
100	121	176	50	23	12	110	3
150	173	230	70	24	16	130	3
200	225	291	70	24	16	130	4
250	278	345	80	30	20	160	4
300	330	399	90	30	20	160	5





**Рисунок А 13** - Уплотнительное резиновое кольцо (под соединение «Тайтон»)

**Таблица А.13 - Основные размеры уплотнительного резинового кольца под соединение «Тайтон»**

$D_y$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$H_1$	$t_1$	$t_2$	$r$	Масса, кг (справочная)
100	146	144	16	10	26	5	3,5	0,212
150	200	198						0,356
200	256	254	18	11	30	6	4	0,50
250	310	308			32			0,72
300	366	364	20	12	34	7	4,5	0,94

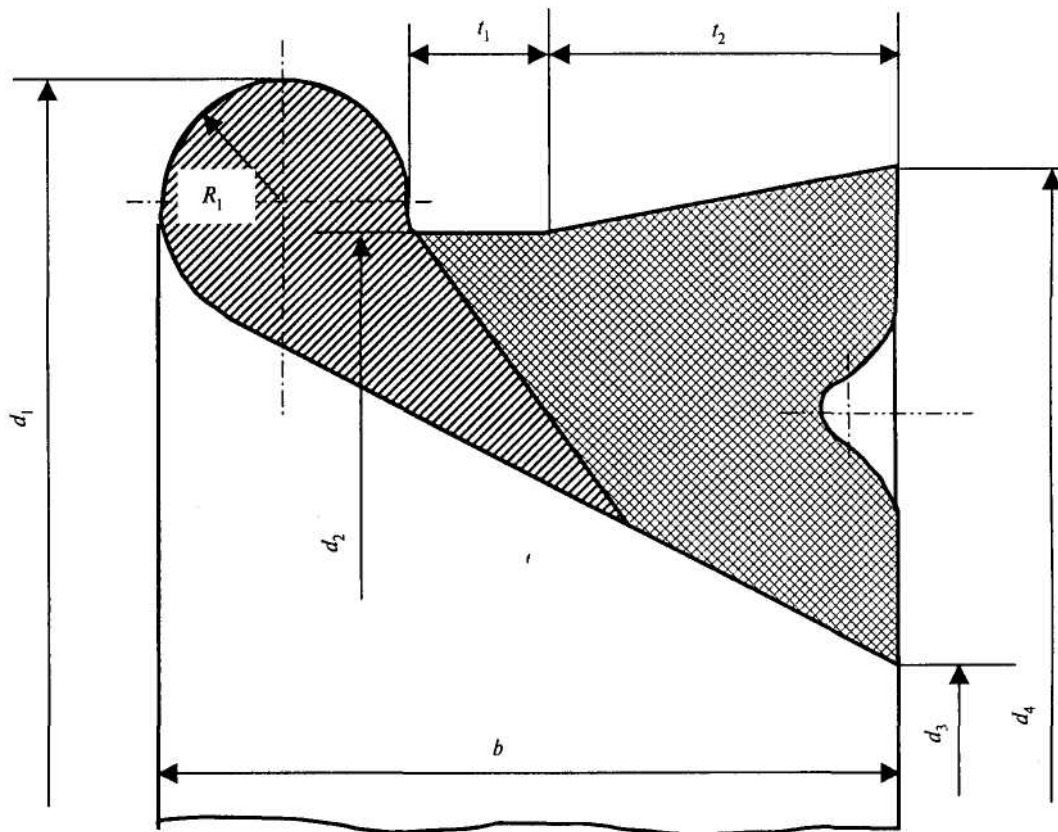


Рисунок А.14 - Уплотнительное резиновое кольцо (под соединение «ВРС»)

Таблица А. 14 - Основные размеры уплотнительного резинового кольца под соединение «ВРС»

$D_y$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$b$	$t_1$	$t_2$	$R_1$	Масса, кг (справочная)
100	146,5	134,5	99,5	140,5	30	5,5	14,3	5	0,17
150	203,5	189,5	151	196	32	5,5	15,3	5,5	0,41
200	260	244	202	250	33	5,5	15,3	6	0,50
250	315	299	257	305	33	5,5	15,3	6	0,63
300	369	353	311	359	33	5,5	15,3	6	0,95

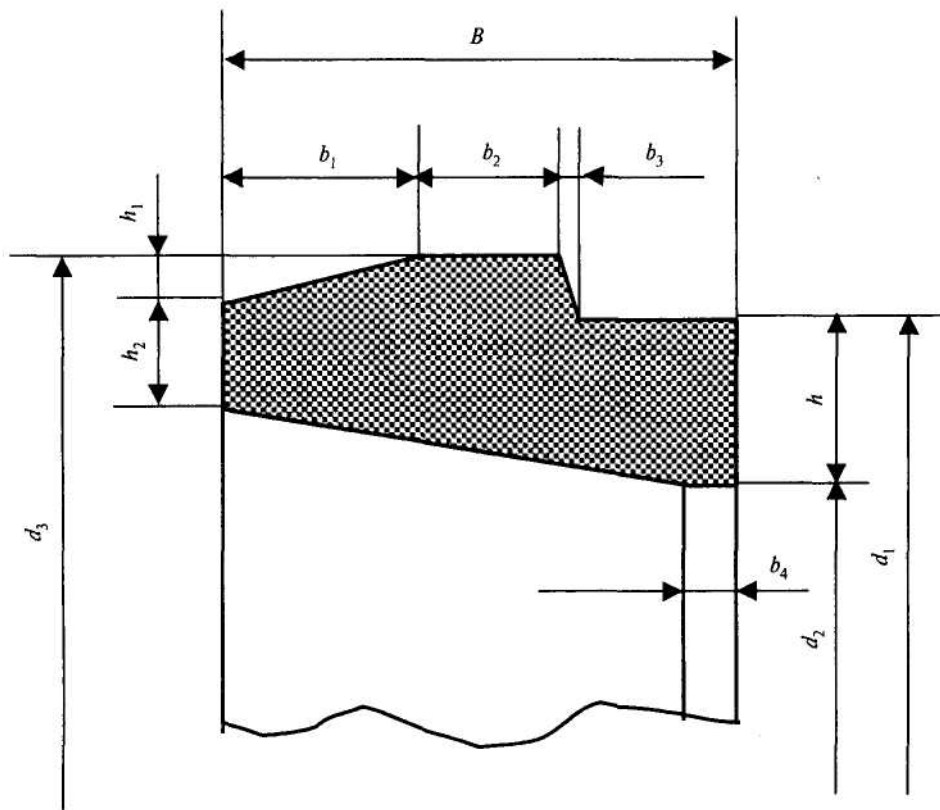


Рисунок А.15 - Уплотнительное резиновое кольцо (под соединение «Универсал»)

Таблица А.15 - Основные размеры уплотнительного резинового кольца под соединение «Универсал»

$D_y$	$B$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$h$	$h_1$	$h_2$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	Масса, кг (справочная)
100	30	10	6	3	6	14	5	1	133	105	146	0,174
150	33	10	7	3	6	15	5	7	186	156	200	0,292
200	33	10	7	3	12	17	5	8,5	242	208	255	0,442
250	34	10	7	3	12	17	5	9	294	260	307	0,560
300	35	10	7	3	12	17	5	9,5	346	312	359	0,673

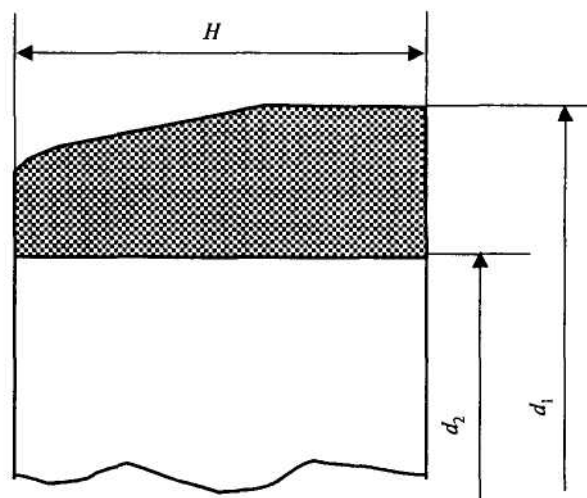


Рисунок А.16 - Уплотнительное резиновое кольцо для муфтового соединения (тип 1)

Таблица А.16 - Основные размеры, мм, уплотнительного резинового кольца для муфтового соединения (тип 1)

$D_y$	$H$	$d_1$	$d_2$	Масса, кг (расчетная)
100	44	150	118	0,45
150	47	205	170	0,55
200	47	260	222	0,76
250	50	315	274	1,05
300	50	368	326	1,34

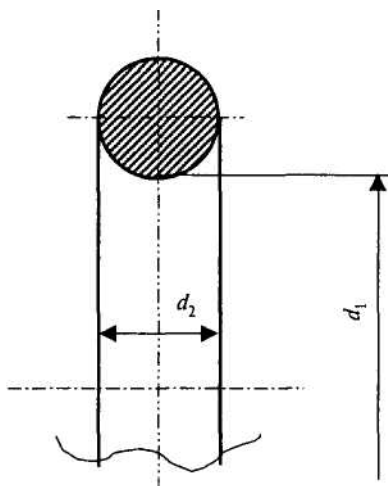


Рисунок А.17 - Уплотнительное резиновое кольцо для муфтового соединения (тип 2)

Таблица А.17 - Основные размеры, мм, уплотнительного резинового кольца для муфтового соединения (тип 2)

$D_y$ , мм	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	Справочная масса, кг
100	110	14	0,066
150	160	14	0,093
200	200	14	0,114
250	264	17	0,221
300	300	17	0,249

Отвод раструбный на 11° 15'			
DN	$e$	$L_u$	
100	7,2	30	
150	7,8	40	
200	8,4	45	
250	9,0	55	
300	9,6	55	
Отвод раструбный на 22° 30'			
DN	$e$	$L_u$	
100	7,2	50	

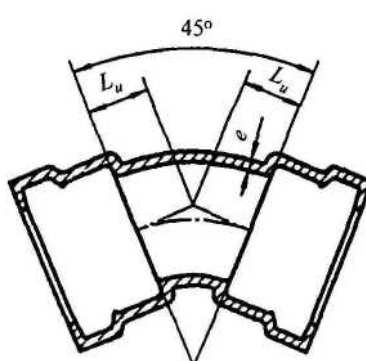
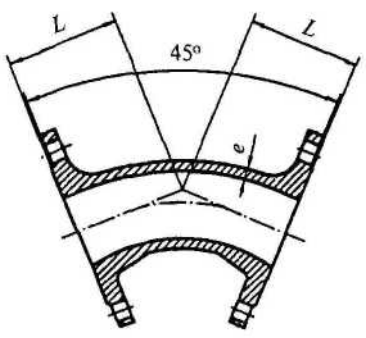
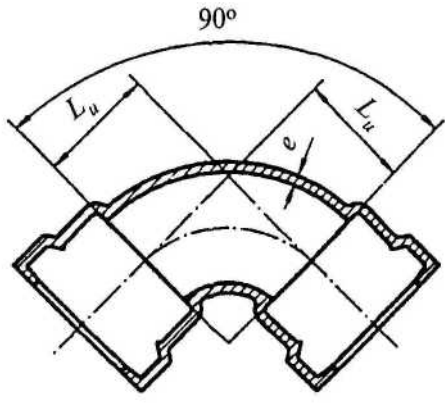
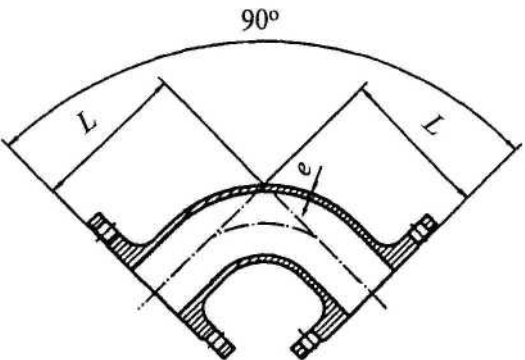
150	7,8	60	
200	8,4	70	
250	9,0	80	
300	9,6	90	
Отвод раструбный на 45°			
DN	$e$	$L_u$	
100	7,2	60	
150	7,8	70	
200	8,4	80	
250	9,0	135	
300	9,6	155	
Отвод фланцевый на 45°			
DN	$e$	$L$	
100	7,2	140	
150	7,8	160	
200	8,4	180	
250	9,0	245	
300	9,6	275	

Рисунок А.18 - Основные размеры, мм, отводов

Колено раструбное			
DN	$e$	$L_u$	
100	7,2	120	
150	7,8	170	
200	8,4	220	
250	9,0	270	
300	9,6	320	
Колено фланцевое			
DN	$e$	$L$	
100	7,2	180	
150	7,8	220	
200	8,4	260	
250	9,0	350	

300	9,6	400	
Переход раструбный			
DN×d <sub>n</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	L <sub>u</sub>
150×100	7,8	7,2	150
200×100	8,4	7,2	250
200×150	8,4	7,8	145
250×150	9,0	7,8	250
250×200	9,0	8,4	150
300×150	9,6	7,8	370
300×200	9,6	8,4	250
300×250	9,6	9,0	150
Переход фланцевый			
DN×d <sub>n</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	L
200×150	8,4	7,8	235
250×200	9,0	8,4	250
300×250	9,6	9,0	265

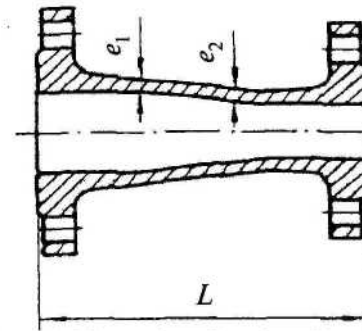
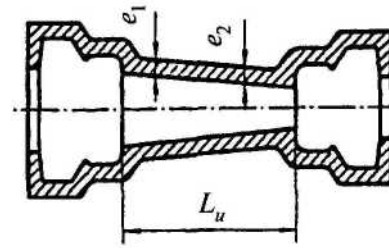
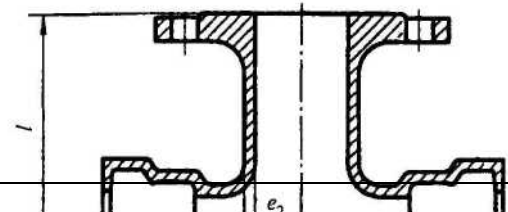
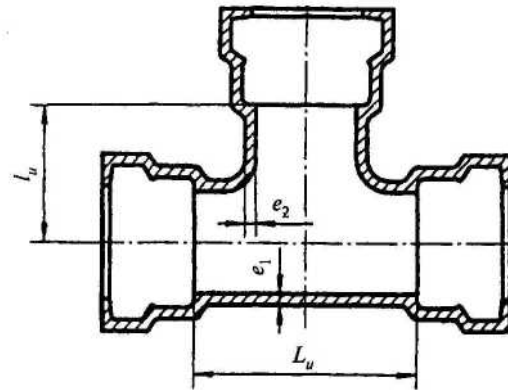


Рисунок А. 19 - Основные размеры, мм, колен и переходов

Тройник раструбный				
DN×d <sub>n</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	L <sub>u</sub>	l <sub>u</sub>
100×100	7,2	7,2	195	100
150×100	7,8	7,2	200	125
150×150	7,8	7,8	260	130
200×100	8,4	7,2	200	150
200×150	8,4	7,8	260	155
200×200	8,4	8,4	320	160
250×100	9,0	7,2	205	190
250×150	9,0	7,8	265	190
250×200	9,0	8,4	320	190
250×250	9,0	9,0	380	190
300×100	9,6	7,2	210	220
300×150	9,6	7,8	265	220
300×200	9,6	8,4	325	220
300×250	9,6	9,0	380	220
300×300	9,6	9,6	440	220
Тройник раструб-фланец				
DN×d <sub>n</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	L <sub>u</sub>	l
100×100	7,2	7,2	195	180
150×100	7,8	7,2	200	205
150×150	7,8	7,8	260	220



200×100	8,4	7,2	200	230
200×150	8,4	7,8	260	245
200×200	8,4	8,4	320	260
250×100	9,0	7,2	205	270
250×150	9,0	7,8	265	280
250×200	9,0	8,4	320	290
250×250	9,0	9,0	380	300
300×100	9,6	7,2	210	300
300×150	9,6	7,8	265	310
300×200	9,6	8,4	325	320
300×250	9,6	9,0	380	330
300×300	9,6	9,6	440	340
Тройник фланцевый				
DN×d <sub>n</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	L <sub>н</sub>	l
100×100	7,2	7,2	360	180
150×100	7,8	7,2	380	205
150×150	7,8	7,8	440	220
200×100	8,4	7,2	400	230
200×150	8,4	7,8	460	245
200×200	8,4	8,4	520	260
250×100	9,0	7,2	425	270
250×150	9,0	7,8	485	280
250×200	9,0	8,4	540	290
250×250	9,0	9,0	600	300
300×100	9,6	7,2	450	300
300×150	9,6	7,8	505	310
300×200	9,6	8,4	565	320
300×250	9,6	9,0	620	330
300×300	9,6	9,6	680	340

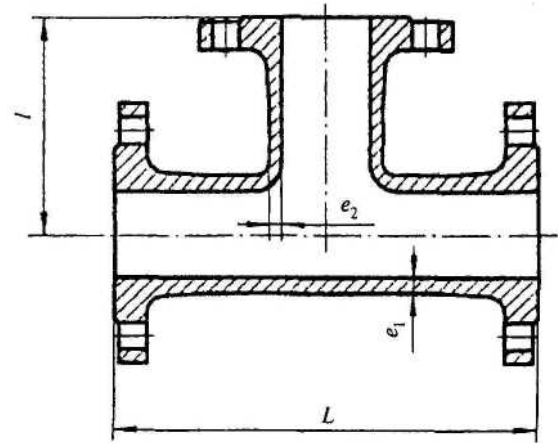


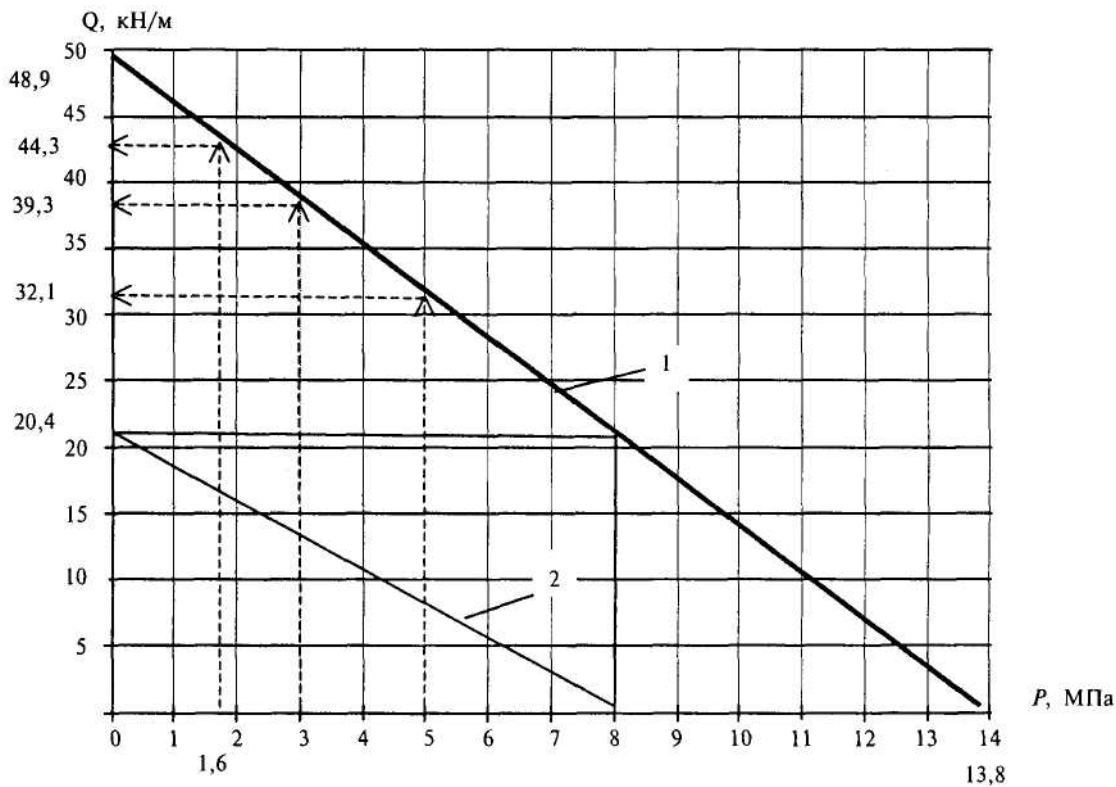
Рисунок А.20 - Основные размеры, мм, тройников

## Приложение Б (обязательное)

### Пример расчета труб диаметром 300 мм при комбинированной нагрузке по графику прочности

Графики несущей способности труб при совместном воздействии внутреннего давления и внешней приведенной раздавливающей нагрузки представляют собой прямые линии в координатах  $Q^0 - P^0$  (см. таблицу 4.8).

Для облегчения вычислений значений  $Q$ ,  $P$  и коэффициентов запасов прочности при комбинированной нагрузке при любых сочетаниях нагрузок, действующих на подземный трубопровод, предложен прямолинейный график зависимости  $Q^0 - P^0$ , представленный на рисунке Б.1.



**Рисунок Б.1** - График зависимости внешней нагрузки  $Q$ , кН/м, от внутреннего давления  $P$ , МПа, для труб диаметром 300 мм

На примере трубы диаметром 300 мм рассмотрен принцип использования представленного графика.

Так, при  $Q = 20,4$  кН/м ([таблица 4.7](#) и [таблица 4.13](#)) величина допустимого давления из

условия прочности равна  $P = 8,0$  МПа, коэффициент  $K_p = \frac{8,0}{1,6} = 5,0$ , коэффициент  $K_0 = \frac{48,9}{20,4} = 2,4$  при рабочем давлении  $P_{\text{раб}} = 1,6$  МПа.

При рабочем давлении  $P_{\text{раб}} = 1,6$  МПа,  $Q = 44,3$  кН/м  $K_0 = \frac{44,3}{20,4} = 2,17$ .

Как видно из этих данных, запас прочности трубы диаметром 300 мм при комбинированной нагрузке лежит в пределах 2,17-2,4 при рабочем давлении  $P_{\text{раб}} = 1,6$  МПа.

При  $P_{\text{раб}} = 3,0$  МПа  $K_0 = \frac{43,3}{20,4} = 2,12$  и  $K_p = \frac{8,0}{3,0} = 2,7$ .

При  $P_{\text{раб}} = 5,0$  МПа  $K_0 = \frac{32,1}{20,4} = 1,6$  и  $K_p = \frac{8,0}{5,0} = 1,6$ .

Как видно из приведенных данных, коэффициенты запаса прочности труб из ВЧШГ при работе в подземном трубопроводе указывают на упругую работу трубы при любых сочетаниях нагрузок, что подтверждает справедливость наших предположений по расчету труб из ВЧШГ только в упругой стадии.

Аналогичные графики прочности можно построить для труб каждого диаметра.

## Приложение В (обязательное)

### Расчет труб диаметром 100-150 мм на поперечный изгиб при комбинированной нагрузке

В соответствии с п. 15.107 «Требования к основаниям под напорные трубопроводы» [СНиП 2.04.02](#) возможная просадка грунтов I-III категорий (таблица 47) составляет более 20 см. Применение раструбных труб из серого чугуна в этом случае не допускается из-за перелома труб и разлома раструбов.

Рассмотрим возможность применения труб диаметром 100 мм с толщиной стенки 6,0 мм и



длиной 5 и 4 м.

Рассмотрим расчет труб диаметром 100 мм при заложении в траншее при глубине 2,0 м с транспортной нагрузкой Н-18 на поверхности земли. В этом случае значение приведенной внешней нагрузки составляет 890 кгс/м при укладке на плоское основание. Труба без внутреннего цементно-песчаного покрытия. Собственный вес трубы - 107,3 кг; вес транспортируемой воды - 40 кг; суммарный вес - 147,3  $\approx$  150 кг; общая нагрузка на трубу - 920 кгс или 180 кгс/м (1,8 кН).

Определение изгибающих моментов у трубы, работающей как балка на упругом основании, представляет значительные трудности ввиду неопределенности расчетной схемы, где величина пролета может колебаться от 0,25*l* до *l*.

Задача несколько упрощается, если рассматривать трубопровод, лежащий на отдельных опорах. Это имеет место при укладке трубопровода на слабых грунтах. Способ расчета труб разработан Е.Н. Лессингом, В.Ф. Евтюхиным, А.И. Сегалем, Н.Н. Леонтьевым и Г.К. Клейн (см. Клейн Г.К. Расчет на прочность подземных трубопроводов. - М., 1969, стр. 170-178). В этом случае трубчатая балка опирается по концам на опоры, нагружение трубы внешней нагрузкой является самым невыгодным.

Результаты наших экспериментальных исследований труб на поперечный изгиб с одновременным воздействием внутреннего давления показали, что внутреннее давление не снижает прогиб трубчатой балки, т.е. не уменьшает изгибающий момент от внешней нагрузки. В этом случае напряжения в стенке трубы будут равны сумме напряжений от поперечного изгиба и внутреннего давления.

В этом случае изгибающий момент *M* и прогиб *f* трубы длиной 5 м от воздействия действующей нагрузки могут быть определены по формулам:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{180 \cdot 5}{8} = 575 \quad \text{кгс} \cdot \text{м}, \quad (\text{Б.1})$$

где *q* - распределенная нагрузка, кгс/м;  
*l* - пролет трубы, м;

$$f = \frac{ql^4}{76EJ} = \frac{180 \cdot 5^4}{76 \cdot 1,7 \cdot 10^5 \cdot 429} = 20,75 \quad \text{см}, \quad (\text{Б.2})$$

где *J* - момент инерции, см<sup>4</sup>,  $J = \pi r^3 h = 429 \text{ см}^4$ ;  
*E* - модуль упругости для ВЧШГ,  $E = 1,7 \cdot 10^5 \text{ кгс/см}^2$ ;  
*r* - срединный радиус.

Напряжения в стенке трубы от изгиба будут равны:

$$\sigma_{\text{и}} = M/W = 575/78,2 \text{ см}^3 = 735,3 \text{ кгс/см}^2 = 73,5 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.3})$$

где *W* - момент сопротивления поперечного сечения трубы, см<sup>3</sup>,  $W = \pi r^2 h$ .

Коэффициент запаса прочности  $K = 300/73,5 = 4,08$ .

Для безраструбных труб с муфтовыми соединениями длиной 5 м и диаметром 100 мм примем для расчетов величину внутреннего рабочего давления, равную 3,0 МПа ( $P_{\text{исп}} = 4,0 \text{ МПа}$ ).

Тогда кольцевые напряжения от внутреннего давления будут равны:

$$\sigma_k = \frac{PD_0}{2h} = \frac{30 \cdot 10,14}{2 \cdot 0,83} = 183,3 \text{ кгс/см}^2 = 18,3 \text{ МПа}. \quad (\text{Б.4})$$

При совместном воздействии внешних изгибающих поперечных нагрузок и внутреннего давления суммарное напряжение  $\sigma_0$  в стенке трубы определяется по энергетической теории прочности:

$$\sigma_0 \geq \sqrt{\sigma_k^2 + \sigma_{\text{изг}}^2 - \sigma_k \sigma_{\text{изг}}} = \sqrt{735^2 + 183,3^2 - 735 \cdot 183,3} = 662 \text{ кгс/см}^2 = 66,2 \text{ МПа}. \quad (\text{Б.5})$$

В этом случае коэффициент запаса прочности  $K = 3000/662 = 4,53$ .

Для раструбных труб длиной 5 м при величине рабочего давления  $P = 1,6 \text{ МПа}$   $\sigma_{\text{изг}} = 735,3 \text{ кгс/см}^2$ ,  $\sigma_k = 110 \text{ кгс/см}^2$ ,  $\sigma_0 = 687 \text{ кгс/см}^2$ ,  $K = 4,37$ .

Для безраструбных труб с муфтовыми соединениями типа «Жибо» диаметром 100 мм и длиной 4 м при  $P = 4,0$  МПа получим:

$$J = 334,6 \text{ см}^4;$$

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{184 \cdot 4^2}{8} = 368 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$f = \frac{ql^4}{76EJ} = \frac{180 \cdot 4^4 \cdot 10^6}{76 \cdot 1,7 \cdot 10^5 \cdot 334,6} = 10,9 \text{ см};$$

$$\sigma_{\text{и}} = M/W = 368 \cdot 100 / 59,08 \text{ см}^3 = 623 \text{ кгс/см}^2 = 62,3 \text{ МПа};$$

$$\sigma_k = \frac{PD_0}{2h} = \frac{40 \cdot 10,58}{2 \cdot 0,61} = 347 \text{ кгс/см}^2 = 34,7 \text{ МПа}.$$

Суммарные напряжения составят:

$$\sigma_0 \geq \sqrt{\sigma_k^2 + \sigma_{\text{изг}}^2 - \sigma_k \sigma_{\text{изг}}} = \sqrt{623^2 + 347,5^2 - 623 \cdot 347,5} = 558 \text{ кгс/см}^2 = 55,8$$

МПа. (Б.6)

Тогда запас прочности  $K = 300/55,8 = 5,4$ .

Для раструбных труб диаметром 100 мм длиной 4 м при величине рабочего давления  $P = 1,6$  МПа получаем:

$f = 10,9$  см,  $\sigma_{\text{изг}} = 623$  кгс/см<sup>2</sup>,  $\sigma_k = 156$  кгс/см<sup>2</sup>,  $\sigma_0 = 561$  кгс/см<sup>2</sup> = 56,1 МПа,  $K = 300/56,1 = 5,35$ .

Для труб диаметром 100 мм длиной 5,6 м производства ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"» при  $P = 3,0$  МПа получаем:

$f = 41,86$  см,  $\sigma_{\text{изг}} = 1220$  кгс/см<sup>2</sup>,  $\sigma_k = 260$  кгс/см<sup>2</sup>,  $\sigma_0 = 1113$  кгс/см<sup>2</sup> = 111,3 МПа,  $K = 300/111,3 = 2,7$ .

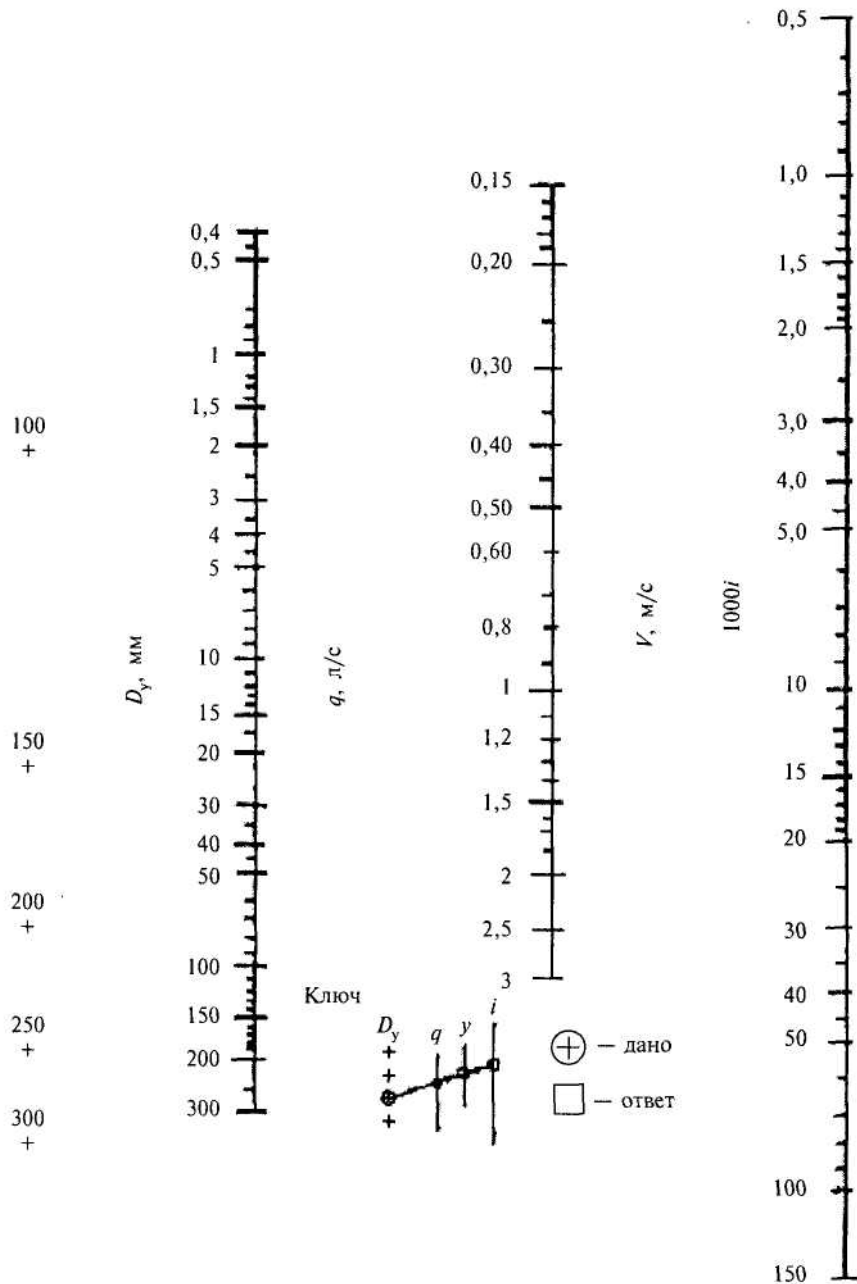
В этом случае прогиб трубы, равный 41,86 см, является нежелательным, хотя использование труб в этих условиях возможно исходя из прочности стенки и раструба трубы, поэтому необходимо предусмотреть промежуточную опору.

Исходя из этих расчетов труб диаметром 100 мм можно констатировать, что при прогибе не более 20 см в случае поперечного изгиба с одновременным воздействием внутреннего давления в пределах 1,8-4,0 МПа коэффициенты запаса прочности лежат в пределах 4,2-5,4, т.е. обеспечивается надежная работа трубопровода с доверительной вероятностью  $p = 0,997$  и выше.

При укладке труб на сплошное основание значения  $M_{\text{изг}}$  будут значительно меньше, чем в рассматриваемых случаях, а коэффициенты запаса прочности будут выше, чем  $K = 4,2-5,4$ , поэтому обеспечивается надежная работа труб диаметром 100 мм при прогибах труб на 20 см. Расчеты труб диаметром 150 мм также показали их высокую надежность при поперечном изгибе ( $K = 5,8-8,3$ ).

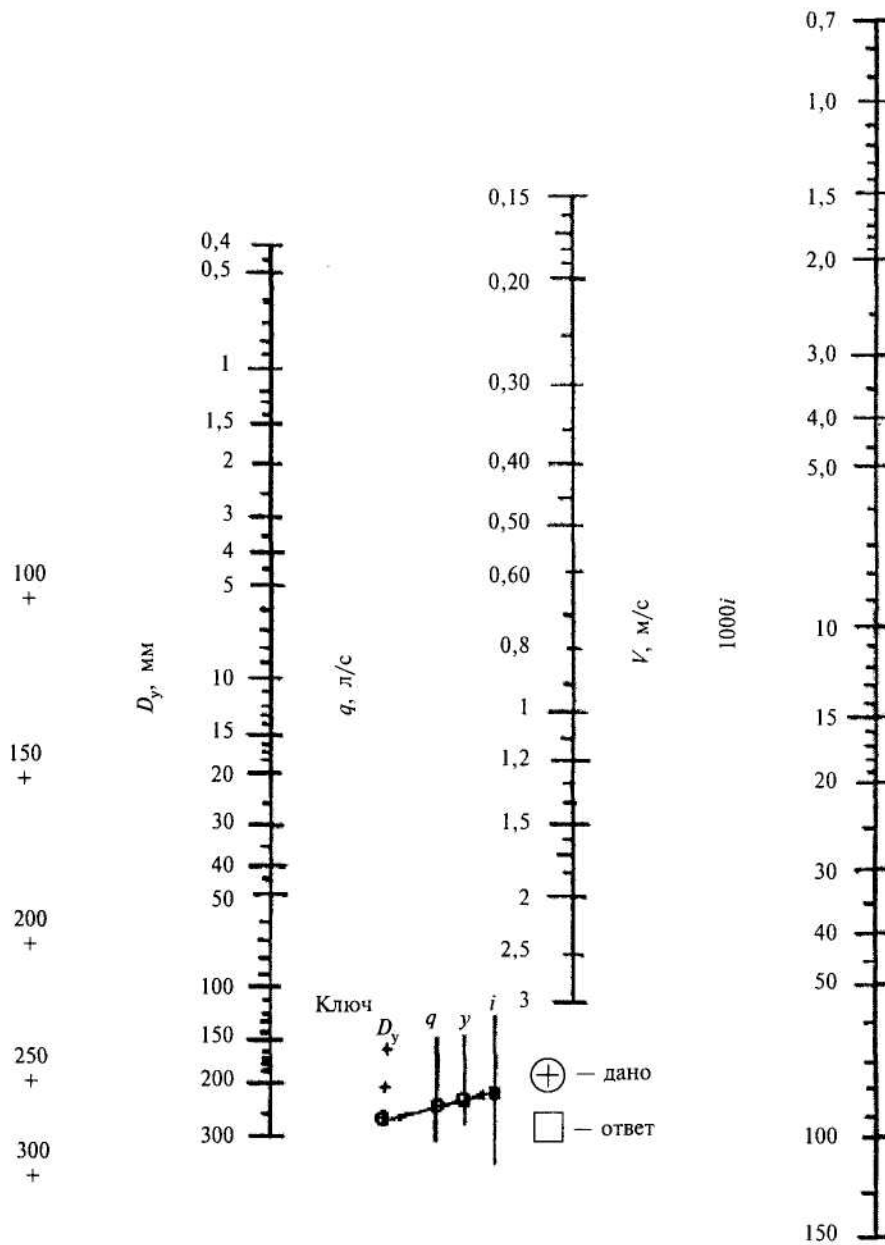
**Приложение Г**  
**(информационное)**

**Номограммы для приближенного гидравлического расчета водопроводов из труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ)**



$D_y$  - диаметр условного прохода;  $q$  - расчетный расход воды;  $V$  - средняя по сечению скорость движения воды;  $i$  - гидравлический уклон (потери напора по 3.5.3 на единицу длины трубопровода)

**Рисунок Г.1** - Номограмма расчета труб с внутренним цементно-песчаным покрытием производства ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"»



$D_y$  - диаметр условного прохода;  $q$  - расчетный расход воды;  $V$  - средняя по сечению скорость движения воды;  $i$  - гидравлический уклон (потери напора по 3.5.3 на единицу длины трубопровода)

**Рисунок Г.2** - Номограмма расчета труб без внутреннего цементно-песчаного покрытия производства ОАО «Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол"»

**Ключевые слова:** трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, конструкции и типы соединений труб, защитные покрытия для труб из ВЧШГ, охрана окружающей среды в период производства работ

**ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ  
(ВНИИ ВОДГЕО) ГОССТРОЯ СССР**

---

**СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ К СНиП**

**СЕРИЯ ОСНОВАНА В 1989 ГОДУ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАБОРА  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

**Москва Стройиздат 1990**

Разработано к [СНиП 2.04.02-84](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Рассмотрены общие вопросы использования поверхностных вод для водоснабжения. Изложены основные положения по оценке местных условий забора воды, выбора места расположения, типа, конструктивной схемы водоприемника и элементов водозаборных сооружений.

Для проектировщиков, изыскателей и эксплуатационного персонала, работающих в области водоснабжения.

**ВВЕДЕНИЕ**

Надежность забора воды заданного расхода и качества, как свидетельствует опыт эксплуатации водозаборных сооружений, зависит в первую очередь от местных природных условий избранного участка водотока или водоема, а также от возможности их последующего нарушения. Местные условия на прилегающих участках избранного водотока или водоема обычно индивидуальны. Они формируются совокупностью сложных взаимно обусловленных топографических, геологических, метеорологических, гидрологических, гидроморфологических, гидротермических, гидробиологических и других факторов и процессов. В первых трех разделах Пособия излагаются основные положения по использованию поверхностных источников, методика расчета местных условий забора воды и другие сведения, необходимые в качестве исходного материала для проектирования.

В недалеком прошлом считали, что условия забора воды из водоемов более благоприятны, чем из водотоков (рек). Водозаборные сооружения на водоемах проектировались и строились обычно по аналогии с речными. В расчетах проектов дополнительно учитывались только элементы волн, ожидаемая переработка берега и прибрежного склона, колебания уровня воды и величины придонных орбитальных скоростей. Исходя из условий волнового воздействия водозаборные сооружения размещали преимущественно на укрытых от интенсивного волнения акваториях - в бухтах, заливах, за выступающими в водоем берегами и т. п. Такой подход является причиной захвата в водоприемные устройства воды с чрезмерно повышенным содержанием наносов, водорослей, мусора, шугольда, их завала продуктами переработки берегов и прибрежных склонов и периодических прекращений ее забора, что приводит к переустройству и даже к повторному строительству водозаборных сооружений.

Обобщение опыта эксплуатации водозаборных сооружений на водоемах с одновременной постановкой поисковых лабораторных исследований показало, что условия забора воды из водотоков и водоемов принципиально различны. В отличие от водотоков в прибрежной зоне водоемов одновременно с волнением появляются сосредоточенные вдольбереговые, инерционные, градиентные, плотностные и другие разновидности течений. Вследствие взаимодействия с сопутствующими факторами и процессами эти течения обычно транспортируют массы воды с чрезмерно повышенным содержанием наносов, водорослей, мусора, а в предледоставные периоды еще и переохлажденные, что и явилось причиной упомянутых последствий.

Факторы и процессы, определяющие условия забора воды в прибрежных зонах

водоемов, изложены в [разд. 3](#) Пособия.

Водоприемное устройство (водоприемник) является одним из основных и наиболее ответственных элементов водозаборного сооружения. Выбор места расположения, типа и конструктивной схемы водоприемника в каждом конкретном случае должен определяться в первую очередь местными условиями источника. Для решения этих вопросов в [разд. 4](#) Пособия приведены несколько наиболее перспективных схем водоприемников с методиками их расчета, классификация, категории надежности забора воды и требования, предъявляемые к водозаборным сооружениям.

Рекомендации по выбору места расположения, типов, конструктивных схем и методик расчета водозаборных сооружений на реках изложены в [разд. 5](#) Пособия.

В [разд. 6](#) изложены принципиально новые положения по выбору места расположения, типа и компоновки элементов водозаборного сооружения. В их основу положен принцип изыскания мероприятий по исключению проникания сосредоточенных течений прибойной зоны к месту размещения водоприемников и нарушения бытового режима прибрежной зоны водоема в районе водозаборного сооружения на период его эксплуатации. Такой подход позволил резко сократить стоимость строительных работ, повысить надежность забора воды и улучшить ее качество.

Вопросам организации забора воды водозаборными сооружениями из водотока с недостаточным стоком посвящен [разд. 7](#).

В [разд. 8](#) изложен комплекс мероприятий, связанных с организацией рыбозащиты и очистки забираемой в водозаборное сооружение воды от мусора.

В Пособии отражен современный научно-технический уровень использования поверхностных вод для целей водоснабжения. В нем учтены разработанные в последние годы методы оценки природных условий поверхностных источников, наиболее прогрессивных конструктивных схем водоприемников, наносозащитных и рыбозащитных устройств, выбора места расположения, типа и компоновки конструктивных элементов водозаборных сооружений, а также учтен опыт их проектирования и эксплуатации на водотоках и водоемах.

*Водозаборные сооружения* (водозабор) - комплекс гидротехнических сооружений, обеспечивающих забор воды из источника, ее предварительную очистку и подачу водопотребителям с требуемыми расходом и напором.

*Водоприемник* (водоприемное устройство) - сооружение, с помощью которого осуществляются забор воды из водотока или водоема и ее предварительная очистка от мусора, рыбы и т. п.

*Забор воды* - процесс отбора воды из источника водоснабжения.

*Глубинный водоотбор* - процесс отбора воды из нижних слоев источника водоснабжения.

*Источник водоснабжения* - водоток или водоем, используемый для водоснабжения.

*Место водоотбора* - участок источника водоснабжения, в пределах которого забираемая водоприемником вода оказывает влияние на перемещение наносов, мусора, шугольда, планктона, а также на направление течений, возбуждаемых другими факторами.

*Местные условия источника водоснабжения* - совокупность топографических, геологических, метеорологических, гидрологических, гидроморфологических, гидротермических, гидробиологических и других факторов избранного или заданного участка источника. Поскольку упомянутые факторы взаимосвязаны, то местные условия обычно индивидуальны для каждого избранного участка источника водоснабжения.

*Плотностная стратификация* - изменение плотности воды по глубине водотока или водоема. Она может возникнуть за счет перепада температур или солености воды между поверхностным и придонным слоями, а также за счет поступления масс воды с повышенным содержанием наносов.

*Двухслойная температурная стратификация* - расслоение воды на два слоя с разностью температур между ними.

*Селективный водоотбор* - послойный забор воды из источника за счет разности ее плотности в придонном и поверхностном слоях.

*Критическое положение поверхности раздела* - предельное положение поверхности раздела, при котором в водоприемник не забирается вода из верхнего слоя.

*Большой (крупный) водоем* - водоем, в котором высота волн в пределах прибрежной зоны  $h \geq 0,75$  м. При меньших высотах волн в прибрежных зонах обычно развивается водная растительность, отсутствуют вдольбереговые течения, миграция наносов и др.

*Глубоководный водоем* (глубоководная зона) - участок водоема, в пределах которого глубина воды  $H \geq 0,5 \lambda_{гл.}$

*Средний гидродинамический уровень воды* - условная линия, проведенная таким образом, что суммарные площади, отсекаемые профилем волны выше и ниже этой линии, равны между собой. При волнении эта линия вследствие появления ветроволнового или волнового нагона смещается в сторону наветренного берега.

*Ветроволновое течение* - смещение масс воды от действия ветра и волнения.

*Компенсационное течение* - отток придонных слоев воды, обусловленный перекосом уровня воды, вызванного ветроволновым, дрейфовым или другими разновидностями течений.

*Дрейфовое течение* - частный случай ветроволнового течения при резком ослаблении или полном исчезновении ветра.

*Волновое течение* - смещение масс воды вследствие асимметрии орбитального движения частиц жидкости при волнении.

*Транзитное течение* - смещение масс воды по всей длине водоема, связанное с их втеканием и одновременным вытеканием из него.

*Сточное течение* - течение, вызванное втеканием или вытеканием масс воды из водоема, а также их оттоком от наветренного берега с прекращением волнения.

*Плотностное течение* - послойное смещение масс воды, вызванное наличием разности ее плотности по глубине или градиента давления, обусловленного температурой, соленостью или мутностью.

*Вдольбереговое течение* - смещение масс воды вдоль берега, вызванное и поддерживаемое энергией разрушающихся косоподходящих к берегу волн или масс воды, сбрасываемых в прибойную зону.

*Разрывное течение* - периодическое смещение масс воды по всей глубине прибрежной зоны водоема, вызванное неравномерностью ветроволнового нагона, течений и волнения.

*Градиентное течение* - смещение масс воды за счет градиента давления или перепада ее уровня, возникающего от действия косоподходящих волн и сосредоточенных течений.

*Инерционное течение* - любая из разновидностей течений, вышедшая за пределы зоны действия возбуждающих факторов и продолжающая дальнейшее движение только за счет сил инерции.

*Прибойная зона* - прибрежная полоса водоема, в пределах которой происходит разрушение волн.

Пособие разработано ВНИИ ВОДГЕО - доктор технических наук, проф. А. С. Образовский ([разд. 5](#)), А. Н. Ляпин ([разд. 2](#)), кандидаты технических наук А. А. Смирнов - руководитель темы ([разд. 1, 2, 3, 4, 6](#)), А. М. Мотинов ([разд. 4, 5, 8](#)), А. П. Нетюхайло ([разд. 3, 6](#)), А. В. Шахов ([разд. 7](#)), А. И. Мадзалецкий ([разд. 1, 5](#)), И. А. Серов ([разд. 4](#)), Д. И. Алтунин ([разд. 3](#)), Т. В. Колесникова ([разд. 5, 8](#)); канд. биолог. наук А. М. Пахоруков ([разд. 8](#)), инженеры В. Г. Жилин ([разд. 7](#)), Т. С. Карпенко ([разд. 1, 5](#)), А. Н. Стрижкин ([разд. 4](#)) при участии Союзводоканалпроекта - инженеры М. А. Лозовский, Т. В. Маслова, В. В. Титков.

# 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** В Пособии отражены следующие вопросы:

оценка местных условий отбора воды в районе намечаемого размещения водозаборных сооружений;

выбор места расположения, типа и компоновки конструктивных элементов водозабора в соответствии с местными условиями водотока или водоема;

изыскание мероприятий, позволяющих исключить или до минимума свести нарушение бытового режима водотока или водоема в процессе строительства и эксплуатации водозабора;

расчет основных факторов, определяющих местные условия водотока или водоема, конструктивных элементов водоприемников и водозаборов, селективного водоотбора в стратифицированном потоке и др.;

изыскание мероприятий по ослаблению заносимости водоприемников, захвата в них воды с повышенным содержанием водной растительности, планктона, шугольда и др., появившихся в процессе эксплуатации водозабора.

**1.2.** Рассмотрены вопросы строительства и эксплуатации водозаборных сооружений промышленного, хозяйственно-питьевого, теплоэнергетического и сельскохозяйственного назначения на водотоках и водоемах.

**1.3.** Опыт эксплуатации и лабораторных исследований водозаборных сооружений свидетельствует, что имеющие место затруднения в их работе связаны с завалом водоприемных устройств наносами, захватом в них воды с повышенным содержанием водной растительности, мусора и планктона, местным нарушением стратификации воды и др. В Пособии большое место отведено вопросам, связанным с оценкой местных условий забора воды на избранном участке источника и возможных последствий при их нарушении, так как затруднения в работе водозаборных сооружений обусловлены преимущественно недооценкой в проектах местных условий источника или последующим нарушением в процессе строительства и эксплуатации.

**1.4.** К поверхностным водам относятся воды водотоков (рек, каналов, ручьев) и водоемов (морей, озер, водохранилищ, прудов).

**1.5.** Поверхностные воды используются в народном хозяйстве для хозяйственно-питьевого, производственного и теплоэнергетического водоснабжения, орошения, обводнения и гидроэнергетических целей, а также удовлетворения других государственных и общественных потребностей.

**1.6.** Основы водного законодательства устанавливают общий порядок водопользования, охрану вод, государственный учет и планирование их использования.

Для проектных организаций обязательными являются требования [СНиП 2.04.02-84](#) и других нормативных документов в зависимости от назначения водозаборного сооружения и источника водоснабжения.

**1.7.** Отбор воды с помощью водозаборов является согласно Водному законодательству СССР специальным водопользованием. В соответствии с этим при рассмотрении вопросов использования поверхностных вод для целей водоснабжения требуется согласование условий специального водопользования и получение разрешений на него.

**1.8.** Класс гидротехнических сооружений следует принимать в соответствии со [СНиП 2.06.01-86](#) «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования».

### **Общие требования к источнику водоснабжения и водозаборным сооружениям**

**1.9.** Выбор источника водоснабжения осуществляется на основе геодезических, геологических, гидрогеологических, гидрологических, гидротермических, ихтиологических, гидрохимических, гидробиологических инженерных изысканий, санитарных и других исследований, а также технико-экономических расчетов.

**1.10.** В качестве источника водоснабжения могут быть использованы поверхностные воды водотоков и водоемов.



**1.11.** Источник водоснабжения должен удовлетворять следующим требованиям:  
обеспечивать отбор воды необходимого количества с учетом роста водопотребления на перспективу;

обеспечивать бесперебойное снабжение водой потребителей;

иметь воду такого качества, которое в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей или позволяет достичь его путем экономически оправданной очистки;

обладать объемами, позволяющими производить забор воды из него без нарушения сложившейся экологической системы;

обеспечить возможность подачи воды потребителю с наименьшей затратой средств.

**1.12.** Выбор источника водоснабжения по нескольким вариантам должен производиться на основании тщательного изучения и анализа перспективного использования водных ресурсов района, в котором он расположен.

**1.13.** При оценке использования водных ресурсов с учетом требований [п. 1.11](#) следует учитывать:

расходный режим, водохозяйственный баланс и устойчивость ложа, поймы или берегов с прогнозом на 15-20 лет;

требования к качеству воды, предъявляемые потребителями;

качественную характеристику воды в источнике с прогнозом возможного ее изменения с учетом поступления сточных вод;

качественные и количественные характеристики мутности, водной растительности, планктона, биообрастателей и сора, их режимы и перемещение донных отложений;

наличие вечномёрзлых грунтов, возможность промерзания и пересыхание источника, наличие снежных лавин и селевых явлений, а также других стихийных явлений в водосборном бассейне источника;

осенне-зимний режим источника и шуголедовые явления в источнике;

температуру воды по периодам года и ее стратификацию;

характерные особенности весеннего вскрытия источника, половодья и прохождения паводков;

требования органов по регулированию использования и охране вод, санитарного надзора, охраны рыбных запасов и др.;

возможность организации зон санитарной охраны при необходимости забора воды на хозяйственно-питьевые нужды;

техничко-экономическую оценку условий комплексного использования вод различных источников рассматриваемого района.

**1.14.** При оценке достаточности водных ресурсов источника следует учитывать обеспечение гарантированного расхода воды после ее забора.

**1.15.** В случае недостаточности водных ресурсов источника следует предусматривать регулирование естественного стока воды в пределах одного года (сезонное регулирование) или многолетнее регулирование, а также возможность переброски воды из других более многоводных источников.

**1.16.** Во всех системах водоснабжения необходимо предусматривать мероприятия для предотвращения механического, биологического и минералогического загрязнений воды, отбираемой водоприемниками, при последующем ее транспортировании по каналам и водоводам.

**1.17.** В случае, если ожидаются шуголедовые явления, в источнике водоснабжения необходимо предусматривать электрообогрев решеток, подвод к водоприемникам теплой воды или сжатого воздуха, импульсную промывку в сочетании с обратной, покрытие стержней сородерживающих решеток гидрофобным материалом и др.

**1.18.** При отборе воды из источников, имеющих рыбохозяйственное значение, следует предусматривать рыбозащитные устройства.

**1.19.** В водозаборах с самотечными или сифонными водоводами их должно быть не менее двух.

**1.20.** В зависимости от местных условий забора воды необходимо изыскивать такое место расположения, тип и компоновку конструктивных элементов водозаборного сооружения, при которых будет сведено до минимума нарушение бытового режима источника водоснабжения.

Наилучшим проектным решением является такое, при котором не нарушается

бытовой режим источника водоснабжения в процессе эксплуатации водозабора.

**1.21.** В тяжелых или очень тяжелых местных условиях отбора воды из источника допускается использование дублирующих водоприемных устройств, размещаемых в различных местных или природных условиях забора воды, а при их большой удаленности - двух водозаборных сооружений.

### **Требования к материалам инженерных изысканий**

**1.22.** Состав и объем изысканий для проектирования водозаборов устанавливаются нормативными документами. В процессе изысканий необходимо получить сведения для составления прогноза возможных изменений окружающей природной среды в районе строительства.

**1.23.** Техническое задание и программа составляются на весь комплекс инженерных изысканий, при этом должны максимально использоваться материалы ранее выполненных изыскательских работ и другие имеющиеся данные о природных условиях заданного района.

**1.24.** Гидрологические изыскания выполняются в четыре этапа:

I - для выявления перспективных источников водоснабжения;

II - на перспективных участках источников водоснабжения;

III - на выбранных участках источников водоснабжения для разработки ТЭО (ТЭР);

IV - на выбранном участке источника водоснабжения для разработки проекта.

Минимальная продолжительность стационарных гидрологических наблюдений, осуществляемых на II и III этапах, должна быть не менее двух лет.

Состав гидрологических наблюдений в зависимости от этапа работ различается только степенью детальности проработки вопросов.

**1.25.** Гидрологические изыскания на I этапе осуществляются для выявления перспективных источников водоснабжения на основе изучения и сравнения гидрологических условий пунктов (районов) размещения водозаборных сооружений в рассматриваемом районе с использованием картографических, фондовых и архивных материалов.

При необходимости могут быть проведены рекогносцировочные обследования, включающие единичные замеры и пробы.

На I этапе выявляют:

характер режима водотока или водоема (изменение расходов и соответствующих уровней воды);

максимальные и минимальные уровни воды за многолетний период;

шуголедовые условия;

распределение температур воды по глубине;

возможность пересыхания или промерзания реки и их продолжительность;

химический состав и мутность воды;

наличие источников загрязнения в районе изысканий и выше него;

тип руслового процесса или ожидаемую устойчивость берегов на водоемах;

нарушение естественного режима источника в результате хозяйственной деятельности человека;

участки для постановки дальнейших гидрологических изысканий;

конкурентоспособные пункты по гидрологическим условиям,

а также выдают сравнительные характеристики рассмотренных источников водоснабжения и уточняется программа работ на II этапе.

По I этапу - в составе отчетных материалов (записки) представляется обзорная схема расположения водотоков и водоемов в М 1:25000 - 1:100000, на которой показаны перспективные источники водоснабжения и участки размещения водозаборных сооружений на них.

**1.26.** Гидрологические изыскания на II этапе, осуществляют на перспективных участках источников водоснабжения для выбранных пунктов строительства водозаборных сооружений на основе изучения полевыми методами гидрологических условий этих участков с организацией стационарных наблюдений.

На этом этапе в отчетных материалах (очерках) обеспечивают выдачу комплекса гидрологических характеристик водных объектов и исходных данных, позволяющих

сравнивать их и осуществлять выбор места строительства водозабора по гидрологическим условиям, а также уточнить программу работ III этапа.

В период наблюдений измеряют:

уровни и температуру воды 2 раза в сутки (в 8 и 20 ч);

расход воды 30-100 раз в год;

расход взвешенных наносов не менее 24, донных - 8-10 раз в год;

толщину льда 1 раз в 5 дней;

расход льда и шуги 5-10 раз в осенний и весенний периоды, а также наблюдают за образованием шуги, внутриводного и поверхностного льда ежедневно до устойчивого ледостава.

Отбор проб для химического анализа воды производится не менее 8 раз, а для бактериологического - не менее 4 раз в год с освещением всех фаз гидрологического режима водотока.

Для установления типа и интенсивности руслового процесса следует выполнять не менее двух съемок в год в течение ряда лет.

При наблюдениях на водоемах предусматриваются измерения:

уровней и температуры воды в намечаемых створах водозаборов на двух-четырех вертикалях;

элементов ветровых волн и характер их трансформации;

интенсивности течений, возбуждаемых волнением в прибрежной зоне;

расхода взвешенных и донных наносов в прибрежной зоне при различной интенсивности волнения;

переработки берегов и прибрежных склонов после наиболее интенсивных штормов (не менее 3-4 съемок в течение ряда лет);

толщины льда (2-3 измерения), его торошения, навалов на берег, структуры по разрезам его физических свойств (в течение двух-трех периодов устойчивого ледостава).

Отбор проб для химического анализа воды производится не менее 8 раз, а для бактериологического - не менее 4 раз в год с освещением всех фаз гидрологического режима водоема.

**1.27.** По материалам выполненных гидрологических изысканий составляется технический отчет, в котором освещаются упомянутые характеристики объектов, делается заключение о сформировавшихся русловых процессах, дается сравнительная оценка гидрологических условий рассматриваемых участков, рекомендации по размещению водозаборных сооружений и необходимости проведения дальнейших изысканий.

Заключение о типе руслового процесса и прогноз переформирования русла и поймы или берега и прибрежного склона на участке водозабора составляются на основании анализа многолетних материалов топографических и гидрометрических съемок. В случае отсутствия таких материалов прогноз русловых деформаций или переработки берега и прибрежного склона составляется в соответствии с установленным типом руслового процесса на основе гидроморфологического анализа по имеющимся методикам.

Прогноз русловых и пойменных деформаций или переработки берега и прибрежного склона позволяет обосновать выбор места расположения, тип и компоновку элементов водозаборных сооружений (схему, плановую и вертикальную посадки) и наметить мероприятия, обеспечивающие нормальную работу их в процессе эксплуатации.

Минимальный объем топографических и гидрометрических данных, необходимых для обоснованного заключения о типе руслового или берегового процессов и образовавшихся в ходе его развития специфических форм поперечного сечения русла или профиля прибрежной зоны, зависит от плановой конфигурации водотока или водоема.

На небольших водотоках со сравнительно прямолинейным руслом, которым сопутствуют обычно ленточно-грядовый, осередковый или побочневый типы руслового процесса, съемку реки необходимо проводить на участке длиной 20-30 ширин русла по обе стороны от намечаемого створа водозабора с интервалом между промерными поперечниками, равным двум-трем средним глубинам потока при

ленточно-грядовом и осередковом и одно-двухкратной ширине русла при побочном типе руслового процесса.

**1.28.** В водотоках с извилистым руслом, для которых характерно существование ограниченного, свободного или незавершенного меандрирования, съемку производят по длине, включающей две-три излучины реки выше и ниже водозабора с интервалом между поперечниками, равным одному-двум ширинам русла. Промерные поперечники за пределами русла доводят до отметок, на 1 м превышающих уровень высоких вод. В случае пойменной многорукавности изыскания проводятся исходя из наличия тех русловых процессов, которые формируются в протоках.

На водоемах с относительно прямолинейной конфигурацией берега и прибрежного склона в пределах 1000-1500 м по одну и другую сторону от намечаемого створа водозабора съемку прибрежной зоны можно ограничить 500 м в обе стороны от его створа.

В случаях значительной изрезанности берега и прибрежного склона, выходящих за пределы прибойной зоны (мысы, бухты, заливы, инженерные сооружения и др.), съемку, как и гидрологические измерения, необходимо расширять за пределы выступающих в водоем препятствий.

**1.29.** Масштабы геодезической съемки участка реки, на котором предполагается строительство водозабора, назначаются в пределах 1 : 2000 - 1 : 500, а высота сечения рельефа - от 2 до 0,5 м. В особых случаях, например при интенсивной застройке участка намечаемого расположения водозабора, эти величины могут изменяться с внесением соответствующих обоснований в программу изысканий.

Для сокращения объема полевых работ и времени изысканий рекомендуется применять аэрофотосъемку. Масштабы аэрофотоснимков для рек шириной до 300 м назначаются 1 : 5000 - 1 : 15 000, для крупных рек - до 1 : 20 000.

**1.30.** Гидрологическими изысканиями на III этапе обеспечиваются детальное изучение гидрологических условий для определения перспективных площадок размещения водозаборных сооружений в пределах выбранного участка строительства, проведение стационарных, при необходимости, специальных исследований. На основе анализа материалов изысканий и сравнения характеристик гидрологических условий намеченных площадок в отчетных материалах выдается уточненная оценка гидрологических условий выбранных участков размещения водозаборных сооружений. На этом этапе уточняется также программа работ IV этапа.

**1.31.** На IV этапе производятся необходимая детализация и уточнение гидрологических характеристик на основе продолжающихся стационарных наблюдений на избранном участке размещения водозаборных сооружений.

**1.32.** Характеристики, необходимые для выбора места размещения водозаборных сооружений, должны основываться на данных гидрологических наблюдений Госкомгидромета и других ведомств, а также гидрологических изысканий, проведенных на источниках водоснабжения в районе размещения водозабора.

**1.33.** Объективную оценку условий забора воды из избранного источника можно получить путем обследования и анализа опыта эксплуатации выше и ниже расположенных водозаборных сооружений. Они обычно позволяют раскрыть всю совокупность факторов, особенно трудно уловимых гидротермических, гидробиологических и гидроморфологических процессов, а также ихтиологических условий, что позволит повысить качество проектирования.

**1.34.** Отчетные материалы (записки, очерки) по составу и объему должны содержать необходимые для выбора места размещения водозаборного сооружения расчетные данные и другие материалы, включая заключение, в соответствии с нормативными требованиями.

Состав инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий и исследований в данном Пособии не рассматривается

## 2. УСЛОВИЯ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ВОДОТОКОВ (РЕК). ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

### Гидрологические данные

2.1. В гидрологическом отношении каждая река в выбранном створе характеризуется следующими данными, используемыми при проектировании водозаборов:

- изменением расхода воды в течение года (гидрографом реки);
- графиком связи расходов и уровней воды (кривая  $Q = f(H)$ );
- графиком уровней воды в данном створе;
- графиком связи уровней в различных створах;
- продолжительностью стояния уровней воды;
- водностью реки и твердым стоком.

2.2. Изменение уровня воды в течение года вместе с гидрографом отражает особенности питания реки. В зависимости от снегового, дождевого, ледникового, озерного, подземного питания различают гидрографы только с одним весенним пиком подъема уровня, со многими пиками в зависимости от выпадения дождевых ливней, с одним продолжительным летним подъемом уровня воды, соответствующим таянию ледников, и с практически одинаковым уровнем при питании реки из озер.

В настоящее время в связи с гидротехническим строительством бытовые формы гидрографов оказываются на ряде рек измененными в результате многолетнего регулирования стока.

2.3. Графики связи расходов и уровней воды, кривые связи  $H = f(Q)$ , являются важнейшими показателями водности и уровня режима реки. Однако при использовании этих графиков необходимо учитывать их различие для открытого и закрытого льдом русла, различать фазы подъема и спада уровней, учитывать возможность зашугованности и деформации русла. Так, при проходе паводочной или паводочной волны расход воды на подъеме оказывается большим, а на спаде меньшим при одной и той же отметке уровня воды. Кривые  $H = f(Q)$  имеют при этом петлеобразный вид.

2.4. Графики высоких и низких уровней воды в данном створе с показанием отметок ледостава и ледохода, зажорных и других уровней являются полезными, особенно если на них указаны основные отметки дна русла, верха и низа окон проектируемого водозабора, отметки верховой стенки и отражателя самопромывающегося ковша (рис. 1). Такие графики определяют вертикальные габариты водозаборов и наглядно демонстрируют все возможные осложнения при их будущей эксплуатации.

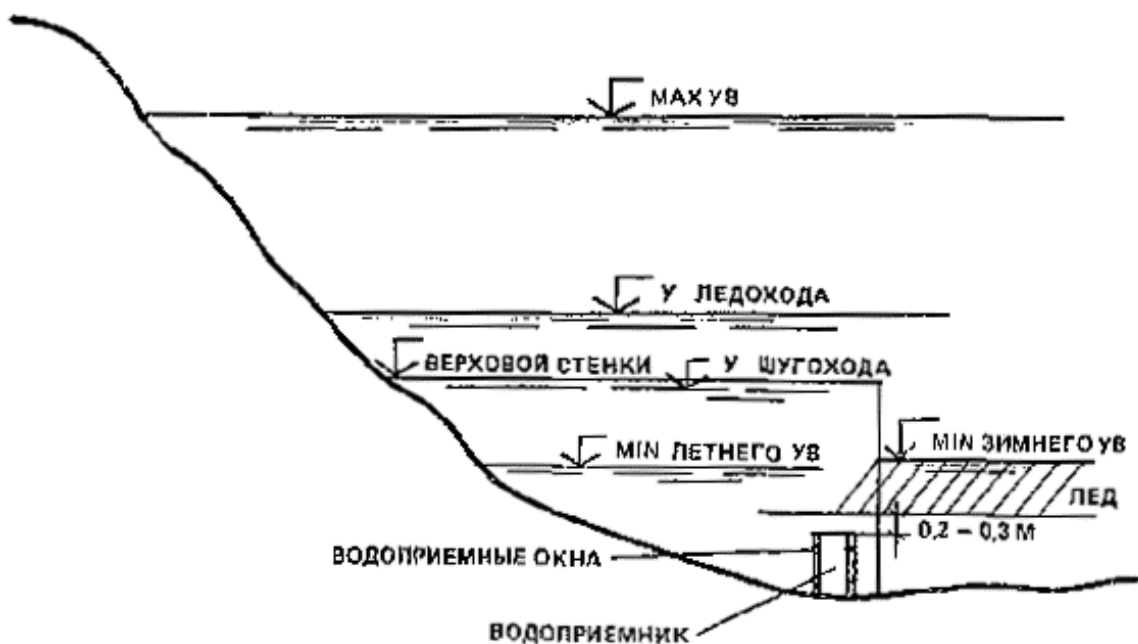


Рис. 1. Характеристика уровня воды в створе водозабора

2.5. Графики связи уровней между различными водомерными постами часто

используются для нахождения уровня воды в промежуточном створе. Наиболее надежными такие графики связи оказываются только для периода открытого потока в устойчивом русле.

**2.6.** Большое значение имеют кривые повторяемости и кривые продолжительности уровней воды, которые позволяют определять число дней, в течение которых уровни не опускаются ниже данной отметки, и сколько дней в году наблюдаются эти уровни.

**2.7.** Водность реки характеризуется максимальным и минимальным расходами воды. Для целей водоснабжения расчетными являются минимальные расходы  $Q_{\min}$  различной обеспеченности.

### Русловые деформации

**2.8.** В русловом процессе реки выделяют обратимые и необратимые деформации. К первым относятся повторяющиеся изменения русла при прохождении по нему песчаных гряд, размывы плесовых ложбин и отложения наносов на перекатах в половодье, а в межень - деформации противоположного знака, сползание излучин или их разворот в плане.

К необратимым деформациям относятся очень медленно происходящие (вековые) изменения, трудно преодолеваемые рекой природные факторы, а также изменений, связанные с возводимыми в реке инженерными сооружениями.

**2.9.** Выделяют пять основных типов руслового процесса (макроформ). При этом не исключается возможность смешанных типов руслового процесса ([рис. 2](#)).

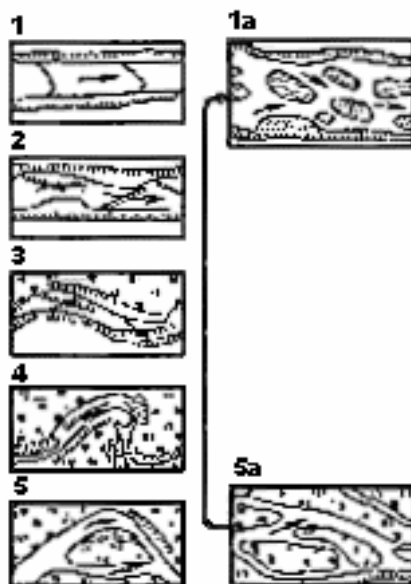


Рис. 2. Типы руслового процесса

*1* - ленточно-грядовый; *1a* - русловая многоруканность; *2* - побочной; *3* - ограниченное меандрирование; *4* - свободное меандрирование; *5* - незавершенное меандрирование; *5a* - пойменная многоруканность

**2.10.** При ленточно-грядовом типе руслового процесса деформация русла происходит в результате поступательного движения больших ленточных гряд с сезонным изменением их высоты по всей ширине русла ([рис. 3](#)). В условиях низкой межени движение ленточных гряд может приостанавливаться. Обнажающиеся при этом вершины гряд образуют одиночные осередки. Гребни гряд отстоят одни от других на расстоянии примерно четырех - восьми ширин русла. Русло реки в плане имеет незначительную и неупорядоченную извилистость. Плановые деформации не характерны. Пойма отсутствует или является унаследованной от других типов. Этот тип руслового процесса обычно наблюдается в верховьях рек в слаборазвитых излучинах с начальной стадией меандрирования, в протоках, в спрямляющих излучинах и в каналах (см. [рис. 3](#)). Он может быть и при других типах руслового процесса.

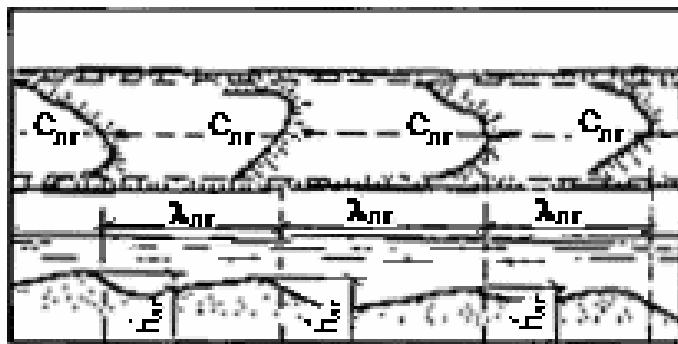


Рис. 3. Ленточно-грядовый тип руслового процесса

$\lambda_{лгр}$  - шаг ленточной гряды;  $h'_{лгр}$  - высота ленточной гряды

2.11. При побочном типе руслового процесса ленточные гряды перекашиваются в плане, причем направление перекаса смежных гряд противоположно (см. [рис. 2](#)). В межень прибреговые части этих мезоформ обсыхают, образуя песчаные отмели (побочни), располагающиеся по длине реки в шахматном порядке. Затопленный гребень гряды образует перекат. Снизу к гребню нередко примыкает коса, образующая затон. Пойма не характерна ([рис. 4](#)).

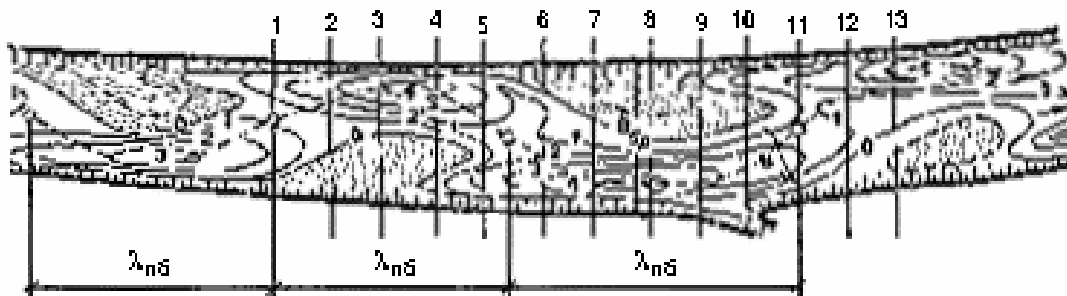


Рис. 4. Побочной тип руслового процесса

$\lambda_{пб}$  - шаг побочия;  $B_{бр}$  - ширина русла;  $B$  - ширина меженного русла; 1-13 - поперечные створы

Деформации русла сводятся при этом типе руслового процесса к сползанию в половодье перекошенных в плане ленточных гряд. Плановые деформации берегов наблюдаются на участках подвальев гряд, но не получают большого развития.

2.12. Для ограниченного меандрирования характерно наличие неразмываемых берегов реки. В реке появляются извилистость выходящего на пойму паводочного потока и чередование отрывов течения от берегов. В местах отрыва возникает слабое течение или появляются застойные зоны, где оседают взвешенные наносы. В результате образуются отдельные небольшие пойменные массивы, привязанные к излучинам реки. Плановые деформации выражаются в сползании вниз по течению излучин и огибаемых ими пойменных массивов без существенного изменения их плановых очертаний и продольного профиля дна (см. [рис. 2](#)).

Вертикальные деформации сопровождаются снижением отметок перекасов в межень и их восстановлением в первую половину половодья. В плесе деформации имеют обратный ход, а именно: размыв в половодье и намыв в межень ([рис. 5](#)).



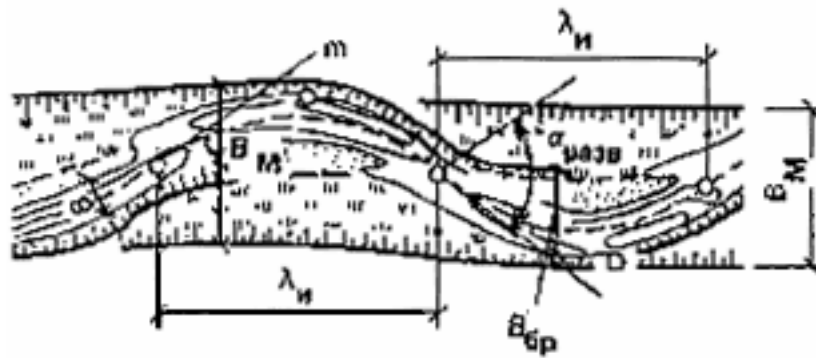


Рис. 5. Ограниченное меандрирование

$\lambda_n$  - шаг излучины;  $\alpha_{\text{разв}}$  - угол разворота;  $B_{\text{ср}}$  - ширина русла;  $B_M$  - ширина пояса меандрирования;  $B$  - ширина меженного русла;  $m$  - участок подмываемого берега

**2.13.** Для свободного меандрирования характерен замкнутый цикл развития излучин. Каждый цикл начинается с искривления русла и формирования излучины. При этом в начале цикла излучины обычно сползают (см. [рис. 2](#)). При этом, в отличие от ограниченного меандрирования, углы разворота постепенно увеличиваются. При дальнейшем увеличении угла разворота сползание сменяется разворотом излучины или ее вытягиванием. При больших углах разворота начинается раздвоение плесов и излучина увеличивает асимметрию своих плановых очертаний, приобретая одновременно форму петли. Цикл развития излучины завершается промывом перешейка петли русла. Поток переходит в спрямленное русло, а старое, главное русло, превращается в старицу. После прорыва перешейка цикл развития излучины повторяется ([рис. 6](#)).

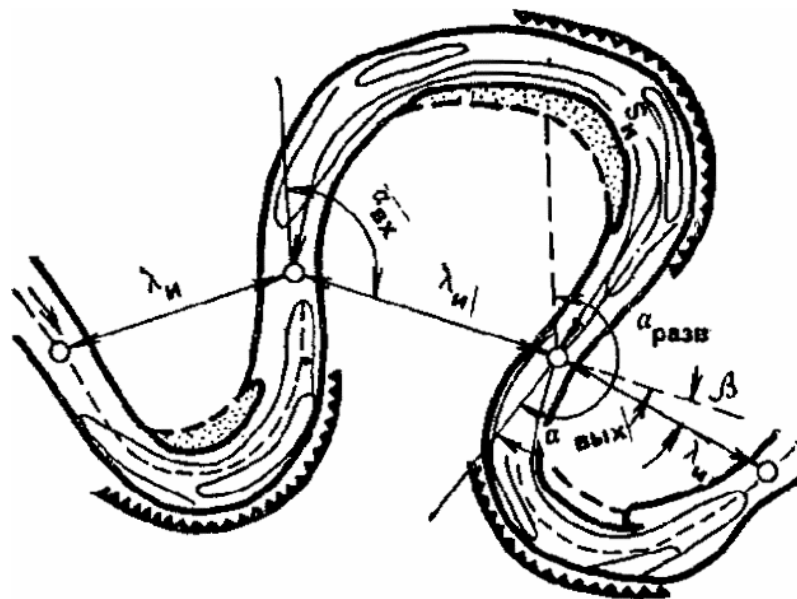


Рис. 6. Свободное меандрирование

$\lambda_n$  - шаг излучины;  $S_n$  - длина излучины;  $\alpha_{\text{разв}}$  - угол разворота;  $\alpha_{\text{вх}}$  - угол входа;  $\alpha_{\text{вых}}$  - угол выхода;  $\beta$  - угол сопряжения излучины

**2.14.** При незавершенном меандрировании русло реки развивается по схеме свободного меандрирования, но цикл деформаций прерывается в результате образования спрямляющего потока. Последний создается до достижения излучиной формы петли обычно при резком несовпадении динамических осей потока в половодье и в межень. Тип процесса распознается по наличию на меандрирующем участке двух русел: первичного русла и спрямляющего протока (см. [рис. 2](#)).

**2.15.** Пойменная многорукавность возникает в поймах, затапливаемых на большую глубину или сложенных различными по крупности отложениями. Спрямления русел охватывают не только отдельные излучины, но часто и серию излучин, образуя длинные пойменные протоки и большие пойменные острова (см. [рис. 2](#)).

В протоках могут существовать различные типы руслового процесса. При анализе



материалов по пойменной многорукавности требуется фрагментирование всех протоков, т. е. выделение тех типов процесса, которые в них обнаруживаются.

**2.16.** При русловой многорукавности меандрирующие реки в отличие от ленточно-грядового типа руслового процесса не используют для транспорта наносов имеющегося продольного уклона реки. В случаях же, когда реки оказываются перегруженными наносами и предельный продольный уклон оказывается для них недоиспользованным, русло заметно мелеет и развивается в ширину. При этом транспортирующая способность потока увеличивается, а само русло становится неустойчивым. Возникающие осередки делят русло на ряд коротких рукавов, часто изменяющих свое плановое положение (см. [рис. 2](#) и [1, а](#)).

**2.17.** Мелкие песчаные гряды (микроформы) обнаруживаются во всех типах руслового процесса, однако распределение гряд по дну реки крайне неравномерно. Например, на ленточных грядах размеры гряд уменьшаются в направлении к их гребню, а наибольших размеров достигают в местах сопряжения склонов средних форм с плесовыми лощинами. В подвальях мезоформ микроформы выражены слабо. В плесах, особенно у вогнутых берегов излучины, микроформы часто отсутствуют. Движение микроформ осуществляется во все фазы водного режима, а их параметры подвержены сезонным колебаниям.

### Оценка деформаций речного русла

**2.18.** Оценка переформирования речного русла и поймы производится расчетом и прогнозом русловых деформаций, основанных на структурных представлениях об изменении плановых и высотных (глубинных) очертаний русла, происходящих за счет перемещения русловых образований трех типов: микроформ, мезоформ и макроформ. Оценка переформирований может производиться также на основании сопоставления картографических материалов или данных эхолотирования.

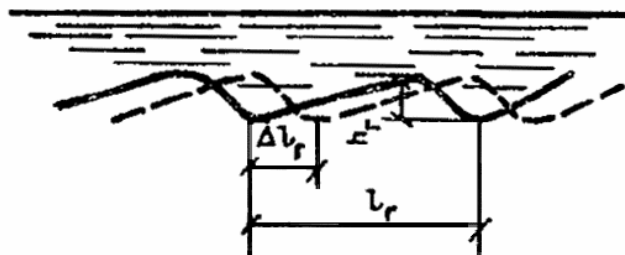


Рис. 7. Песчаные гряды (микроформы) в последовательные отрезки времени

$h_r$  - высота гряды;  $l_r$  - длина гряды;  $\Delta l_r$  - смещение гряды за время  $\Delta t$

Высота микроформ (гряд) установившегося профиля ([рис. 7](#)) может определяться по формуле

$$h_r = 3,5H \frac{(1 + v_{нр}/v_{ср})^{2/3}}{\lg \frac{H}{d_{ср}} + 6}, \quad (1)$$

где

$$v_{нр} = 1,3\sqrt{gd_{ср}} \lg \frac{14,7H}{d_{ср}^{0,75}}, \quad (2)$$

или при  $H > 1$  м по формуле

$$h_r = 2,1 \frac{d_{ср}}{Fr^{4,4}} \left( \frac{v_{ср} - v_{нр}}{v_{нр}} \right)^{1,4}, \quad (3)$$

где

$$v_{\text{нр}} = 3 \left( H \frac{d_{\text{ср}}}{d_{90}} \right)^{0,2} (d_{\text{ср}} + 0,0014)^{0,3} \quad (4)$$

При отсутствии входящих в приведенные зависимости данных высота гряд может быть приближенно оценена соотношением:

$$\text{при } H < 1 \text{ м} \quad h_{\text{г}} = 0,25H; \quad (5)$$

$$\text{при } H > 1 \text{ м} \quad h_{\text{г}} = 0,2 + 0,1H. \quad (6)$$

Ориентировочно максимальную высоту гряд  $h'_{\text{г}}$  в половодье можно определять по формуле

$$h'_{\text{г}} = 2,5h_{\text{г}} \quad (7)$$

где  $h_{\text{г}}$  - высота гряд в межень, измеренная перед половодьем или спустя месяц после него.

**2.19.** Длина гряд установившегося профиля может определяться по формуле

$$l_{\text{г}} = H \sqrt[3]{c^2/g} \quad (8)$$

или для приближенных расчетов по формуле

$$l_{\text{г}} = 4,2H. \quad (9)$$

В условиях половодья максимальная длина гряд может быть рассчитана по приближенной зависимости

$$l'_{\text{г}} = 2,5l_{\text{г}}, \quad (10)$$

где  $l_{\text{г}}$  - длина гряд в межень, измеренная до половодья или спустя месяц после него.

**2.20.** Скорость смещения микроформ, м/с, следует определять по формуле

$$c_{\text{г}} = 0,019 v_{\text{ср}} Fr^3, \quad (11)$$

а период смещения - по зависимости

$$\tau_{\text{г}} = l_{\text{г}}/c_{\text{г}}, \quad (12)$$

где  $l_{\text{г}}$  и  $c_{\text{г}}$  - рассчитываются по [формулам \(8\), \(9\)](#) и [\(11\)](#).

**2.21.** Расход донных наносов в объемном выражении  $q_{\text{дн}}$ , м<sup>2</sup>/с, рассчитывается по формуле

$$q_{\text{дн}} = 0,011 h_{\text{г}} v^4 / (\sqrt{gH})^3. \quad (13)$$

**2.22.** При отсутствии подробных и разновременных топографических съемок русла высоту  $h_{\text{лг}}$  и длину  $\lambda_{\text{лг}}$  ленточных гряд на данном участке реки можно определять по приближенным соотношениям:

$$h_{\text{лг}} = 0,2H_{\text{пл}}; \quad (14)$$

$$\lambda_{\text{лг}} = (4 - 8)B_{\text{бр}}, \quad (15)$$

где  $H_{\text{пл}}$  - глубина в плесе (между грядами) при уровне воды в пойменных бровках.

**2.23.** Скорость движения ленточной гряды при расходе воды, соответствующем уровню пойменных бровок, м/с, определяют по формуле

$$c_{\text{лг}} = \lambda_{\text{лг}} q_{\text{дн}} / F_{\text{гр}}, \quad (16)$$

где  $F_{\text{гр}}$  - площадь продольного сечения гряды, равная

$$F_{\text{гр}} = \alpha_{\text{лг}} h_{\text{лг}} \lambda_{\text{лг}}, \quad (17)$$

где  $\alpha_{\text{лг}} = 0,6$  - коэффициент формы гряды;  $q_{\text{дн}}$  - удельный расход донных наносов, равный

$$q_{\text{дн}} = 0,00453 (v_{\text{ср}}/v_{\text{нр}}) d_{\text{ср}} (v_{\text{ср}} - v_{\text{нр}}) (H/d_{\text{ср}})^{0,33}. \quad (18)$$

При определении удельного расхода донных наносов по [формуле \(13\)](#), когда известна высота микроформ  $h_r$ , скорость движения ленточной гряды определяется по формуле

$$c_{лг} = 0,018 \frac{h_r}{h_{лг}} \frac{v^4}{(\sqrt{gH})^3}, \quad (19)$$

а период смещения - по зависимости

$$\tau_{лг} = \lambda_{лг}/c_{лг}. \quad (20)$$

**2.24.** Высота и длина побочня определяются по формуле

$$h_{пб} = 0,3H_{пл}, \quad (21)$$

а при наличии сведений о расходах воды -

$$h_{пб} = 0,24(Q_{50})_{\max}^{0,37}, \quad (22)$$

где  $(Q_{50})_{\max}$  - максимальный расход 50 % обеспеченности, м<sup>3</sup>/с;

$$\lambda_{пб} = 0,02/IH_{пл}, \quad (23)$$

где  $I$  - средний уклон потока на участке большого протяжения (8-10 мезоформ) или

$$\lambda_{пб} = 10(Q_{50})_{\max}^{0,67}. \quad (24)$$

Скорость и период смещения побочня могут определяться по [формулам \(16\), \(19\), \(20\)](#).

Величину глубинных деформаций  $\Delta z_{дн}$  следует рассчитывать по приближенной формуле

$$\Delta z_{дн} = h'_{пб} + h'_r, \quad (25)$$

где  $h'_r$  и  $h'_{пб}$  - находятся по [формулам \(7\), \(21\)](#) или [\(22\)](#).

**2.25.** Для определения глубинных деформаций при наличии разновременных съемок выбирается съемка, соответствующая максимальной водности, и на некоторой длине участка реки разбивается ряд поперечников. Профили по каждому поперечному створу совмещаются на одном графике ([рис. 8](#)). Огибающая профилей ограничивает область максимальных глубинных деформаций.

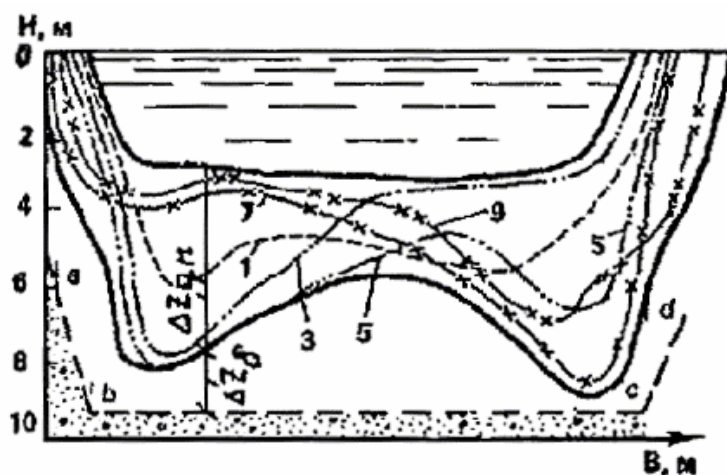


Рис. 8. Деформации русла при побочневом типе руслового процесса

1, 3, 5, 7, 9 -совмещенные поперечные профили, снимаемые с плана ([рис. 4](#));  
a, b, c, d- предельный контур размыва

Величина глубинных деформаций на любом расстоянии от берега определяется с учетом высоты микроформ по формуле

$$\Delta z_{\text{дн}} = z_{\text{дн}} + h'_{\Gamma}, \quad (26)$$

где  $z_{\text{дн}}$  - величина колебания отметок дна на любом расстоянии от берега.

При особо ответственных водозаборах и при разнородном составе донных отложений в [формулу \(26\)](#) следует вводить запас  $\Delta Z_{\delta}$ , равный разности отметок нижней огибающей границы совмещенных профилей и верхней огибающей границы базального слоя.

**2.26.** При побочном типе руслового процесса ширина береговой полосы, периодически разрушаемой и восстанавливаемой при движении побочной, определяется по приближенной формуле

$$\Delta B_{\text{бр}} = 0,1 B_{\text{бр}}, \quad (27)$$

где  $B_{\text{бр}}$  - ширина русла в бровках.

При наличии разновременных съемок за величину  $\Delta B_{\text{бр}}$  следует принимать ее максимальное значение, определяемое по совмещенным планам русла.

**2.27.** Для всех разновидностей меандрирования, кроме ограниченного, следует оценивать глубинные деформации и перемещения русла в плане.

**2.28.** При ограниченном меандрировании глубинные деформации в зависимости от исходного материала могут определяться несколькими способами.

При наличии материалов разновременных съемок - аналогично изложенному выше. При этом поперечные профили должны проходить через русло и через пойменный массив и наноситься нормально к линии, проходящей по середине пояса меандрирования. Совмещаться на одном графике профили должны по вертикальной оси, соответствующей середине пояса меандрирования.

Величина глубинных деформаций русла должна определяться по [формуле \(26\)](#).

При полном отсутствии материала следует использовать реки-аналоги. Аналог должен быть подобен изучаемому участку реки по следующим признакам: типу руслового процесса, степени развитости излучины, уклону дна долины, ширине меженного русла и пояса руслоформирования, расходу воды и продолжительности среднесезонного половодья, крупности донных отложений. На участке аналога должны отсутствовать искусственные условия, ограничивающие свободное развитие данного типа русла.

Расчет плановых деформаций русла при ограниченном меандрировании сводится к определению скорости сползания излучин  $c_{\text{н}}$  и времени переработки пойменного массива  $t_{\text{пм}}$  в пределах пояса меандрирования.

Время  $t_{\text{пм}}$  определяется по формуле

$$t_{\text{пм}} = \lambda_{\text{н}} / c_{\text{н}}. \quad (28)$$

**2.29.** При свободном меандрировании глубинные деформации должны определяться следующим образом:

прогноз отметок в любом поперечном створе по мере развития излучины можно составить, используя глубины в аналогичных створах на других излучинах рассматриваемого участка реки, находящихся в разных стадиях развития;

сезонные деформации дна русла должны определяться на основе совмещения как продольных, так и поперечных профилей, измеренных в половодье и в межень;

при наличии в плесах и на перекатных участках излучины ленточных гряд глубинные деформации должны определяться с их учетом;

на участках перекатов и пляжа излучины в расчет общей величины глубинных деформаций должна включаться высота гряд в половодье, определяемая по [формуле \(7\)](#);

при отсутствии необходимых данных следует воспользоваться материалами по реке-аналогу.

**2.30.** Прогноз плановых деформаций у вогнутых берегов свободно меандрирующего русла может производиться за период  $T$  лет и при наличии разновременных съемок определяется по формуле

$$\Delta B_{\delta} = K_{\text{н}} T c_{\text{нmax}} (H_{\text{max}} - H_{\text{ср}}) / (H_{\text{пл}} - H_{\text{ср}}), \quad (29)$$

где  $K_n$  - коэффициент, учитывающий изменение скорости плановых деформаций излучины в зависимости от стадии ее развития и определяемый в функции от угла ворота  $\alpha_{разв}$  по данным [табл. 1](#).

Таблица 1

$\alpha_{разв}$	50	100	120	140-160	180	200	250
$K_n$	0,1	0,5	0,8	1	0,8	0,5	0,1

$c_{n_{max}}$  - наибольшая в пределах данной излучины скорость смещения бровки вогнутого берега, м/год;  $H_{max}$ ,  $H_{пл}$  - наибольшие глубины русла в расчетном створе и в пределах всей излучины;  $H_{ср}$  - средняя глубина на гребнях двух смежных перекатов, ограничивающих излучину и расположенных в местах перегиба средней линии излучины (см [рис. 9](#)).

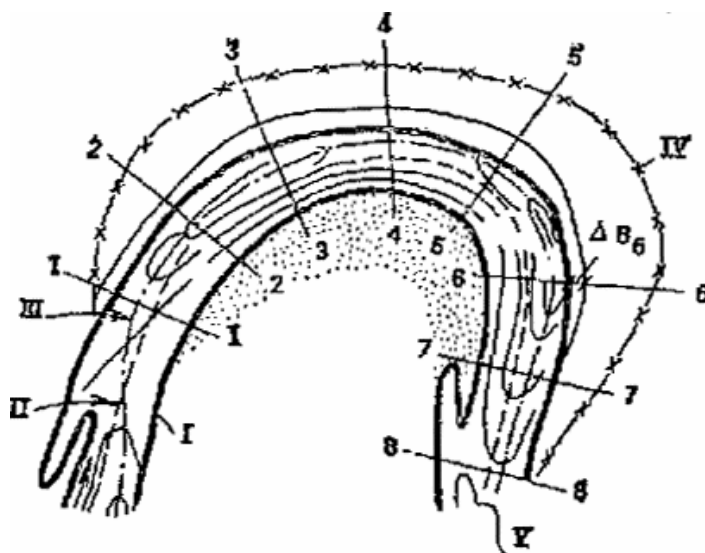


Рис. 9. Плановые деформации при свободном меандрировании

I - существующая береговая линия; II - осевая линия; III - линия наибольших глубин; IV - расчетное положение подмываемого берега; V - изобаты; 1-8 - расчетные поперечные профили

При пользовании [формулой \(29\)](#) расчетные интервалы времени не следует принимать больше пяти лет, а общее время прогноза - больше 20 лет.

При отсутствии разновременных съемок следует приближенно принимать, что среднее плановое смещение бровки вогнутого берега излучин в год составляет 5 % ширины русла между пойменными бровками.

**2.31.** При незавершенном меандрировании русловые деформации должны рассчитываться для основного русла и для спрямляющего протока.

Расчет планового смещения бровки вогнутого берега основного русла до момента перехода в спрямляющий проток большей части расхода воды должен производиться по [формуле \(29\)](#);

спрямляющий проток на ранней стадии формирования имеет слабокриволинейное русло побочного типа, и его деформации должны учитываться в соответствии с вышеприведенными указаниями;

после перехода в спрямляющий проток большей части расхода воды основного русла плановое смещение береговой линии протока за  $T$  лет определяют по формуле

$$\Delta B_6 = 0,2Tc_{бр}, \quad (30)$$

где  $c_{бр}$  - скорость смещения бровки вогнутого берега излучины основного русла.

### Гидравлическая структура течений

**2.32.** Анализ и прогноз условий работы водозаборов требует учета структурных особенностей течения и прежде всего распределения осредненных скоростей по глубине потока. Для русловых потоков наиболее простой и результативной зависимостью на прямом участке является степенная зависимость

$$u = v_{cp}(1 + K)\eta^k, \quad (31)$$

где  $u$  и  $v_{cp}$  - местная переменная и средняя по глубине скорости течения;  $\eta = z/H$  - относительная глубина потока;  $K$  - параметр скоростей на вертикали

$$K = u_n/v_{cp} - 1, \quad (32)$$

где  $u_n$  - максимальная поверхностная скорость.

Величина этого параметра для равномерных речных потоков находится обычно в пределах  $0,1 < K < 0,22$ .

**2.33.** Для неравномерных течений, относящихся к выходу потока из плеса на перекат, из подвалья на гребень песчаной гряды, а также из ямы размыва за полузапрудой на равное дно, теоретические пределы изменения параметра  $K$  составляют от 0 до 1 (рис. 10), а практически изменяются в пределах 0,3-0,9.

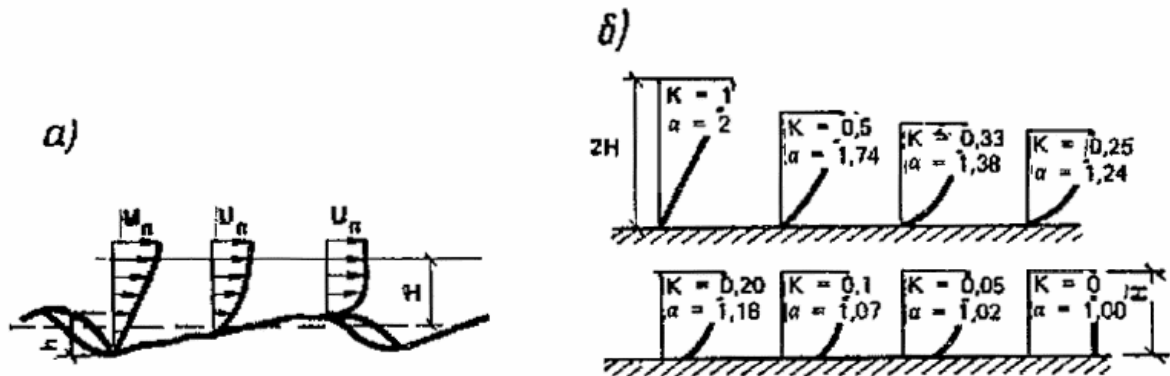


Рис. 10. Изменение гидравлических параметров потока вдоль гряды

*a* - изменение эпюры скоростей;

*б* - изменение параметров  $K$ , коэффициента Кориолиса  $\alpha$  и глубин потока

Вместе с параметром  $K$  изменяется эпюра скоростей от близкой к треугольной в плесе и в яме размыва до близкой к прямоугольной на выходе из плеса на перекат. Вместе со значением  $K$  в неравномерных потоках изменяются также глубины  $H_r$ .

$$H_r = (1 + K)q/u_n, \quad (33)$$

где  $q$  - удельный расход,  $u_n$  - поверхностная скорость. Последняя в русловых потоках с переменным дном обычно изменяется незначительно. При  $K = 0$  и прямоугольной эпюре скоростей глубина воды оказывается равной

$$H_r = q/u_n. \quad (34)$$

При  $K = 1$  и треугольной эпюре скоростей глубина потока составит

$$H_r = 2q/u_n. \quad (35)$$

Дополнительно в расчетах размеров русла может быть найден модульный коэффициент  $M$ , зависящий от типа руслового процесса

$$M = \frac{H(gB)^{1/4}}{Q^{1/2}}. \quad (36)$$

При свободном меандрировании  $M = 1,2-1,3$ , при побочном типе руслового процесса  $M = 0,9-1$ , при осередковом типе  $M = 0,5$ .

**2.34.** Ниже приводится пример расчета глубин потока на участке р. Пинега у с. Холм, имеющей небольшую извилистость в плане. По водности и размерам она характеризуется данными, приведенными в гр. 1-3 табл. 2.



Отметка свободной поверхности, м	Ширина по урезу, м	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Средняя глубина	
			полученная с профиля	вычисленная по (36)
1	2	3	4	5
12,6	535	110	0,8	1
13,2	550	281	1,35	1,56
14,6	580	733	2,7	2,5
15,6	580	1580	3,8	3,7
16,6	585	2660	4,8	4,7
17,6	590	3990	5,8	5,8

Средняя отметка, дна переката составляет 11,8 м, средние глубины при различных расходах воды приведены в гр. 4, средние глубины, вычисленные по [формуле \(36\)](#), приведены в гр. 5.

Принимая, что изменение скоростей соответствует [формуле \(36\)](#) с коэффициентом  $K = 0,33$  для расчетных глубин в плесе и на перекаде, получим значения  $1,33H$  и  $0,67H$ . В частности, при отметке уровня 17,6 и средней глубине, равной 5,8 м для экстремальных глубин, получим значение

$$H_{\min} = 1,33 \cdot 5,8 = 7,7 \text{ м (с отм. 9,9 м);}$$

$$H_{\max} = 0,67 \cdot 5,8 = 3,9 \text{ м (с отм. 13,7 м).}$$

Приведенные на [рис. 11](#) линии I и II, отвечающие этим отметкам, показывают, что экстремальные глубины у берегов в наиболее глубоких местах проходят ниже и выше этих линий. При дополнительном учете кривизны потока в плане с радиусом кривизны  $r$  необходимо модульный коэффициент  $M$  увеличивать пропорционально отношению  $B/r$ . В данном случае при  $B/r = 0,33$  корректирующий коэффициент может быть принят равным 1,25. С его учетом экстремальные глубины с отметками 8 и 14,5 близко отвечают поперечным профилям русла (линии IV и III).

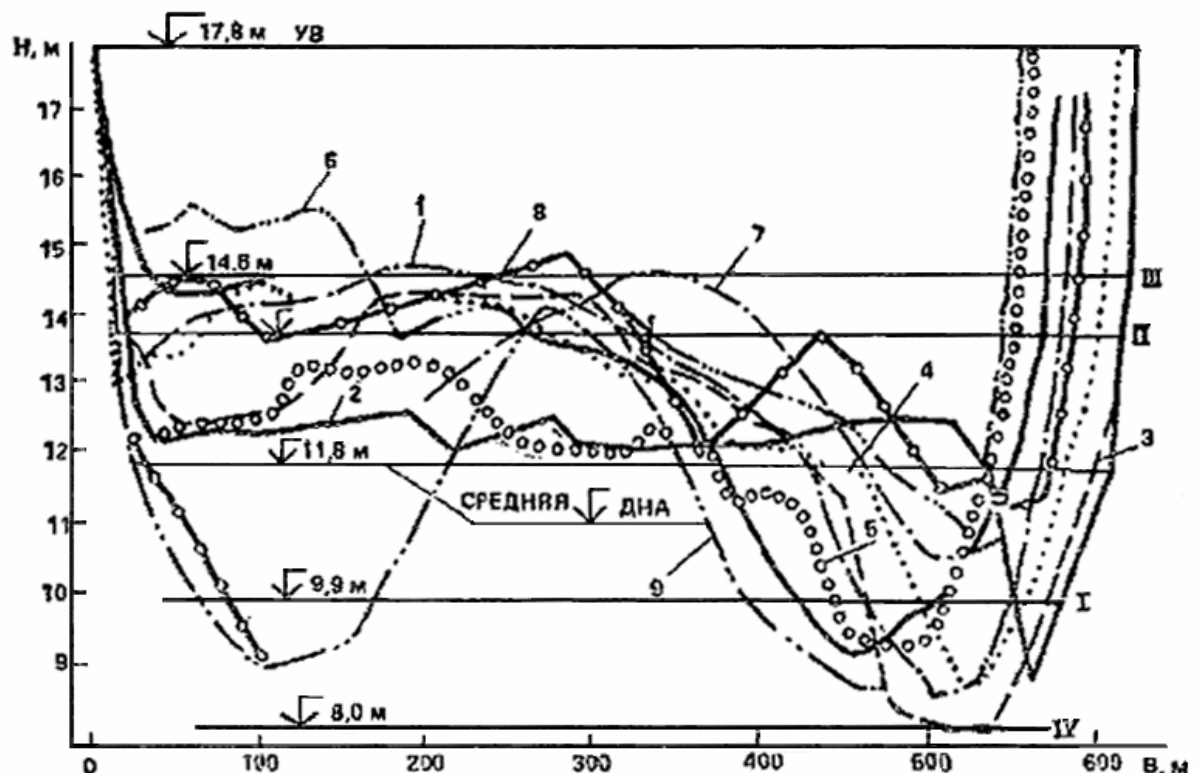


Рис. 11. К расчету глубин речного неравномерного потока

1-9 - поперечные сечения русла в различных створах по его длине; I-IV - линии расчетных глубин

**2.35.** Несколько более сложными, но в естественных руслах очень часто повторяющимися являются неплавноизменяющиеся течения, образующиеся у коротких морфологических форм, таких, как побочни, осередки, пляжи.

Большая распространенность подобных русловых форм и неплавноизменяющихся

течений в естественных водотоках свидетельствует об очень устойчивой и однообразной кинематике таких течений. Их многочисленные экспериментальные и натурные исследования приводят к следующей зависимости продольного изменения скоростей вдоль отдельных линий токов:

$$v_x = v_0 + \varkappa x_0 / (\alpha - \beta) (e^{\alpha x/v_0} - e^{\beta x/v_0}), \quad (37)$$

где  $v_0$  и  $v_x$  - средние на данной вертикали скорости в начальном (перед русловым образованием) и в расчетном створах;  $x$  и  $x_0$  - длина, отсчитываемая от начального створа, и характерная длина, равная  $2/3$  наибольшей ширины данного морфологического образования;  $\varkappa$  - коэффициент, имеющий размерность  $1/c^2$  и определяемый в зависимости от времени прохождения потоком расстояния по зависимости

$$\left. \begin{aligned} \varkappa &= (v_0/x_0)^2; \\ \alpha &= -m - \sqrt{m^2 - \varkappa}; \\ \beta &= -m + \sqrt{m^2 - \varkappa}; \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

где  $m$  - рассеивающий коэффициент неплавноизменяющегося течения.

Коэффициент  $m$  в русловых потоках принимает значения от  $1,1\sqrt{\varkappa}$  до  $2\sqrt{\varkappa}$  в зависимости от шероховатости русел, угла сужения и раствора линий токов.

По формуле (37) средние по сечению скорости от начального створа до створа с наибольшей шириной морфологического образования (на рис. 15,а от створа I до створа II) увеличиваются, а затем к его устью (к створу III) уменьшаются. Расчетная ширина потока (при  $H_0 = \text{const}$ ) в соответствии с преобразованным уравнением неразрывности

$$B_x = B_0 (v_0/v_x) \quad (39)$$

сперва уменьшается, а затем увеличивается, определяя собой плановые границы руслового морфологического образования.

2.36. Расчеты по формуле (37) можно заменить графическим приемом (рис. 12), используя график  $\Delta v/\Delta v_0 = F(x/x_0)$ .

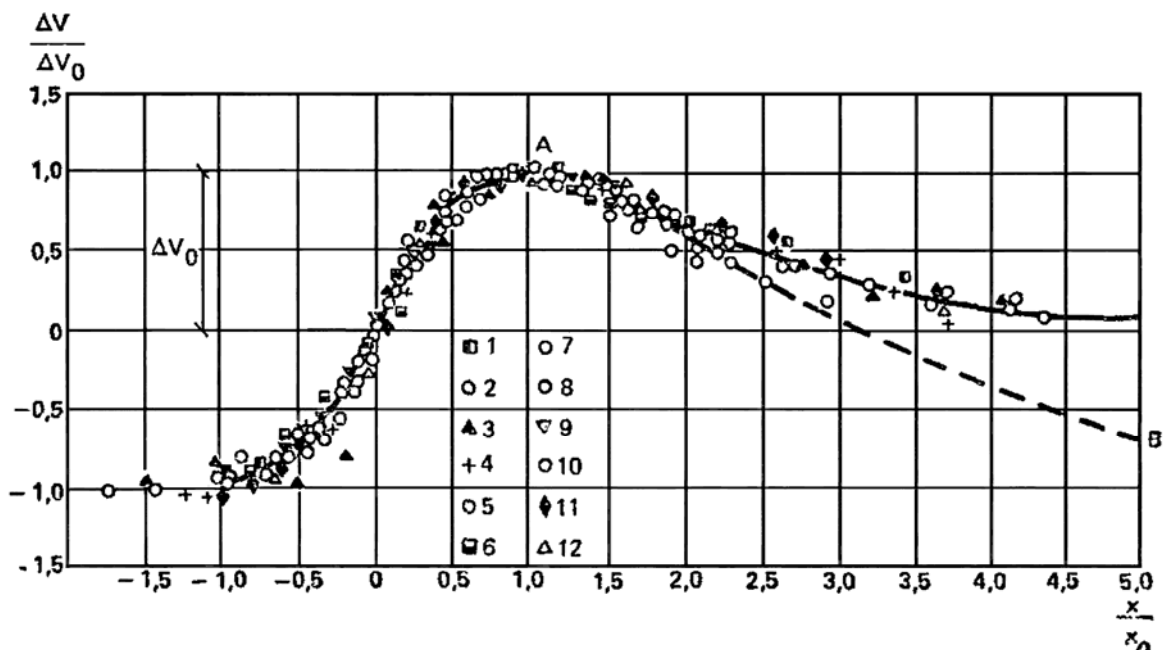


Рис. 12. Безразмерный график продольного изменения добавочных скоростей в неплавноизменяющихся течениях

1-12 - экспериментальные точки различных авторов

При заданном значении подходной скорости  $v_0$  и относительного стеснения русла в



плане ( $d/B$ ) оказываются известными исходные безразмерные значения  $x/x_0$  и  $\Delta u/\Delta u_0$ , отложенные на осях абсцисс и ординат этого графика. Снимая с него все остальные значения, можем находить скорость в любом створе потока, а по (39) - и его ширину, т.е. можем построить очертание руслового образования в плане.

Это очертание можно находить сокращенным по длине с округленным головным участком, используя только верхние над линией 0-0 ординаты и сплошную линию, или полным, с остроконечным участком, используя полные ординаты (над линией 1) и пунктирную линию  $AB$ .

**2.37.** Получающиеся по зависимостям (38 и 39) прямоугольные поперечные сечения потока во втором приближении уточняются по формуле

$$z = H_0 \left[ 1 - \left( \frac{X}{B/R} \right)^2 \right] \left( 1 - A \frac{X}{R + B/2} \right), \quad (40)$$

где  $X$  и  $z$  - абсцисса и ордината профиля русла;  $H_0$  и  $B$  - глубина и ширина русла;  $R$  - радиус кривизны крайней линии тока.

Для фиксированных створов у головы полузапруды и в сжатом сечении значения  $R$  определяются по [рис. 13](#) в зависимости от отношения  $d/B$  и от рассеивающего множителя  $m$ .

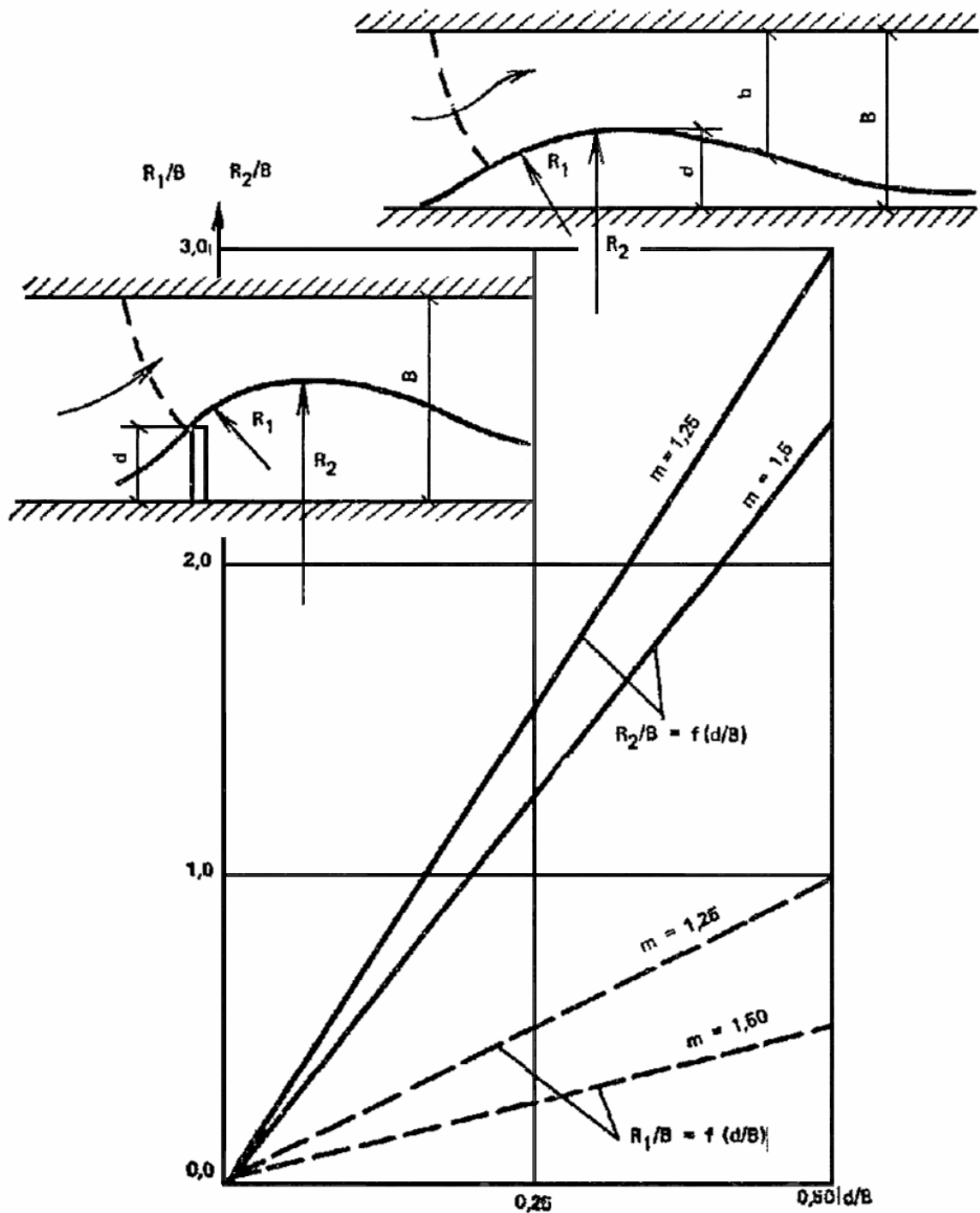


Рис. 13. Зависимость радиусов кривизны крайней линии тока от относительной ширины  $d/B$  и от коэффициента рассеивания  $m$

Применение расчетных [формул \(37\)](#) и [\(39\)](#) предполагает известные из натурных съемок основные размеры морфологических образований - их длину (или шаг повторения по длине русла) и максимальное стеснение в плане. При отсутствии этих данных шаг повторения образований, например побочной, находится по приближенной формуле

$$L = B/\sqrt{Fr} \quad (41)$$

Пределы применимости в зависимости от типа руслового процесса указаны на [рис. 14](#).

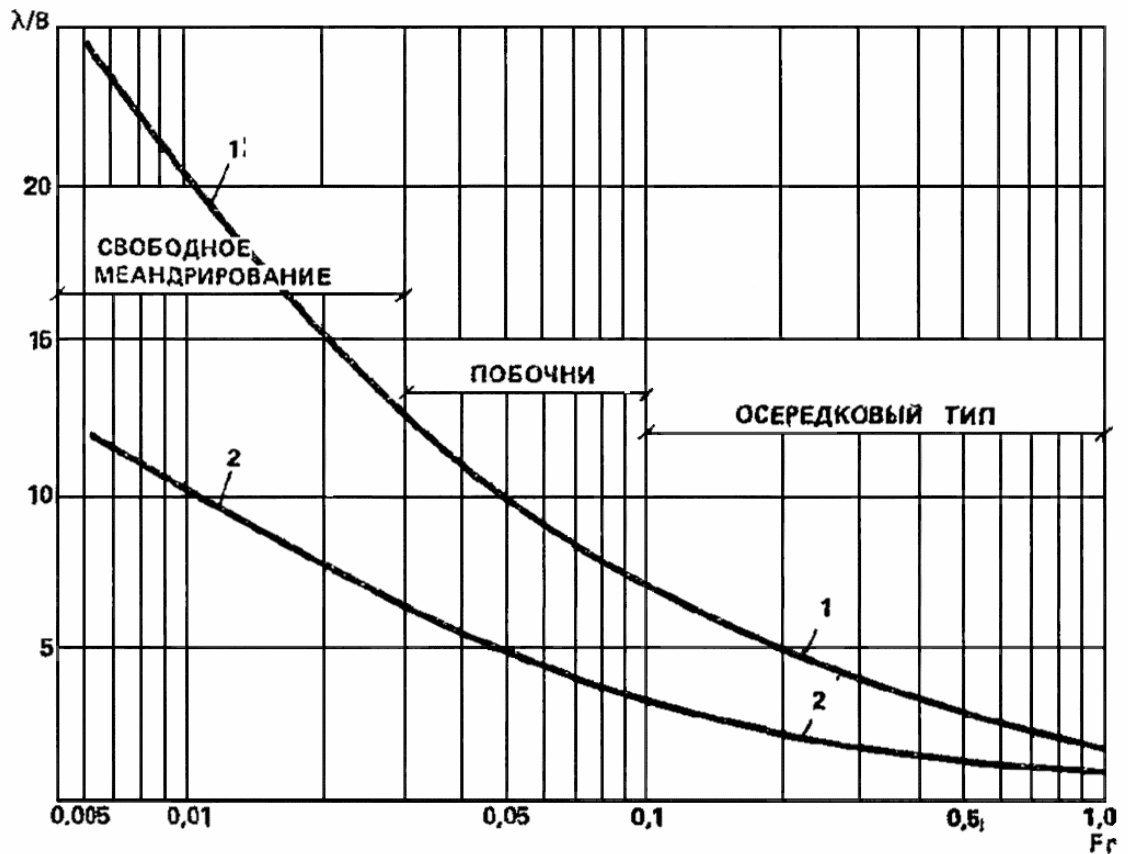


Рис. 14. Пределы изменения относительной длины макроформ в зависимости от числа Фруда потока и возможной раздвоенности потока внутренними морфологическими образованиями (осередками)

1 - при компактном потоке; 2 - при наличии одного ряда осередков

Стечение русла  $d/B$  принимается то, которое преобладает на данном участке реки, например в пределах  $1/4 - 1/3$  ширины потока в бровках русла.

2.38. На [рис. 15](#) приводится пример расчета плановых очертаний речного побочня с округленным и остроконечным головным участком, а также поперечных сечений русла. Исходные данные для расчета: ширина реки 40 м, средняя глубина на участке 1 м. Подходная скорость течения 0,66 м/с. Размеры побочня в плане вычислены по [формулам \(37\) и \(39\)](#). Поперечные сечения вычислены по [формуле \(40\)](#).

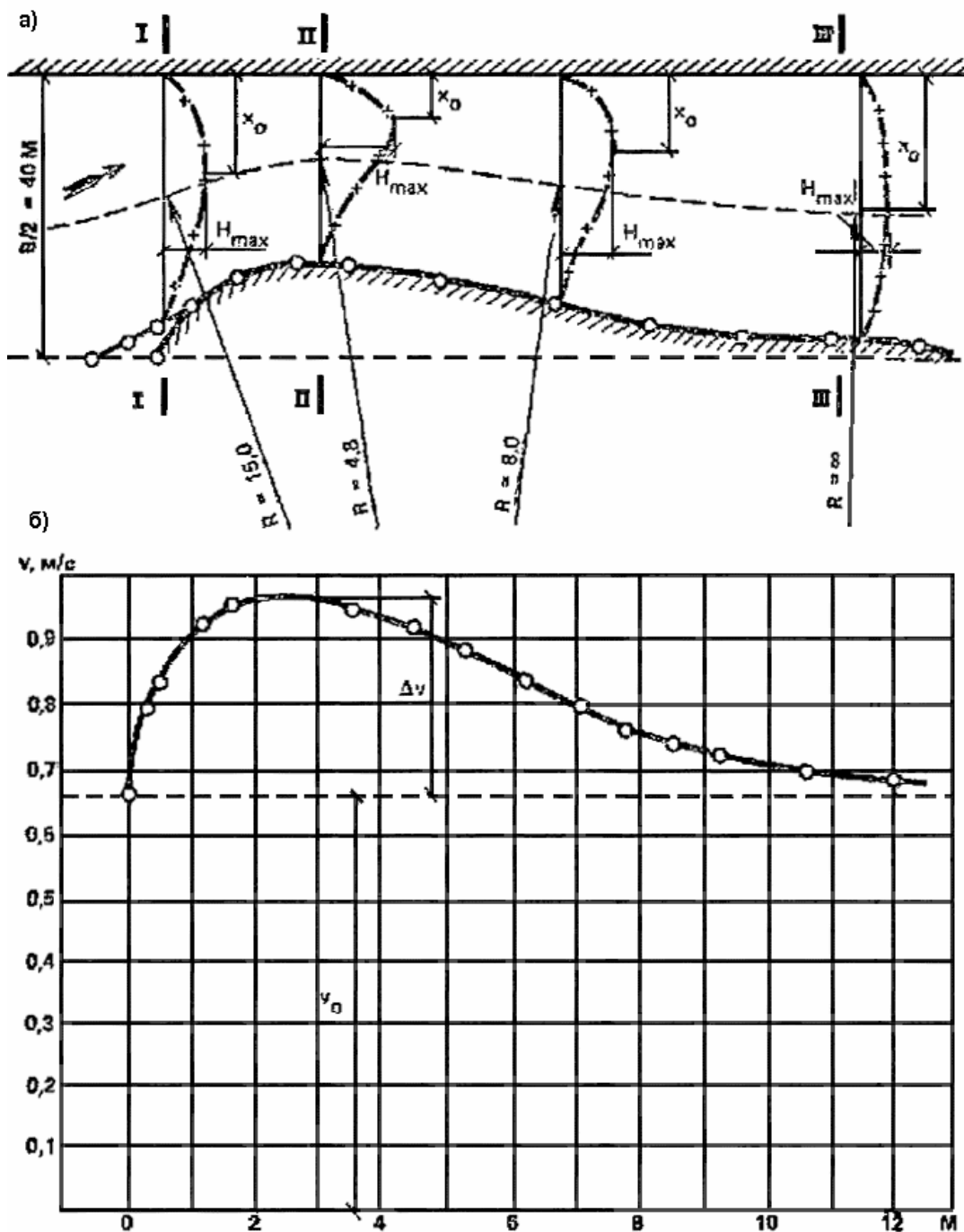


Рис. 15. К расчету планового очертания побочня и поперечных сечений русла

*a* - план побочня; *b* - расчетный график изменения осредненных скоростей, вычисленных по [уравнению \(37\)](#);  $x_0$  - абсцисса максимальной глубины

**2.39.** Поток на изгибе русла представляет собой сложное трехмерное течение, значительно различающееся в жестком и в размываемом русле. В жестком русле благодаря неравномерности распределения центробежных сил по глубине потока, пропорциональных квадрату местной скорости, возникает поперечная циркуляция. Поверхностные линии токов, направляясь к вогнутому берегу, имеют меньшую кривизну, чем кривизна поворота русла. Донные, более крутые, линии токов, направленные к выпуклому берегу, совместно с поверхностными создают винтовое течение.

В зависимости от средней скорости и радиуса кривизны формируется перекося свободной поверхности с разностью уровней у берегов

$$\Delta z = Bv_{\text{cp}}^2 / gR \quad (42)$$

**2.40.** В излучинах рек необходимо учитывать эффект отрыва течения от выпуклого берега, способствующего выпадению в зонах отрыва влекомых наносов и образованию здесь побочной и пляжей. Возникновение отрыва в прямых руслах искривляет поток и

способствует возникновению побочного типа руслового процесса ([рис. 16](#)).

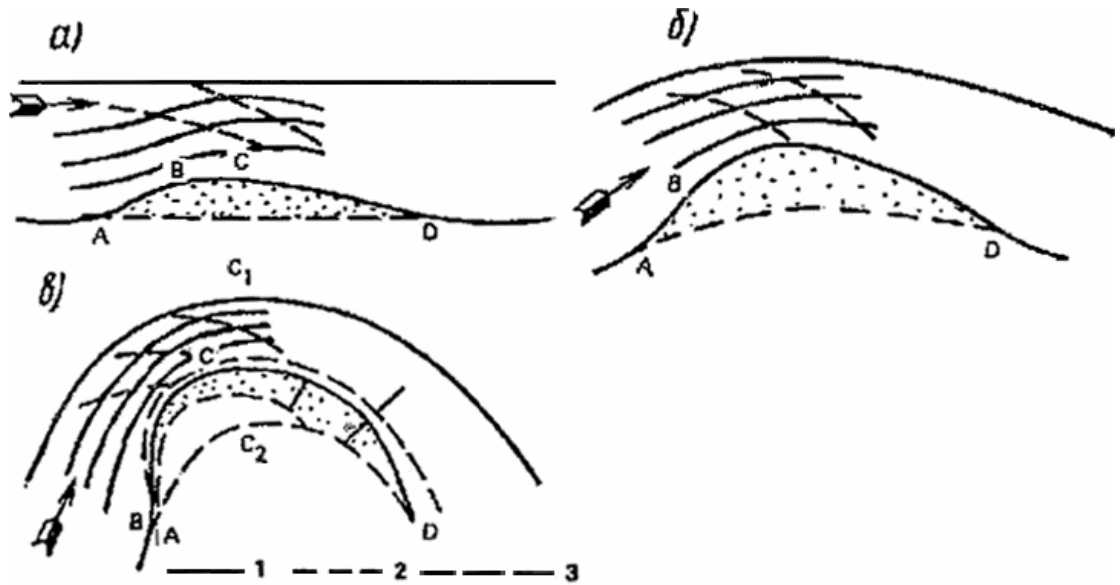


Рис. 16. Постепенное искривление руслового потока в плане, начиная со схемы обтекания побочня (а) и заканчивая течением на излучине с отрывом от выпуклого берега (б), (в);

1, 2 - поверхностные и донные линии токов; 3 - первоначальная ширина русла

Использование допущения о линейности изменения градиентов гидромеханического давления и уклонов свободной поверхности вдоль искривленных в плане линий токов позволяет теоретически описать поток на закруглении реки с отрывом от выпуклого берега ([рис. 17](#)).

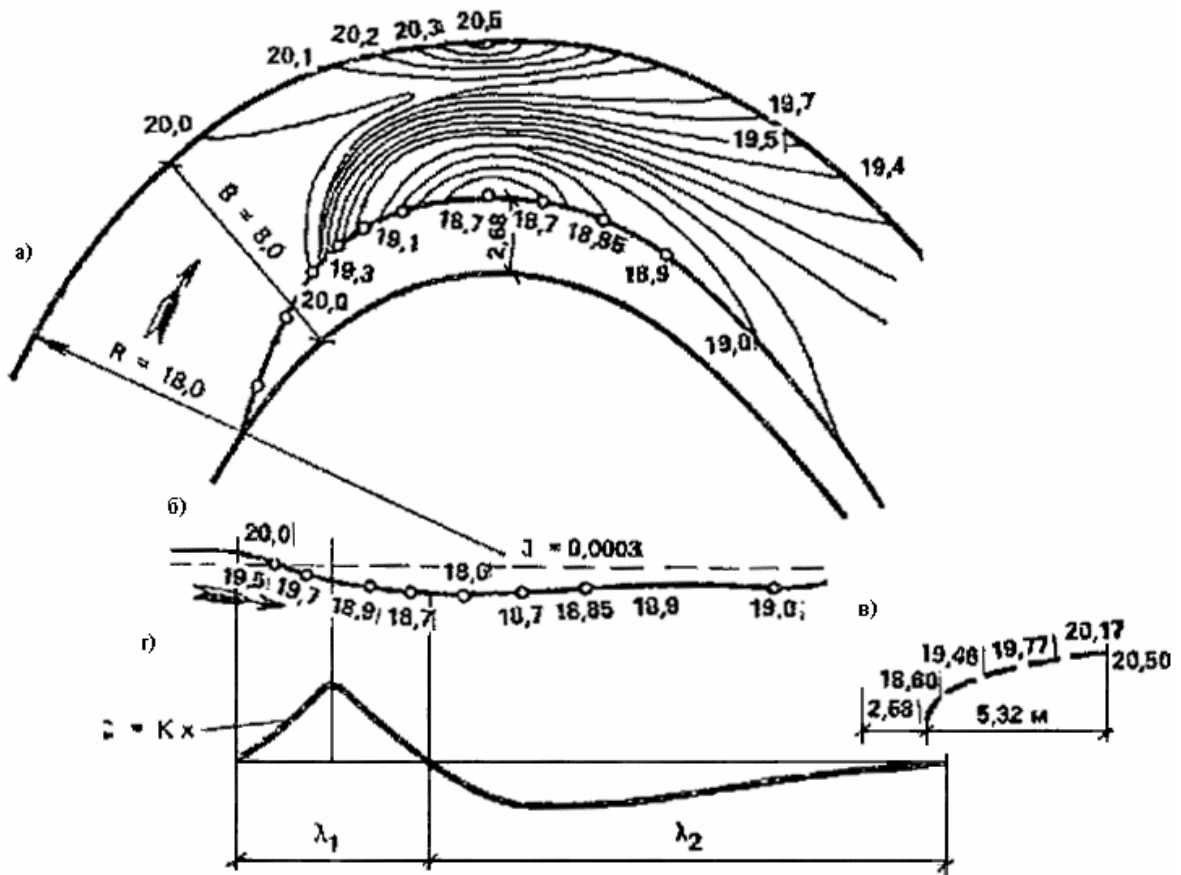


Рис. 17. Пример расчета плана течений и гипсометрии потока на закруглении а - план; б, в - продольный и поперечный разрезы; г - уклоны свободной поверхности у вогнутого берега

2.41. При обильных наносах поток на повороте имеет другую структуру, существенно отличающуюся от поворота вокруг оси. Выходя на поворот донные

наносы движутся поступательно, формируя большую ленточную гряду, стабилизируя прямолинейную ось потока и заполняя собой основное сечение потока на повороте русла. Свободной от этих наносов остается только та часть области поворота, где основной поток воды после набегания на вогнутый берег опускается на дно и, следуя вдоль подваля гряды, создает донное винтовое течение, вдоль гребня образованной песчаной гряды (рис. 18). По этой гидравлической схеме формируется большинство потоков на повороте естественных русел, и неучет возможности почти полного занесения наносами всей области поворота с остановлением в качестве «живого сечения» только небольшой затененной части у вогнутого берега приводит иногда к тяжелым последствиям при эксплуатации размещаемых на повороте водозаборов. Примером такого неудачного осуществления проекта водозабора является крупная насосная станция на р. Оби в районе г. Барнаула, питающаяся в настоящее время из узкой затонской части реки, искусственно поддерживаемой землечерпанием.

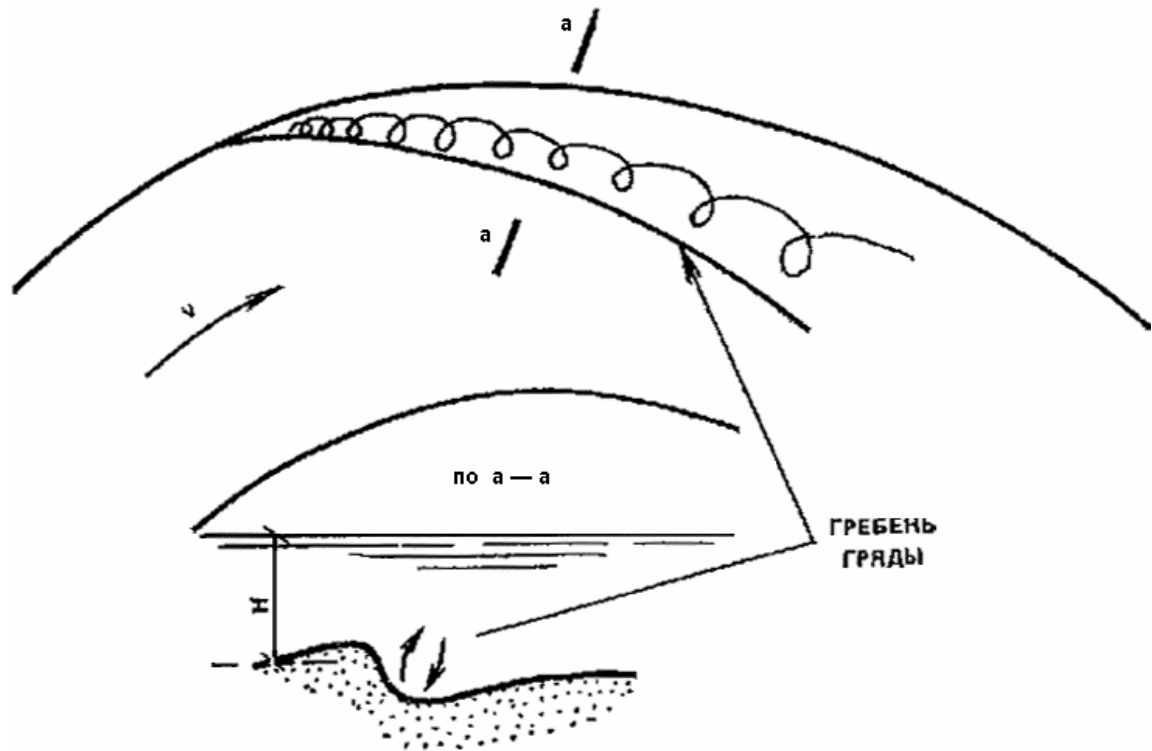


Рис. 18. Структура руслового потока на повороте русла при обильных донных наносах

2.42. У многих инженерных сооружений (у полузапруд и дамб ковша) наблюдается гидравлическая схема стеснения потока в плане. По А. С. Образовскому она связана с образованием остановившейся волны перемещения, которая разграничивает зону подпора (влево от сечения I-I, рис. 19), зону наибольшего сжатия (в пределах сечения III-III) и разделяющую их зону (в районе сечения II-II), дающую представление о невозмущенном, но стесненном потоке со скоростью  $v_0$  в створе II-II.

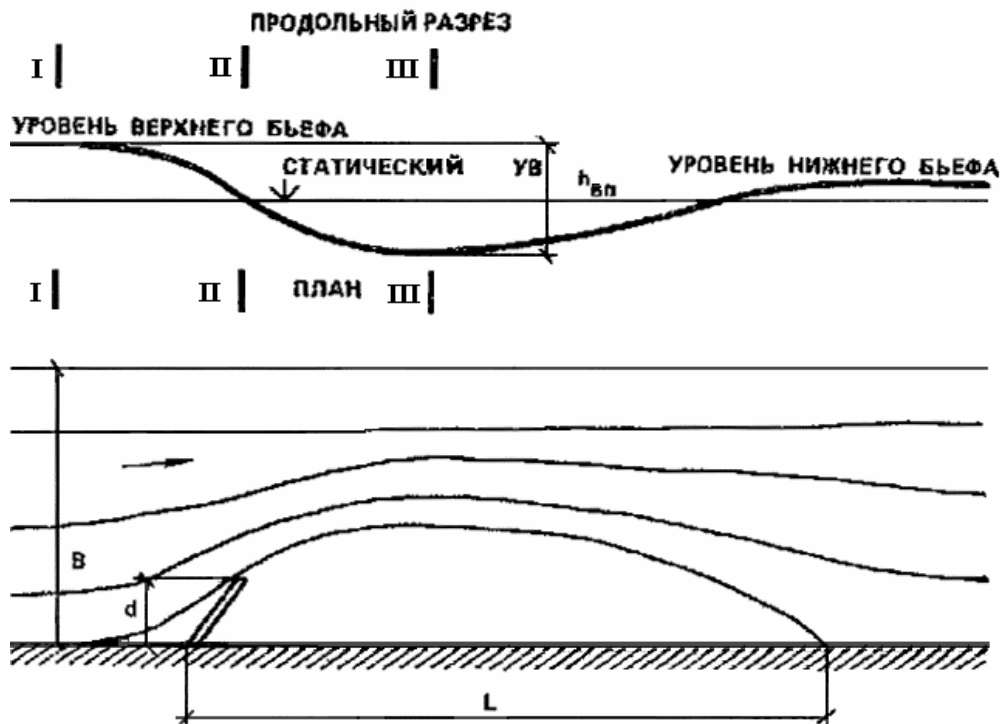


Рис. 19. Остановившаяся волна перемещения (вп) по А. С. Образовскому

Отвечающие зонам подпора и сжатия средние по вертикали скорости  $v_n$ ,  $v_c$  принимаются равными:

$$v_n = v_0 \sqrt{1 - k_{\varphi_1}} = 0,63v_0; \quad (43)$$

$$v_c = v_0 \sqrt{1 + k_{\varphi_2} - \xi} = 1,34v_0; \quad (44)$$

где  $k_{\varphi_1} = 0,6$ ,  $k_{\varphi_2} = 0,95$ ,  $\xi = 0,15$ .

Скорость  $v_0$  в сечении II-II связана с бытовой скоростью  $v_a$  (в пределах стеснения В) выражением

$$v_0 = v_a n / (n - 1), \quad (45)$$

где  $n = B/d$  характеризует отношение величины прибрежного стеснения участка реки шириной В к выступающей преграде d.

В расчетах при большой ширине реки значение  $n$  принимается равным (5-6) в жестком и (3-4) в размываемом русле. Считается, что за этими пределами влияние стесняющего потока сооружения и остановившейся волны мало и им можно пренебречь.

**2.43.** Длина спада волны, равная длине ограниченного им водоворота (по Образовскому) принимается равной  $(5-6)d$ . По Рахманову - длина водоворота зависит от глубины потока и от шероховатости русла. На [рис. 20](#) приводятся графики зависимости  $L/d = f(B/H)$  при различных коэффициентах Шези С. Согласно опытным данным и теоретическим решениям, длина спада волны перемещения (длина водоворота) зависит от числа Фруда. Для отношения  $n = 4$ ,  $Fr = 10^{-3}-10^{-4}$ ,  $B/H = 10$  (жесткое гладкое русло)

$$L/H = A(\sqrt{Fr}) \cong 10^3 \sqrt{Fr}. \quad (46)$$

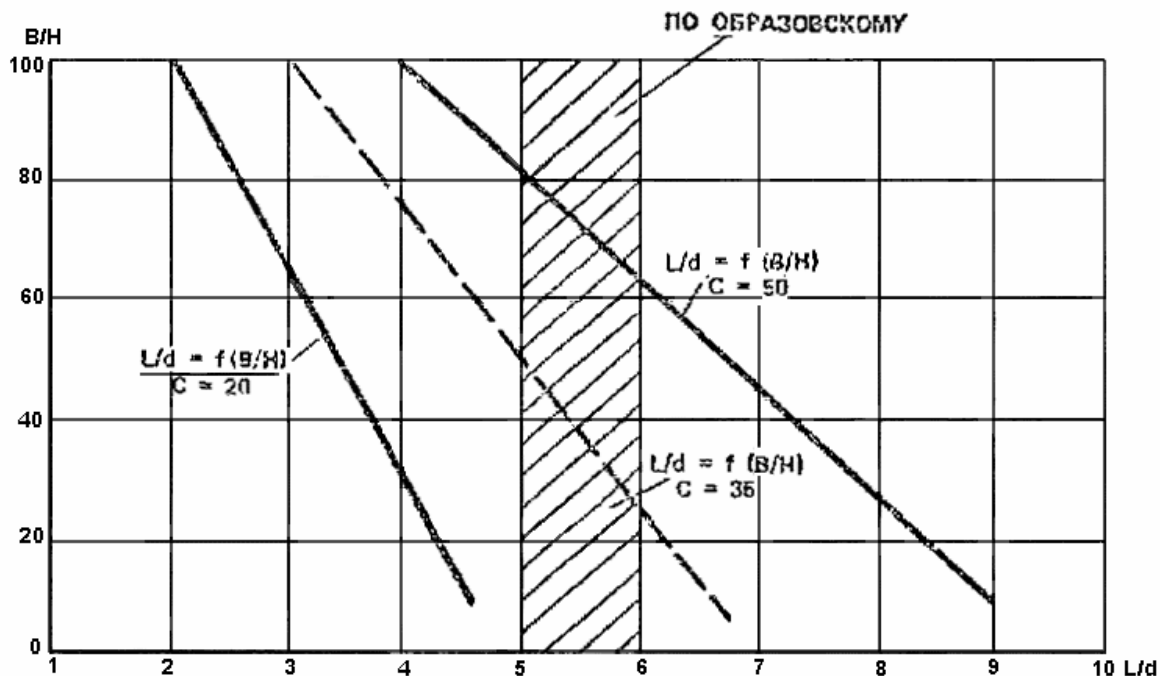


Рис 20. Относительная длина волны перемещения  $L/d$  в зависимости от относительной ширины русла  $B/H$  и коэффициента Шези  $C$

2.44. Скорость возвратного течения в контурах водоворота принимается в пределах

$$v_{об} = (0,15 - 0,35) v_c, \quad (47)$$

а в центре водоворота она принимает нулевое значение.

2.45. Высота остановившейся волны для гладкого русла принимается по Образовскому равной двойному скоростному напору

$$h_{вп} = 2v_0^2/2g = v_0^2/g. \quad (48)$$

По теоретическому решению она дополнительно зависит от рассеивания энергии при неплавноизменяющемся течении

$$h'_{вп} = h_{вп}/m, \quad (49)$$

где  $m$  - коэффициент рассеивания в уравнении неплавноизменяющегося движения жидкости. При относительно гладком русле с коэффициентом Шези  $C = 50$  и  $m = 1$ ; при шероховатом русле при  $C = 35$   $m = 1,2$ ; при  $C = 20$   $m = 1,3$ .

### Местные деформации речного дна

2.46. Местные деформации речного дна у различных гидротехнических сооружений, у затопленных речных водоприемников, у незатопленных насосных станций, у устоев и бычков моста, у различных отклоняющих поток стенок имеют одну и ту же особенность - размыв дна при подходе к ним и в створе оконечности стенок и отложение вымытого грунта за сооружением. Повышенная размывающая способность потока перед сооружением вызвана, во-первых, образованием местного подпора уровня воды, трансформирующимся в винтовое, часто нестационарное, течение, во-вторых, тем, что донные токи винта всегда относят наносы в сторону от основного направления течения и тем самым создают условия для местного углубления дна. Как известно, в русловом потоке соблюдается принцип замещаемости вымытых и унесенных потоком твердых частиц поступающими наносами с верхних створов. При одном и том же количестве тех и других деформаций русла не происходит. Если же поступление наносов с верхних створов уменьшается или поступающие наносы удаляются винтовым течением в сторону, то возникают благоприятные условия для понижения дна, в частности для местного размыва у сооружений.

Поэтому экспериментаторы и проектировщики при желании иметь местные углубления русла стремятся найти такие очертания основных сооружений или устроить



перед ними открылки, буны или системы из последовательно расположенных низких и высоких стенок, чтобы, создавая местный подпор уровня, с наибольшим эффектом отклонить донные течения в сторону. Когда этого местного углубления оказывается недостаточно по протяженности, прибегают к устройству повторных открылков. Те и другие используют имеющуюся кинетическую энергию потока. Если при небольшой скорости течения кинетическая энергия потока недостаточна, прибегают к искусственному ее увеличению, подавая воду для промыва через систему уложенных по дну труб с внешними изогнутыми насадками.

2.47. Одним из эффективных способов создания местного углубления является устройство затопленных *V*-образных порогов.

Течение за порогом приобретает сложный пространственно-винтовой характер с элементами нестационарности. Подходя к *V*-образному порогу, поток претерпевает заметное изменение. Его поверхностные линии тока изгибаются в сторону порога, а глубинные линии тока, проходящие на уровне его гребня, подходят к косому порогу почти нормально. Этим поток приобретает начальную закрутку, которая за порогом заметно усиливается и приобретает характер винтового движения. Его донные линии тока устремляются вбок, в сторону оконечности порога, вымывая частицы грунта из района осевой линии *MN* и переоткладывая их в сторону, в образующуюся за порогом продольную косу (рис. 21).

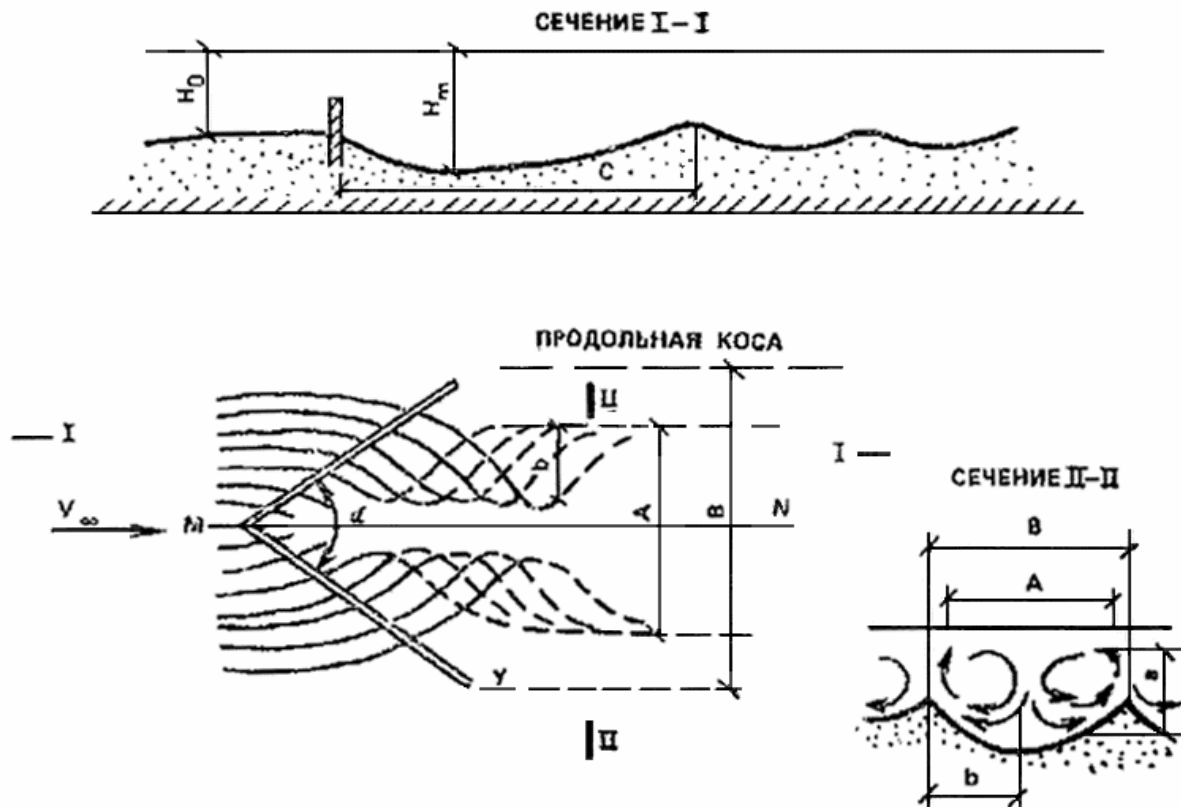


Рис. 21. Общий вид линий токов у затопленной *V*-образной преграды

Генерируемый донным порогом винт имеет поперечные составляющие скоростей (по Потапову), равные:

$$v = v_m \sin(\pi y/b) \cos(\pi z/a); \quad (50)$$

$$w = w_m \cos(\pi y/b) \sin(\pi z/a), \quad (51)$$

где *a* и *b* - поперечные размеры винта.

Максимальные значения  $v_m$  и  $w_m$  близки к четверти продольной составляющей скорости на подходе к порогу  $v_\infty$ .

Из теории винтовых течений известно, что наибольшую интенсивность они приобретают в том случае, когда их поперечные размеры (высота *a* и ширина *b*) равны между собой, т.е. когда их внешние образующие вписываются в сечение, имеющее форму квадрата.

Из приведенного в [табл. 3](#) соотношения между  $a$  и  $b$  в зависимости от угла  $\alpha$  видно, что  $\alpha = (60-75^\circ)$ .

Таблица 3

$\alpha$	$B = 2b$	$h = a$	Отношение		Примечание
			$B/d$	$b/a$	
45	3,1	1	1,55	0,77	Среднее отношение $b/a = 1,1$
60	3,9	1	1,95	0,97	
75	4,4	0,9	2,2	1,1	
90	5	1	2,5	1,25	
120	6,1	1	3,05	1,52	

Приведенными данными по интенсивности винтов определяется высота выступа порогов над дном, обычно принимаемая равной  $1/3$  глубины воды при среднем многолетнем минимальном уровне в реке.

**2.48.** Проведенные во ВНИИ ВОДГЕО опыты (1985 г.) по назначению оптимального центрального угла при его изменении от  $45^\circ$  до  $120^\circ$  показали:

ширина ямы размыва коррелирует с раствором центрального угла и длиной порогов  $L$  и составляет

$$B = 2,4L \sin \alpha/2; \quad (52)$$

глубина ямы размыва  $h_m$  при всех углах остается одинаковой и составляет  $1,5h_0$ ; длина ямы размыва в пределах от порога до бытовой глубины русла равна:

$$C = 2,5b \cos \alpha/2. \quad (53)$$

**2.49.** Нестационарность течения за  $V$ -образным порогом заметно усиливает его размывающую способность и часто определяет его геометрические соотношения. По периодическим взмывным течениям, достигающим свободной поверхности, можно судить о повторяющихся срывах потока с гребня донного порога и о частоте этих срывов. Можно предположить, что эти срывы сопровождаются мгновенными сжатиями потока в вертикальной плоскости с образованием в сжатом сечении повышенных скоростей  $v_c$ . Если принять, как обычно, эпюру скоростей подходного равномерного потока изменяющейся по вертикали по степенному закону [\(31\)](#), то на уровне гребня потока получим скорость, меньшую поверхностной и даже меньшую средней по глубине  $v_{cp}$ . Однако при обтекании порога и возникновении за ним процесса нестационарного гидравлического сжатия мгновенная скорость увеличивается и может даже приблизиться к поверхностной скорости  $u_{п.}$  Их соотношение определяется высотой возвышающегося над дном порога и в каждом случае может находиться аналитически.

**2.50.** Деформации дна  $V$ -образным порогом имеют ограниченную длину, часто недостаточную для обеспечения фронта размыва у водоприемников большой протяженности. В этом случае прибегают к установке струенаправляющих открьлков [\(рис. 22\)](#).

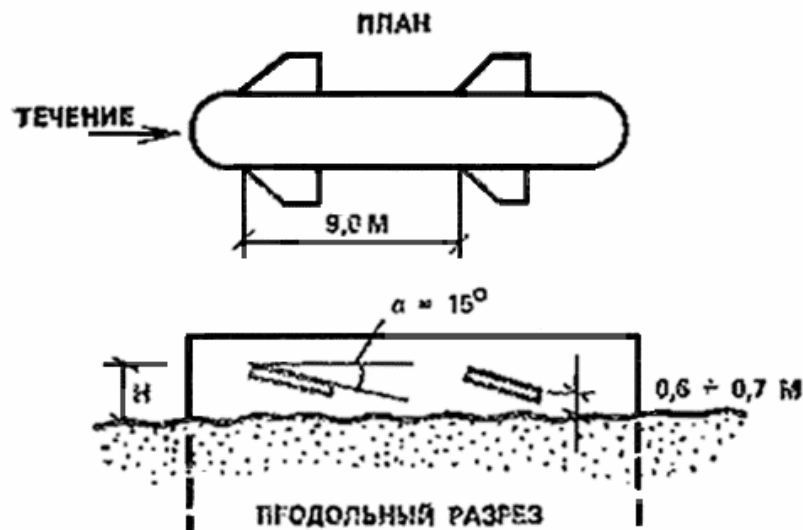


Рис. 22. Схема установки наносозащитных открылков на водоприемнике

Струенаправляющие открылки представляют собой трапециевидальные щиты размером 1,5×4 м, установленные по обеим сторонам водоприемника под углом  $15^\circ$  к горизонтальной плоскости. Удаление донных наносов от водоприемного фронта достигается за счет появления за ними индуцированных скоростей, направленных у дна в сторону от боковой грани водоприемника. Экспериментально установлено, что при транзитных скоростях потока более 1 м/с струенаправляющие открылки позволяют создать устойчивую промоину вдоль водоприемного фронта, удаляя наносы в сторону от водоприемных окон на расстояние большее, чем ширина открылков.

При длине водоприемника до 12-15 м рекомендуется устанавливать только два передних открылка, расположенных на расстоянии 3 м от лобовой грани водоприемника. Открылки устанавливаются по обоим бортам даже в случае одностороннего водоотбора. При длине водоприемника от 15 до 30 м необходимо устанавливать вторую пару открылков (см. [рис. 22](#)). Задняя кромка открылка располагается на уровне нижней границы окон на расстоянии 0,5-0,8 м от дна.

С целью защиты от подмыва дно вокруг водоприемника на расстоянии не менее 2 м от его бортов закрепляется щебнем крупностью не менее 100-150 мм.

**2.51.** Боковой отвод воды является одним из самых распространенных прикладных фрагментов в системах водозабора и в настоящее время считается относительно изученным. В то же время он включает в себя сложные элементы, такие, как поворот части потока, отрыв от обтекаемого внутреннего угла, неплавная изменяемость течения в отводе с резким нарушением гидростатического распределения давления по сечениям, значительное изменение свободной поверхности, возникновение в процессе отвода поперечной циркуляции.

Каждый из перечисленных элементов течения может являться самостоятельным предметом изучения, все же вместе они создают сложный пространственный поток, требующий при практическом использовании ряда упрощений. К ним относятся иногда применяющееся отождествление течения в отводе со входом воды на водослив с широким порогом, неучет условий неплавной изменяемости потока и изменения кривизны свободной поверхности одновременно в плане и в профиле, отождествление поступления наносов в отвод с величиной захвата донных струй из основного русла, неучет элементов возникающего винтового течения. При такой стилизации потока многие особенности течения на входе в отвод не учитываются.

В настоящее время установлено, что захват боковым отводом донных наносов связан не столько с общим поворотом потока в отвод, сколько с отрывом его от входного угла и образованием за ним области с пониженной свободной поверхностью и дефицитом давления. Изучение последнего требует применения методов, разработанных для неплавноизменяющихся течений и прежде всего определения их основных размеров.

**2.52.** При боковом отводе воды происходит отрыв потока в самом отводе и в основном русле ниже отвода ([рис. 23](#)). Несмотря на различие внешних причин отрыва

(обтекание входной кромки в первом случае и внезапный отъем жидкости во втором) оба отрыва имеют общую черту: возмущение гидродинамических факторов турбулентного потока. К ним относятся гидродинамические давления, в частности изменение значений  $1/\rho \partial P/\partial x$ , имеющих размерность ускорения в  $\text{м/с}^2$ , и неплавное (в гидравлическом понимании) изменение уклонов  $\partial z/\partial s$  свободной поверхности, в частности значений  $gi$ , также имеющих размерность в  $\text{м/с}^2$ . Опускание и подъем свободной поверхности будем, следуя А. С. Образовскому, считать как проявление остановившейся волны перемещения. При этом прохождение через эту остановившуюся волну потока жидкости может рассматриваться как возмущение свободной поверхности, имеющее длину волны  $l_1$ , период  $T_1 = l_1/\sqrt{gH}$  и частоту  $n_1 = \sqrt{gH}/l_1$ , где  $\sqrt{gH}$  - скорость распространения волны на мелководье.

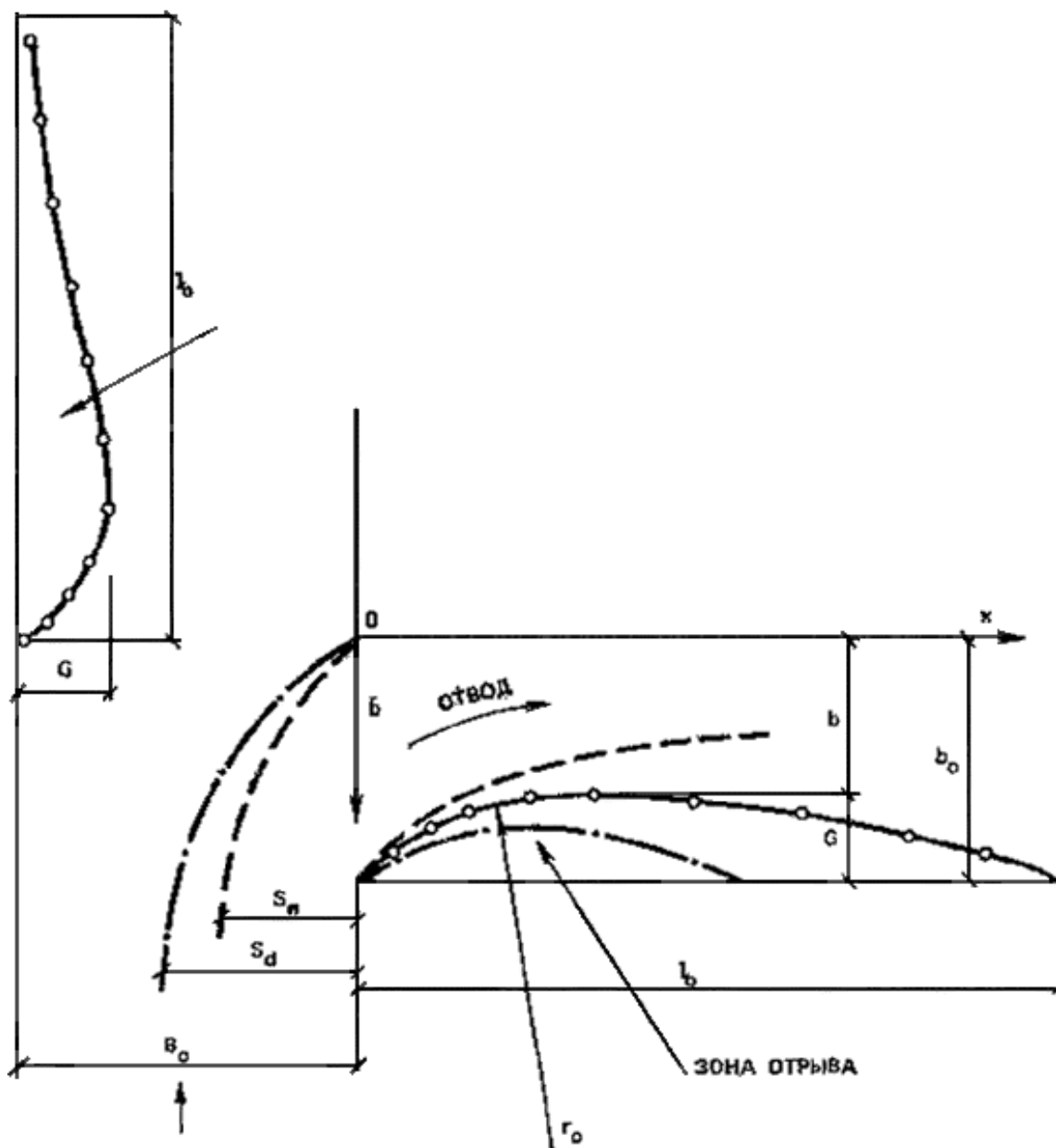


Рис. 23. Боковой отвод воды с образованием зон отрыва в отводе и в основном русле

Возмущение гидромеханического давления может рассматриваться как обычное низкочастотное возмущение турбулентного состояния потока, имеющее длину волны  $l_2$ , период  $T_2 = l_2/\bar{u}$  и частоту  $n_2 = \bar{u}/l_2$ , где  $\bar{u}$  - скорость распространения крупномасштабных турбулентных образований в открытом потоке, близкая к средней скорости потока  $v_{\text{ср}}$ . Значение  $l_2$  принимается равным  $\beta_1 2\pi H$ .

Из равенства указанных частот получим выражение для относительной длины волны перемещения,  $l_0/H$  в зоне отрыва, вычисленное при  $\beta_1 = 0,37$ ,

$$l_0/H = 2,4/\sqrt{Fr} \quad (54)$$

В [табл. 4](#) приведено сравнение расчетных а опытных, значений  $l/H$  в отрывном течении за входной кромкой отвода.

Таблица 4

$\sqrt{Fr}$	$1/\sqrt{Fr}$	Отношение $l_0/H$	
		по расчету	по опытным данным
0,1	10	24	23,9
0,15	6,67	16,01	15,8
0,2	5	12	10,2
0,4	2,5	6	6,2
0,6	1,67	4,01	4,15
0,8	1,25	3	3,75

Принятая динамическая схема взаимодействия возмущений от двух динамических, факторов может быть использована и для определения максимального поперечного размера отрыва  $G$  из уравнения

$$(G/H)_{\max} = \eta_1/\sqrt{Fr} \quad (55)$$

в зависимости от глубины  $H$ , где  $\eta_1$  близко к 0,45, и из уравнения

$$G/b_0 = \eta_2/\sqrt{Fr} \quad (56)$$

в зависимости от ширины  $B$ , где  $\eta_2 = 0,05$ .

В [табл. 5](#) приведено сравнение расчетных и опытных значений [\(55\)](#) в отрывном течении в створе наибольшего сжатия потока.

Таблица 5

$\sqrt{Fr}$	$1/\sqrt{Fr}$	Отношение $(G/H)_{\max}$	
		по расчету	по опытным данным
0,12	8,4	3,8	4,08
0,2	5	2,25	2,05
0,3	3,3	1,5	1,41
0,4	2,5	1,1	1,18
0,7	1,42	0,65	0,7

**2.53.** Рассмотрение потока в отводе как изменяющегося в плане плоского неплавноизменяющегося течения допускает расчет его по уравнениям [\(37\)](#), [\(39\)](#) и построение по точкам внешней границы, совпадающей с очертанием водоворота.

При этом начало отсчета координаты  $x$  и ширины потока  $b$  принимается в точке 0 низового входного угла в отвод, в котором имеет место исходная начальная скорость  $v_0$ . По мере сжатия потока эта скорость увеличивается на величину  $v_1$ , а затем на такое же значение уменьшается. В створе максимального значения скорости ширина потока минимальна. Глубина в отводе  $H_0$  считается заданной и в первом приближении принимается средней по сечению с уточнением после построения гипсометрии свободной поверхности потока. Значение коэффициента  $K_b$  определяется расходами воды в отводе и характеристиками транзитного потока - скоростью и сжатым сечением, назначаемыми на основании вышеприведенных расчетов.

**2.54.** В [табл. 6](#) приводится пример расчета отрыва потока применительно к следующим исходным данным. Ширина отвода  $b_0$  0,7 м, глубина 0,11 м; расход воды в отводе  $Q = 0,172$  м<sup>3</sup>/с; коэффициент  $\varkappa = 0,44$ . Скорость в начале отвода  $v_0 = 0,225$  м/с; коэффициент водозабора  $K_b = 0,31$ , расстояние  $x_0 = 0,3$  м. При этих данных ширина максимального отрыва получена равной 0,283 м, что составляет 40,4 % полной ширины потока.

№ п.п.	x	Σ x	u	u <sub>0</sub> + u	Значения b, м	
					по расчету	по опыту
1	0	0	0	0	0	0
2	0,024	0,024	0,012	0,237	0,08	0,1
3	0,05	0,074	0,023	0,248	0,136	0,145
4	0,077	0,151	0,032	0,257	0,173	0,185
5	0,106	0,267	0,264	0,262	0,202	0,19
6	0,166	0,423	0,051	0,276	0,241	0,23
7	0,288	0,711	0,063	0,288	0,277	0,26
8	0,435	1,146	0,065	0,29	0,283	0,275
9	0,723	1,869	0,061	0,289	0,155	-
10	0,837	2,706	0,054	0,279	0,136	-
11	1,375	4,051	0,044	0,269	0,115	-

**2.55.** Приведенный в [п. 2.54](#) расчет и построение плоского транзитного неплавноизменяющегося потока в отводе не отражают наблюдающийся в опытах пространственный характер течения. Его можно получить, если дополнительно наложить на полученный поток винтовое течение с поперечными составляющими скоростей, определяемыми по зависимостям (50) и (51). В них  $a$  и  $b$  - высота винтового течения, равная глубине потока, и ширина, равная  $b_0$ ,  $v_x$  - продольная составляющая скорость потока. В данном случае ей отвечает переменная по длине скорость неплавноизменяющегося течения, равная по предыдущему  $v_0 + v_x$ .

Неизвестными в уравнениях (50) и (51) являются максимальные составляющие скоростей  $v_m$  и  $w_m$ , в том числе в начальном створе потока. В каждом отдельном случае они определяются характером рассматриваемого течения. В данном случае они максимальны в начальном створе, далее по длине потока уменьшаются по гиперболической закономерности.

На [рис. 23](#) приводится построение поверхностных (пунктир) и донных линий токов, выполненное в предположении, что значение  $v_m$  в начальном створе равно  $0,3 v_0$ .

**2.56.** Для учета двойной кривизны в плане и в профиле свободной поверхности потока в зоне отвода применяется система уравнений Высоцкого, позволяющая при ряде обоснованных упрощений охватить все пространственное течение в целом. Она позволяет рассчитать гипсометрию свободной поверхности, выявляя превышение уровня воды над статической плоскостью в зоне отвода и попутно кривизну линий токов в каждой точке потока.

Разность уровней на концах поперечника при небольшой его длине можно приближенно оценивать по уравнению

$$\Delta z = \frac{v_x^2/g + r/R}{v_x^2/g + r} dy, \quad (57)$$

в которое входят радиусы кривизны: в плане  $R$  и в профиле  $r$  и скорость потока  $v_x$ . Оба радиуса можно находить аналитически раздельно в плане и профиле, рассматривая движение как неплавноизменяющееся с применением графической зависимости (см. [рис. 13](#)).

#### Пример расчета

*Исходные данные:* скорость потока  $v_0 = 0,5$  м/с, ширина отвода  $b_0 = 0,7$  м; глубина  $H_0 = 0,11$  м;  $\varkappa = 2,011/c^2$ .

Определив по графикам [рис. 13](#) минимальный радиус кривизны, отвечающий крайней линии тока застойной зоны равным  $R = 0,3$  м, по известной зависимости

$$R_x = R_0 e^{y_1/(b_0 - y_i)} \quad (58)$$

находим другие радиусы кривизны через промежутки  $\Delta y$ , в нашем случае равные:

$$\Delta y = \frac{b_0 - G}{n} = \frac{0,7 - 0,275}{5} = 0,08 \text{ м}$$

где  $n$  - число участков.

Радиусы кривизны в плане и профиле равны:

$R_1 = 0,3$  м;  $R_2 = 0,58$  м;  $R_3 = 1,34$  м;  $R_4 = 16,38$  м;  $r_1 = 3,9$  м;  $r_2 = 5,8$  м;  $r_3 = 13,4$  м;  $r_4 = 163,8$  м.

Затем по зависимости (57) определяем значения  $\Delta z$  для каждого створа

$$\Delta z_1 = 0,0052 \text{ м.}$$

$$\Delta z_2 = 0,0035 \text{ м; } \Delta z_3 = 0,0015 \text{ м; } \Delta z_4 = 0,00012 \text{ м.}$$

Просуммировав значения перепадов по всему створу, получим  $\Sigma \Delta z_i = 0,0103$  м.

2.57. Величина захвата поверхностных и донных струй из основного русла при заданной интенсивности поперечной циркуляции (при поперечных составляющих скоростей  $v_m$  и  $w_m$  в зависимости от исходной скорости потока, например при  $v_m = 0,3 v_0$ ) находится графоаналитическим построением линий токов (рис. 24).

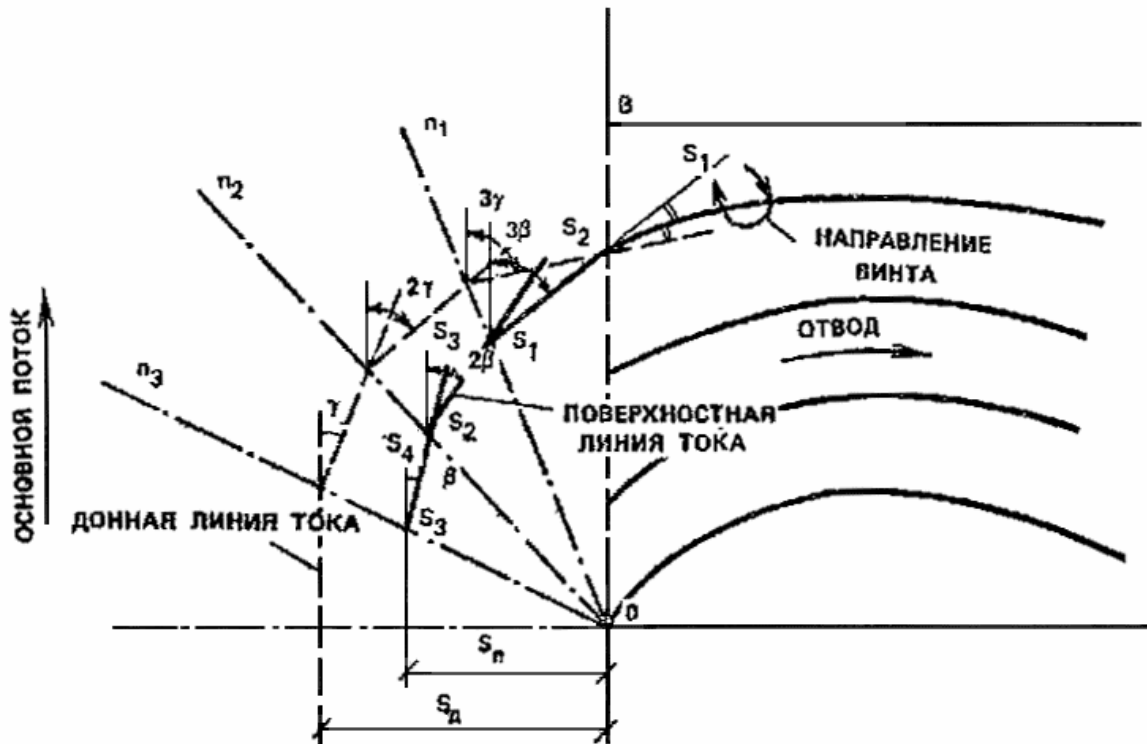


Рис. 24. К построению поверхностной и донной линий токов до отвода

Для предварительной оценки ширины захвата донных и поверхностных струй можно пользоваться формулами Образовского и Шаумяна:

$$S_d = (1,65K_b + 0,04)B; \quad (59)$$

$$S_{\text{п}} = 1,15(K_b + 0,35)B. \quad (60)$$

где  $B$  - ширина основного русла;  $K_b$  - отношение расходов воды в отводе и основном русле.

### Классификация условий отбора воды

2.58. Надежность забора воды водозаборными сооружениями, как свидетельствует опыт их эксплуатации, определяется в первую очередь совокупностью топографических, геологических, гидрологических, гидроморфологических, гидротермических и других факторов и процессов или местных условий избранного участка водотока.

2.59. Взаимодействие упомянутых факторов и процессов способствует неодновременности, неоднородности и нестационарности русловых процессов - образования ледостава, распределения наносов, шугольда, мусора и молоди рыб по глубине и по длине водотока.

2.60. Местные условия избранного участка водотока могут изменяться вследствие: последующей деформации ложа и берегов водотока или его меандрирования;



неоправданного или необоснованного размещения и компоновки конструктивных элементов водозабора в зоне затопления;

изъятия или свала в водоток твердого стока в процессе дноуглубительных работ; строительства прочих инженерных сооружений (мостовых переходов, портов, лесотоварных бирж и т.д.) в значительной удаленности от створа водозабора;

сброса в водоток более теплой или загрязненной воды на вышерасположенном участке, а также других факторов.

**2.61.** Условия забора воды из водотоков определяются в зависимости от устойчивости ложа и берегов или русловых процессов, шуголедовых режимов, засоренности источника и других показателей, приведенных в [табл. 7](#).

Таблица 7

Условия забора воды	Условия забора воды из водотоков		
	мутность, устойчивость берегов и ложа	шуга и лед	другие факторы
Легкие	Мутность $\bar{P} \leq 500$ мг/л. Ложе и берега устойчивые	Отсутствие внутриводного ледообразования. Ледостав толщиной 0,8 м умеренной мощности, устойчивый	Отсутствие обрастателей, водорослей, малое количество загрязнений и сора
Средние	Мутность $\bar{P} \leq 1500$ мг/л (средние за паводок). Русло и берега устойчивые с сезонными деформациями $\pm 0,3$ м	Наличие внутриводного ледообразования, прекращающегося с установлением ледостава обычно без шугозаполнения русла и образования шугозажоров. Ледостав устойчивый мощностью 1,2 м, формирующийся с полыньями	Наличие сора, водорослей, обрастателей и загрязнений в количествах, не вызывающих помехи в работе водозабора. Лесосплав молевой и плотами. Судходство
Тяжелые	Мутность $\bar{P} \leq 5000$ мг/л. Русло подвижное с переформированием берегов и ложа, вызывающим изменение отметок до 1-2 м	Неоднократно формирующийся ледяной покров с шугоходами и шугозаполнением русла при ледоставе до 60-70 % сечения водотока. В отдельные годы с образованием шугозажоров в предледоставные периоды и ледяных заторов весной. Участки нижнего бьефа ГЭС в зоне неустойчивого ледяного покрова	То же, но в количествах, затрудняющих работу водозабора и сооружений водопровода
Очень тяжелые	Мутность $\bar{P} > 5000$ мг/л. Русло неустойчивое, систематически или случайно изменяющее свою форму. Наличие или вероятность оползневых явлений	Формирование ледяного покрова только при шугозажорах, вызывающих подпор; транзит шуги под ледяным покровом в течение большей части зимы. Возможность наледей и перемерзания русла. Ледоход с заторами и большими навалами льда на берега	То же

Примечание. Общая характеристика условий забора воды определяется по наиболее тяжелому виду затруднений.

### 3. УСЛОВИЯ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ВОДОЕМОВ

#### Основные особенности водоемов

**3.1.** Водоемам, особенно водохранилищам, в отличие от водотоков свойственны следующие особенности:

своеобразное колебание уровня воды в течение суток, сезона и года, часто изменяющееся в пределах нескольких метров;

периодическое наличие волнения на поверхности воды;

сложное сочетание стоковых с ветроволновыми, вдольбереговыми, компенсационными, градиентными и другими течениями, возбуждаемыми волнением;



своеобразная динамика прибрежных зон, характеризующаяся интенсивной переработкой берега и прибрежного склона на одних участках и аккумуляцией продуктов этой переработки на других;

вдольбереговая и поперечная миграция наносов, обусловленная местными особенностями избранного участка водоема;

возможность интенсивного заиления избранного участка водоема, особенно в устьях водотоков, бухтах или заливах, примыкающих к берегам и прибрежным склонам, сложенных из несвязных грунтов;

нестационарное качество воды по мутности, температуре, минерализации, содержанию планктона, мусора, кислорода и др.;

появление в прибрежных зонах интенсивных сосредоточенных вдольбереговых, градиентных, инерционных и других течений, транспортирующих массы воды с большим содержанием наносов, планктона, мусора;

местное переохлаждение воды в предледоставные периоды;

возможность перемещения вдольбереговыми течениями на значительные расстояния повышенных концентраций сточных вод с выше- и нижерасположенных участков водоема;

нестационарное по времени направление и величины скоростей стоковых, а также других разновидностей течений, возбуждаемых ветром и волнением;

наличие стратификации воды, обусловленной непостоянством по глубине температур, солености и мутности;

возможность образования над водоприемником вихревого водоворота-воронки, способствующего интенсивному захвату в него поверхностных слоев воды;

чрезмерно повышенное содержание в воде, на отдельных участках наветренного берега планктона, мусора и отмершей водной растительности;

более интенсивное развитие биообразователей (дрейсены, мидии и др.);

возможность интенсивного зарастания водоема растительностью на участках прибрежных склонов на озерах и водохранилищах, укрытых от волн высотой  $h \geq 0,75$  м, а также морей на глубине до 11 м независимо от параметров волн;

периодические сгонные и нагонные явления или спад и подъем уровня воды, величины которых определяются местными топографическими, метеорологическими и гидрологическими особенностями избранного участка водоема.

**3.2.** Гидрологические, гидроморфологические, гидротермические, гидробиологические и прочие процессы, развивающиеся в водоемах, существенно отличаются от аналогичных процессов в условиях водотоков. В большинстве случаев они индивидуальны, поскольку обусловлены в первую очередь местными топографическими, метеорологическими, геологическими и другими особенностями избранного участка водоема.

### Элементы волн в прибрежной зоне

**3.3.** На поверхности водоема от действия ветра образуется нерегулярное трехмерное (ветровое) волнение.

Средние высоты  $\bar{h}$ , период  $\bar{\tau}$ , а также коэффициент распределения  $K_i$ , волны в точке расчета на подходе к прибрежному склону определяют по [СНиП 2.06.04-82](#).\*

**3.4.** Ветровое волнение, образованное в пределах глубоководной или мелководной зон, по мере перемещения на убывающих глубинах стабилизируется или перестраивается в нерегулярное двухмерное волнение. Процесс перестроения сопровождается относительным уменьшением высот и длин волн малой обеспеченности при одновременном увеличении высот и длин волн большой обеспеченности.

**3.5.** Высоты ветровых волн заданной обеспеченности в пределах плавно убывающих глубин  $0,5\lambda_{\text{гл}} \geq H \geq H_{\text{кр}}$  прибрежного склона определяют по формуле

$$h_{i\%} = K_{\text{тр}} K_{\text{р}} K_{\text{п}} K_i \bar{h}_{\text{гл}} \quad (61)$$

При несложной конфигурации прибрежного склона в зависимости от угла подхода луча волнения  $K_{\text{тр}}$  определяют по графику [рис. 25](#), ключ 3, при этом  $K_{\text{р}} = 1$ .

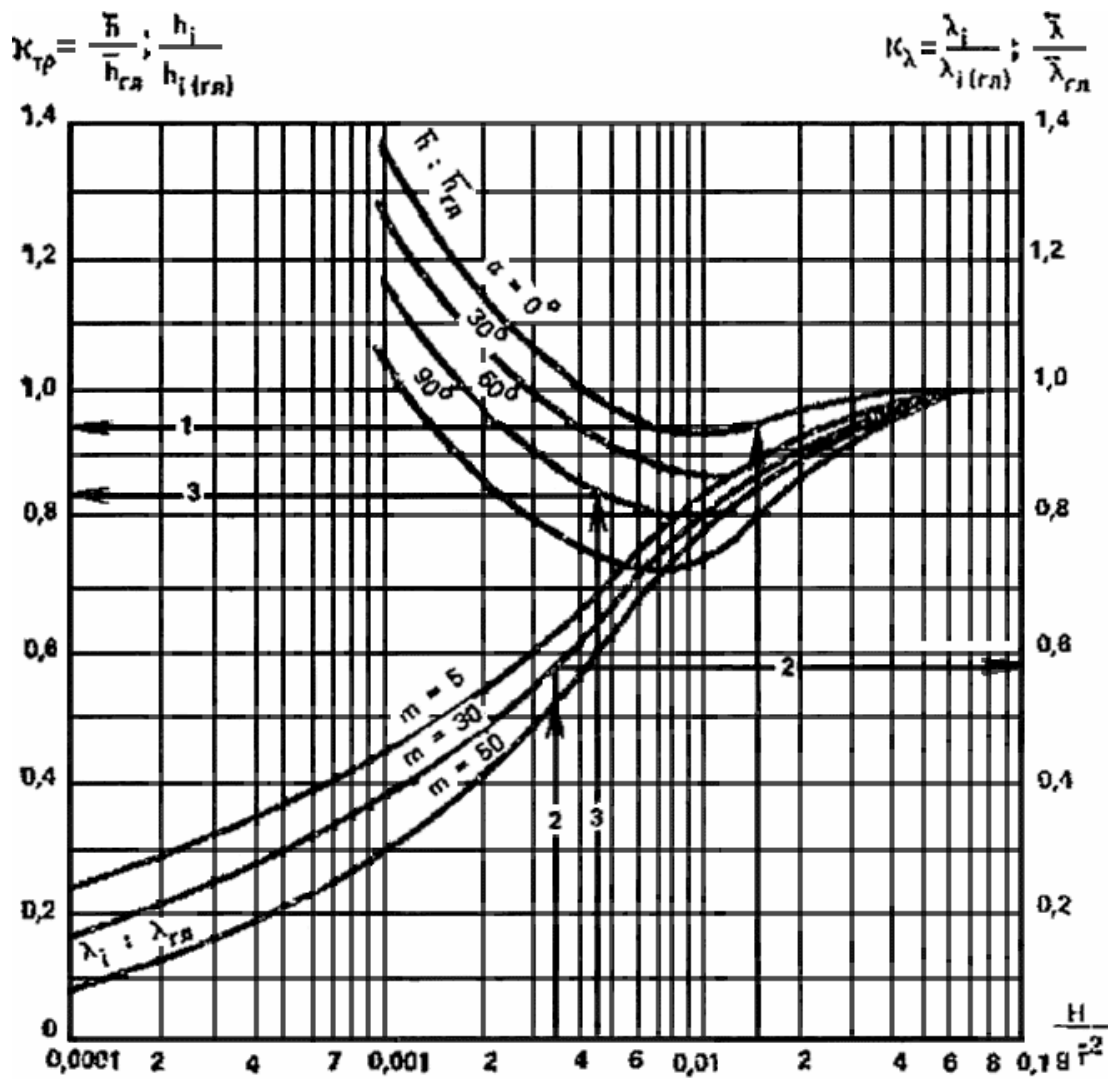


Рис. 25. График для определения коэффициентов  $K_{TP}$  и  $K_\lambda$

Величину обобщенного коэффициента  $K_\Pi$  в зависимости от заложения прибрежного склона определяют по графику [рис. 26](#), ключ 1.

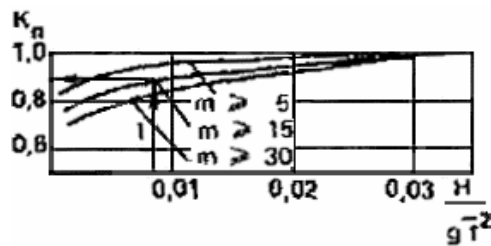


Рис. 26. График для определения коэффициента  $K_\Pi$

3.6. При волнообразовании в условиях ограниченных глубин среднюю высоту волны  $\bar{h}_{гл}$  определяют по графику [рис. 25](#), ключ 1 и по формуле

$$h_{гл} = (1/K_{TP}) \bar{h} \quad (62)$$

3.7. Среднюю или заданной обеспеченности длину волны без учета ее крутизны или высоты в условиях глубокой воды  $\bar{\lambda}_{гл}$  при известном периоде  $\bar{\tau}$  определяют по формуле

$$\bar{\lambda}_{гл} = g \bar{\tau}^2 / 2\pi \quad \text{или} \quad \lambda_i = g \tau_i^2 / 2\pi \quad (63)$$

3.8. Период и длину двумерной волны заданной обеспеченности по расчетным элементам в системе определяют с помощью графика ([рис. 27](#)).

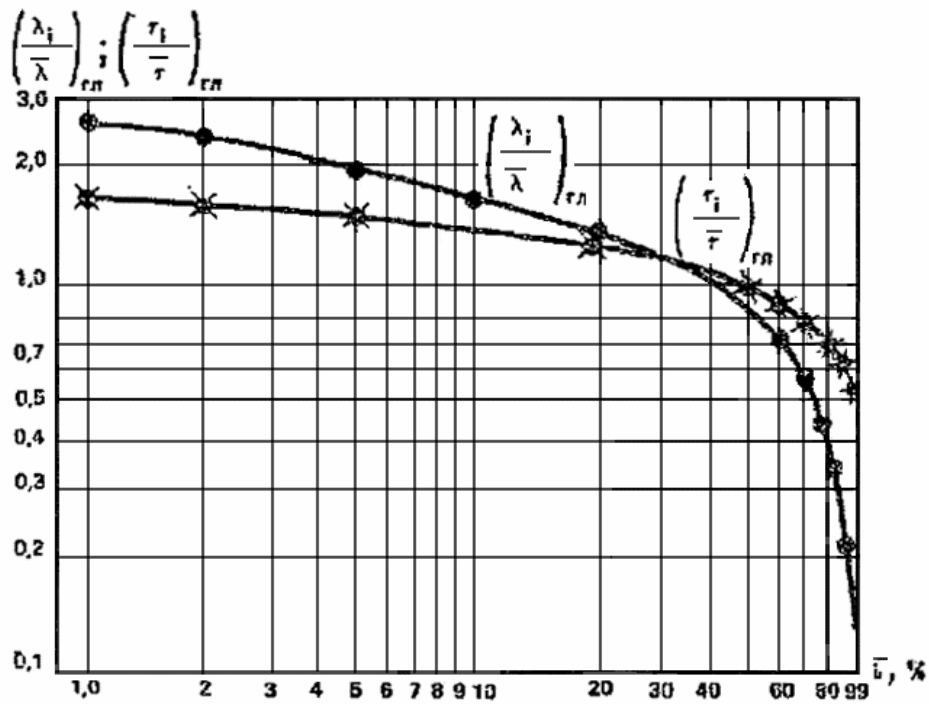


Рис. 27. Функции распределения периодов и длин волн на глубокой воде

3.9. Среднюю или заданной обеспеченности длину волны с учетом ее высоты в условиях глубокой воды определяют по формуле

$$\lambda_{гп} = \lambda_0 t h_K H \left[ 1 + (\pi h_{гп} / \lambda_0)^2 \right], \quad (64)$$

где  $\lambda_0 = g \bar{t}^2 / 2\pi$ .

3.10. В условиях ограниченной глубины  $H_{кр} \leq H \leq 0,5\lambda_i$  среднюю или заданной обеспеченности длину волны в зависимости от пологости прибрежного склона определяют по графику [рис. 28](#), ключ 2.

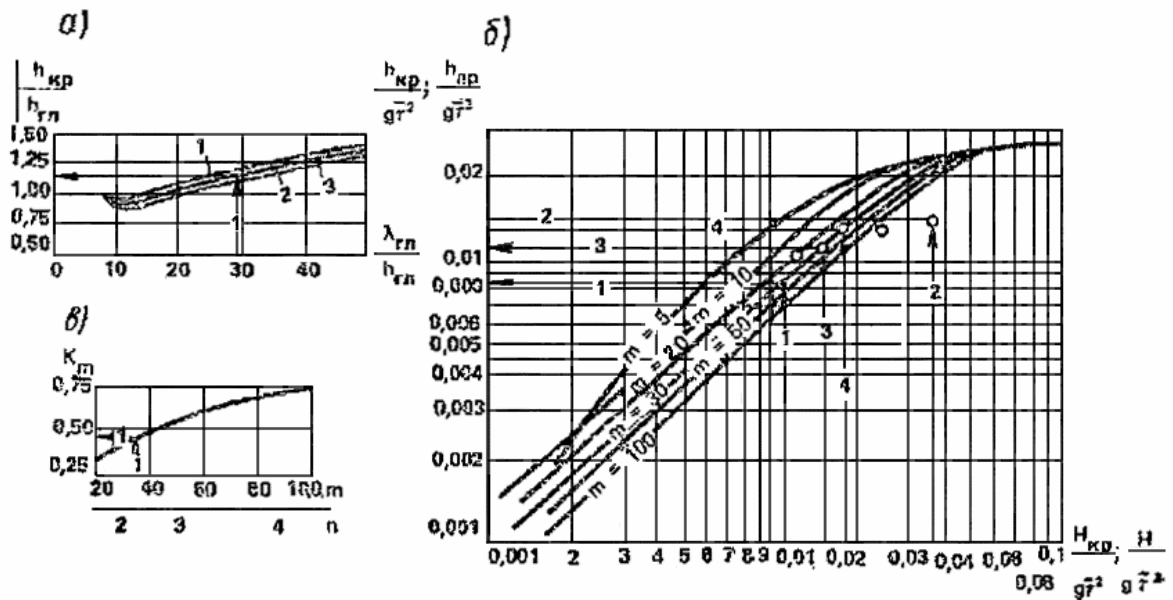


Рис 28. График взаимосвязи

$\frac{h_{кр}}{h_{гп}} = f \frac{\lambda_{гп}}{h_{гп}}$   
 а -  $\frac{h_{кр}}{h_{гп}}$ ; 1 - песчаный склон; 2 - гравийный  $m = 5-20$ ; 3 - гравийный  $m = 30-50$ ; б - графики для определения предельных высот волн на заданной глубине и критических глубин  $H_{кр}$ ; в - график для определения коэффициента  $K_m$

3.11. Высоту волны заданной обеспеченности к моменту разрушения определяют по

графику [рис. 28, а](#), ключ 1.

**3.12.** Предельно возможную высоту волны  $h_{пр}$  на заданной глубине  $H$  и периоде  $\tau_i$  в зависимости от заложения прибрежного склона определяют по параметру  $H/g\tau_i^2$  графика [рис. 28, б](#), ключ 1.

**3.13.** Критическую глубину  $H_{кр}$ , на которой начинается разрушение волны заданной обеспеченности на склонах с  $m \geq 5$ , определяют с помощью графика [рис. 28, б](#). При этом в зависимости от пологости склона в соответствии с [пп. 3.7](#) и [3.8](#) определяют высоты волн в трех-четырех точках в месте ожидаемого начала ее разрушения. Полученные результаты накладывают на график [рис. 28, б](#), ключ 2 и осредняют кривой. По точке пересечения этой кривой с кривой, характеризующей пологость склона,

определяют величину  $h_i/g\tau^2$  (ключ 3). С этой величиной входят в график ([рис. 28, а](#), ключ 1) и определяют местное увеличение высоты волны к моменту разрушения  $h_{кр}:h_{гл}$ .

С полученной величиной  $h_{кр}/g\tau^2$  входят в график ([рис. 28, б](#), ключ 4) и определяют искомую величину  $H_{кр}/g\tau^2$ .

**3.14.** На прибрежных склонах с  $m > 17$  волны открытого водоема по мере перемещения к берегу могут иметь несколько последовательных разрушений ([рис. 29](#)). После прекращения первого разрушения появляются новые волны несколько меньшей высоты, которые на некоторой глубине  $H_{кр(2)}$  вновь разрушаются и т.д. Количество и интенсивность последовательных разрушений волн зависят от заложения прибрежного склона на подходе к месту разрушения.

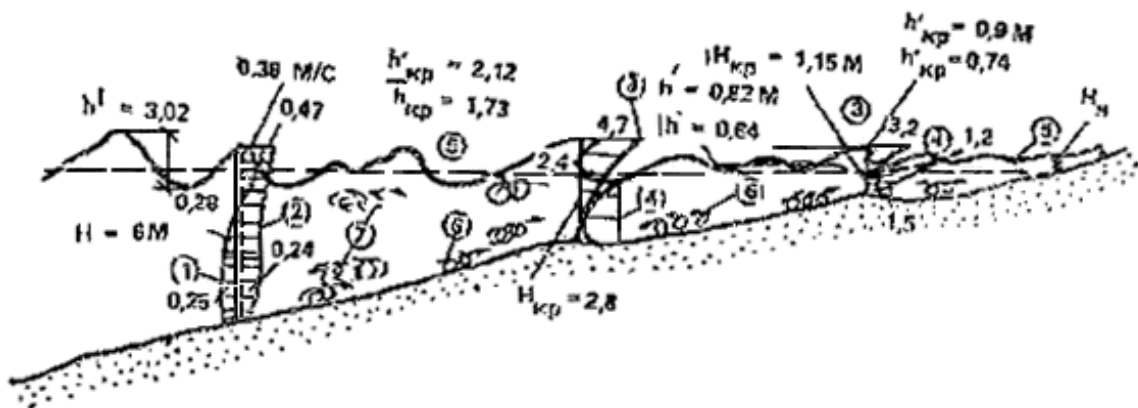


Рис. 29. Общая схема трансформации волн  $h_l = 302$  м,  $\bar{\tau} = 4$  с на прибрежном склоне с  $m = 30$ , течений, возбуждаемых ветром и волнением, направления перемещения полувзвешенных наносов

1 - направление и величины скоростей ветроволнового и компенсационного течений при ветре  $W = 20$  м/с (фронтальный подход); 2 - то же ветроволнового течения при косом подходе  $\alpha = 45^\circ$ ; 3 - эпюры скоростей волнового течения в месте начала разрушения волн, рассчитанные по [формуле \(77\)](#); 4 - то же компенсационного течения, по [формуле \(78\)](#); 5 - положение среднего гидростатического уровня при волнении; 6 - траектории полувзвешенных наносов; 7 - траектории орбитального движения жидкости

**3.15.** Расчет высот волн заданной обеспеченности с начала их первого разрушения на прибрежных склонах выполняется по характеристикам двумерных нерегулярных волн, эквивалентных исходным трехмерным волнам в условиях глубокой воды.

Высоту эквивалентной волны заданной обеспеченности в условиях глубокой воды определяют с помощью графика (см. [рис. 28, б](#), ключ 4) в соответствии с [пп. 3.12](#) или [3.13](#) по найденной величине и формуле

$$h_{гл(i\%)} = h_{кр(i\%)} / K_{тр} \quad (65)$$

**3.16.** Высоты волн заданной обеспеченности, образованные после прекращения первого и последующих разрушений, определяют по формулам

$$h_{1(i\%)} = K_m h_{гл(i\%)}; h_{2(i\%)} = K_m h_{(1)гл(i\%)} \text{ и т. д.} \quad (66)$$

При постоянном уклоне прибрежного склона

$$h_{n(i\%)} = K_m^n h_{\text{гл}(n)(i\%)},$$

где  $h_{1(i\%)}$ ;  $h_{2(i\%)}$  и т. д. - высоты волн заданной обеспеченности, образованные после прекращения первого, второго и последующих разрушений волн той же обеспеченности;  $h_{\text{гл}(2)(i\%)}$ ;  $h_{\text{гл}(3)(i\%)}$  и т. д. - высоты волн заданной обеспеченности, образованные после прекращения первого и последующих разрушений и приведенные с помощью графика (см. [рис. 25](#), ключ 1) и [формулы \(62\)](#) к условиям глубокой воды.

**3.17.** Величину коэффициента  $K_m$  и количество последовательных разрушений определяют с помощью графика (см. [рис. 28](#), в, ключ 1).

**3.18.** Глубину воды в месте прекращения первого и последующих (за исключением последнего) разрушений волн заданной обеспеченности определяют по формуле

$$H_{\text{пр}(n)i\%} = H_{\text{кр}(n)i\%} \left( \frac{K_m h_{\text{гл}(n)i\%} - h_{\text{кр}(n)i\%}}{\beta h_{\text{гл}(n)i\%}} + 1 \right), \quad (67)$$

где  $n = 1, 2, 3$  и т. д. - порядковый номер критических глубин и высот волн заданной обеспеченности;  $\beta$  - коэффициент уклона волновой поверхности в процессе разрушения волн, величину которого определяют по формуле

$$\beta = 0,033m + 0,74. \quad (68)$$

**3.19.** На прибрежных склонах с  $m \geq 10$  глубину воды под ложбиной в месте начала разрушения волны  $H'_{\text{кр}(n)}$  определяют по формуле

$$H'_{\text{кр}(n)} = 0,8H_{\text{кр}(n)}. \quad (69)$$

**3.20.** Высоты волн заданной обеспеченности в процессе одного или последнего разрушения на прибрежном склоне определяют по формуле

$$h_{n(i\%)} = h_{\text{кр}(n)i\%} H/H_{\text{кр}(n)i\%}. \quad (70)$$

**3.21.** Средние высоты ветровых волн к моменту первого разрушения  $\bar{h}_{\text{кр}}$  имеют обычно 15-20 %-ную обеспеченность.

**3.22.** Превышение гребня двухмерной волны  $h_{\text{гр}}$  над средним гидродинамическим уровнем воды определяется по графику ([рис. 30](#)).

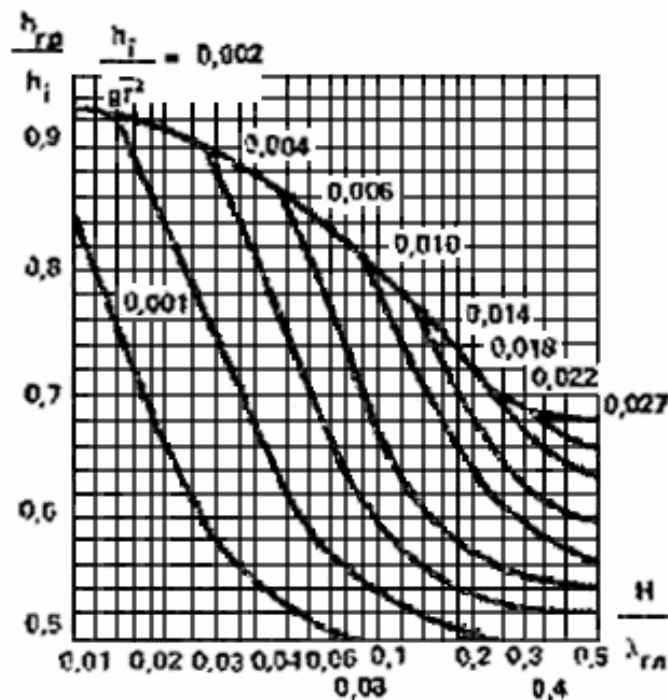


Рис 30. График вертикальной асимметрии профиля волны

Для трехмерных волн (на подходе к первому разрушению) полученные величины

$h_{гр}/h$  могут увеличиваться до 10 %.

**3.23.** Горизонтальную асимметрию  $K_\lambda = \lambda_{гр}/\lambda_{гл}$  или отношение длины гребня двумерной волны к длине ложбины по среднему гидродинамическому уровню воды в точке расчета в зависимости от заложения прибрежного склона для волн 15-20 % обеспеченности в первом приближении можно определить по графику (рис. 31, ключ I).

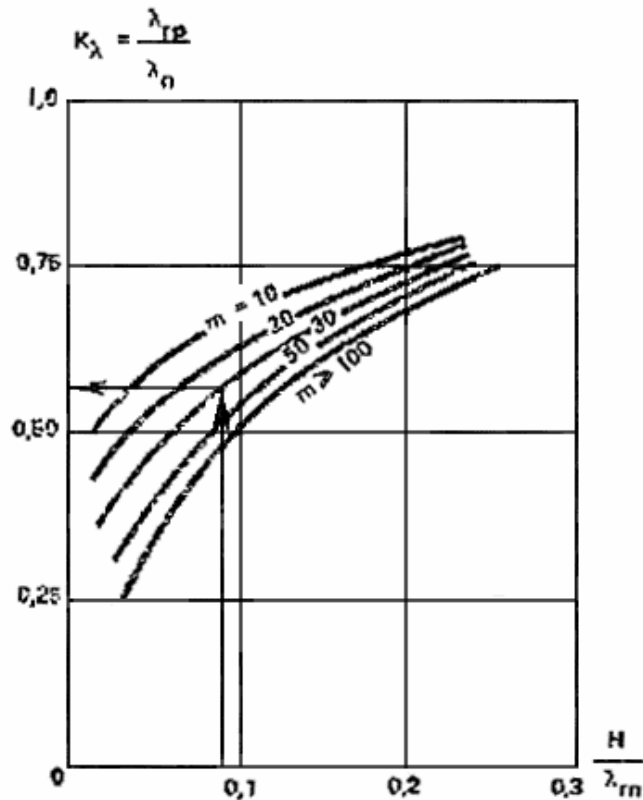


Рис. 31. График для определения коэффициентов  $K_\lambda$  или длин гребня  $\lambda_{гр}$  волн с  $\lambda_{гл} : h_{гл} = 10$

**3.24.** Глубину понижения уровня воды в месте начала разрушения волн определяют по формуле

$$H_n = 0,006 h_{кр(15\%)}^2 \bar{v} \sqrt{g / H_{кр(15\%)}^3} \quad (71)$$

**3.25.** Высоту подъема уровня или волнового нагона (см. рис. 29) над гидродинамическим уровнем воды при одном разрушении волн на склонах  $m \leq 17$  определяют по формуле

$$H_n = K'_\beta h_{кр} \quad (72)$$

где  $K'_\beta$  - коэффициент, зависящий от заложения прибрежного склона, величину которого определяют по графику (рис. 32, ключ I), для ветровых волн  $h_{кр}$  принимают 15 % обеспеченности.



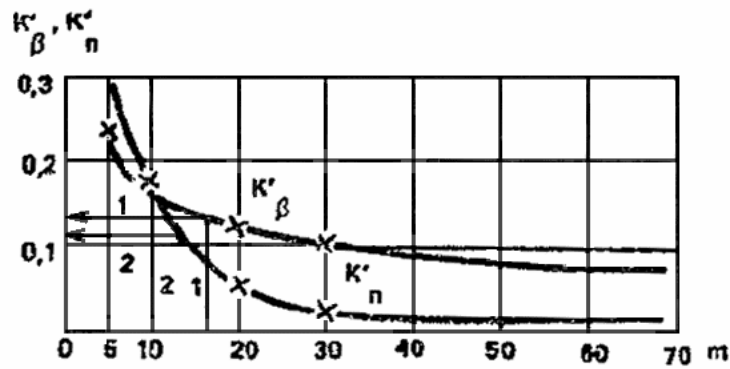


Рис. 32. График для определения коэффициентов  $K'_\beta$  и  $K'_n$

При многократном разрушении волн высоту подъема уровня после каждого последующего разрушения определяют по формуле

$$H_n = K'_\beta (h_{кр(1)} - h_1)$$

$$H_n = K'_\beta (h_{кр(2)} - h_2) \text{ и т. д.} \quad (73)$$

**3.26.** Высоту волны на урезе воды  $h_y$  по среднему ветроволновому нагонному уровню определяют по графику ([рис. 33](#), ключ 1).

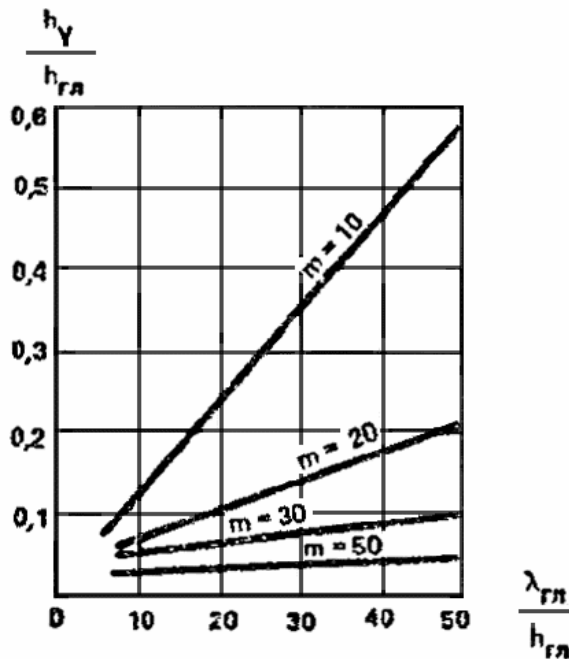


Рис. 33. График для определения высот волн на урезе с учетом нагонного уровня воды

**3.27.** Высоту наката волн над суммарным ветроволновым нагоном на склонах  $m \geq 5$  определяют по формуле

$$h_n = K_{ш} (0,8m^{-2}\bar{\lambda}_{гл} + K'_n h_{кр}), \quad (74)$$

где  $K_{ш}$  - определяют по [СНиП 2.06.04-82\\*](#);  $K'_n$  - коэффициент, зависящий от пологости склона, величину которого определяют по графику (см. [рис. 32](#), ключ 2).

#### Пример расчета элементов ветровых волн

**3.28.** Требуется рассчитать трансформацию элементов ветровых волн 1 %- и 15 %-ной обеспеченности при угле подхода главного луча  $\alpha = 30^\circ$  к относительно прямолинейному прибрежному склону с  $m = 30$ . Расчетная скорость ветра  $w = 25$  м/с, средняя глубина воды  $H = 12$  м, конфигурация берегов водоема сложная ([рис. 34](#)).

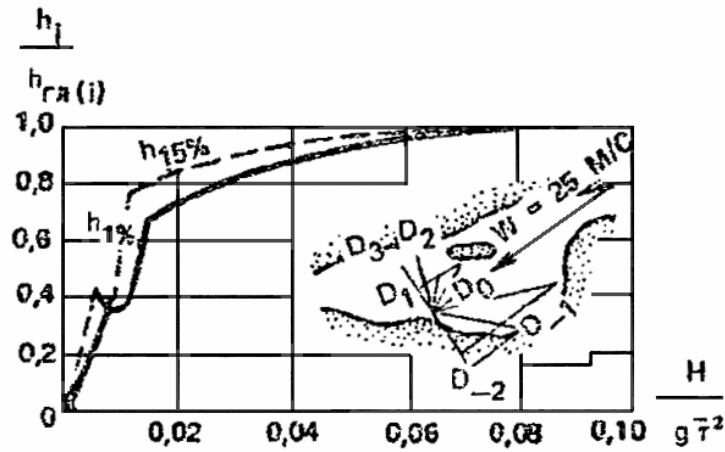


Рис. 34. График изменения высот волн 1 и 15 % обеспеченности по примерам расчета и построения расчетной схемы волнения

Из точки расчета  $D_0$  (рис. 34) проводят главный и вспомогательные лучи, с помощью которых по [СНиП 2.06.04-82\\*](#) определяют  $\bar{h} = 1,41$  м и  $\tau = 4,46$  с. По рис. 1, Прил. 1 убеждаемся, что при  $H = 0,0615$  средняя высота волн  $\bar{h} = \bar{h}_{гг}$ . Там же по графику (рис. 2) определяют  $K_i = h_{1\%}/\bar{h}_{гг} = 2,2$  или  $h_{1\%} = 1,41 \cdot 2,2 = 3,1$  м.

Высоты волн на относительно прямолинейном склоне в точках расчета с глубинами  $H = 7,5$ ; 5 и 2,5 м определяют по [формуле \(61\)](#). Для первой точки  $H = 7,5$  м находят отношение  $H/\tau^2 = 7,5/9,81 \cdot 4,46^2 = 0,0384$  и с графика ([рис. 25](#), ключ 3) снимают  $K_{тр} = 0,95$  и (см. [рис. 26](#), ключ 1)  $K_{п} = 0,99$ , при этом  $K_p = 1$ . Подставляя найденные величины в [формулу \(61\)](#), получаем  $h_{1\%} = 0,95 \cdot 0,99 \cdot 3,1 = 2,9$  м. Аналогично на глубинах  $H = 5$  м  $h_{1\%} = 2,52$  м;  $H = 2,5$  м  $h_{1\%} = 2,14$  м.

Критическую высоту и глубину к моменту первого разрушения ветровых волн определяют с помощью построения кривой трансформации высот волн на графике (см. [рис. 28](#)). Для этого на график наносят точки с абсциссами  $7,5/g\tau^2$ ,  $5/g\tau^2$  и  $2,5/g\tau^2$  и соответствующими ординатами  $2,9/g\tau^2$ ,  $2,52/g\tau^2$  и  $2,14/g\tau^2$  (см. [рис. 28](#), ключ 2).

По точкам проводят осредняющую кривую. Абсцисса  $H_{кр}$ :  $g\tau^2 = 0,015$  и ордината  $h_{кр}/g\tau^2 = 0,114$  точки, образованной пересечением построенной и характеризующей пологость склона кривых, позволяют получить ожидаемые величины  $H_{кр(1)} = 2,94$  м и  $h_{кр(1)} = 2,23$  м.

Высоту двумерной волны эквивалентной исходной трехмерной определяют по графику [рис. 25](#) абсциссой  $H_{кр}/g\tau^2 = 0,015$  (ключ 3) через коэффициент трансформации  $K_{тр} = h_{кр}/h_{гг} = 0,9$  и отношение  $h_{1\%гг} = 2,23 : 0,9 = 2,48$  м. По графику [рис. 28](#), ключ 4 определяется первая критическая глубина  $H_{кр(1)} = 9,81 \cdot 19,8 \cdot 0,018 = 3,5$  м. Глубина воды под ложбиной по [формуле \(69\)](#)  $H'_{кр(1)} = 0,8 \cdot 3,5 = 2,8$  м.

Высоту волны, образованной после прекращения первого разрушения, определяют по [формуле \(66\)](#) или  $h_{1\%(1)} = K_m h_{гг} = 0,43 \cdot 2,48 = 1,07$  м, где  $K_m$  определяют по графику ([рис. 28](#), в, ключ 1).

Глубину воды в месте прекращения первого разрушения определяют по [формуле \(67\)](#), подставляя в нее величины  $K_m = 0,43$  и  $\beta = 0,033 \cdot 30 + 0,74 = 1,74$ .

$$H_{пр} = 3,5 \left( \frac{0,43 \cdot 2,48 - 2,23}{1,74 \cdot 2,48} + 1 \right) = 2,55 \text{ м}$$

Высоты волн к моменту разрушения при  $h_{(1)}/g\tau^2 = 0,054$  или  $\lambda : h_{гг} = 29,6$



определяют по графику (см. [рис. 28](#), ключ /)  $h_{кр(2)} = h_{кр} : h_{гл} = 1,18$  или  $h_{кр(2)} = 1,07 \cdot 1,18 = 1,26$  м.

Глубину воды, на которой начинается второе разрушение волны ординатой  $h_{кр(2)} / g\tau^2 = 1,26 : 9,81 \cdot 4,46^2 = 0,00632$ , определяют через абсциссу  $H_{кр} : g\tau^2 = 0,0082$  или  $H_{кр} = 0,0082 \cdot 9,81 \cdot 4,46^2 = 1,62$  м по графику [рис. 28](#), ключ 4.

Высоты волн в процессе последнего разрушения на склоне определяют по [формуле \(70\)](#)  $h' = h_{кр(2)} H / H_{кр(2)}$ , по которой на глубине  $H = 1,5$  м -  $h' = 1,16$  м;  $H = 1 - h' = 0,77$  м и  $h = 0,5 - h' = 0,39$  м. Результаты выполненных расчетов представлены на графике (см. [рис. 34](#)).

Аналогичные расчеты могут быть выполнены и для волн другой обеспеченности по их высотам и длинам. Расчет для волны 15 %-ной обеспеченности представлен на [рис. 34](#).

### Течения в водоемах

**3.29.** Водоемам, в отличие от водотоков, свойственно многообразие течений не стационарных во времени, по направлению, глубине и величинам скоростей.

**3.30.** Течения в водоеме можно классифицировать по двум признакам - по происхождению и по действующим силам.

Течения по происхождению подразделяют на *первичные* и *вторичные*. К первичным, или исходным, относят обычно ветроволновое, транзитное, стоковое и плотностное течения. Величины скоростей и наносотранспортирующая способность транзитного, стокового и плотностного течений обычно незначительны.

**3.31.** Основным исходным или первичным является ветроволновое течение. Его интенсивность, зона действия на глубинах  $H \geq H_{кр}$  определяются скоростью ветра и элементами волн, а также их углом подхода к прибрежному склону избранного участка водоема.

**3.32.** При фронтальном подходе ветра и волн к относительно прямолинейному прибрежному склону в поверхностных слоях воды наблюдается ветроволновое, а при донных - компенсационное течение обратного направления (см. [рис. 29](#)). При этом ветроволновое течение обычно находится на глубинах  $H \leq 0,2 \bar{\lambda}$ , а компенсационное  $0,2\bar{\lambda} \leq H \leq 0,5\bar{\lambda}$ .

**3.33.** Скорость ветроволнового течения на поверхности воды при ветре  $w \leq 20$  м/с можно определить по формуле

$$v = 0,02w. \quad (75)$$

**3.34.** Распределение скоростей ветроволнового и компенсационного течений на избранной вертикали с глубинами  $H \geq H_{кр}$  рекомендуется рассчитывать по методике А. В. Караушева (см. [рис. 29](#)).

Переход поверхностных слоев воды в придонные или ветроволнового течения в компенсационное происходит преимущественно в прибойных зонах.

**3.35.** На подходе к месту разрушения волн скорости ветроволнового и компенсационного течений увеличиваются. К моменту разрушения волн скорость ветроволнового течения в поверхностном слое  $v$ , м/с, приближается или равна скорости их перемещения, величину которой можно определить по формуле

$$v = \sqrt{2gh_{гр(кр)}}. \quad (76)$$

**3.36.** Распределение скоростей волнового течения по глубине в месте начала разрушения волн, подходящих по нормали к берегу, при прохождении их гребней можно определить по формуле

$$v = \eta^2 \sqrt{2gh_{гр(кр)}}, \quad (77)$$

где  $\eta = z / (H_{кр} + h_{кр})$ ;

$z$  - глубина воды, отсчитываемая от поверхности склона.

**3.37.** При прохождении ложбин волн в месте начала их разрушения прослеживается компенсационное течение, распределение скоростей которого можно определить по формуле

$$v = 5,5K_{\lambda} \sqrt{gh_{\text{гр(кр)}} \eta_1 (1 - \sqrt{\eta_1})}, \quad (78)$$

где  $\eta_1 = z/H'_{\text{кр}}$ .

Величины и распределение скоростей волнового и компенсационного течений по заданным элементам волн на подходе к месту начала их разрушения приведены на [рис. 29](#).

**3.38.** В зонах разрушения волн или в прибойных зонах орбитальное движение частиц жидкости отсутствует. При прохождении гребней воли массы воды на всю глубину волновым течением смещаются в сторону луча волнения, а при прохождении ложбин - компенсационным течением смещаются в обратном направлении.

**3.39.** На пологих прибрежных склонах  $m \geq 17$  после прекращения первого и последующих разрушений волн восстанавливается орбитальное перемещение частиц воды, ветроволное и компенсационное течения.

**3.40.** Величину орбитальной придонной скорости на прибрежном склоне в зоне действия неразрушающихся волн определяют по формуле

$$v_d = \frac{n\pi h'}{\sqrt{\frac{\pi}{g} \lambda' \operatorname{sh} \frac{4\pi}{\lambda'} H}}, \quad (79),$$

где  $n$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от относительной пологости волн на [табл. 8](#).

Т а б л и ц а 8

$\lambda'/h'$	8	10	15	20
$n$	0,6	0,7	0,75	0,8

С учетом пологости прибрежного склона и критических глубин величину придонной орбитальной скорости можно определить по графику ([рис. 35](#)).

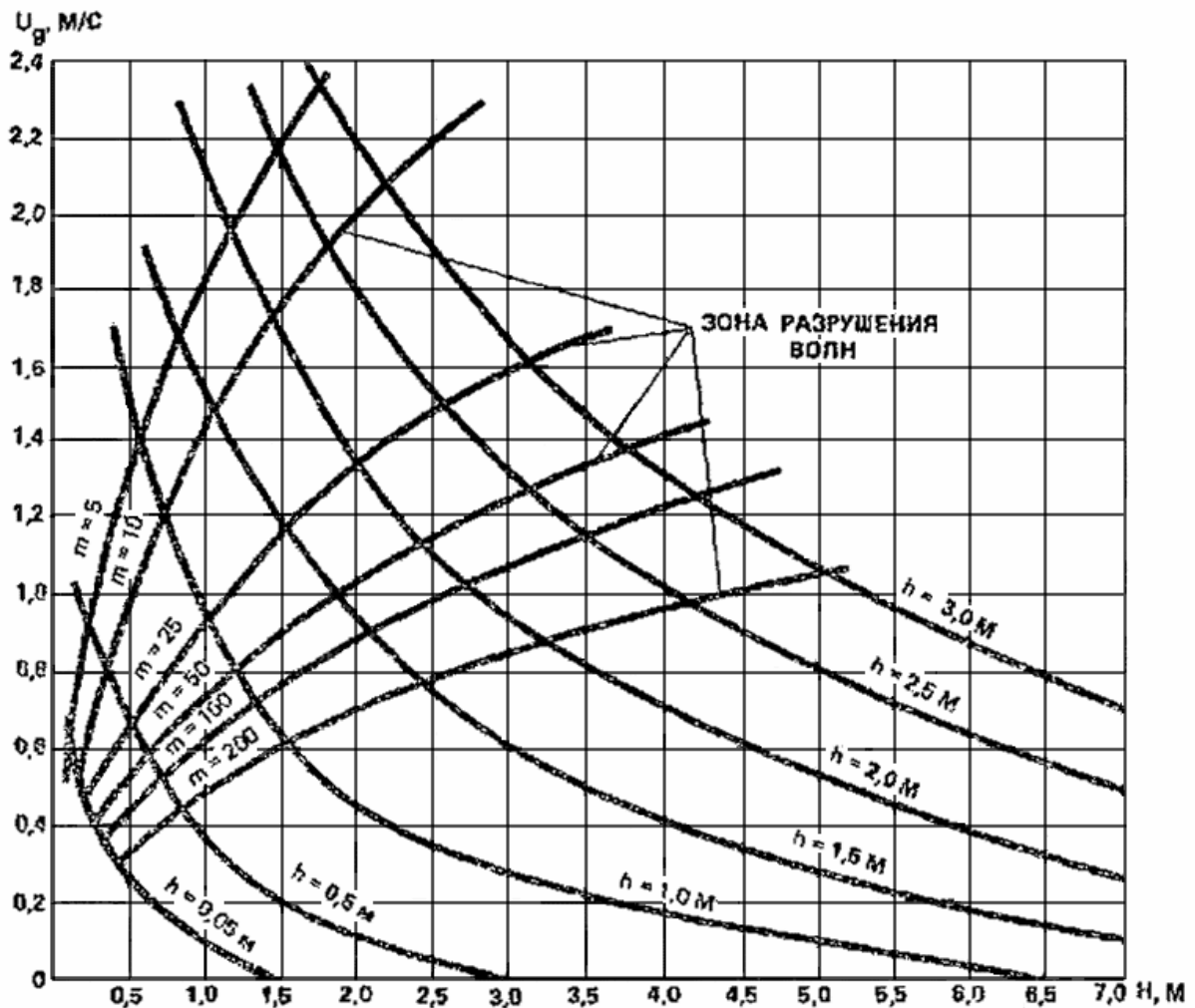


Рис. 35. График для расчета придонных орбитальных скоростей волн  $\lambda_{\text{гл}} : h_{\text{гл}} = 10$

**3.41.** В большинстве случаев волны открытого водоема подходят под косым углом к избранному участку берега или прибрежного склона. В этих случаях вследствие отсутствия или слабого проявления волнового нагона компенсационные течения на подходе к прибойным зонам обычно не прослеживаются. Пример расчета величин этих скоростей см. на [рис. 29](#).

**3.42.** В прибойных зонах наряду с волновыми и компенсационными появляются вдольбереговые течения. Вдольбереговое течение - это смещение масс воды прибойной зоны вдоль берега. Оно возбуждается и поддерживается энергией разрушающихся волн или масс воды, транспортируемых ветроволновым течением и сбрасываемых разрушающимися гребнями в прибойные зоны.

Величину средней скорости вдольберегового течения при одном разрушении волн определяют по формуле

$$\bar{v} = S_B \sqrt[3]{gh_{\text{кр}(15\%)}^2 / \bar{\tau} m \sin \alpha_0}, \quad (80)$$

где  $S_B$  - обобщенный коэффициент, величину которого определяют по графику ([рис. 36](#)).

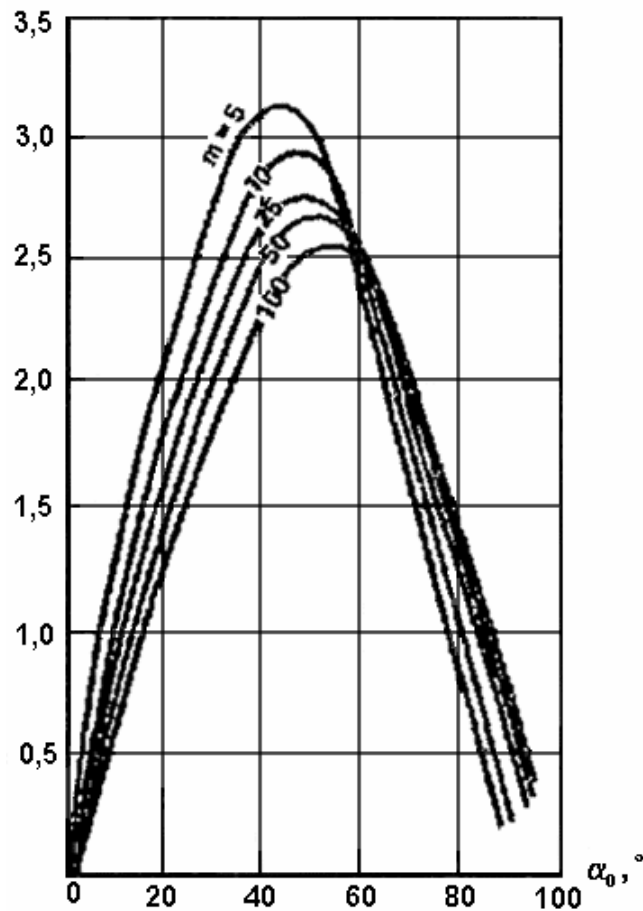


Рис. 36. График изменения коэффициента  $S_b$

**3.43.** При многократном разрушении волн средняя скорость вдольберегового течения в пределах каждой последующей прибойной зоны определяют по формуле

$$v_{cp} = S_b \sqrt[3]{g(\bar{h}_{кр(n)}^2 - \bar{h}_{(n)}^2) / \bar{\tau} m \sin \alpha_n}, \quad (81)$$

где  $\bar{h}_{кр(n)}^2; \bar{h}_{(n)}^2$  - высоты волн 15 % обеспеченности к моменту данного разрушения и образованных после его прекращения;

$\alpha_n$  - угол, образованный между лучом волнения и нормалью к склону к моменту разрушения.

**3.44.** Средняя скорость вдольберегового течения между первой и второй, второй и третьей и последующими прибойными зонами определяется по формуле

$$v_{cp} = 0,25(v_n + v_{n-1}), \quad (82)$$

где  $v_n$  и  $v_{n-1}$  - средние скорости вдольберегового течения в пределах предыдущей и последующей прибойной зоны.

**3.45.** Ветроволновые течения как при фронтальном, так и при косом подходе волн, транспортируют в прибойные зоны массы воды с повышенным содержанием планктона, отмершей растительности, мусора.

**3.46.** В пределах прибойных зон вследствие резкого увеличения скоростей течений, ослабления водообмена с открытой акваторией водоема и повышенной аэрации вода дополнительно переохлаждается и увеличивает плотность или мутность за счет частиц грунта, слагающих поверхность прибрежного склона.

**3.47.** Повышенная плотность воды способствует появлению в придонном слое плотностного течения, которое при фронтальном подходе волн совпадает по направлению с компенсационным, усиливает последнее, образуя смешанное течение.

**3.48.** В местах резкого изгиба берега или прибрежного склона вдольбереговое течение за счет инерционных сил и повышенной плотности транспортируемых масс воды может выходить из пределов прибойных зон в открытый водоем (рис. 37, а, в).

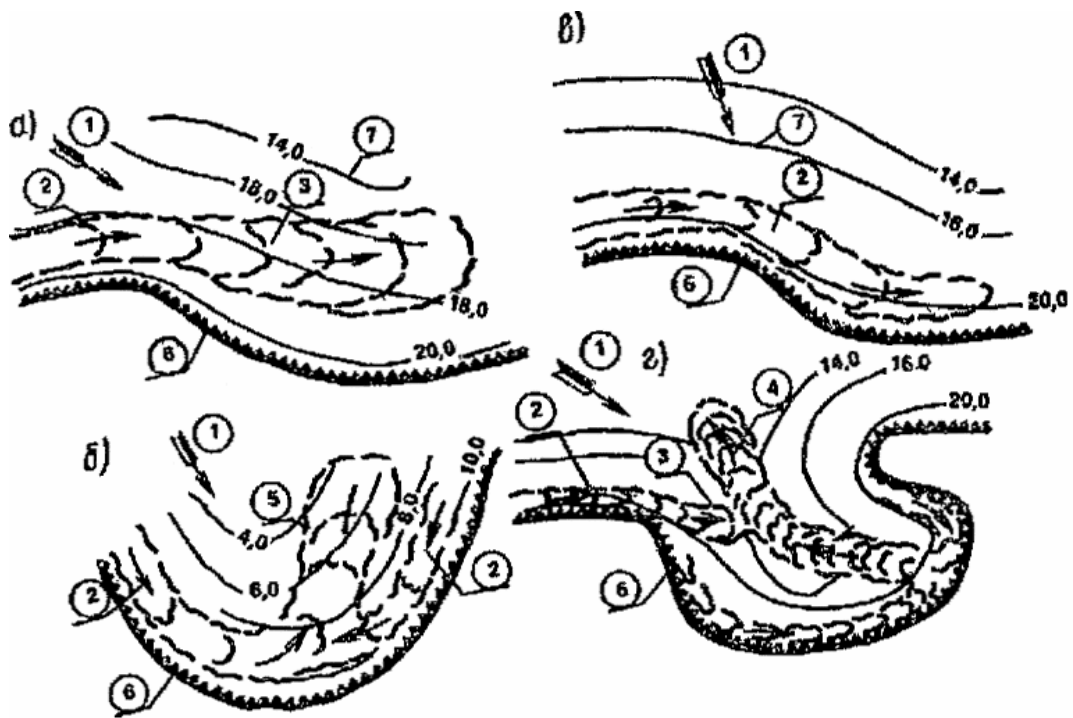


Рис. 37. Схемы возможных картин течений в прибрежной зоне водоема

1 - направление луча волнения; 2 - вдольбереговое течение; 3 - инерционное течение; 4 - плотностное течение; 5 - градиентное течение; 6 - берег; 7 - изобаты

**3.49.** Направление течения, вышедшего из зоны действия возбуждающих сил, названного инерционным, зависит от топографических особенностей и глубин воды на подходе к избранному участку водоема, плотности и исходных скоростей течения, интенсивности, направления волнения и других факторов.

**3.50.** По мере увеличения глубин воды и уменьшения скорости инерционного течения преобладающее влияние на его перемещение оказывает плотность транспортируемых масс воды. Инерционное течение преобразуется в плотностное, скорость и направление которого определяются топографией водоема, плотностью потока и другими факторами.

**3.51.** В бухтах, заливах и в местах расположения инженерных сооружений, выступающих в водоем, наряду с описанными разновидностями течений появляется градиентное течение (см. [рис. 37, б, в](#)). Оно возникает от перепада давления или уровня воды между прибойной зоной и открытым водоемом. Этот перепад создается за счет скоростного напора вдольберегового течения и волнового нагона.

**3.52.** Направление перемещения и скорость градиентного течения зависят от топографии прибрежного склона избранного участка водоема, скоростей и плотности масс воды, транспортируемых вдольбереговыми течениями, интенсивности и направления волнения и других факторов. При симметричном контуре прибрежных склонов и подходе луча волн градиентное течение обычно направлено в открытый водоем вдоль оси бухты или залива. При других условиях оно может занимать любое плановое положение.

**3.53.** После выхода из пределов прибойной зоны или действия возбуждающих сил градиентное течение, как и вдольбереговое, преобразуется в инерционное, а затем в плотностное.

**3.54.** В зонах действия сосредоточенных течений, выходящих из пределов прибойных зон, независимо от глубины водоема будет нарушаться температурная стратификация воды; в придонных слоях может наблюдаться повышенное содержание планктона, водной растительности, взвеси, интенсивная аккумуляция наносов, а в предледоставные периоды - местное переохлаждение воды и образование донного шугольда.

#### Миграция наносов и мутность воды

**3.55.** Миграция наносов на прибрежных склонах вследствие многообразия и нестационарности действующих факторов обусловлена различными условиями:

топографическими, гидрологическими, геологическими и др.

Поэтому при расчетах мутности воды, миграции наносов, переработки берегов и прибрежных склонов в месте намечаемого размещения водозаборных сооружений по рекомендуемым ниже методикам необходимы инженерные изыскания, позволяющие вносить в них соответствующие коррективы.

**3.56.** Частицы грунта, слагающие берега и прибрежные склоны, в зависимости от их крупности, величин орбитальных скоростей и интенсивности течений могут находиться во взвешенном, полувзвешенном, влекомом и неподвижном состояниях.

**3.57.** Состояние частиц грунта на поверхности прибрежного склона определяется следующими факторами:

их средней крупностью, связностью и заложением прибрежного склона; величинами и направлением (по отношению к орбитальным) скоростей течений, возбуждаемых волнением, в прибрежной зоне.

**3.58.** Механизм перемещения наносов зависит от их состояния, крупности, угла подхода луча волнения к прибрежному склону, величин скоростей течений, орбитального движения жидкости и ряда других факторов.

Наносы, находящиеся во взвешенном состоянии, независимо от направления и интенсивности волнения, глубин воды и других факторов транспортируются той или иной разновидностью течения.

**3.59.** При подходе луча волнения по нормали к прибойной зоне относительно прямолинейного прибрежного склона взвешенные наносы транспортируются преимущественно компенсационными, а затем плотностными течениями в придонном слое в сторону открытого водоема.

Вследствие предельного увеличения придонных орбитальных скоростей, а также волновых и компенсационных течений наиболее интенсивное повышение мутности происходит в зоне разрушения волн ([рис. 38](#)).

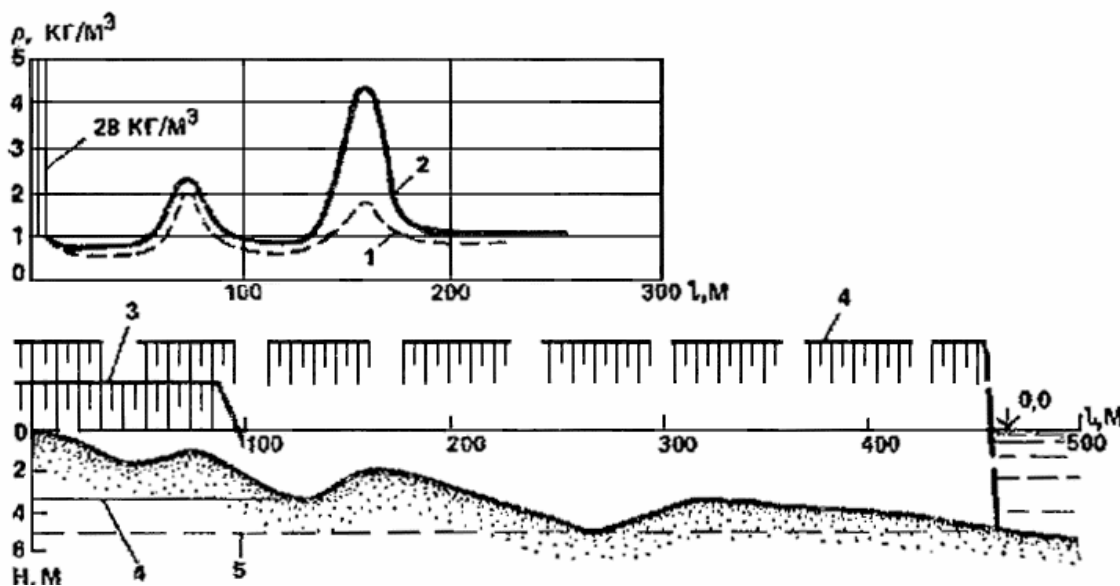


Рис. 38. Схема изменения мутности на прибрежном склоне, высоты и длины дамб, ограждающих подводящий канал водозабора

1 и 2 - мутность воды при высотах волн  $h \approx 0,9$  и  $1,6$  м; 3 - длина и высота дамб, размещенных в пределах прибойной зоны; 4 - длина дамб, ограждающих канал с выходом за пределы прибойной зоны; 5 - то же, размещения в пределах этой зоны

Одновременно полувзвешенные и влекомые наносы вследствие асимметрии профиля волн или орбитальных скоростей на подходе к прибойным зонам перемещаются в сторону берега (см. [рис. 29](#)). В зонах разрушения из-за наличия интенсивного компенсационного течения в придонном слое эти наносы перемешиваются в обратном направлении. Такой механизм перемещения полувзвешенных и влекомых наносов способствует образованию подводных валов в условиях стационарных уровней и элементов волн, а также удержанию наиболее крупных частиц грунта в приузловой зоне водоема (см. [рис. 38](#)).



**3.60.** При косом подходе волн к пологому прибрежному склону вся упомянутая разновидность наносов из-за совпадения направления их перемещения с ветроволновым течением более интенсивно перемещается к месту разрушения волн.

В месте разрушения эти наносы вдольбереговыми течениями перемещаются вдоль берега, а затем, в зависимости от местных условий, градиентными, инерционными и плотностными течениями - в сторону открытого водоема.

**3.61.** При одинаковой крупности и связности частиц грунта на мутность воды в прибрежной зоне, а вместе с ней и миграцию наносов большое влияние оказывают пологость волн и прибрежного склона, интенсивность их разрушения, относительная глубина -  $h/H$  и другие факторы. С увеличением крутизны прибрежного склона, относительной глубины, интенсивности разрушения и пологости волн мутность и миграция наносов при одной и той же их крупности увеличиваются (см. [рис. 38](#)).

**3.62.** Состояние частиц несвязного грунта на пологом прибрежном склоне от действия орбитальных придонных скоростей можно определить с помощью [рис. 39](#).

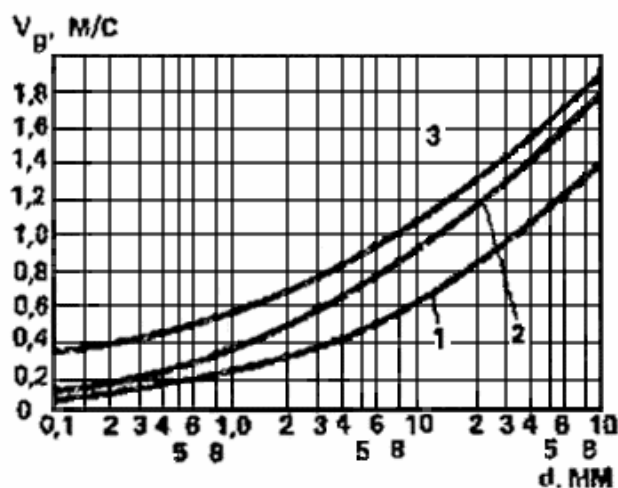


Рис. 39. Начальные волновые скорости трогания и перемещения частиц грунта на горизонтальном и слабонаклонном дне

1 - кривая начальных скоростей трогания частиц грунта; 2 - кривая начальных скоростей поверхностного сплошного перемещения грунта; 3 - кривая скоростей массового перемещения верхнего слоя грунта

**3.63.** Среднюю мутность воды от  $i$ -той фракции наносов, слагающих ложе водоема или прибрежный склон в зонах действия неразрушающихся волн на избранной вертикали, можно определить с помощью графика ([рис. 40](#)) на глубине  $H$ :  $\rho_n = \bar{\rho}_i 0,13 \bar{\tau} P_i^\alpha / H$ , где  $\rho_i$  - содержание  $i$ -той фракции наносов (в долях единицы) в грунте ложа или склона;  $\alpha$  - коэффициент, зависящий от величины придонной орбитальной скорости  $v_d$ ;  $w$  - гидравлическая крупность фракции. Для наносов крупнее 0,01 мм  $\alpha = 1$ . При более мелких наносах  $0,35 \text{ м/с} < v_d < 0,5 \text{ м/с}$   $\alpha = 1,5$ ; при  $v_d \leq 0,35 \text{ м/с}$   $\alpha = 2$ . В расчетах обычно учитывают не более трех наиболее характерных фракций. Суммарная мутность воды для  $n$  фракций определяется по формуле

$$\sum_{i=1}^{i=n} \bar{\rho}_i t \quad (83)$$

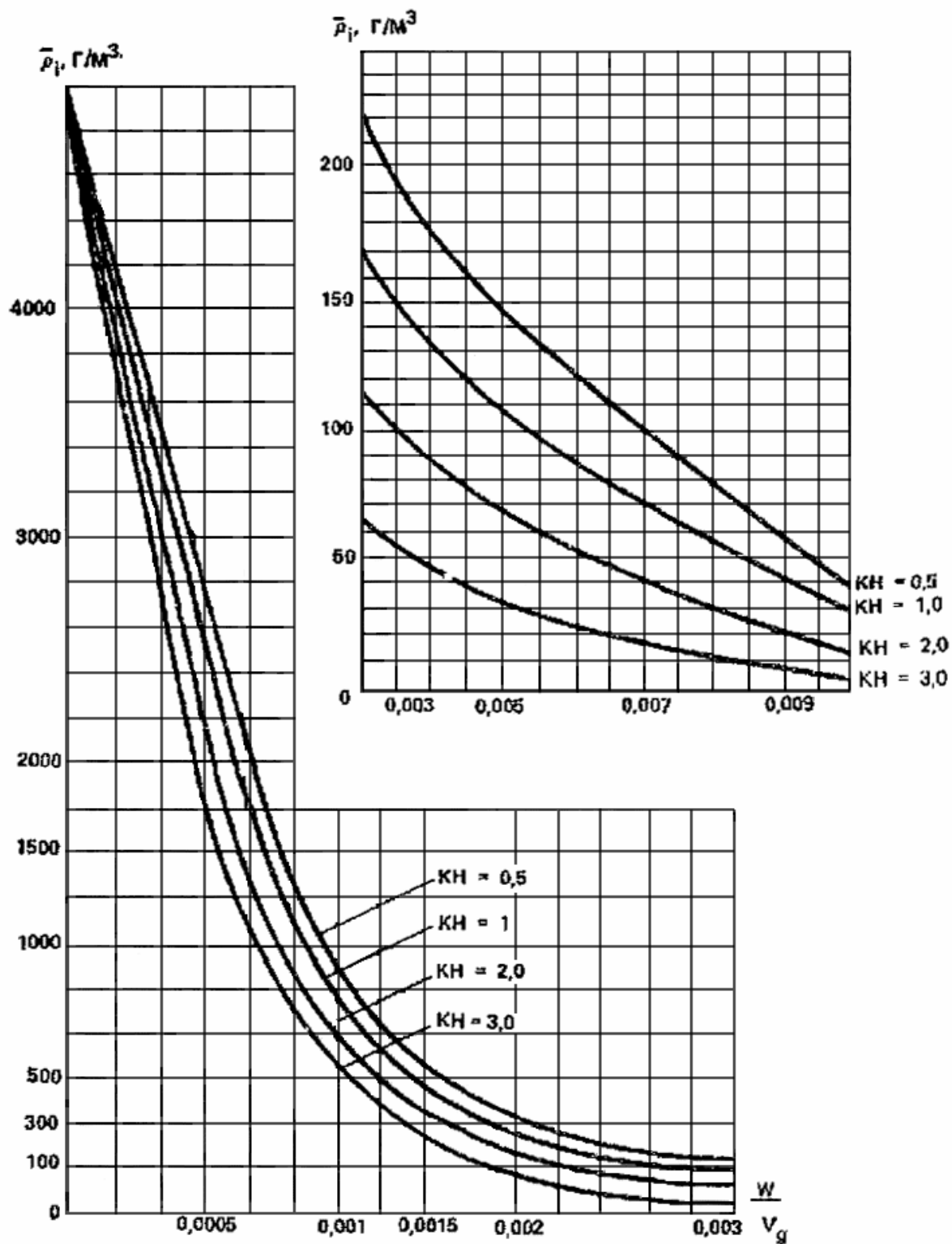


Рис. 40. График для определения средней мутности на вертикали  
 Гидравлическую крупность наносов определяют по [табл. 9](#).



Таблица 9

Диаметр частиц, мм	Гидравлическая крупность частиц при различной температуре воды, °С			
	5	10	15	20
0,01	0,0043	0,0049	0,0056	0,064
0,015	0,0099	0,0115	0,0132	0,0149
0,02	0,017	0,0198	0,0226	0,256
0,04	0,0705	0,082	0,093	0,106
0,06	0,159	0,184	0,212	0,239
0,08	0,282	0,324	0,377	0,424
0,1	0,441	0,512	0,588	0,663
0,12	0,635	0,737	0,847	0,956
0,15	0,99	1,13	1,325	1,49
0,2	1,545	1,711	1,876	2,042
0,4	3,785	3,95	4,116	4,292
0,6	6,025	6,191	6,356	6,522
0,8	8,265	8,431	8,596	8,762
1	10,505	10,671	10,836	11,002
1,2	12,745	12,911	13,076	13,242
1,5	16,105	16,221	16,436	16,602
2	19	19	19	19

**3.64.** Мутность воды в пределах прибойных зон определяется в первую очередь относительной глубиной  $h : H$  и интенсивностью разрушения волн (см. [рис. 38](#)). Для приурезовой зоны, прибрежный склон которой сложен из мелкозернистых грунтов, она может находиться в пределах

$$\bar{\rho}_p = (2 - 30)\bar{\rho}_0 \quad (84)$$

В зонах более раннего разрушения

$$\bar{\rho}_p = (2 - 5)\bar{\rho}_0 \quad (85)$$

где  $\rho_0$  - средняя мутность воды на подходе к первому разрушению волн.

**3.65.** Распределение мутности на вертикалях прибрежного склона, сложенного преимущественно из мелкозернистых песков, можно определить с помощью [табл. 10](#).

Таблица 10

$z/H$	0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
$\bar{\rho}_i/\bar{\rho}_p$	0,54	0,56	0,68	0,9	1,13	1,43	1,97	2,52

**3.66.** Ввиду многообразия факторов, определяющих интенсивность взмучивания воды в прибрежной зоне, наиболее достоверные сведения о ней можно получить с помощью инженерных изысканий. Для их обобщения и последующей экстраполяции можно построением графиков ([рис. 41](#)) по замеренным величинам  $\bar{\rho}$  на избранных вертикалях получить эпюры мутности воды по всей ширине прибрежного склона (см. [рис. 38](#)) для различной интенсивности волнения.

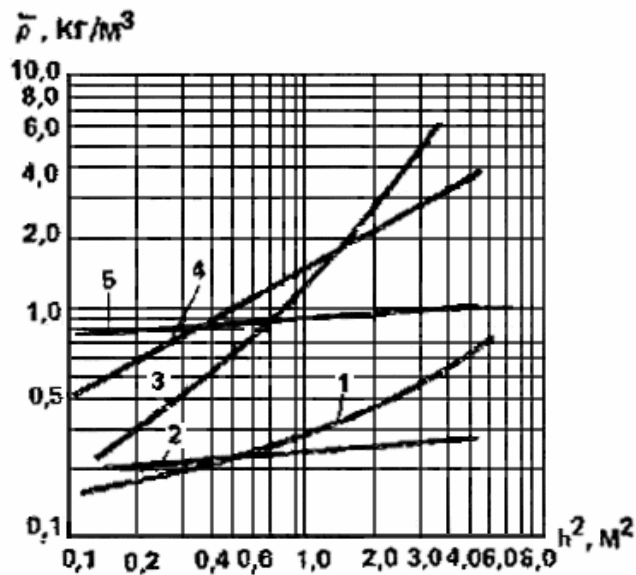


Рис. 41. График возможных изменений средней мутности воды в зависимости от высот волн заложения прибрежного склона и средней крупности грунта

1 - натура бухты Тавахи  $m = 50 - 200$ ,  $d = 0,15$ ; 2 - Сахалин, гравийно-галечниковый склон  $m \approx 30$ ; 3 - в местах разрушения волн на склонах  $m > 50$ ,  $d = 0,25$ ; 4 - осреднение величины по зарубежным данным; 5 - Анапское побережье в зонах действия вновь образованных волн,  $d = 0,25$

**3.67.** Расход наносов, транспортируемый той или иной разновидностью течения в пределах прибрежной отмели или перед намечаемыми инженерными сооружениями, можно определить по формуле

$$Q = \bar{v} \bar{\rho} F, \quad (86)$$

где  $F$  - площадь живого сечения зоны действия течения.

**3.68.** Суммарный вдольбереговой расход наносов вдоль прибрежного склона  $Q$ ,  $m^3/c$ , ориентировочно можно определить по формуле

$$Q = \frac{2,2 \cdot 10^{-4}}{m^{0,66}} (g/\bar{d})^{0,5} (h_{1\%}^2/\lambda)_{\text{эл}} \sin 2\alpha \quad (87)$$

**3.69.** Сток наносов,  $m^3$ , за время  $t$ , сут, приближенно можно определить по формуле

$$Q_t = \frac{19,1}{m^{0,66}} (g/\bar{d})^{0,5} \sum (h_{1\%}^2/\lambda)_{\text{гл}} t \sin 2\alpha \quad (88)$$

**3.70.** Предельную ширину полосы ожидаемой переработки берега при заданном уровне воды в первом приближении можно определить по формуле

$$S_{\Pi} = H^2/K + H/m_n, \quad (89)$$

где  $H$  - глубина размывающего воздействия волн определяется по графику (рис. 42).

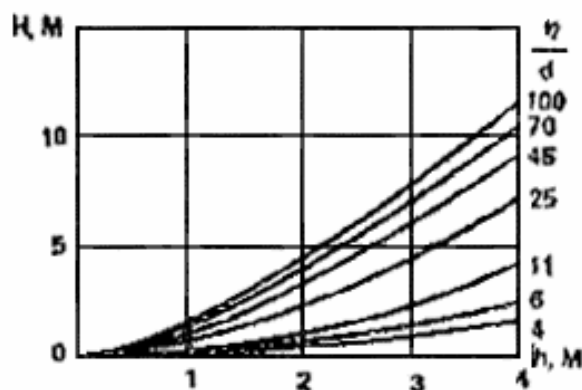


Рис. 42. График для определения глубин размывающего действия волн

$$K = 20m_n m_0 / (m_n - m_0), \quad (90)$$

где  $m_n, m_0$  определяют по [табл. 11](#).

Таблица 11

Вид грунта	Крупность частиц, мм	$m_n$	$m_0$	Показатель $\eta/d$ устойчивости
Песок:				
пылеватый	0,01-0,1	0,005	0,001	100
мелкий	0,1-0,25	0,03	0,005	70
средний	0,25-0,5	0,07	0,01	70
крупный	0,5-1	0,14	0,02	70
Гравий:				
мелкий	1-2	0,19	0,03	45
средний	2-5	0,21	0,05	45
крупный	5-10	0,25	0,08	25
Галечник:				
мелкий	10-20	0,3	0,1	11
средний	20-50	0,36	0,15	6
крупный	50-100	0,4	0,2	4

**3.71.** Время, в течение которого ожидается предельная переработка берега, можно определить по формуле

$$T_{\text{п}} = 2S_{\text{п}}/v_{\text{max}}, \quad (91)$$

где  $v_{\text{max}}$  - максимальная скорость переработки относительно прямолинейного берега, м/год, определяется по формуле

$$v'_{\text{max}} = K'v'_{\text{max}}; \quad (92)$$

где  $v'_{\text{max}}$  - определяется по графику ([рис. 43](#));

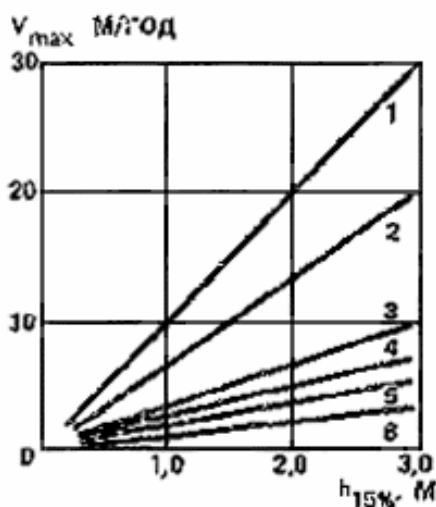


Рис. 43. График  $v_{\text{max}} = f(h, h_{\delta})$  при высоте берега  $h_{\delta} < 2$  м

1 - лесс; 2 - песок мелкозернистый; 3 - песок среднезернистый; 4 - суглинок; 5 - глина; 6 - песок крупнозернистый с валунами

$K'$  - коэффициент, зависящий от высоты берега над расчетным уровнем воды, определяют по [табл. 12](#).

Таблица 12

$H_{\delta}$ - высота берегов	< 2	2-5	5-10	10-15
$K'$	1	0,8	0,6	0,4

**3.72.** Для мысов максимальная скорость переработки берега обычно в 1,5-2 раза больше, чем для относительно прямолинейного берега, или

$$S_{\text{п}} = (0,75-1) v_{\text{max}} T_{\text{п}}. \quad (93)$$

3.73. Величину ожидаемой переработки берега за заданное число лет  $T$  можно определить по формуле

$$S_T = v_{\max} T (1 - 0,5T/T_n). \quad (94)$$

3.74. Изложенная методика расчета не позволяет учесть всей совокупности местных условий избранного участка водоема. Поэтому при решении ответственных задач целесообразно изыскивать сведения по отступлению бровки берега на начальном этапе заполнения водоема с последующей корректировкой расчетных формул или построения графической взаимосвязи (рис. 44).

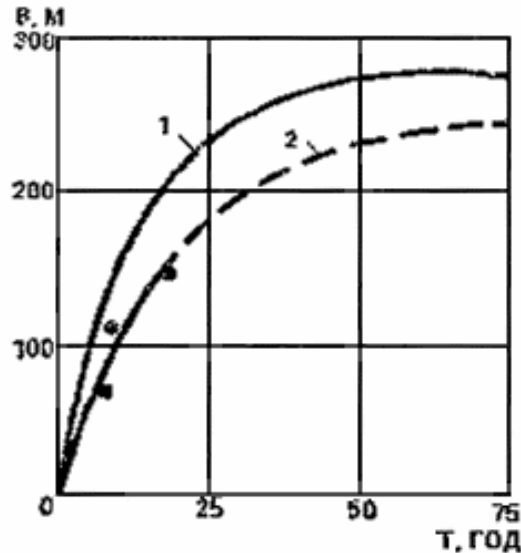


Рис. 44. График ожидаемой переработки берега

1 - расчетный; 2 - по материалам изысканий

### Гидротермика водоемов

3.75. Водоемам обычно свойственна температурная стратификация воды по глубине. Она зависит от глубины и проточности водоема, ветроволновой активности на его поверхности, климатических условий и других факторов.

3.76. Плотность воды  $\rho$  в зависимости от ее температуры определяется по табл. 13.

Таблица 13

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho$
0	0,99987	10	0,99975	25	0,99712	60	0,98338
3	0,99999	12	0,99955	30	0,99576	70	0,97794
4	1	14	0,9993	35	0,99413	80	0,97194
5	0,99999	16	0,999	40	0,99235	90	0,96556
6	0,99997	18	0,99865	45	0,99037	100	0,95865
8	0,99989	20	0,99826	50	0,98820		

3.77. При наличии волнения происходит нарушение температурной стратификации на глубину, величина которой определяется по формуле

$$H_c e^{-6\pi H_c / \bar{\lambda}} = \frac{2\alpha' g \beta (t_1 - t_2)}{(\bar{h} / \bar{\lambda})^3 (\bar{c}^3 / \bar{\lambda})}, \quad (95)$$

где  $H_c$  - толщина слоя ветрового перемешивания;  $t_1$  и  $t_2$  - температуры воды поверхностного и придонного слоев;  $\beta$  - коэффициент объемного расширения воды;  $\bar{h}$  - высота ветровой волны;  $\bar{c}$  - фазовая скорость волны.

Правую часть уравнения (95), обозначенную через  $K_0$ , можно получить с помощью рис. 45.

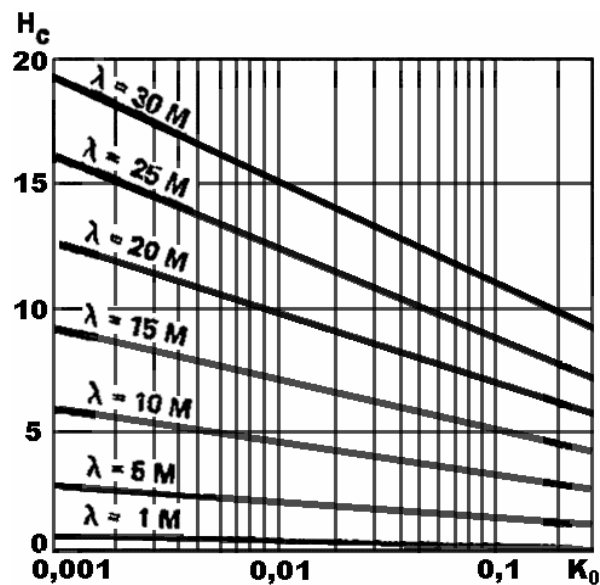


Рис. 45. График для определения глубины ветрового перемещения в зависимости от температурной стратификации и параметров ветрового волнения

В местах выхода сосредоточенных течений прибойной зоны в открытый водоем температурная стратификация обычно нарушается на всю глубину воды.

По мере ослабления ветра и волнения температурная стратификация восстанавливается.

**3.78.** В предледоставные периоды в прибрежных зонах вследствие слабого водообмена между прибойной зоной и открытой акваторией водоема, интенсивной аэрацией потока и других факторов происходит местное переохлаждение воды. При достижении нулевых температур воды местное переохлаждение ее в прибойных зонах (рис. 46) в первом приближении следует определять по формуле

$$\Delta t = \frac{2K_p (3,5\Delta l + 2,28t_v^0) [1 + 0,8w_2 + f(\Delta t)] L \Sigma b_{кр}}{3600 C_p \rho B H_{кр} \bar{v}}, \quad (96)$$

где  $K_p$  - коэффициент, учитывающий дополнительную теплоотдачу при разрушении волн (при  $5 \leq w \leq 20$  м/с  $K_p \approx 0,5$ );  $\Delta l = l_0 - l_2$  - разность между максимальной упругостью водяных паров при температуре поверхности воды ( $l_0$  при  $t \approx 0^\circ\text{C}$  равно 6,1 мб) и абсолютной влажностью воздуха на высоте 2 м над поверхностью воды ( $\Delta l$  обычно находится в пределах 2-4 мб);  $t_v^0$  - температура воздуха на высоте 2 м;  $w_2$  - скорость ветра на высоте 2 м над поверхностью воды;  $f(\Delta t)$  - функция, учитывающая увеличение интенсивности испарения при положительной разности температур ветра-воздуха (табл. 14);  $\Sigma b_{кр}$  - суммарная ширина зон разрушения волн (см. рис. 46);  $C_p$  - удельная теплоемкость воды.

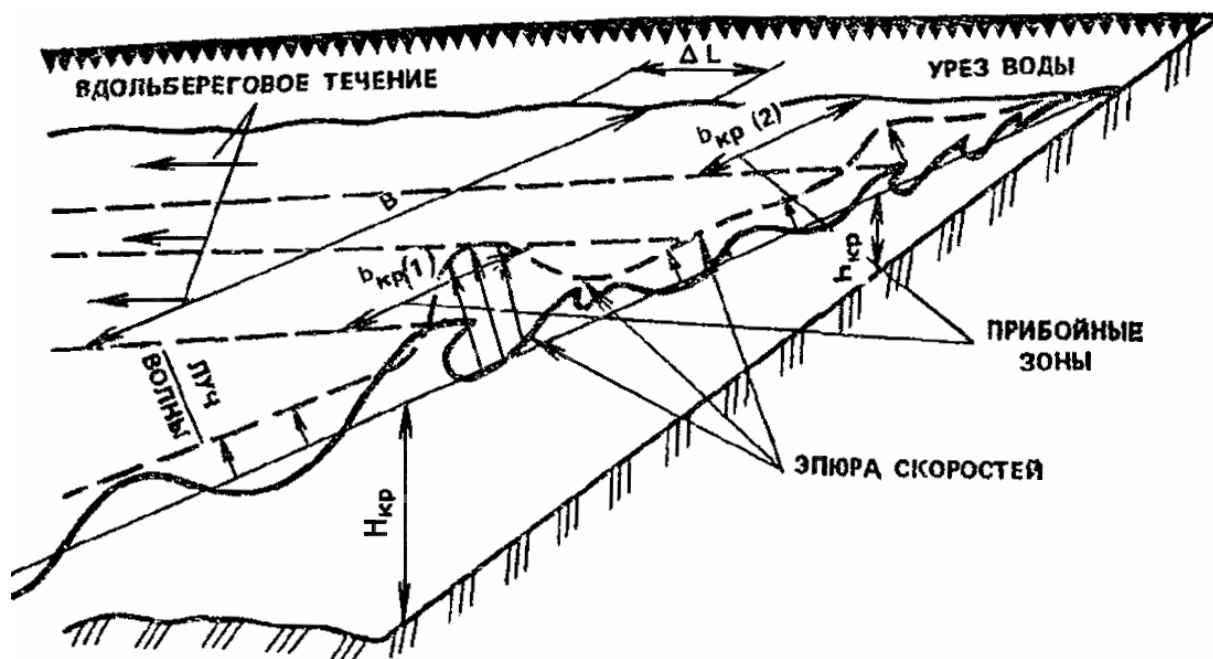


Рис. 46. Схема для расчета местного переохлаждения воды в прибойных зонах

Таблица 14

$\Delta t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	5	7	10
$t(\Delta t)$	0	0,15	0,3	0,43	0,66	0,85	1,09

### Взаимодействие течений с сооружениями

**3.79.** В условиях водоемов одним из основных элементов водозабора являются волнозащитные или берегозащитные сооружения.

Конструктивная схема и компоновка берегозащитных сооружений определяется типом водозабора, ожидаемой переработкой берегов и прибрежных склонов в месте его размещения, интенсивностью волнения, ледовых нагрузок и рядом других факторов.

**3.80.** По сложившейся традиции берегозащитные сооружения используются при любом типе водозабора. При этом корни берегозащитных сооружений размещают за пределами ожидаемой переработки берега, а головы или их лицевую грань обычно выводят за пределы первого разрушения волн.

**3.81.** Вынос или выход волнозащитных сооружений в процессе последующей переработки берега и прибрежного склона за пределы прибойной зоны независимо от типа водозабора способствует перехвату вдольбереговых течений и их выходу из пределов прибойной зоны в открытый водоем.

**3.82.** После выхода вдольберегового, а в некоторых случаях и градиентного течения из пределов прибойной зоны их направление и скорость перемещения определяются компоновкой и конструктивными элементами волнозащитных сооружений, направлением и интенсивностью волнения и ветроволновых течений, пологостью прибрежного склона, мутностью транспортируемых масс воды и рядом других факторов (см. [рис. 37](#)).

**3.83.** На водозаборах с самотечными или сифонными водоводами и водоприемниками, вынесенными в открытый водоем ([рис. 47](#)), по мере переработки берега и прибрежного склона, независимо от других факторов, интенсивность отклонения вдольбереговых, а затем и градиентных течений волнозащитными сооружениями будет усиливаться. В предельном случае градиентные течения могут выходить в сторону водоема по нормали к поверхности прибрежного склона от места примыкания волнозащитных сооружений к берегу. Этими причинами объясняется имеющее место на ряде водозаборов периодическое увеличение захвата в водоприемники воды с повышенным содержанием продуктов переработки берегов, планктона, водной растительности, появление шуголедовых помех в преддоставные периоды и нарушение температурной стратификации в месте водоотбора.

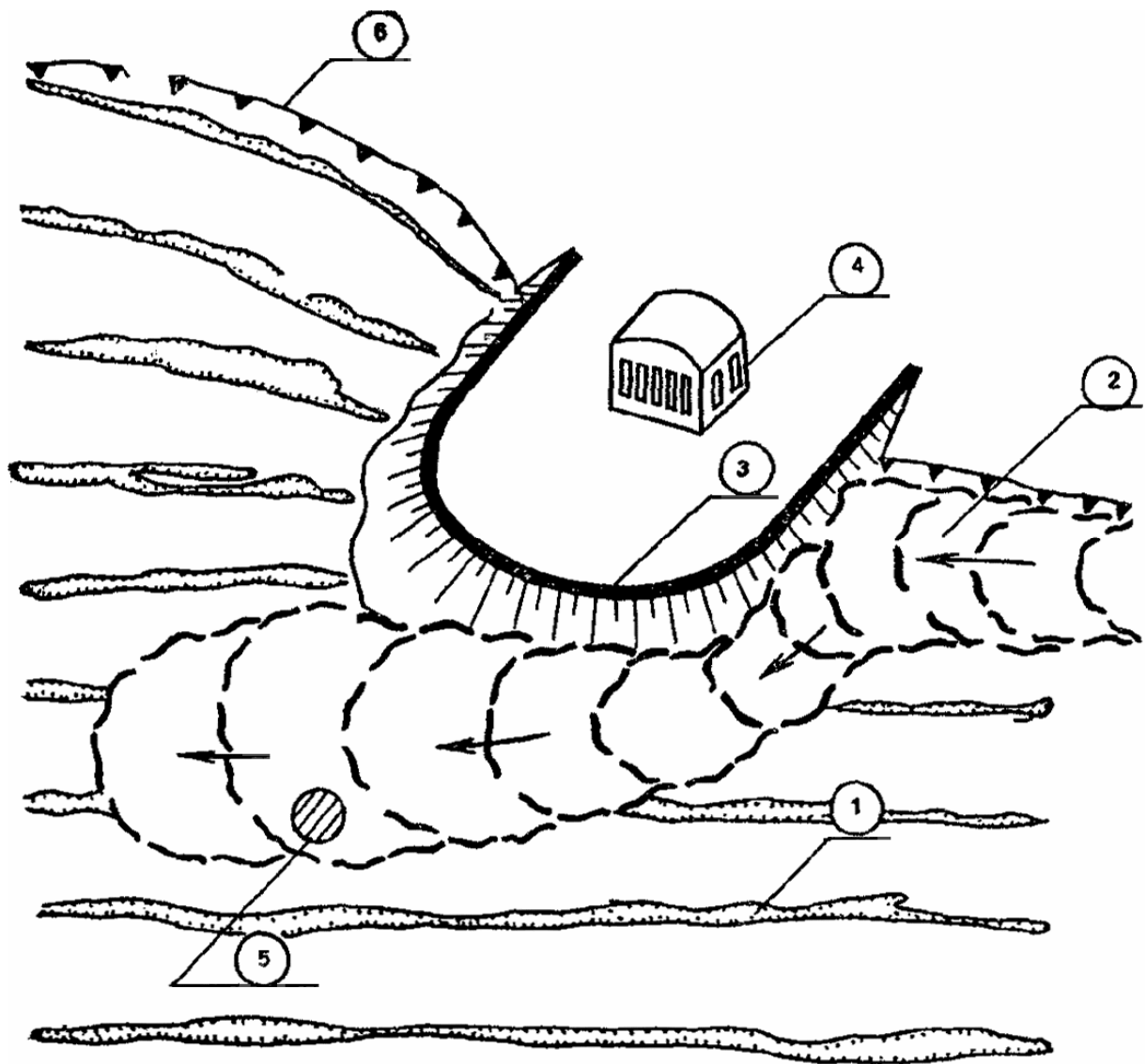


Рис. 47. Схема возможной картины обтекания вдольбереговыми и градиентными течениями берегозащитных сооружений водозабора с самотечными или сифонными водоводами

1 - фронт гребней волн; 2 - вдольбереговое течение; 3 - волнозащитные сооружения; 4 - насосная станция; 5 - водоприемники; 6 - берег

3.84. На водозаборах с береговыми водоприемниками (рис. 48), устраиваемых на устойчивых берегах и прибрежных склонах, при размещении волнозащитных сооружений, не выходящих за пределы  $2H_{кр}$ , вдольбереговые течения обычно обтекают последние непосредственно в месте водоотбора. В этих случаях, независимо от глубин в месте расположения водоприемных устройств, в них будут преимущественно захватываться массы воды, транспортируемые вдольбереговыми течениями в прибойной зоне.



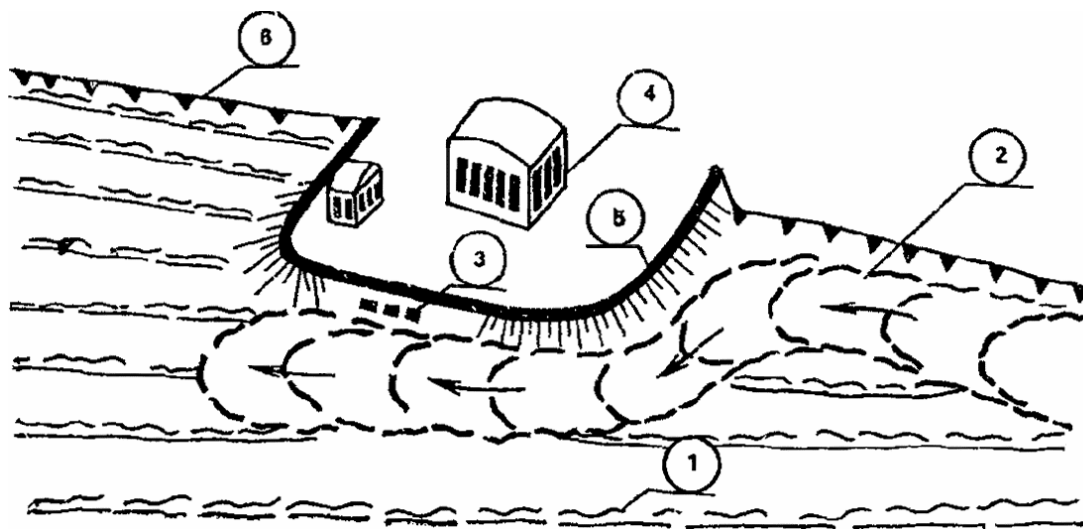


Рис. 48. Схема возможной картины обтекания берегозащитных сооружений водозабора берегового типа

1 - фронт волн; 2 - вдольбереговые течения; 3 - водоприемные окна водозабора; 4 - насосная станция; 5 - берегозащитные сооружения; 6 - берег

3.85. На водозаборах с подводным каналом, огражденным волнозащитными дамбами (рис. 49), вдольбереговые и градиентные течения, как и в ранее описанных случаях, при косом подходе волн обтекают упомянутые дамбы. В подводный канал независимо от длины дамб поступают преимущественно массы воды, транспортируемые вдольбереговыми течениями в прибойных зонах.

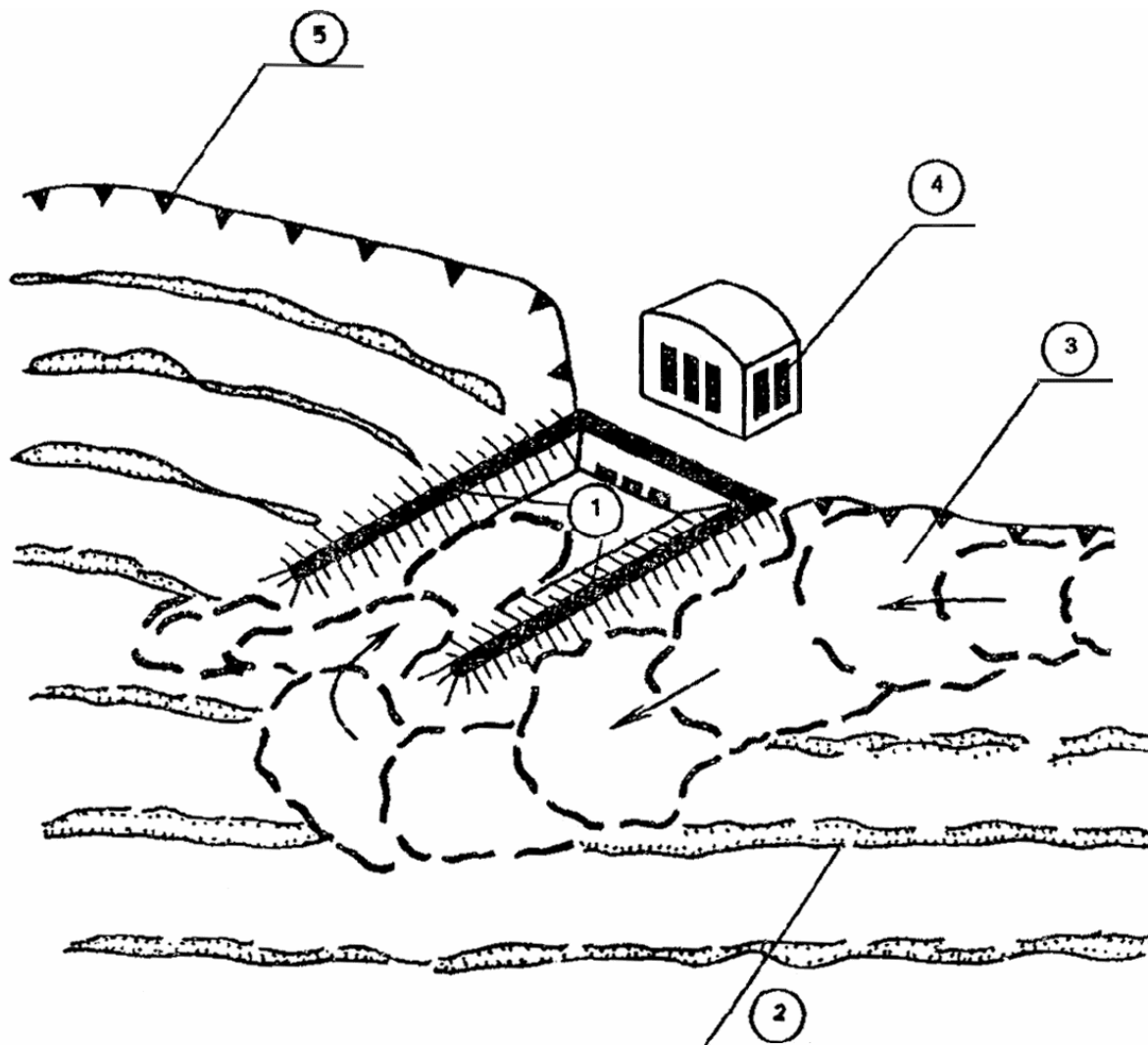


Рис. 49. Схема возможной картины обтекания вдольбереговыми и градиентными течениями дамб, ограждающих подводный канал



1 - ограждающие дамбы; 2 - фронт гребней волн; 3 - вдольбереговое течение; 4 - насосная станция; 5 - берег

3.86. Почти аналогичная картина обтекания дамб, ограждающих подводящий канал (рис. 50), наблюдается и при наличии волнолома.

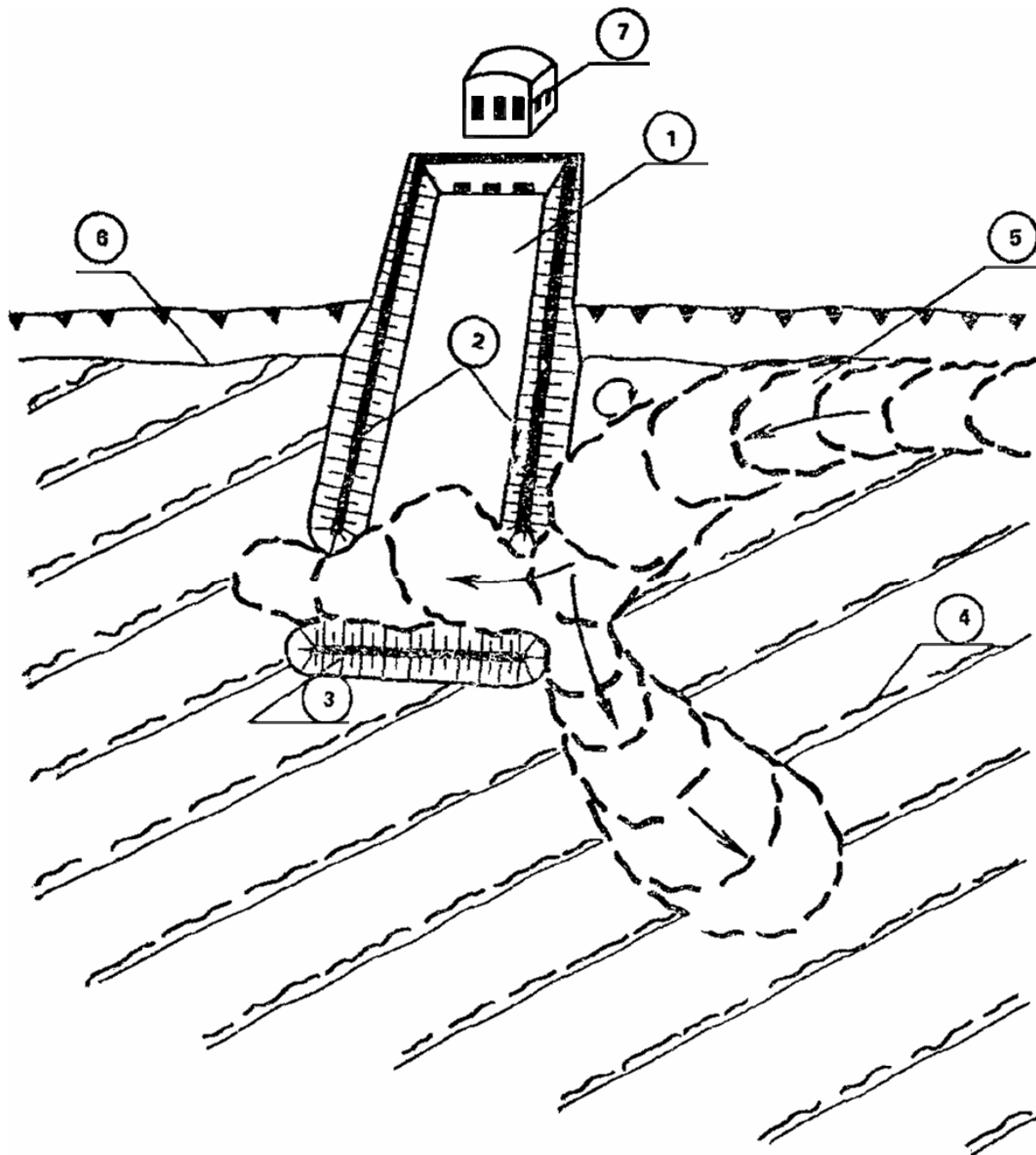


Рис. 50. Схема возможной картины обтекания вдольбереговыми и градиентными течениями дамб и волнолома, ограждающих подводящий канал

1 - подводящий канал; 2 - ограждающие дамбы; 3 - волнолом; 4 - фронт гребней волны; 5 - вдольбереговое течение; 6 - предельная высота наката волн; 7 - насосная станция

3.87. В ряде случаев, когда вдольбереговая миграция наносов незначительна и не ожидается аккумуляция наносов между прилегающим прибрежным склоном и ограждающей волнозащитной дамбой, искривлением ее голов (рис. 51) удастся отклонить вдольбереговое и градиентное течения от входа в подводящий канал.

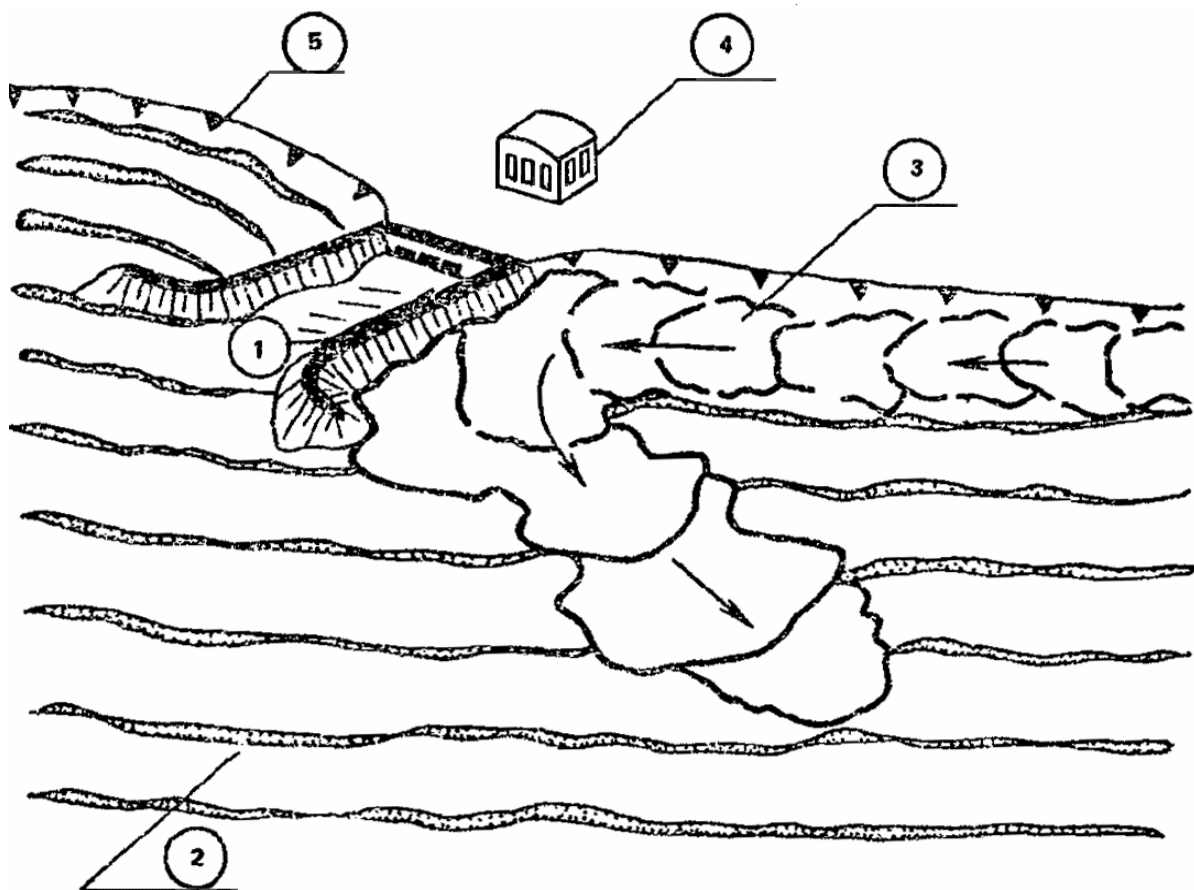


Рис. 51. Схема возможной картины отклонения вдольбереговых и градиентных течений ограждающими дамбами

1 - ограждающие дамбы; 2 - фронт гребней волн; 3 - вдольбереговое течение; 4 - насосная станция; 5 - берег

**3.88.** При косом подходе волн размещение волнозащитных сооружений на глубинах больших  $H > H_{кр}$ , как показывают результаты лабораторных исследований и практика эксплуатации водозаборов, приводит к местному нарушению бытового режима течений и миграции наносов на избранном участке водоема. При этом с увеличением глубин воды в месте размещения волнозащитных сооружений интенсивность аккумуляции наносов на одних участках, а также переработка берега и прибрежного склона на других возрастают.

**3.89.** Во всех случаях наиболее обоснованным инженерным решением следует считать то, при котором не нарушается или незначительно нарушается сооружениями бытовой режим избранного участка водоема на период эксплуатации водозабора.

**3.90.** Эффективного отклонения вдольбереговых и градиентных течений от места водоотбора инженерными сооружениями удастся достичь только при наличии резкого падения глубины в месте их расположения и незначительной вдольбереговой миграции наносов.

### Классификация условий забора воды

**3.91.** Надежность забора воды заданного расхода и качества определяется в первую очередь местными условиями избранного участка водоема.

**3.92.** Местные условия избранного участка водоема могут изменяться вследствие последующей переработки берегов и прибрежных склонов, аккумуляции продуктов переработки, строительства инженерных сооружений в пределах прибрежной зоны, усиления биологической активности и других факторов.

**3.93.** Основными факторами, определяющими условия отбора воды, как показано в [пп. 3.79-3.90](#), являются сосредоточенные течения, периодически появляющиеся в прибрежных зонах водоема.

**3.94.** Местные условия избранного участка водоема подразделяют на легкие, средние, тяжелые и очень тяжелые.

Основные характеристики этих условий приведены в [табл. 15](#).

Таблица 15

Условия забора воды	Местные условия избранного или заданного участка водоема		
	устойчивость берегов и прибрежных склонов; мутность воды, мг/л; аккумуляция наносов	шуга и лед	другие факторы
Легкие	Берега, прибрежные склоны и ложе водоема устойчивы; мутность $\bar{\rho} \leq 500$	Отсутствие внутриводного ледообразования, ледостав устойчивый	Отсутствие в водоеме обрастателей (ракушек), водорослей, малое количество загрязнений и сора
Средние	Мутность $\bar{\rho} \leq 1500$ , берег и прибрежный склон устойчивы, периодическая деформация склона $\pm 0,5$ м, вдольбереговая миграция	Ледостав устойчивый, мощность до 1,2 м, местное переохлаждение воды в предледоставный период, не вызывающие перебоев в работе водозабора	Наличие сора, водорослей, обрастателей и загрязнений в количествах, не вызывающих помехи в работе водозабора
Тяжелые	Мутность $\bar{\rho} \leq 5000$ , значительная переработка берега и прибрежного склона с вдольбереговой миграцией наносов	Ледостав не устойчивый, местное переохлаждение воды в предледоставные периоды, вызывающие перебои в работе водозабора. Навалы и торошение льда в прибрежной зоне	Наличие сора, водорослей, обрастателей и других загрязнений в количествах, затрудняющих работу водозабора и сооружений водопровода
Очень тяжелые	Мутность $\bar{\rho} \leq 5000$ , интенсивная переработка берега и прибрежного склона с вдольбереговой и поперечной миграцией наносов. Наличие или возможность оползневых явлений	Полное переохлаждение воды в прибрежной зоне. Навалы и торошение льда с заполнением прибрежной зоны шугольдом	То же, но с чрезмерно высоким содержанием водорослей и планктона, приводящим к необходимости прекращения водоотбора

## 4. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

### Классификация, категории и требования, предъявляемые к водозаборам

**4.1.** Водозаборы из поверхностных источников различают по:

виду водоисточника - из водотоков (равнинных, предгорных и горных рек и каналов), из водоемов (морей, озер, водохранилищ и водохранилищ-охладителей);

назначению - хозяйственно-питьевые, промышленные, ирригационные, теплоэнергетические и др.

категории обеспеченности подачи воды;

компоновке его основных элементов - совмещенные (компонуются в одном сооружении) и отдельные (комплекс сооружений);

месту расположения водоприемника - береговые, русловые, выносные (на водоемах);

типу или схеме водозабора - береговая насосная станция с самотечными или сифонными водоводами и водоприемниками, вынесенными в водоисточник (криб), с водопремным ковшом (ковшовые), с открытым или огражденным подводным каналом, фильтрующие, инфильтрационные, комбинированные и др.;

способу приема воды в водоприемник - с верхним, боковым, нижним, лобовым и низовым приемом воды;

условиям приема воды в водоприемник - поверхностный, глубинный или селективный (послойный) и донный;

положению водоприемника - незатопленный, временно затопляемый и затопленный;

материалу, из которого изготавливаются, водоприемники - железобетонные, бетонные, металлические, деревянные и др.;

конструктивным особенностям водоприемника - с вихревой камерой, щелевые, ряжевые, раструбные, трубчатые, зонтичные и др.;

степени воздействия на природные условия водоисточника - активные и пассивные;

характеру подвижности - стационарные, плавучие и фуникулерные;

сроку эксплуатации - постоянные и временные.

При необходимости увеличения глубин воды и регулирования стока устраивают приплотинные водоприемники, которые могут быть как в теле плотины, так и за пределами его.

**4.2.** Водозаборы по обеспеченности подачи воды подразделяют на три категории ([табл. 16](#)).

Таблица 16

Категория водозаборов	Режим подачи воды
I	Допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком; длительность снижения подачи не свыше трех сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов, но не более чем на 10 мин.
II	Снижение подачи воды допускается в тех же пределах, что и при I категории; длительность снижения подачи не свыше 15 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч
III	Допускается снижение подачи воды в тех же пределах, что и при I категории; длительность снижения подачи не свыше 15 сут. Перерыв или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

**4.3.** Класс сооружений, устанавливаемый в зависимости от категории обеспеченности подачи воды, можно определить по [табл. 17](#).

Таблица 17

Категория водозабора	Класс сооружений, входящих в комплекс водозабора	
	основные	второстепенные
I	I	II
II	II	III
III	III	IV

Примечание. К основным следует относить сооружения, при частичном разрушении которых водозабор не обеспечит расчетную подачу воды потребителям (водоприемные устройства, самотечные и сифонные водоводы, насосные станции); к второстепенным - сооружения, частичное разрушение которых не приведет к снижению подачи воды потребителям (запасные водоприемные устройства, ограждающие элементы водоприемных ковшей, берегоукрепление и др.).

**4.4.** Класс водоподъемных и водохранилищных плотин, входящих в состав водозаборного гидроузла, следует принимать в соответствии со СНиП 1.02.07-87:

для водозаборов I категории - II класс

» » II » - III »

» » III » - IV »

**4.5.** Для сооружений принимаются соответствующие коэффициенты надежности, учитываемые в расчетах прочности, устойчивости и т. п. в зависимости от класса.

**4.6.** Сооружения, входящие в комплекс водозабора, должны включаться в проект в зависимости от производительности, категории обеспеченности подачи воды, гидрологической характеристики водоисточника с учетом максимальных и минимальных уровней воды ([табл. 18](#)), а также требований органов санитарно-эпидемиологической службы по регулированию использования и охраны вод, охраны рыбных запасов и водного транспорта;

Таблица 18

Категория водозаборов	Обеспеченность расчетных уровней воды в поверхностных источниках, %	
	максимальных	минимальных
I	1	97
II	2	95
III	3	90

**4.7.** Схема водозабора и тип водоприемных устройств принимаются в [табл. 19](#) в зависимости от требуемой категории обеспеченности подачи воды и сложности природных условий ее забора.

Таблица 19

Тип водоприемных устройств	Категория водозаборных сооружений при природных условиях забора воды								
	легких			средних			тяжелых		
	Схема водозабора								
	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1. Береговые незатопляемые водоприемники с водоприемными отверстиями, всегда доступными для обслуживания с необходимыми ограждающими и вспомогательными сооружениями и устройствами	I	-	-	I	-	-	II	I	I
2. Затопленные водоприемники всех типов, удаленные от берега, практически недоступные в отдельные периоды года	I	-	-	II	I	-	III	II	I
3. Нестационарные водоприемные устройства типа:									
плавучего	II	I	-	III	III	II	-	-	-
фуникулерного	III	II	-	-	-	-	-	-	-

Примечания: 1. Таблица составлена для водозаборов, устраиваемых по трем схемам: схема «а» - в одном створе; схема «б» - то же, но при нескольких водоприемниках, снабженных средствами борьбы с

шугой, наносами и другими затруднениями забора воды; схема «в» - в двух створах, удаленных на расстояние, исключающее возможность одновременного перерыва забора воды.

2. В водозаборных сооружениях I и II категории следует предусматривать секционирование водоприемной части.

**4.8.** Повышение категории водозабора с затопленными водоприемниками на единицу допускается в случаях:

размещения водоприемников в затопляемом, самопромываемом водоприемном ковше;

изыскания мероприятий, исключающих проникновение течений, выходящих из прибойной зоны водоема к месту расположения водоприемных устройств;

подвода к водоприемным отверстиям теплой воды в количестве не менее 20 % забираемого расхода и применения специальных наносозащитных устройств;

обеспечения надежной системы обратной промывки сороудерживающих решеток, рыбозаградительных устройств водоприемников и самотечных водоводов.

**4.9.** Выбор схемы и компоновки водозаборного сооружения в тяжелых и очень тяжелых местных условиях следует принимать на основе лабораторных и натурных исследований.

**4.10.** Использование пассивных водозаборных сооружений или таких компоновок и конструктивных элементов, которые не нарушают или сводят до минимума нарушение бытового режима водоисточника, в ряде случаев позволяет в тяжелых и даже очень тяжелых условиях забора воды обеспечить их высокую категорию. Так при интенсивной, переработке берегов, прибрежных склонов и вдольбереговых наносов вынос насосной станции за пределы ожидаемой переработки (без устройства берегозащиты) и размещение водоприемников вне зоны действия сосредоточенных течений, выходящих из прибойных зон, позволяют обеспечить водозабор I категории.

**4.11.** В свою очередь использование активных водозаборных сооружений или таких компоновок и конструктивных элементов (ковшей, порогов, шпор, дамб, открылков и др.), которые позволяют улучшить местные условия забора воды (более ранний ледостав, отброс от места водоотбора в водоисточник масс воды с повышенным содержанием наносов, сора, шугольда и др.), дает возможность повысить их категорию.

**4.12.** Конструкция водозабора должна:

обеспечивать забор из водоисточника расчетного расхода воды и подачу его потребителю;

защищать систему водоснабжения от попадания в нее сора, планктона, наносов, ракушки, шугольда и пр.;

обеспечивать защиту молоди рыб от гибели и травмирования, пропуск проходных рыб к нерестилищам на водоисточниках рыбохозяйственного назначения;

быть прочной, устойчивой и долговечной.

**4.13.** Водоприемные устройства водозабора должны сохранять работоспособность в условиях возникновения возможных осложнений, вызванных:

снижением глубин или расходов воды в водоисточнике;

образованием в потоке внутриводного льда и шуги, шугозаполнением русла, а также транспортированием потоком наносов, сора, карчей, топляков и т. п.;

судоходством, лесосплавом, регулированием стока на ГЭС;

отбором воды для других целей;

захватом загрязнений водоема;

переформированием русла или побережья водоема;

волнением, вдольбереговыми перемещениями наносов, нагоном сора и льда;

развитием ракушки, планктона, захватом водорослей;

развитием или деградацией границы вечномерзлых грунтов, наледеобразованием, заторами, торошением и навалами льда.

**4.14.** Входящие в комплекс сооружений водозабора насосные станции должны удовлетворять требованиям разд. 7 [СНиП 2.04.02-84](#).

## Основные типы водоприемных устройств

**4.15.** Эффективность работы водоприемных отверстий, оборудованных сороудерживающими решетками, фильтрующими кассетами или рыбозащитными сетками, зависит от скорости втекания воды в них, их расположения относительно направления течения и поверхности уровня воды в водоисточнике, а также от наличия у отверстия козырьков, порогов, ребер и других элементов.

**4.16.** Наибольшее распространение получили водоприемники, водоприемные отверстия которых расположены вертикально. Применяют также водоприемники с наклонно и горизонтально расположенными отверстиями с поступлением воды сверху вниз и в обратном направлении.

**4.17.** В условиях мелководных зон водоемов при заборе через горизонтально расположенные отверстия с поступлением воды сверху вниз бывает трудно избавляться от появления воронок и вихрей, захвата переохлажденных в предледоставные периоды или нагретых и засоренных планктоном поверхностных слоев воды. Забор воды в вертикально расположенные отверстия, в особенности снабженные горизонтальными козырьками, лишен этих недостатков и наиболее удобен для селективного водоотбора, не нарушающего температурную стратификацию воды.

**4.18.** Горизонтально расположенные отверстия с поступлением воды снизу вверх усиливают забор воды из придонных слоев и создают наилучшие условия для удаления засорений с решеток.

**4.19.** Для вертикально расположенных водоприемных отверстий необходимо различать схемы бокового, низового (против направления течения речного потока), лобового (по направлению течения речного потока) и промежуточную схему забора воды, характеризующуюся углом отвода  $\varphi$ ; эти схемы следует рассматривать для промываемого и непромываемого порогов водоприемных отверстий.

**4.20.** Горизонтально расположенные в речном потоке отверстия могут быть приподнятыми над дном с поступлением воды или сверху вниз, или снизу вверх и донными, т. е. с поступлением воды только сверху вниз.

Отверстия для приема воды находятся в разных частях толщи набегающего потока. Различно ориентированные отверстия по-разному засоряются плавающим в воде сором, поверхностной и глубинной шугой и донными наносами. Это важное обстоятельство требует учета при проектировании водоприемников.

**4.21.** При лобовом заборе воды в водоприемники обычно водоприемные отверстия забиваются сором и глубинной шугой, а при низовом заборе с непромываемым порогом - донными наносами.

Низовой отбор с промываемым порогом оказывается наиболее эффективным, так как обеспечивает наилучшие условия для транзита по руслу шуги и наносов.

Донный забор воды, который применяют при очень малых глубинах потока, всегда оказывается вынужденным.

**4.22.** Наиболее распространен боковой прием воды, при котором могут быть созданы благоприятные условия для ее забора. Для обеспечения хорошего обтекания водоприемника необходимо очерчивать его лобовую грань по эллипсу с соотношением полуосей 1 : (1,5-2) или выполнять ее полигональной, вписывая отдельные прямые части в тот же эллипс.

**4.23.** В схеме бокового забора на равномерность втекания воды в отверстие большое влияние оказывает конструкция сороудерживающей решетки. Втекание воды в отверстия оказывается весьма неравномерным в случаях установки в них решеток с круглыми вертикальными стержнями и горизонтальными стержнями любой формы. Если вертикальные стержни решетки выполнены из полос, а ширина стержней не меньше просвета между ними, решетка становится своеобразным струнаправляющим аппаратом, который создает по всей ширине водоприемного отверстия вполне равномерное втекание воды.



## Затопленные водоприемники и водоводы

**4.24.** Затопленные водоприемники получили преимущество в практике проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов. Одним из недостатков этих водоприемников является недоступность их обслуживания при возможной аварийной ситуации в период шуголедовых явлений в водоисточнике, засорения водоприемных отверстий и аккумуляции наносов в месте их расположения.

**4.25.** Верх водоприемника размещается на отметке не менее 0,2 м ниже минимальной отметки нижней поверхности льда. В случаях размещения водоприемника в пределах судового хода его конструктивная схема согласуется с судовой инспекцией.

**4.26.** Конструктивное оформление водоприемников должно отвечать гидрологическим и гидравлическим условиям потока. Водоприемник в водоисточнике должен располагаться таким образом, чтобы создавались благоприятные условия для селективного водоотбора, защиты водоприемных окон от наносов, шуги, мусора и рыбной молоди.

**4.27.** Водоприемники с вихревой камерой, щелевые, раструбные позволяют обеспечить равномерность скоростей или удельных расходов по всей длине водоприемного фронта, резко улучшать условия селективного водоотбора, а в ряде случаев и обратную промывку сороудерживающих решеток и фильтрующих элементов.

**4.28.** Гидравлические расчеты водоприемников выполняют для определения:  
гидравлических характеристик режима работы;  
размеров водоприемных отверстий, диаметров самотечных или сифонных водоводов и других конструктивных элементов;  
потерь напора в водоприемнике и подводящей системе водоводов;  
наивысшей отметки оси насосов;  
степени неравномерности отбора воды.

**4.29.** Гидравлические расчеты производят для нормальных и особых условий эксплуатации водозаборов, в том числе и затопленных водоприемников.

Под нормальными условиями подразумевается одновременная работа всех секций водозабора, кроме резервных.

При особых условиях эксплуатации одна из двух секций предполагается выключенной, на водозаборах I категории проходит весь расчетный расход забираемой воды, а на II и III проходит 70 % по другой секции при минимально возможном уровне воды в источнике.

**4.30.** Размеры элементов водозабора определяют применительно к нормальным условиям работы, а расчеты потерь напора и наивысшей допустимой отметки оси насосов, наоборот, выполняют применительно к особым условиям.

**4.31.** Размеры водоприемных окон или щелей следует определять по среднему удельному расходу или скорости втекания воды в водоприемные отверстия (в свету), сороудерживающие решетки, сетки или в поры фильтров с учетом требований рыбозащиты.

Допустимые скорости втекания воды в водоприемные окна без учета требований рыбозащиты следует принимать для средних и тяжелых условий забора воды соответственно:

в береговые незатопляемые водоприемники - 0,6-0,2 м/с;

в затопляемые водоприемники 0,3-0,1 м/с.

С учетом требований рыбозащиты в водотоках со скоростями течения свыше 0,4 м/с допустимая скорость втекания 0,25 м/с; менее 0,4-0,1 м/с.

Для очень тяжелых шуголедовых условий скорость втекания воды в водоприемные окна следует снижать до 0,06 м/с.

**4.32.** Площадь водоприемных отверстий  $\Omega_{бр}$ , м<sup>2</sup>, определяют при одновременной работе всех секций водозабора (кроме резервных) по формуле

$$\Omega_{бр} = 1,25(Q_p/v)K, \quad (97)$$



где  $v$  - скорость втекания в водоприемные отверстия, м/с, отнесенная к их сечению в свету; 1,25 - коэффициент, учитывающий засорение отверстий;  $Q_p$  - расчетный расход одной секции, м<sup>3</sup>/с;  $K$  - коэффициент, учитывающий стеснения отверстий стержнями

$$K = \left( \frac{a+c}{a} \right)^2$$

решеток или сеток, принимаемый: для решеток  $K = (a+c)/a$ , сеток -  $K = \left( \frac{a+c}{a} \right)^2$ ; где  $a$  - расстояние между стержнями в свету, см;  $c$  - толщина стержней, см.

В водоприемниках с фильтрующими кассетами или фильтром его следует определять по [формуле \(97\)](#) при значениях коэффициента  $K = 1/p$ , где  $p$  - пористость фильтра, принимаемая для гравийно-щебеночных фильтров 0,3-0,5, порозластовых 0,25-0,35, керамзитовых - 0,3-0,45, полиэтиленовых - 0,4-0,5, керамзитобетонных - 0,2-0,4.

**4.33.** Водоприемники должны быть защищены от подмыва обтекающим потоком устройством заглубленного основания и креплением ложа водоисточника вокруг них.

Устойчивость ложа или крепления для равнинных рек определяют по формуле

$$v_n = 1,65K_p \left( d_{10} H / \bar{d}^2 \right)^{0,25} \sqrt{g\bar{d}}, \quad (98)$$

где  $v_n$  - неразмывающая скорость, м/с;  $d_{10}$  - наибольший диаметр отложений, м, содержащийся в смеси не более 10 %;  $K_p = \sqrt{1 + 3\rho^{2/3}}$  - коэффициент, учитывающий содержание взвеси в потоке.

Эта формула рекомендуется при незначительной интенсивности турбулентности или при равнинных водотоках.

В условиях водоемов неразмывающие скорости определяются суммарной величиной орбитального движения жидкости и средних скоростей течений в придонном слое с помощью графика (см. [рис. 39](#)).

Для потоков с повышенной турбулентностью или предгорных и горных рек допускаемые неразмывающие скорости рекомендуется определять по формулам:

для ложа, сложенного из несвязных грунтов или каменного крепления

$$v_n = \left( \lg \frac{8,8H}{\bar{d}} \right) \sqrt{\frac{2gm}{0,88\rho n} [(\rho_k - \rho)\bar{d} + 2C_k K]}; \quad (99)$$

для ложа, сложенного из связных грунтов или соответствующего крепления

$$v_n = \left( \lg \frac{8,8H}{\bar{d}} \right) \sqrt{\frac{2gm}{2,6\rho n} [(\rho_k - \rho)\bar{d} + 1,25C_k K]}; \quad (100)$$

где  $m$  - коэффициент, величина которого  $m = 1$  - для чистых потоков и 1,4 - при наличии наносов и коллоидальном состоянии;  $n$  - коэффициент, учитывающий пульсацию потоков, величина которого определяется по формуле

$$n = 1 + \bar{d} / (0,00005 + 0,3\bar{d}); \quad (101)$$

$\rho_k$  - плотность материала или крепления, т/м<sup>3</sup>;  $C_k = 175/10^{10}$  - величина усталости прочности на разрыв материала;  $K = 0,5-0,75$  - коэффициент, учитывающий вероятность отклонения показателя сцепления от его средней величины.

**4.34.** Расчет диаметров водоводов производится по величинам допускаемых скоростей в условиях нормального режима работы водозабора и выполняется по формуле

$$D = \sqrt{Q_p / (0,785v_p)}, \quad (102)$$

где  $Q_p$  - расчетный расход одной секции, м<sup>3</sup>/с;  $v_p$  - расчетная скорость, м/с.

**4.35.** Скорости в самотечных водоводах должны быть проверены на незаиляемость

по формуле

$$v \geq v_{кр} = \sqrt{\frac{K_p w_r D}{0,11 \geq \left(1 - \frac{w_r}{v_*}\right)^{4,3}}}, \quad (103)$$

где  $K_p$  - коэффициент, учитывающий содержание наносов;  $v_* \approx 0,07v$ .

**4.36.** Сифонные водоводы рассчитываются в следующей последовательности: разность уровней воды в водоисточнике и колодце (рис. 52) - по формуле

$$H = h_d + \Sigma h_m, \quad (104)$$

где  $h_d$  - потери напора по длине;  $\Sigma h_m$  - сумма местных потерь;

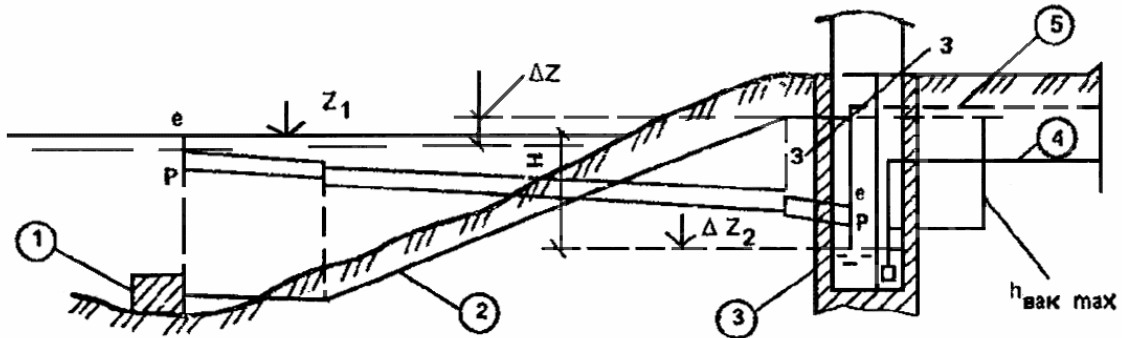


Рис. 52. Схема водозабора с сифонным водоводом

1 - водоприемник; 2 - сифонный водовод; 3 - береговой водоприемный колодец; 4 - всасывающий водовод; 5 - водовод для зарядки сифона; e-e - напорная линия; P-P - пьезометрическая линия.

величина вакуума в водоводе - по формуле

$$h_{вак} = \Delta z + (1 + \zeta')v^2/2g, \quad (105)$$

где  $\Delta z$  - превышение рассматриваемого сечения сифона над уровнем воды в водоисточнике, питающем сифон;  $\zeta'$  - коэффициент сопротивления сифона от входа только до рассматриваемого сечения;

расход воздуха  $Q_v$ , л/с, выделяющегося из воды в сифонах, - по формуле

$$Q_v = 0,01 Q_p K_v, \quad (106)$$

где  $Q_p$  - расчетный расход воды в сифонных линиях, л/с;  $K_v$  - коэффициент, учитывающий выделение воздуха из 100 л воды, принимаемый в зависимости от величины вакуума в водоводах (табл. 20).

Таблица 20

$P_{вак}$ , кПа	0	9,8	19,6	29,4	39,2	49	58,8	68,6	78,4	88
$K_v$	1,5	1,67	1,87	2,14	2,5	3	3,75	5	7,5	15

где  $P_{вак}$  - атмосферное давление, кПа.

Наибольшая величина вакуума, которая будет в самом высоком и удаленном от входа сечении, - по формуле

$$h_{вак.мак} = \Delta z_{мак} + (1 + \zeta'_3)v^2/2g, \quad (107)$$

где  $\zeta'_3$  - коэффициент сопротивления сифона до сечения 3-3;  $\zeta'_3 = \zeta_{вх} + 3\zeta_{кол} + \lambda l_{0-3}/d$  ;  
максимально допустимый вакуум - по

$$h_{вак.мак} \leq h_{вак.доп}. \quad (108)$$

При назначении допустимого вакуума  $h_{вак.доп}$  следует исходить из минимально

возможного атмосферного давления для данной местности и учитывать пульсацию вакуума. Отклонение атмосферного давления от нормального на рассматриваемой высоте доходит до 5 % (табл. 21)

Таблица 21

Высота над уровнем моря, м	0	100	200	300	400	500	600	800	1000	1500	2000
Атмосферное давление $P_{\text{вак}}$ , кПа	101	100	99	97,5	96,5	95	94	92	90	84,5	80

Полуразмах пульсации вакуума при работе сифона полным сечением составляет около 10 % осредненного вакуума, тогда

$$h_{\text{вак.доп}} = (0,86P_a - 0,91P_3)/\rho g, \quad (109)$$

где  $P_3$  - давление парообразования.

**4.37.** Пропускная способность водоводов в период эксплуатации снижается иногда до 50 % расчетной и даже ниже. Вследствие коррозии и обрастания водоводов шероховатость со временем увеличивается.

**4.38.** Для всех видов водоприемников производится расчет наивысшей допустимой отметки оси насоса по формуле

$$\nabla_{\text{он}} = \nabla_{\text{нуб}} + h_{\text{вс}} - \Sigma h_f - h_v, \quad (110)$$

где  $\nabla_{\text{нуб}}$  - отметка наинизшего уровня воды в водоисточнике;  $h_{\text{вс}}$  - допустимая высота всасывания насосов, определяемая по каталогу;  $\Sigma h_f$  - сумма всех потерь напора от входа в водоприемник до насоса;  $h_v$  - скоростной напор при входе воды в насос.

Местные потери напора определяют по формуле

$$h_f = \zeta v_p^2 / 2g. \quad (111)$$

При этом скорости течения  $v_p$  определяют по наибольшему расходу в одной из секций водоприемника  $Q_p = mQ_v$ , где  $m = 0,7-1$ ,  $v_p = Q_p / (0,785D^2)$ .

Коэффициенты местного сопротивления  $\zeta$  принимают по справочным данным.

**4.39.** В тяжелых или очень тяжелых условиях забора воды, когда возможна закупорка водоприемных отверстий, целесообразно принять в запас возможное дополнительное понижение ее уровня в береговом колодце до 1 м.

#### Водоприемники с вихревыми камерами

**4.40.** В последние годы в практике проектирования разработаны типовые проекты водоприемников с вихревыми камерами и производительностью до 5 м<sup>3</sup>/с в нескольких вариантах исполнения.

**4.41.** Основным элементом упомянутых водоприемников является вихревая камера с переменным расходом вдоль пути, с переменным или постоянным поперечным сечением и соответственно с постоянной или переменной высотой щели (рис. 53).

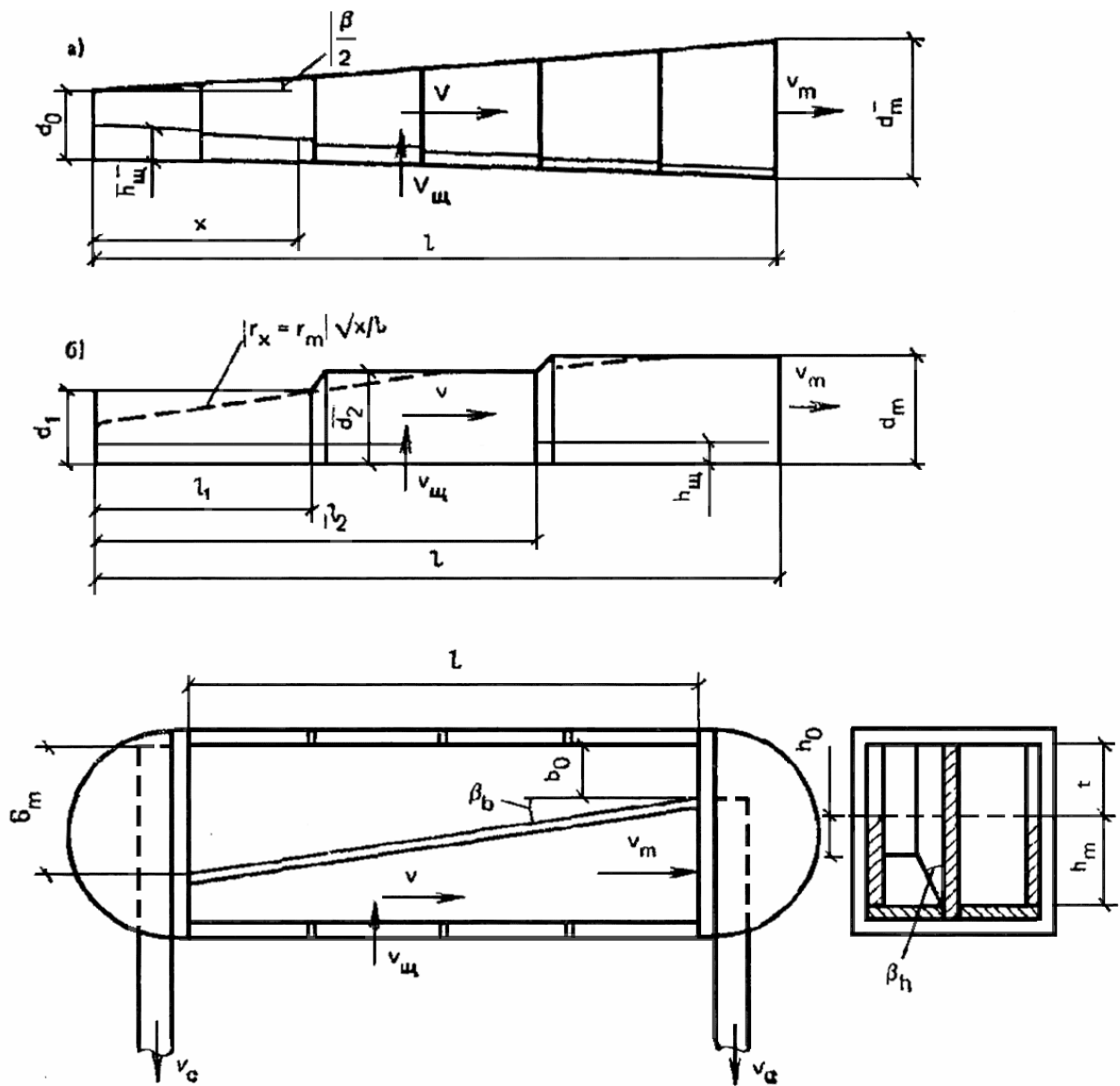


Рис. 53. Расчетные схемы водоприемников с вихревыми камерами

*a* - конической; *б* - телескопической; *в* - открытой

**4.42.** Расчет основных размеров вихревой конической или цилиндрической камеры начинается с определения ее диаметра и длины. Наибольший диаметр камеры определяют по формуле

$$d_m = 2\sqrt{Q_B / \pi v_m}, \quad (112)$$

где  $v_m$  принимают несколько меньше расчетной скорости в водоводе.

Диаметр тупикового торца камеры находится либо заданным углом конусности в пределах  $0-5^\circ$  для конических и пирамидальных камер, либо из соотношения

$$d_0 \geq 0,6d_m. \quad (113)$$

Длина камеры связана с наибольшим диаметром

$$l \leq (6 - 10)d_m. \quad (114)$$

**4.43.** Полученная длина камеры (водоприемного фронта) из-за ее относительно большой протяженности, осложняющейся оборудованием водоприемных отверстий сороудерживающими решетками или другими приспособлениями, разбивается на отдельные панели с таким расчетом, чтобы водоприемные отверстия приближались по очертаниям к квадратным.

**4.44.** В общем случае средние скорости во входной щели определяют по формуле

$$v_{\text{щ}} = (1,00 - 1,15) v_m \approx v_c, \quad (115)$$

а необходимую площадь щели по формуле

$$\omega_{\text{щ}} = \bar{h}_{\text{щ}} l = Q_{\text{в}}/v_0 = Q_{\text{в}}/115v_m \approx Q_{\text{в}}/v_c, \quad (116)$$

где  $v_c$  - скорость в самотечной трубе.

**4.45.** По [формуле \(116\)](#) можно получить среднюю высоту щели по длине всей вихревой камеры. В пирамидальных, конических и цилиндрических камерах она непостоянна ([рис. 54](#)), ее величина уменьшается от заглушенного торца в сторону самотечного водовода:

- пирамидальной с углом конусности  $\beta = 5^\circ 15'$ ;
- конической  $\beta = 4^\circ 15'$ ;
- цилиндрической  $\beta = 0^\circ$ ;

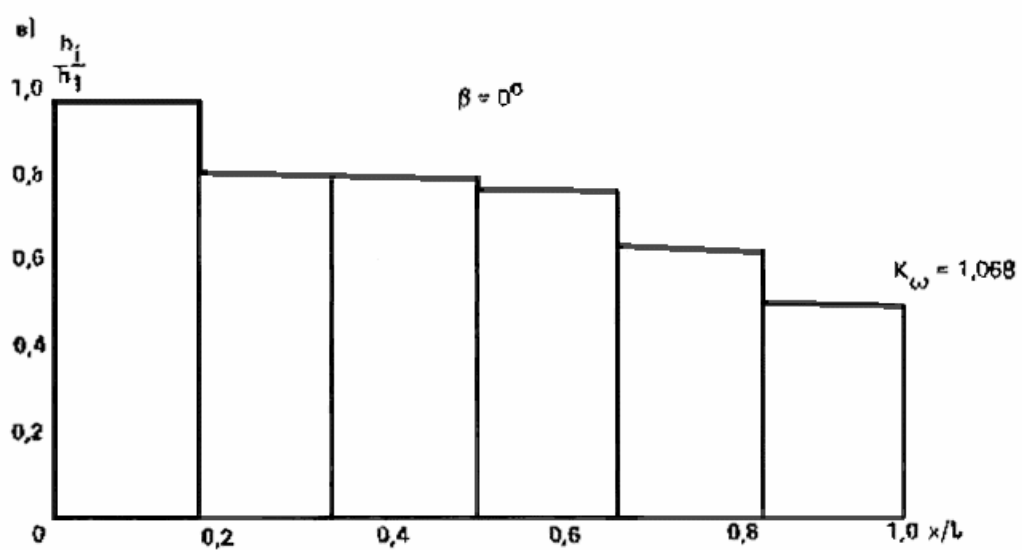
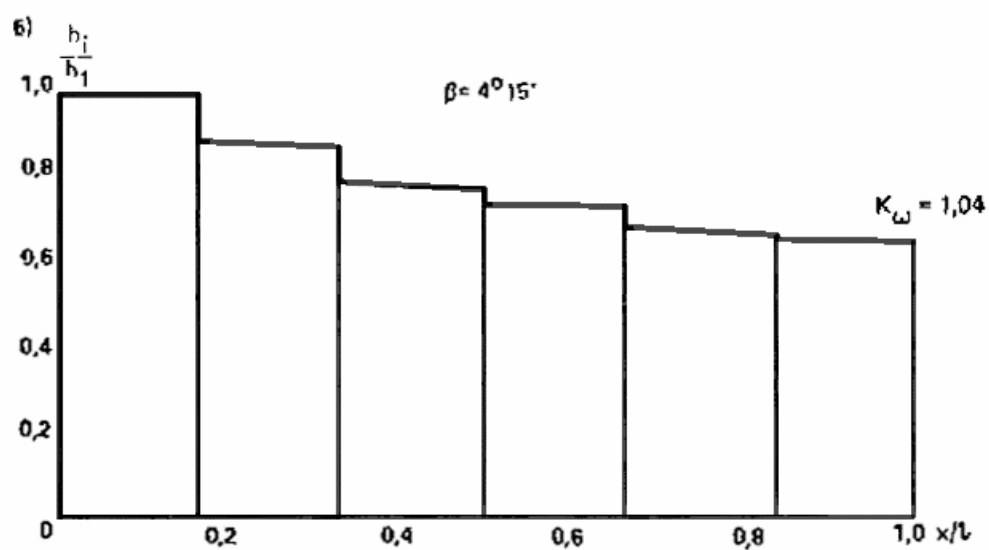
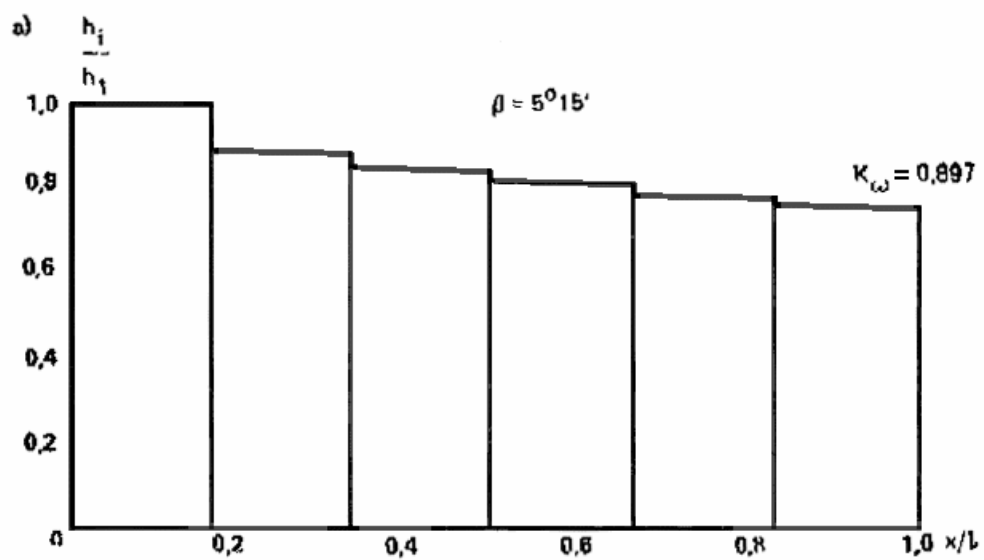


Рис. 54. Расчетные схемы телескопических вихревых камер для разных  $K_\omega$  (a - в)

**4.46.** В телескопических вихревых камерах при одинаковых исходных параметрах (112) и (116) величина щели постоянной высоты определяется по формуле

$$h_{щ} = \omega_{щ} / l = 0,785 d_m^0 / l, \quad (117)$$

что равнозначно

$$\bar{v}_{щ} \approx v_m. \quad (118)$$

Диаметры остальных звеньев вихревой камеры получают из условия

$$d_i = 1,15 \sqrt{h_{щ} l_i}, \quad (119)$$

где  $l_i$  - длина вышележащего участка щели.

**4.47.** При этом во всех случаях, когда щель устраивается прерывистой (например, за счет установки струнаправляющих диафрагм в местах переходов от одного диаметра к другому конструктивно и пр.), за ее длину принимается только суммарная длина в свету.

**4.48.** При изложенной схеме расчета основных элементов щелевых вихревых камер потери напора в них определяют по формуле

$$h = h_b + \zeta_c v_c^2 / 2g, \quad (120)$$

где  $h_b$  - потери напора при входе потока в зарешеточную камеру;  $\zeta_c$  - суммарный коэффициент сопротивления щелевых вихревых камер, учитывающий потери напора на вход в вихревую камеру, по ее длине и на вход в самотечный водовод.

При оборудовании водоприемных отверстий сороудерживающими решетками потери принимают обычно  $h_b = 0,03-0,05$  м. Для щелевых вихревых камер коэффициент  $\zeta_c \approx 4,2$ . В случаях установки в водоприемных отверстиях фильтрующих элементов (вместо решеток)  $h_b$  определяется по [п.п. 4.91-4.94](#).

**4.49.** Для наиболее равномерной работы водоприемного; фронта открытых вихревых камер (см. [рис. 53](#)) изменение их поперечных сечений должно следовать линейному закону. С этой целью:

назначаются наибольшие продольные скорости в выходном сечении камеры в пределах  $v_m \leq 0,75$  м/с. Из этого условия определяются наибольшие поперечные размеры камеры в выходном сечении  $b_m$  и  $h_m$ ;

задаются углы наклона (конусности) стенки и дна камеры в диапазоне  $\beta_b \approx \beta_h \approx 5-7^\circ$ , при этом все основные размеры камеры задаются формулами:

$$b_0 = b_m - x \operatorname{tg} \beta_b, \quad (121)$$

$$h_0 = h_m - x \operatorname{tg} \beta_h, \quad (122)$$

$$\omega = b_0 h_0 + b_0 x \operatorname{tg} \beta_b + h_0 x \operatorname{tg} \beta_h. \quad (123)$$

**4.50.** Поперечные сечения камер по формуле целесообразно приближать к квадратным.

**4.61.** Полная длина камеры определяется, как и для щелевых, в пределах

$$l \leq (6-10) h_m. \quad (124)$$

**4.52.** Коэффициентами суммарного сопротивления в [формуле \(120\)](#) принимается:

при сопряжении открытой вихревой камеры с входом в самотечную трубу в виде щели -  $\zeta_c = 3$ ;

при сопряжении с помощью раструба и плавного поворота колена -  $\zeta_c = 2,5$ .

**4.53.** При назначении размеров водоприемных окон  $t$  и  $l$  следует пользоваться формулой

$$K = \frac{t\mu\sqrt{2\alpha}}{\omega_m} - 1, \quad (125)$$

где  $K$  - коэффициент равномерности распределения расходов притока по длине;  $t$  - высота водоприемного отверстия;  $\mu \approx 0,60-0,62$ ;  $\alpha \approx 1,1$ ;  $K$  принимается от 0 до 2.

**4.54.** Выбор конструктивной схемы водоприемника с вихревой камерой определяется местными условиями избранного или заданного участка водотока или водоема и его производительностью.

**4.55.** Железобетонный водоприемник с односторонним боковым приемом воды при достаточных глубинах размещается в пределах берегозащитных покрытий и в водоприемных ковшах ([рис. 55](#)).

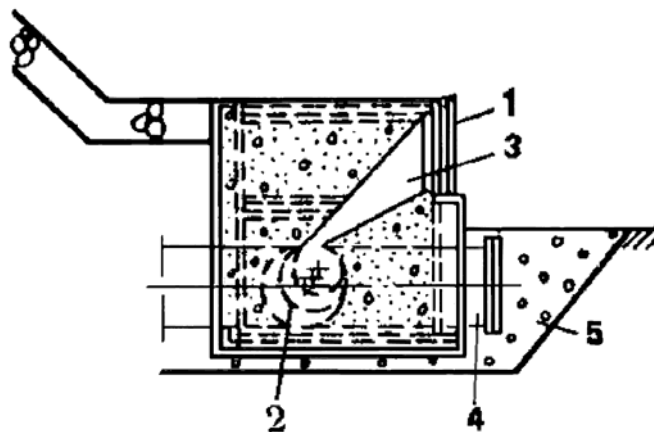


Рис. 55. Бетонный в стальной оболочке водоприемник с вихревой камерой и односторонним отбором воды

1 - водоприемное отверстие с кассетами; 2 - вихревая камера; 3 - бункерная камера; 4 - самотечный водовод; 5 - постель

**4.56.** Железобетонный водоприемник с двухсторонним боковым приемом воды при достаточных глубинах размещается на открытой акватории водоисточника, а также в водоприемных ковшах ([рис. 56](#)).

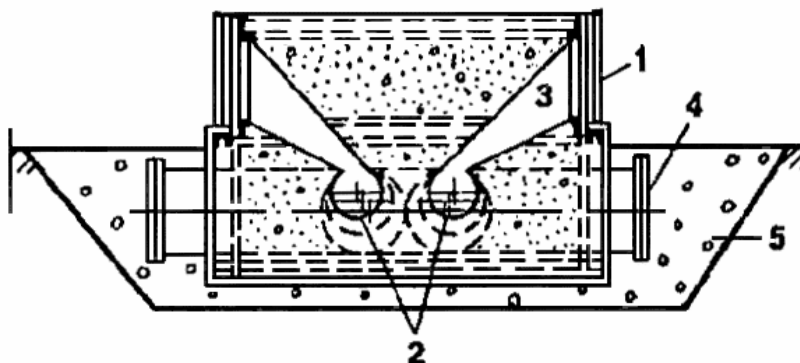


Рис. 56. Бетонный в стальной оболочке водоприемник с вихревыми камерами и двухсторонним отбором воды. Обозначения см. на [рис. 55](#)

**4.57.** При тяжелых шуголедовых условиях в водотоках, лесосплаве и недостаточных глубинах используют железобетонные двухсекционные водоприемники общей производительностью до  $3 \text{ м}^3/\text{с}$  ([рис. 57](#)).



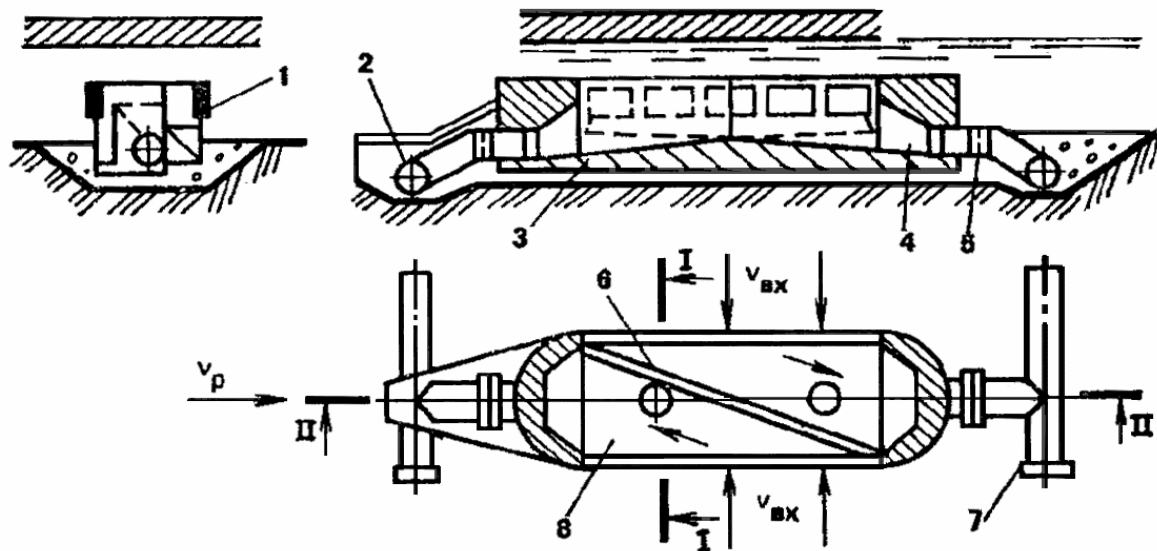


Рис. 57. Конструктивная схема двухсекционного водоприемника с открытой вихревой камерой

1 - водоприемные окна с фильтрующими кассетами; 2 - самотечный водовод; 3 - постель; 4 - раструб; 5 - фланец; 6 - разделительная стенка; 7 - заглушка; 8 - водоприемная камера

4.58. В водотоках со средними условиями при недостаточных глубинах используют металлические водоприемники с верхним приемом воды (рис. 58).

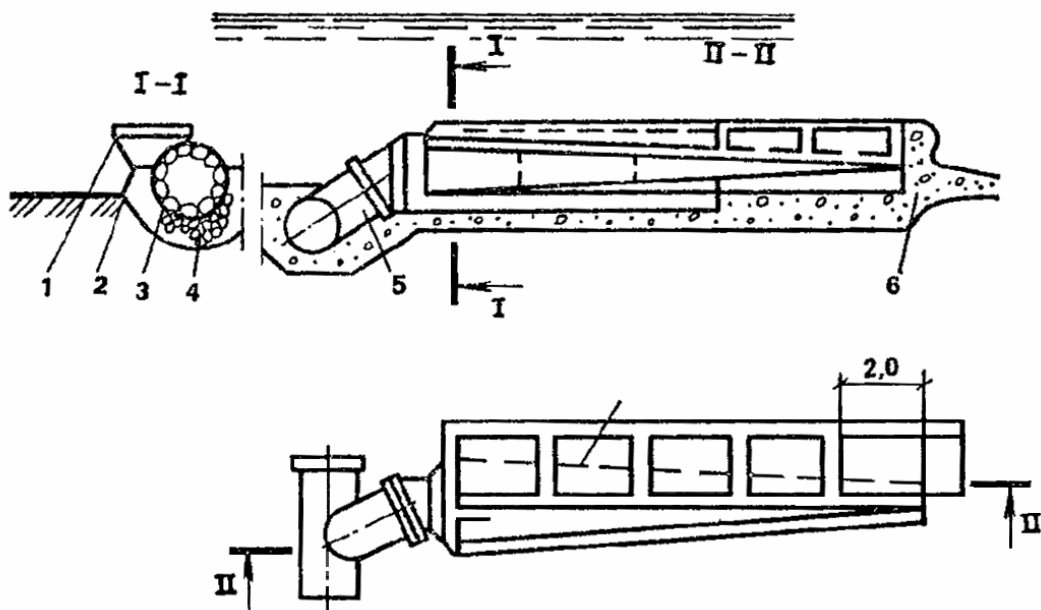


Рис. 58. Конструктивная схема конического водоприемника с вихревой камерой и верхним приемом воды

1 - сороудерживающая решетка или фильтрующая кассета; 2 - металлический корпус водоприемника; 3 - вихревая коническая камера; 4 - постель; 5 - патрубок с диафрагмой

4.59. На водотоках и водоемах, в зависимости от местных условий избранного или заданного участка, используют водоприемники с наклонным внутренним или внешним, верхним и нижним расположением водоприемных отверстий (рис. 59, 60, 61, 62).

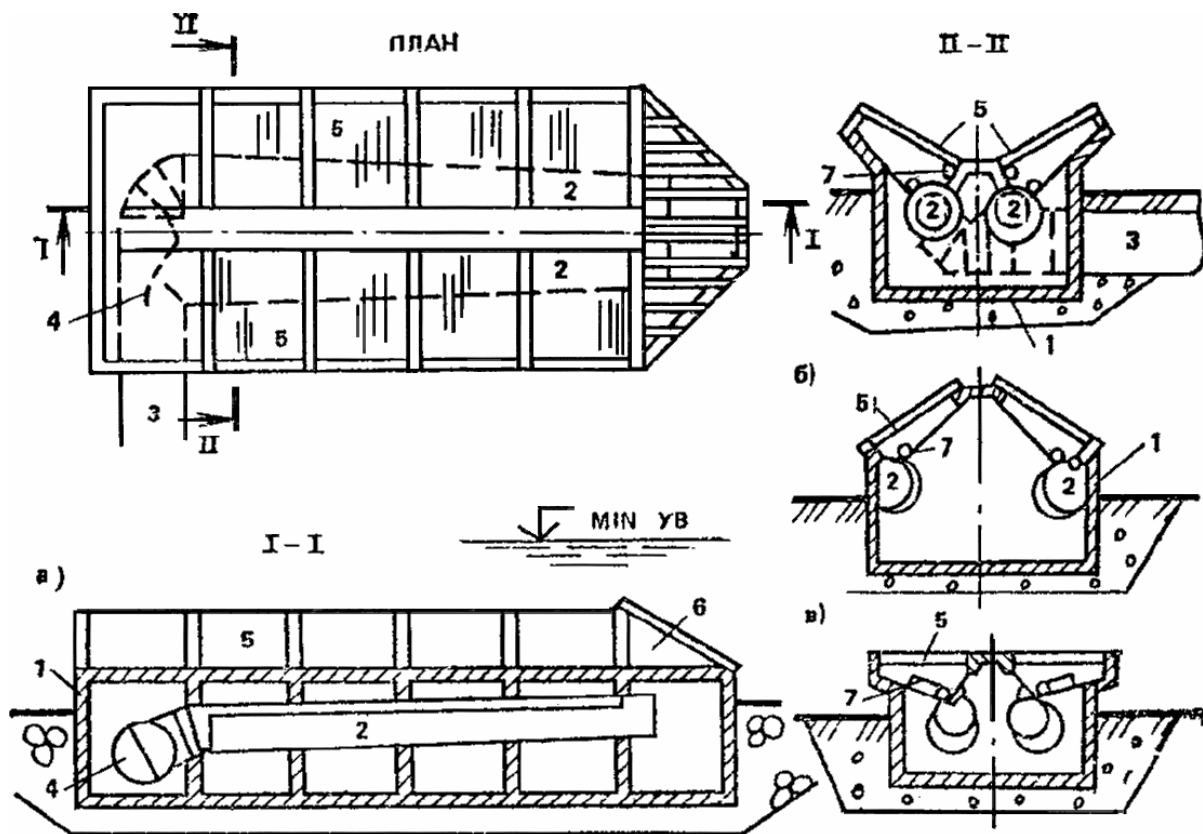


Рис. 59. Водоприемники с вихревыми камерами и рыбозаградительными фильтрами (а-в)

1 - стальной или железобетонный корпус; 2 - вихревая камера; 3 - самотечный водовод; 4 - разделяющая диафрагма; 5 - сороудерживающая решетка или фильтрующая кассета; 6 - сороотражающая решетка; 7 - воздуховоды перфорированные

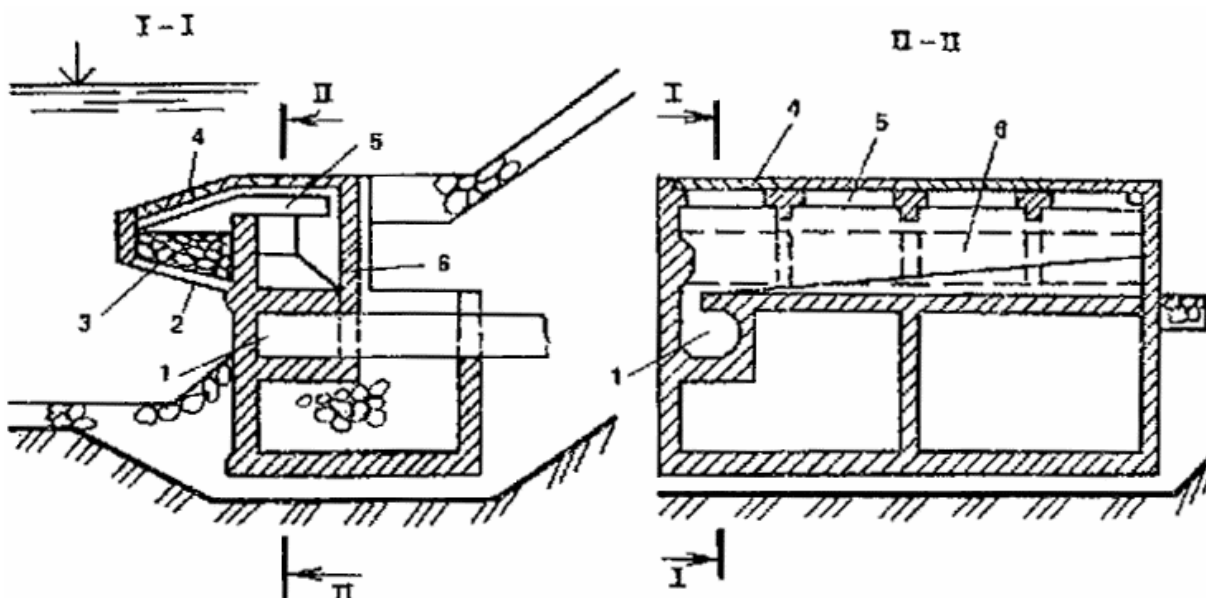


Рис. 60. Водоприемник консольного типа с односторонним приемом воды с помощью вихревой камеры переменного сечения

1 - вихревая камера; 2 - решетка, удерживающая фильтр; 3 - фильтр; 4 - съемное перекрытие; 5 - поддерживающая балка; 6 - водоприемная камера

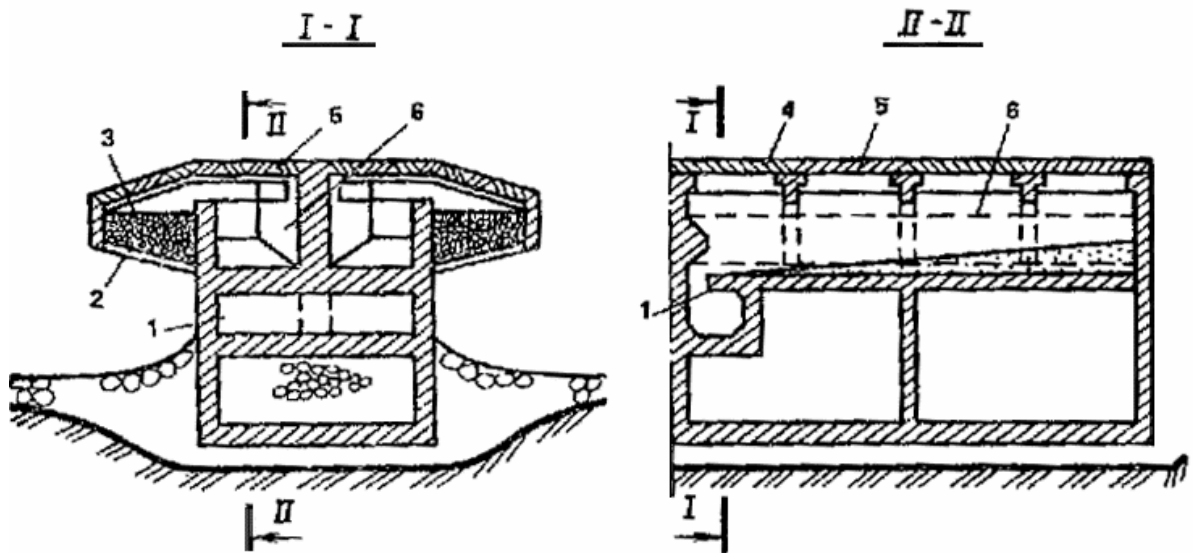


Рис. 61. Водоприемник с вихревой камерой консольного типа с двухсторонним приемом воды. Обозначения см. на [рис. 60](#)

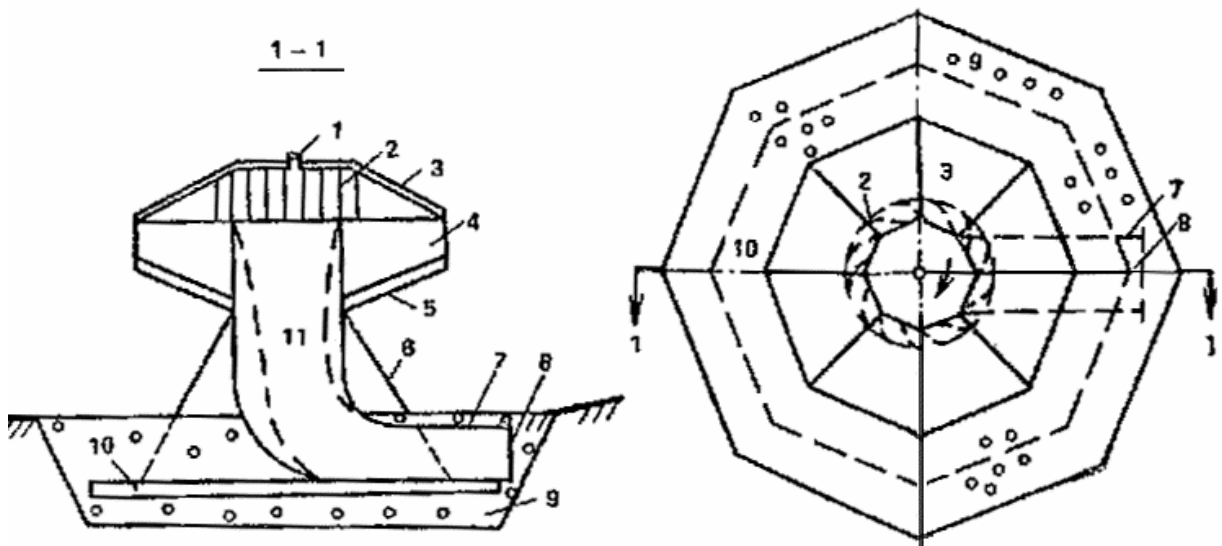
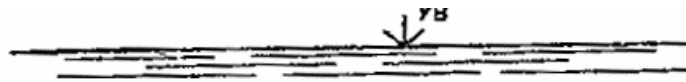


Рис. 62. Схема металлического или ж. б. водоприемника для водоемов

1 - отверстие; 2 - струнаправляющие лопатки, обеспечивающие вихревое вращательное движение воды; 3 - съемные панели; 4 - диафрагмы; 5 - фильтрующие кассеты; 6 - контрфорсы; 7 - самотечный или сифонный водовод; 8 - фланец; 9 - постель и крепление; 10 - опорная плита; 11 - вихревая камера

### Щелевые водоприемники\*

\* Методика расчета щелевых водоприемников разработана канд. техн. наук М. П. Омельченко.

**4.60.** В практике проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов тепловых и атомных электростанций (ТЭС и АЭС) широко используют щелевые водоприемники.

Щелевой водоприемник - самотечный, сифонный или всасывающий водовод, на начальном участке которого устраиваются щели. Водоприемники обычно имеют круглое или прямоугольное поперечное сечение. Они изготавливаются из металла, железобетона или древесины.

**4.61.** В практике проектирования используют преимущественно две конструктивные схемы щелевых водоприемников: постоянного сечения с переменной высотой щели по длине ([рис. 63, а](#)) и переменного сечения по длине с постоянной высотой щели ([рис. 63,](#)

б).

Иногда используют также водоприемники постоянного сечения по длине с постоянной высотой щели (рис. 63, в).

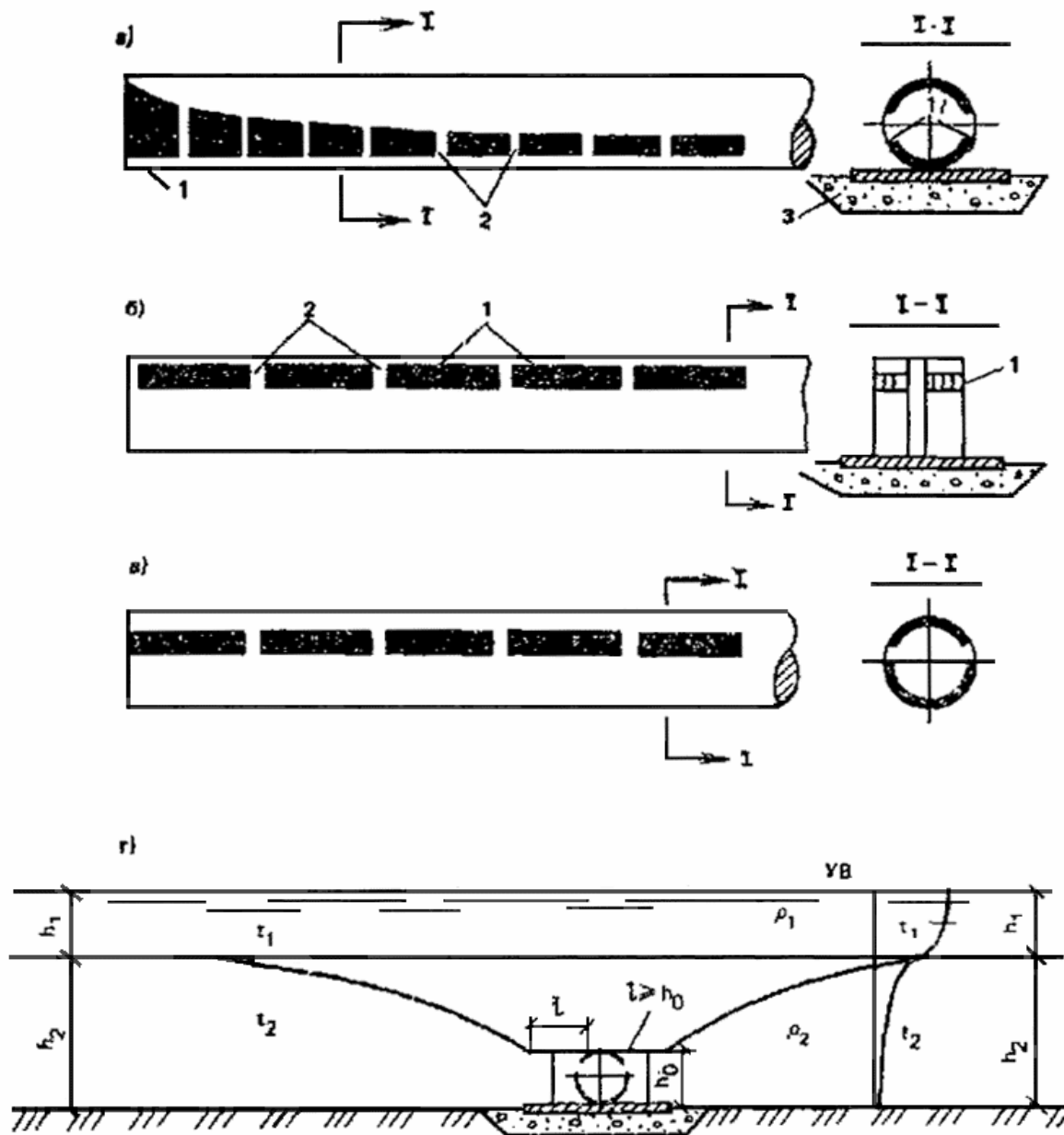


Рис. 63. Конструктивные схемы щелевых водоприемников

*a* - водоприемник постоянного сечения с двумя щелями переменной высоты по длине (с открытым или закрытым торцом); *1* - водоприемные отверстия (щели); *2* - перемычки; *3* - постель; *б* - водоприемник переменного сечения по длине с двумя щелями постоянного сечения; *в* - водоприемник постоянного сечения с двумя щелями постоянного сечения (с закрытым или открытым торцом); *г* - расчетная схема щелевого водоприемника

Первые две схемы водоприемников позволяют обеспечить постоянство заданных или расчетных удельных расходов забираемой воды по длине водоприемного фронта.

Постоянство скоростей забираемой воды на подходе к водоприемнику обеспечивается установкой над щелью козырьков (рис. 64 и 65).

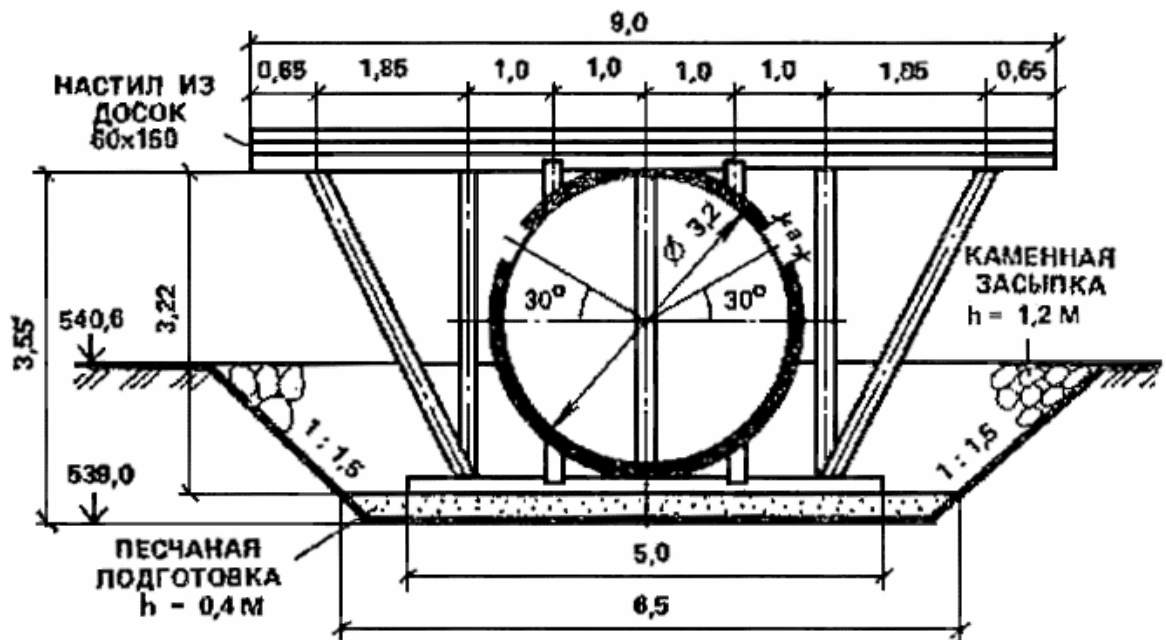


Рис. 64. Конструктивная схема круглого щелевого водоприемника с двухсторонним приемом воды и козырьком

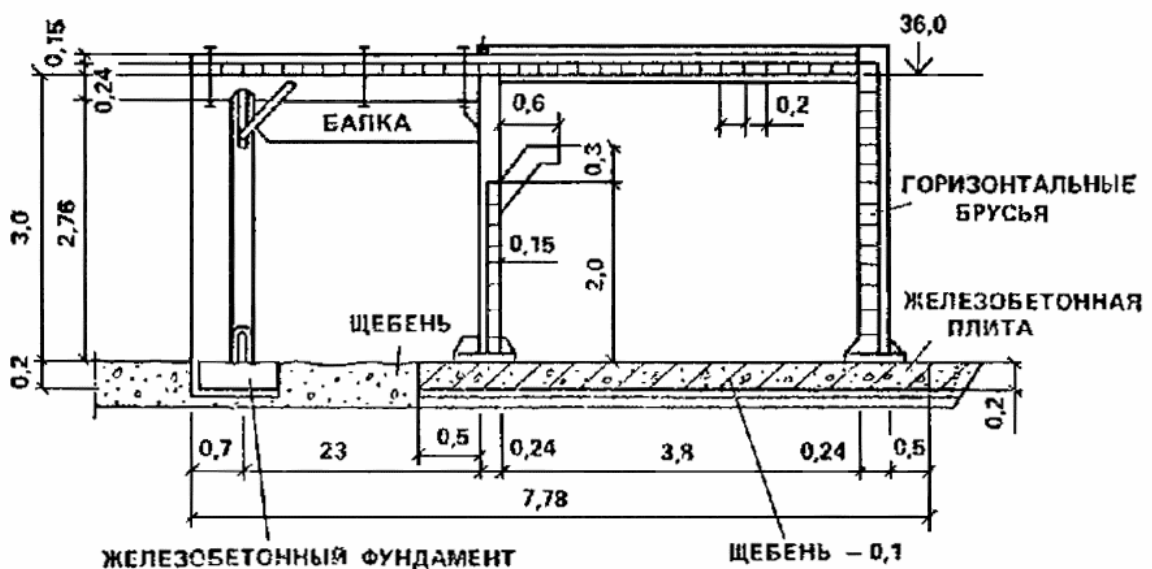


Рис. 65. Конструктивная схема прямоугольного водоприемника с односторонним приемом воды и козырьком

В зависимости от конструктивной схемы водозабора, местных условий водоема и требований, предъявляемых к воде, водоприемники устраивают с одной, двумя или тремя щелями соответственно с односторонним, двухсторонним и трехсторонним приемом воды (рис. 66).

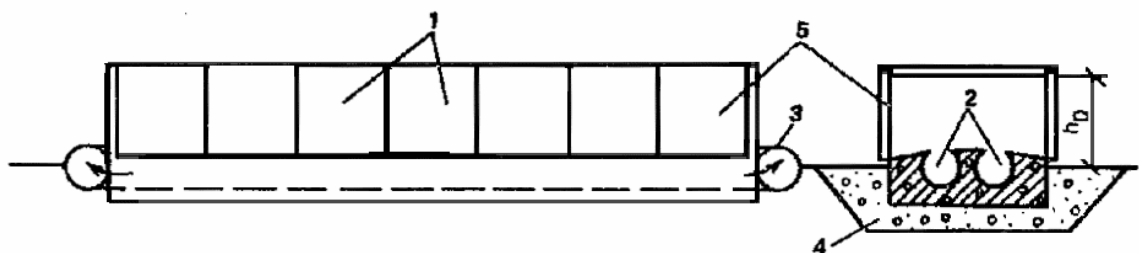


Рис. 66. Схема водоприемника с двумя щелевыми камерами

1 - водоприемные окна; 2 - щелевые камеры постоянного сечения с переменной высотой (шириной) щели по длине, отводящие забираемую воду в противоположном направлении; 3 - самотечные или сифонные водоводы; 4 - постель; 5 - водоприемные окна с рыбозащитными кассетами

В практике проектирования используют водоприемники с открытым или закрытым торцом.

**4.62.** Для условий селективного забора воды для всех типов щелевых водоприемников за оптимальную высоту водоприемного отверстия принимают расстояние от постели до козырька (см. [рис. 63, з](#)), а при отсутствии козырька - начальную (максимальную) высоту щели или входа в водоприемное отверстие (см. [рис. 66](#)).

Оптимальную высоту водоприемного отверстия определяют по формуле

$$h_0 = (1/3)h_2 \leq h_{кр}, \quad (126)$$

где  $h_2$  - глубина нижнего слоя, из которого производится водоотбор;  $h_{кр}$  - критическая глубина нижнего слоя.

**4.63.** Критическую глубину определяют по формуле

$$h_{кр} = \sqrt[3]{q^2 / (g\varepsilon)}, \quad (127)$$

где  $\varepsilon = (\rho_2 - \rho_1) / \rho_2$ .

**4.64.** Для практических расчетов оптимальную высоту можно определять по формуле

$$h_0 = K_1 h_{кр}, \quad (128)$$

где  $K_1$  - опытный коэффициент, изменяющийся в пределах от 0,75 до 1, примем  $K_1 = 0,8$ .

**4.65.** Оптимальный удельный расход определяют по формуле

$$q = 1,4 \sqrt{h_0^3 g \varepsilon} \quad (129)$$

или

$$q = 0,28 \sqrt{h_0^3 g \varepsilon} \quad (130)$$

Соответственно оптимальные скорости отбора воды при известной температурной стратификации

$$v_0 = q / h_0 = 1,4 \sqrt{h_0 g \varepsilon} \quad (131)$$

или

$$v_0 = q / h_0 = 0,84 \sqrt{h_0 g \varepsilon} \quad (132)$$

**4.66.** Высоту щели при постоянном поперечном сечении водовода для водоприемников с  $n$  количеством щелей при открытом торце определяют по формуле

$$h_x = \omega / \left\{ \mu_1 \times \sqrt{2\alpha_0 \left[ (A + nx)^2 - A^2 \left( 1 - \frac{1}{2\alpha_0 \mu^2} \right) \right]} + \frac{2g}{3C^2 R} \left[ (A + nx)^3 - A^3 \right] \right\}. \quad (133)$$

Пренебрегая потерями напора на трение по длине и принимая  $\mu_1 \approx \mu \approx 0,7$ ; получим

$$h_x = \omega / A + nx, \quad (134)$$

где  $\omega$  - площадь сечения водоприемника, м<sup>2</sup>;  $A = Q_n / q = \omega / h_n$  - начальная длина щели за счет торцового отверстия, м;  $Q_n$  - расход, поступающий через торцовое отверстие, м<sup>3</sup>/с;  $q$  - удельный расход, поступающий на единицу длины каждой щели, м<sup>2</sup>/с;  $h_n$  -

начальная высота щели, равная  $h_0$ . При наличии козырька  $h_n < h_0$  принимается исходя из конструктивных соображений;  $n$  - количество боковых щелей;  $x$  - расстояние до расчетного сечения.

**4.67.** Длину щели определяют по формуле

$$l = 1/n (Q/q - A), \quad (135)$$

где  $Q$  - суммарный расход водоприемника.

**4.68.** Для водоприемников с  $n$  количеством боковых щелей и закрытым торцом на начальном участке не обеспечивается заданный удельный расход. Длину этого участка определяют по формуле

$$l_n = \omega / (\mu_1 \sqrt{2\alpha_0 h_n n}), \quad (136)$$

где  $h_n$  - высота щели, которую принимают постоянной на начальном участке.

**4.69.** Удельный расход на начальном участке каждой щели определяют по формуле

$$q_x = q (e^{x/l_n} / e), \quad (137)$$

где  $q$  - заданный удельный расход за начальным участком щели;  $e = 2,718$  - основание натурального логарифма;  $x'$  - расстояние от начала щели до расчетного сечения ( $x$  изменяется от 0 до  $l_n$ ).

**4.70.** Суммарный расход, поступающий на начальном участке щели, определяется по формуле

$$Q_n = 0,632ql_n. \quad (138)$$

**4.71.** Высоту щели за пределами начального участка водоприемника определяют по формуле

$$h_x = \omega / (A_1 + nx), \quad (139)$$

где  $A_1 = 0,632l_n n$ .

**4.72.** Длину щели основного участка (с переменной высотой щели) определяют по формуле

$$l = (Q/qn) - A_1. \quad (140)$$

**4.73.** Щелевые водоприемники переменного сечения по длине с постоянной высотой щели при открытом и закрытом торце подразделяют на:

- прямоугольный водоприемник с постоянной высотой и переменной шириной;
- прямоугольный водоприемник с переменной высотой и шириной;
- водоприемник круглого сечения переменного по длине.

**4.74.** Для прямоугольного водоприемника постоянной высоты и переменной ширины с одной боковой щелью и открытым торцом ее длина до рассматриваемого сечения определяется по формуле

$$l = \sqrt{b \left[ \frac{A^2}{b_n} + \frac{h}{2h_0} (b = b_n) \right]} - A, \quad (141)$$

где  $b$  - ширина водоприемника в расчетном сечении;  $b_n$  - ширина щели в начале водоприемника;  $h$  - высота водоприемника;  $h_0$  - высота щели;

$$A = Q_n/q = b_n h/h_0. \quad (142)$$

Полную длину щели водоприемника определяют по формуле

$$l = Q/q - A. \quad (143)$$

Расстояние по оси водоприемника от начала щели до расчетного сечения определяют по формуле



$$x = \sqrt{l_x^2 - (b - b_n)^2} \quad (144)$$

Расчет конструктивных элементов водоприемника целесообразно вести в следующей последовательности:

по заданным удельному расходу, начальной ширине и высоте водоприемника, а также высоте щели по (143) определяют полную длину щели;

зная общую длину щели из (142) определяют  $b_n$  в конце щели, затем задаются величиной  $b$  в промежутке между  $b$  и  $b_n$  и определяют расстояние  $l_x$  и  $x$  соответственно по (141) и (144);

по нескольким заданным величинам  $b$  и рассчитанным  $b_n$  и  $l$  очерчивают ширину водоприемника по его длине.

**4.75.** Для водоприемников квадратного или круглого поперечного сечения с открытым торцом длину щели до рассматриваемого сечения определяют соответственно по формуле

$$l_x = b \sqrt{\frac{A^2}{b_n^2} + \frac{1}{2h_0}(b - b_n)} - A \quad (145)$$

или

$$l_x = r \sqrt{\frac{A^2}{r_n^2} + \frac{\pi}{h_0}(r - r_n)} - A, \quad (146).$$

где  $A = Q_n/q = \omega_n/h_0$ .

Для квадратного водоприемника  $\omega_n = b_n^2$ ; для круглого  $\omega_n = \pi r^2$ ;  $r$  - радиус в расчетном сечении;  $r_n$  - начальный радиус водоприемника при  $x = 0$ .

Расстояние по оси водоприемника от начала щели до рассматриваемого сечения определяется по формуле (144). Для круглого водоприемника вместо  $b$  и  $b_n$  подставляют  $r$  и  $r_n$ .

**4.76.** При закрытом торце в приведенных расчетных методиках величину  $A$  принимают равной нулю.

**4.77.** При постоянных поперечном сечении водоприемника и высоте щели не обеспечивается постоянство удельных расходов по его длине.

Расход воды в водоприемнике на расстоянии  $x$  от начала щели при  $n$  количестве щелей постоянной высоты определяется по формуле

$$Q_x = Qe^{\beta(x-l)} \quad (147)$$

Удельный расход вдоль каждой щели определяется по формуле

$$q = Q\beta e^{\beta(x-l)}, \quad (148)$$

где 
$$\beta = \frac{\mu_1 h_0 n \sqrt{2\alpha_0}}{\omega} \approx \frac{nh_0}{\omega}.$$

Коэффициент неравномерности, который равен отношению расхода или скорости в рассматриваемом сечении к расходу или скорости в среднем сечении водоприемника, определяют по формуле

$$K = e^{\beta(x-l/2)} \quad (149)$$

Максимальная величина коэффициента неравномерности будет в концевой части водоприемника ( $x = l$ )

$$K_{\max} = e^{\beta l/2} \quad (150)$$



Если в некоторых практических случаях можно допустить неравномерность распределения расхода вдоль щели, то для определения размеров щели для заданного коэффициента неравномерности можно воспользоваться формулой

$$l = [2\omega / (nh_0) \ln K_{\max} ], \quad (151)$$

В последнем уравнении два неизвестных - длина и высота щели. Задаваясь одной из них, находим другую величину для заданного коэффициента неравномерности.

**4.78.** В практике проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов используются также водоприемники веерного (рис. 67), раструбного (рис. 68) и бункерного (рис. 69) типов. Эти типы водоприемников обеспечивают лопаточную равномерность скоростей отбора воды по водоприемному фронту.

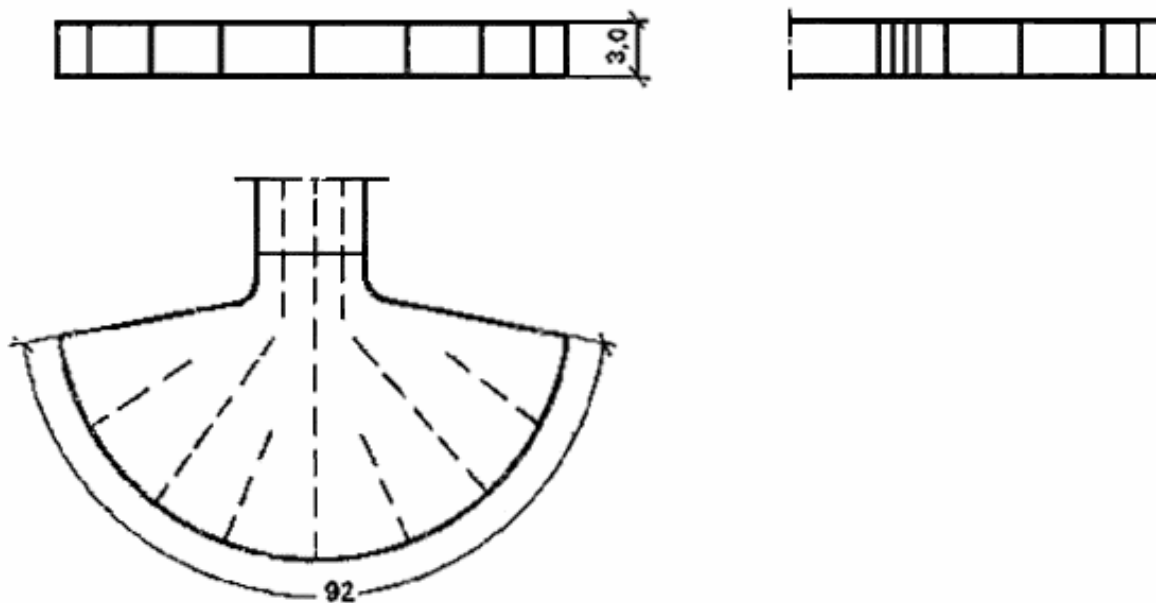


Рис. 67. Водоприемник веерного типа

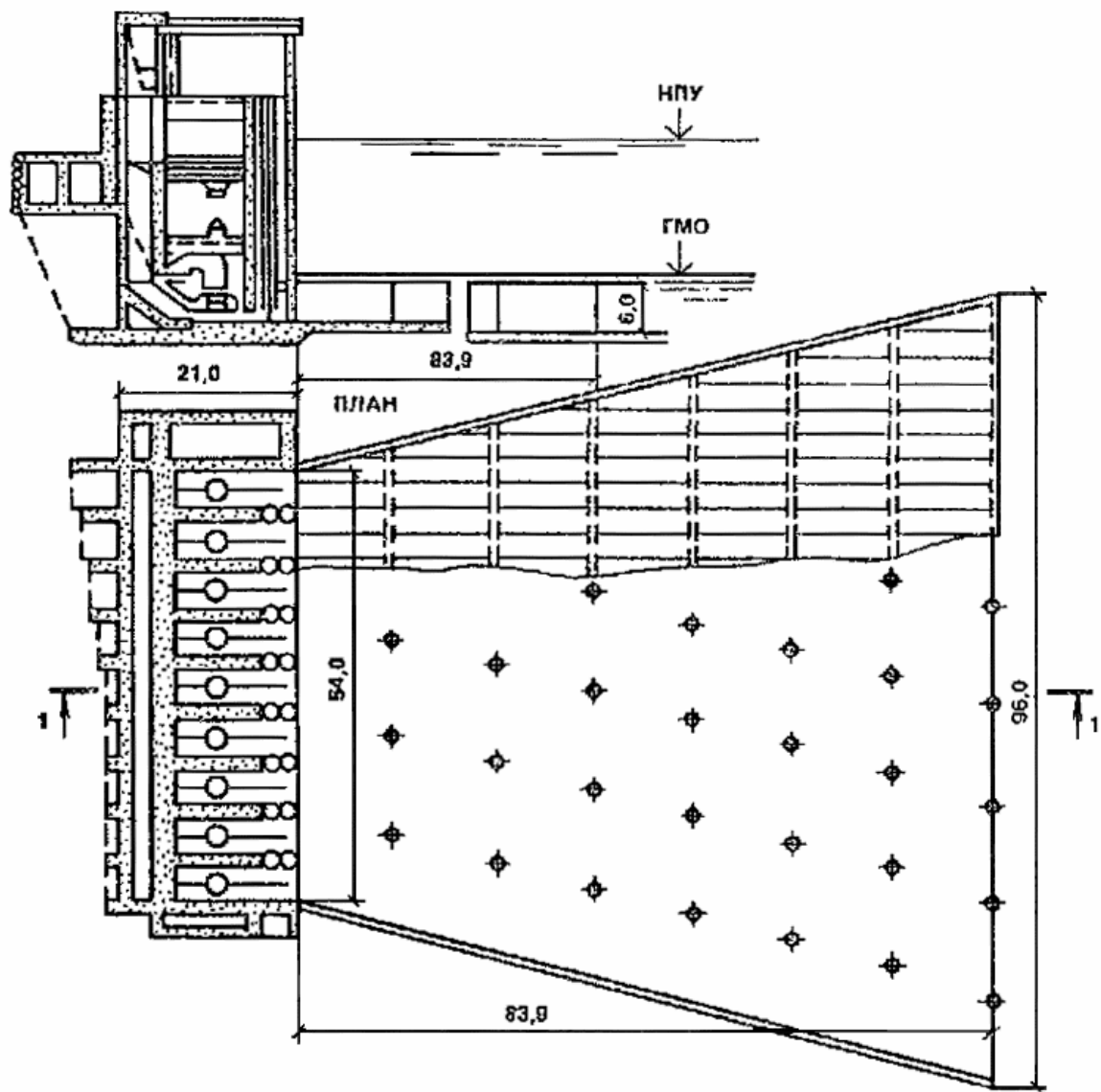


Рис. 68. Водоприемник раструбного типа

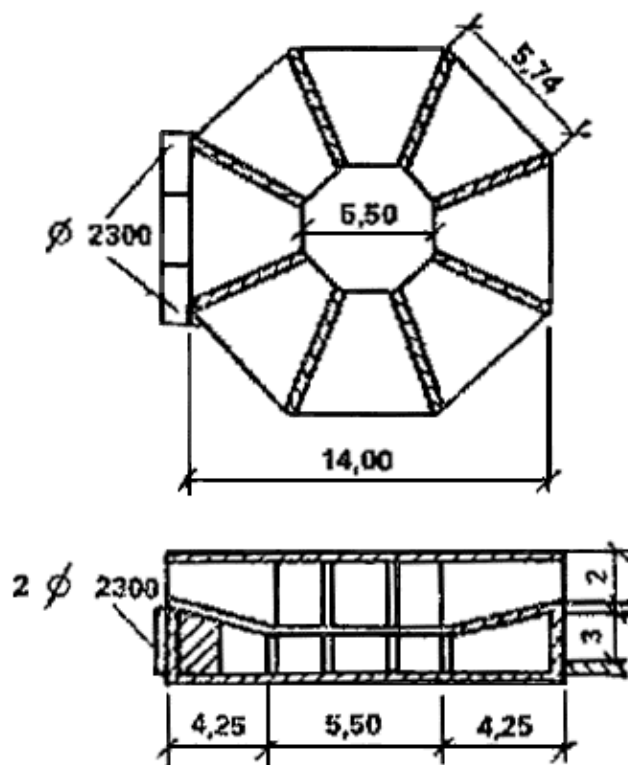


Рис. 69. Спаренный водоприемник бункерного типа

### Фильтрующие водоприемники

4.79. В водотоках и водоемах рыбохозяйственного значения при сложных ледовых и шуголедовых условиях и их засоренности целесообразно использовать фильтрующие водоприемники.

4.80. В практике проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов используют пять основных типов фильтрующих водоприемников.

Первый тип фильтрующего водоприемника - с горизонтально расположенным фильтром и входом воды сверху вниз. Этот тип водоприемника используется преимущественно на реках Севера и Сибири в сложных шуголедовых условиях при малых глубинах воды под мощным ледяным покровом ([рис. 70](#)).

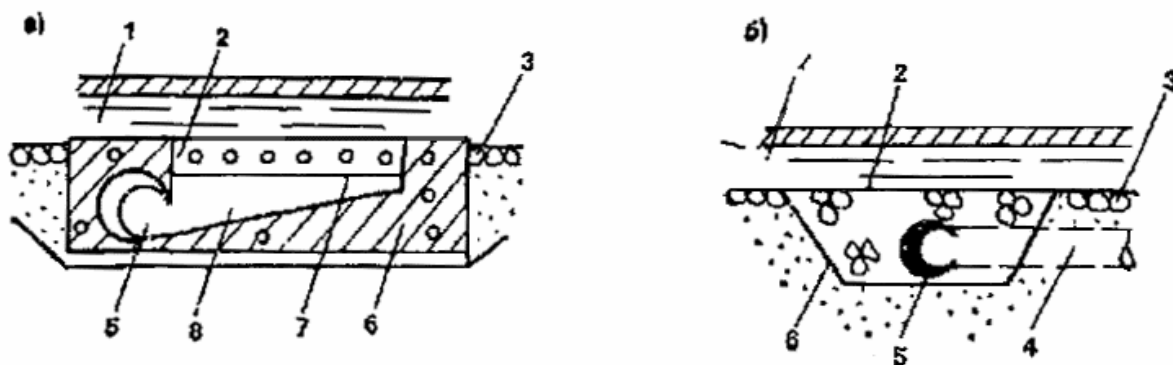


Рис. 70. Конструктивные схемы водоприемников при сложных шуголедовых условиях и чрезмерно малых глубинах воды

*a* - водоприемник с конической вихревой камерой или водоводом постоянного сечения с переменной шириной щели; *б* - водоприемник с водосборной дренажной системой постоянного или конического сечения с отверстиями, пропилами или щелями соответственно с переменным или постоянным шагом или шириной щели; 1 - слой воды в источнике (водотоке); 2 - фильтрующий материал; 3 - отмостка; 4 - самотечный водовод; 5 - водосборный водовод; 6 - корпус водоприемника или фильтрующая призма; 7 - поддерживающая решетка; 8 - водоприемная камера

Второй тип - то же, с горизонтальным фильтром с приемом воды снизу вверх. Он

может использоваться как на водотоках, так и на водоемах с достаточными глубинами воды в условиях ее повышенной засоренности взвешенными наносами, водной растительностью и сором ([рис. 60](#) и [71](#)).

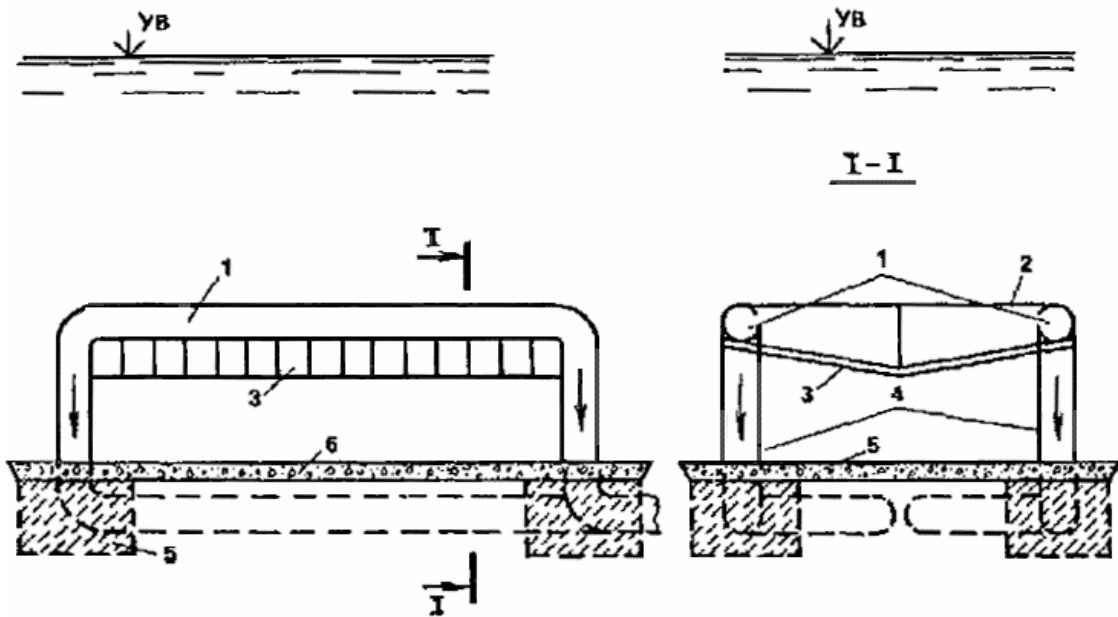


Рис. 71. Схема водоприемника зонтичного типа с щелевыми камерами

1 - щелевые камеры; 2 - перекрытие; 3 - фильтрующие кассеты; 4 - самотечные или сифонные водоводы и опорные стойки; 5 - опоры; 6 - крепление

Третий тип — с фильтром, расположенном в вертикальной плоскости с входом воды по горизонтали. Он может использоваться при достаточных глубинах воды (см. [рис. 56](#)).

Четвертый тип — с дренаж или системой дренаж, уложенных на постель и покрытых фильтрующим материалом ([рис. 72](#)). Этот тип водоприемника может использоваться в водоемах за пределами прибойной зоны при незначительной миграции наносов. Его разновидностью можно считать инфильтрационный водоприемник, верхняя поверхность которого укладывается на уровне ложа водоема ([рис. 73](#)).

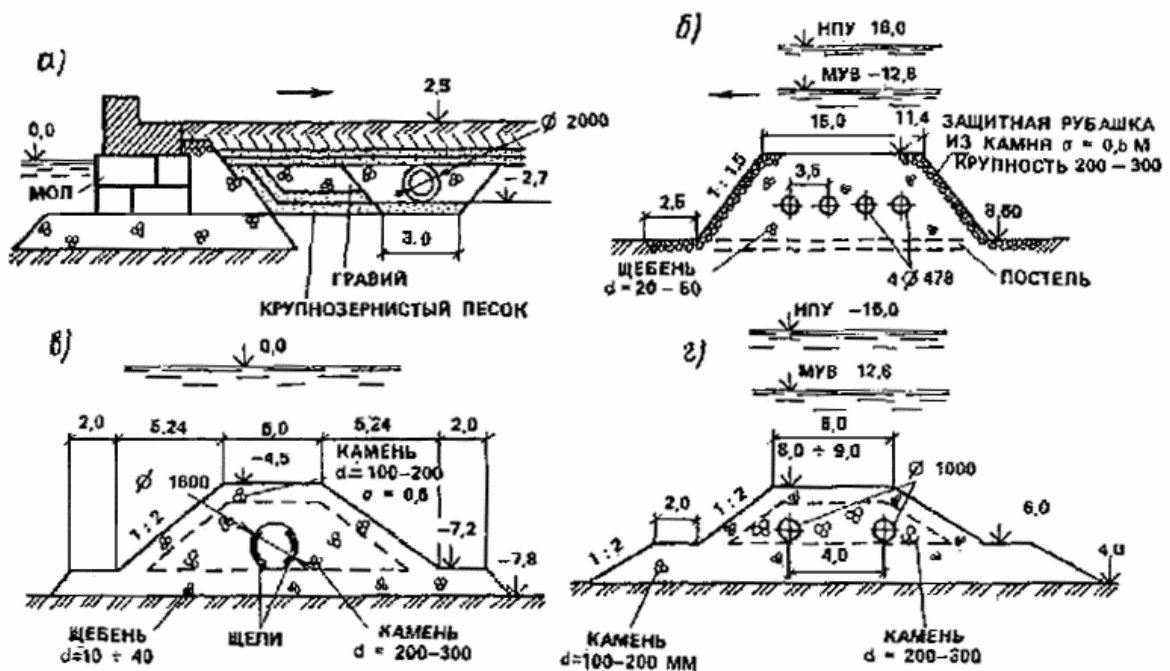


Рис. 72. Конструктивные схемы фильтрующих водоприемников

а и б - действующие водозаборы на Черном море и Каховском водохранилище; в и г - строящиеся водозаборы на Азовском море и Каховском водохранилище

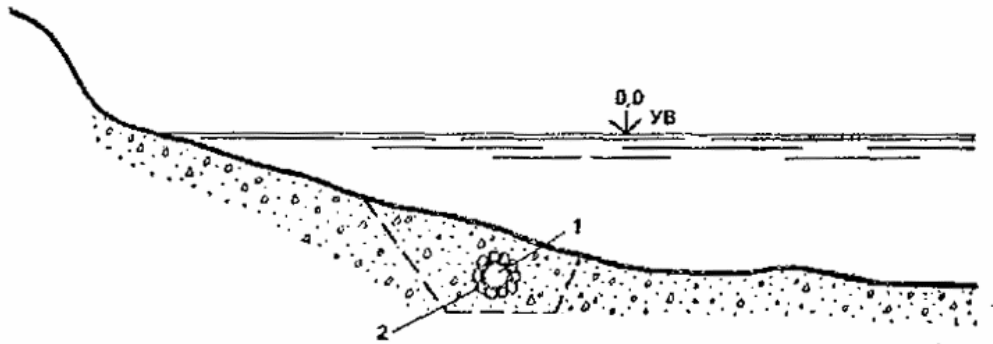


Рис. 73. Схема инфильтрационного водоприемника, размещенного на устойчивом прибрежном склоне, сложенном из гравийно-галечных грунтов

1 - с отверстиями или пропилами по нижней поверхности, обеспечивающими постоянство удельных расходов по ее длине; 2 - обратный фильтр

Пятый тип - подводный канал, огражденный фильтрующими дамбами. Может использоваться на водоемах при незначительной вдольбереговой миграции наносов (рис. 74).

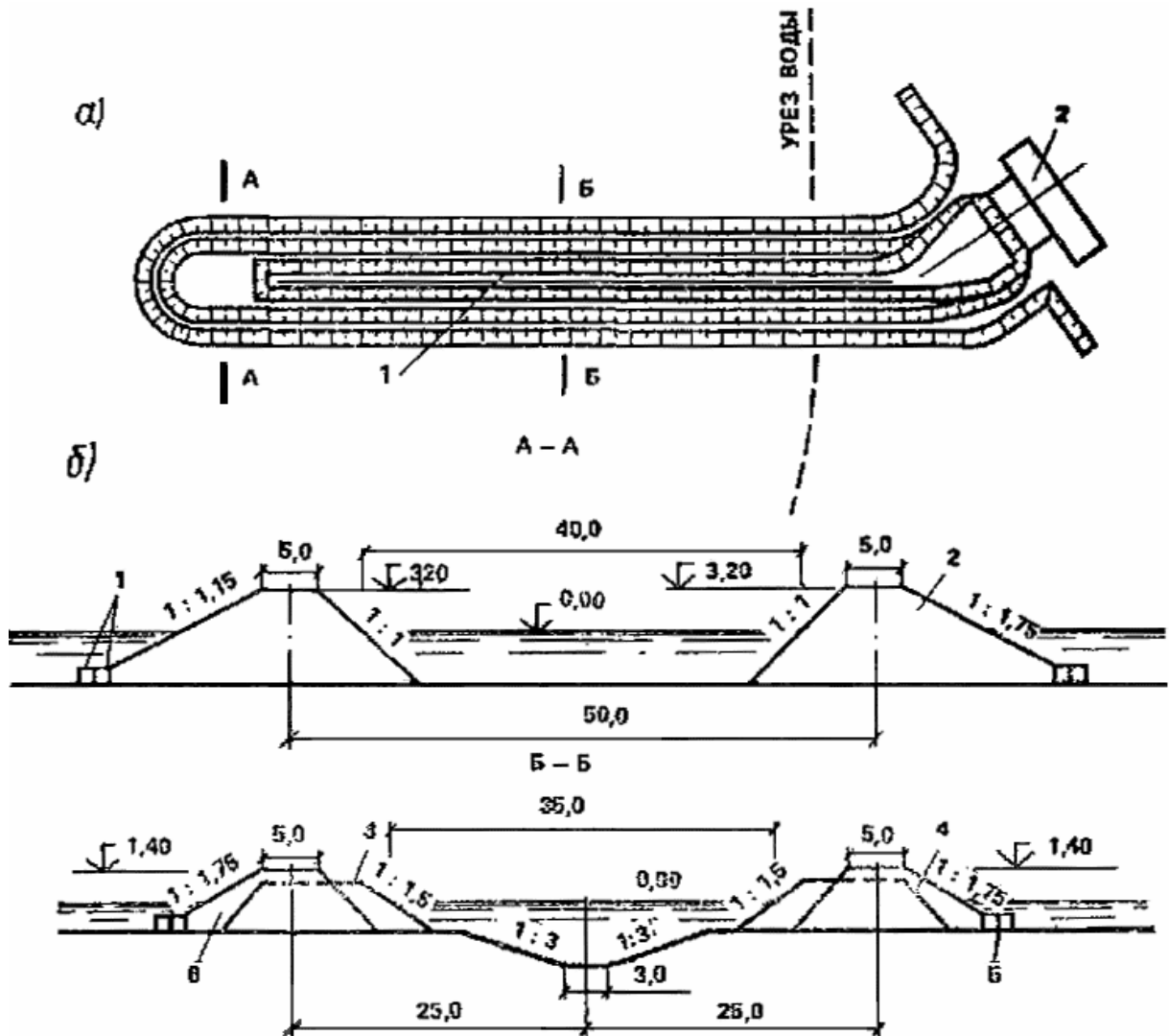


Рис. 74. Фильтрующий водозабор производительностью 10 м<sup>3</sup>/с

а - план сооружения: 1 - подводный канал; 2 - насосная станция;  
 б - ограждающие дамбы: 1 - кладка из бетонных массивов массой 8 т; 2 - наброска из бетонных массивов массой 8 т; 3 - наброска из камня массой ~300 кг; 4 - наброска из несортированного камня; 5 - кладка из бетонных массивов массой 4 т; 6 - наброска из бетонных массивов массой 1 т;

4.81. Фильтрующие водоприемники трех первых типов состоят из следующих

основных элементов: несущего корпуса водоприемника, водоприемного фильтра с поддерживающими его решетками и водосборного коллектора.

**4.82.** Корпус водоприемника должен иметь хорошо обтекаемую потоком форму, исключая образование отрывов потока у поверхности фильтра.

**4.83.** Водосборный коллектор во всех типах фильтрующих водоприемников должен обеспечивать постоянство удельных расходов воды по его длине или скоростей воды на входе в фильтр. Для обеспечения этого условия используют деревянные или железобетонные галереи, металлические водоводы с постоянным или переменным сечением по длине, со щелями или отверстиями в стенах.

**4.84.** Фильтры для водоприемников первого типа выполняют из двух-трех и более слоев заполнителя разной крупности. Толщину трехслойного фильтра обычно принимают 0,6-0,75 м, с отдельными слоями 0,2-0,3 м. Фильтр поддерживается снизу стержневой решеткой.

Фильтр для водоприемников второго и третьего типов однослойный. В зависимости от крупности заполнителя толщину фильтра принимают 6-10-кратной величины наиболее крупной фракции фильтра. Фильтр второго типа поддерживается боковыми решетками.

Фильтр может выполняться и в виде касет из деревянных брусков и реек, пористого бетона, порозласта или контейнеров, заполненных однородным щебнем, гравием, керамзитом, пластмассовыми или резиновыми шарами и др.

Фильтр для водоприемников четвертого и пятого типов выполняется как однослойным, так и в два-три слоя. Параметры фильтра определяются конструктивной схемой водоприемника и местными условиями водоема. Поверхностный слой фильтра должен противостоять волновой нагрузке.

**4.85.** В фильтрующих водоприемниках, размещаемых в шугоносных водоисточниках, скорость фильтрации на входе не должна превышать 0,05 м/с. При такой скорости практически не наблюдается остаточной кольматации каменно-набросной загрузки фильтра.

**4.86.** При крупности загрузки фильтра  $d \leq 80$  мм практически весь органический взвешенный сор задерживается на поверхности фильтра. При крупности загрузки более 80 мм соро- и шугозадерживающая способность фильтра снижается. Чем крупнее загрузка фильтра, тем глубже проникают в него сор и шуга.

**4.87.** Засорение фильтра зависит и от скорости потока на его поверхности. Оно редко снижается при скоростях течения, более чем в пять раз превышающих скорости втекания в фильтр и значительно увеличивается при подходе потока по нормали к его поверхности.

**4.88.** Только импульсная промывка, создающая волновое давление, обеспечивает равномерное воздействие потока на фильтр. При незначительных скоростях обтекания фильтра потоком необходимо увеличивать расход промывной воды. В условиях водоемов эффективную промывку фильтра можно обеспечить только при наличии волнения

**4.89.** В условиях водоемов вследствие вертикальной асимметрии профиля волн и соответственно орбитальных скоростей горизонтально и наклонно расположенные поверхности фильтров при верхнем приеме воды обычно декольматируются волновым потоком.

**4.90.** В тяжелых шуголедовых условиях используют подвод теплой воды к фильтрующей поверхности и электрообогрев металлических стержней, удерживающих фильтр, обычно служащих затравкой для обледенения. При отсутствии возможности подвода теплой воды для обогрева фильтра насосы насосной станции следует устанавливать под залив.

**4.91.** Коэффициент фильтрации в фильтре, изготовленном из гравия, гальки или щебня, определяется по формуле

$$K_{\phi} = 18p\sqrt{d}, \quad (152)$$

где  $p$  - коэффициент пористости для гравия и гальки принимается равным 0,4, для щебня - 0,5;  $d$  - диаметр фильтрующего материала, см.

Коэффициент фильтрации в фильтре из камня определяется по формуле

$$K_{\phi} = sp\sqrt{d}, \quad (153)$$

где  $s = 20-14/d$ . Для камня округленной формы  $p = 0,4$ .

**4.92.** Скорость фильтрации воды в фильтре при турбулентном режиме определяется по формуле

$$\bar{v} = K_{\phi}\sqrt{J}, \quad (154)$$

где  $J$  - пьезометрический уклон.

При ламинарном режиме фильтрации - по формуле

$$\bar{v} = K_{\phi}J. \quad (155)$$

**4.93.** Потери напора в фильтре определяются по формуле

$$\Delta h = (\bar{v}^2/K_{\phi}^2)\delta, \quad (156)$$

где  $\delta$  - толщина одного слоя фильтра.

**4.94.** Скорость входа или подхода воды к фильтру должна определяться местными условиями в водоисточнике и требованиями рыбоохраны.

Скорость подхода воды к фильтру при известной его пористости и заданной или принятой скорости фильтрации определяется по формуле

$$v_{\text{вх}} = (1/p)\bar{v}. \quad (157)$$

**4.95.** Одним из сдерживающих факторов широкого использования фильтрующих водоприемников на водоемах является возможность обрастания водоводов и фильтров ракушкой. Между тем, как свидетельствует опыт эксплуатации водозаборов, обрастания самотечных водоводов и дрен, даже при весьма повышенной биологической активности обрастателей, не наблюдается. Предполагают, что такое положение обусловлено отсутствием или весьма незначительным прониканием питательной среды (планктона) вследствие весьма малых скоростей фильтрации воды.

### Комбинированные водоприемники

**4.96.** Водоприемники (не менее двух) разного типа, работающие совместно, заменяя друг друга (в одних и тех же условиях), либо независимо один от другого (в разные гидрологические фазы) и входящие в состав одного водозабора, называют *комбинированными*.

Комбинированные водоприемники позволяют в наилучшей степени приспособить сооружения к местным условиям избранного створа (особенно при большом количестве наносов и шуга) и получить вполне надежное и наиболее экономичное решение.

**4.97.** Самыми распространенными являются водозаборы, имеющие русловой и береговой водоприемники, при этом береговой водоприемник работает только в паводки и половодья ([рис. 75](#)), когда в реке проходит наибольшее количество наносов, а русловой - только в межень и в периоды шугохода. На реках с большой амплитудой колебания уровней воды в последнее время применяют водозаборы с береговыми и ковшовыми водоприемниками.



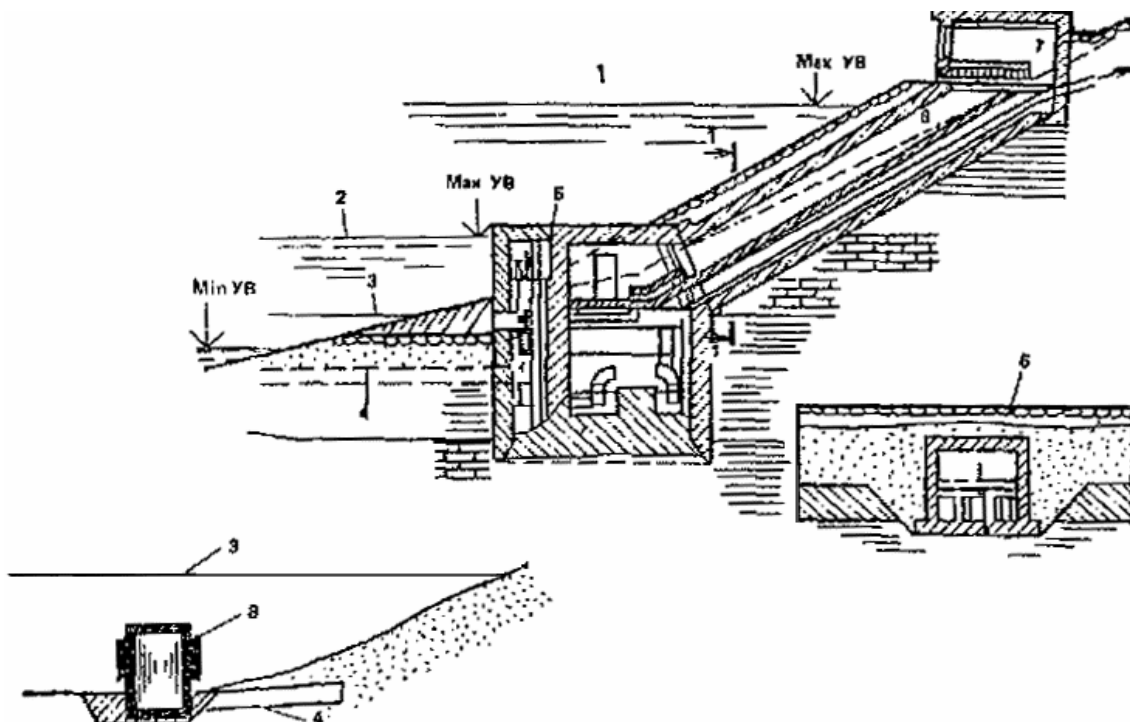


Рис. 75. Водозабор комбинированного типа

1 - высокий уровень воды; 2 - высокий уровень воды осенних паводков; 3 - меженный уровень воды; 4 - самотечный водовод затопленного водоприемника; 5 - водоприемник, совмещенный с насосной станцией; 6 - галерея; 7 - павильон для входа; 8 - русловые водоприемники

4.98. Применяют также комбинированные водоприемники, состоящие из нескольких фильтрующих (рис. 76, а) и открытых (рис. 76, б и 77) секций, позволяющие в случае забивки открытых секций шугольдом переходить на фильтрующий водоотбор.

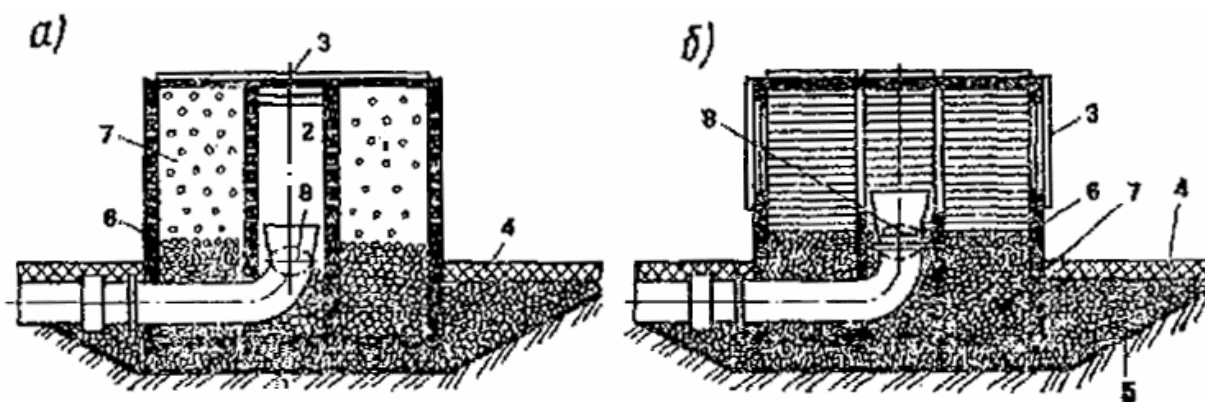


Рис. 76. Комбинированный водоприемник

1 - засыпка галечником; 2 - водосборная галерея; 3 - водоприемные окна с кассетой; 4 - фашинный тюфяк; 5 - постель; 6 - ряжевая клетка; 7 - фильтрующие отсеки; 8 - растроб, вихревая камера или водовод с щелью переменного сечения



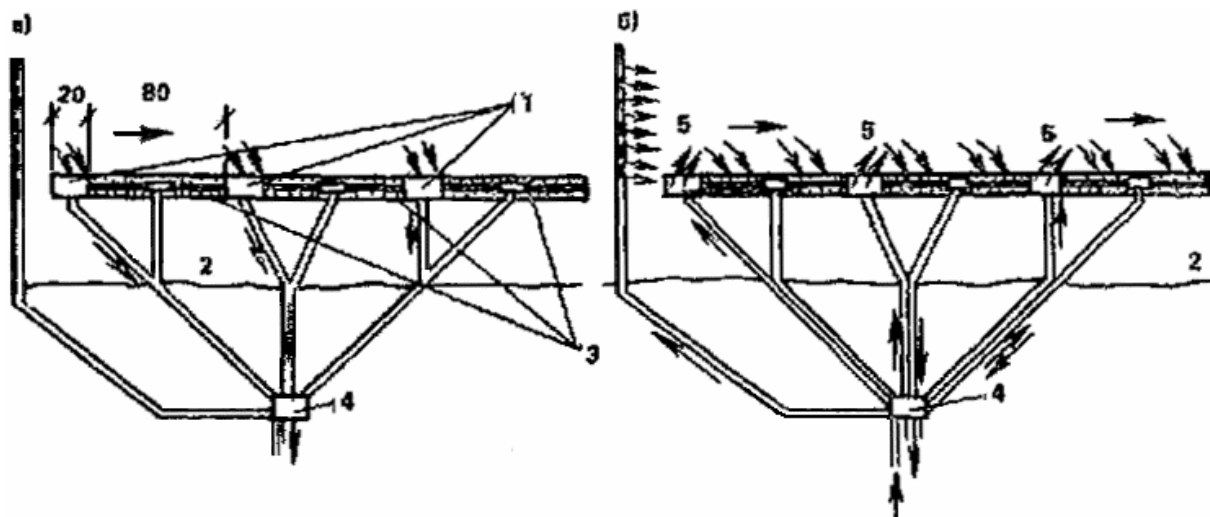


Рис. 77. Схема комбинированного водоприемника водозабора ТЭС

*a* - схема забора воды в летний период; *б* - то же в зимний; 1 - открытые водоприемники; 2 - урез воды; 3 - фильтрующие водоприемники; 4 - колодец переключений; 5 - выпуск теплой воды

4.99. В водоемах при интенсивных шуголедовых явлениях на открытых водоприемниках в непосредственной близости от них устанавливают фильтрующие водоприемники, вынесенные за пределы сосредоточенных течений (рис. 78).

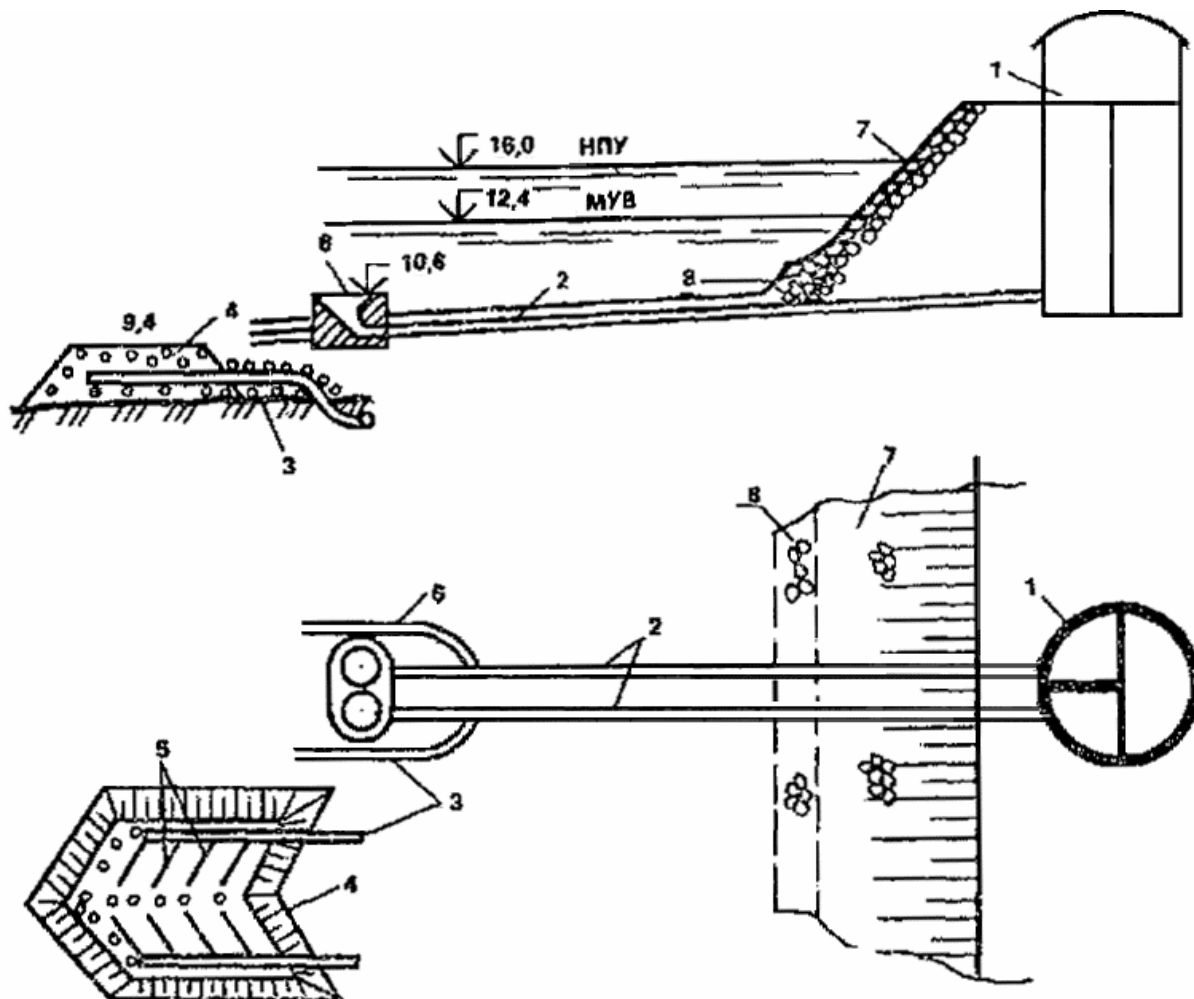


Рис. 78. Схема комбинированного водоприемника в условиях водоема после реконструкции водозабора

1 - совмещенная двухсекционная насосная станция; 2 - самотечные водоводы,  $D \approx 1200$ ; 3 - подсоединенные водоводы,  $D = 1200$ ; 4 - фильтрующая призма; 5 - дырчатые дренирующие водоводы; 6 - водоприемник бункерного типа с верхним приемом воды; 7 - каменнонабросное берегозащитное покрытие; 8 - банкет

**4.100.** Разнообразие местных условий требует разрабатывать и применять различные схемы комбинированного приема воды.

**4.101.** Расчет комбинированных водоприемников зависит от их типа и производится по ранее приведенным методикам (отдельно каждого водоприемника).

**4.102.** Особого расчета на равномерность забора воды требуют фильтрующие секции насыпного и ряжевого комбинированного водоприемника (см. [рис. 76](#) и [77](#)). Фильтрующие (ряжевые) секции в нем выполняют из ряжей, рубленных с просветами; внутри ряжей располагают водосборные коллекторы, соединенные с самотечными водоводами. Коллекторы можно выполнять коническими, телескопическими, цилиндрическими или квадратными соответственно с постоянной или переменной шириной входной щели. Внутренние пазухи ряжей засыпают камнем округлой формы средним диаметром 15-30 см.

**4.103.** После определения возможной высоты и длины фильтрующей секции (при скорости фильтрации меньше 5 см/с) производят расчет площади водоприемных отверстий, обеспечивающих равномерный забор воды по всему водоприемному фронту.

**4.104.** Для ряжевого водоприемника квадратной или близкой к ней формы при одностороннем заборе воды изменение давления определяют по формуле

$$(P_0 - P_x)/\rho g = \zeta (v_x^2/2g); \quad (158)$$

коэффициент  $\zeta$  определяют по графику ([рис. 79, а](#)), где  $\eta = x/R$ ,  $x$  - расстояние от начала коллектора до рассматриваемого сечения,  $R$  - гидравлический радиус.

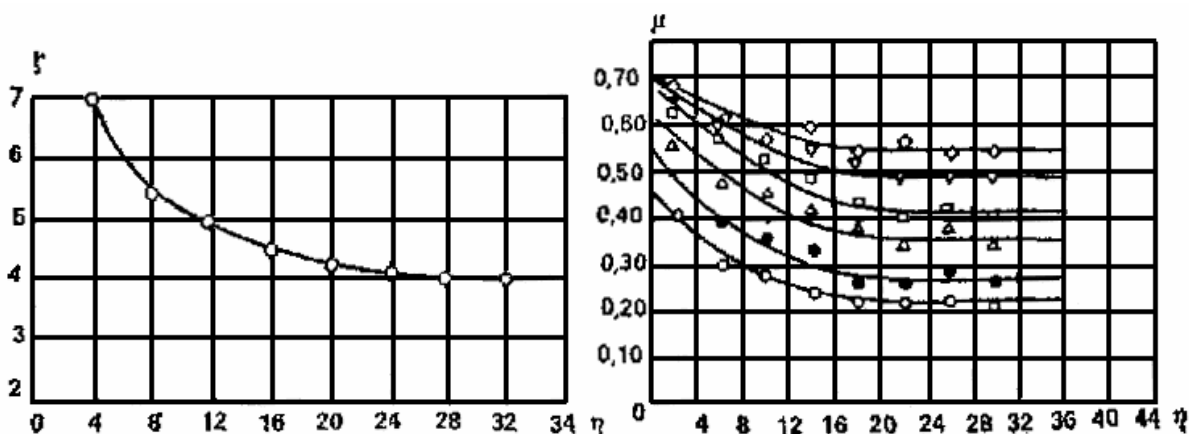


Рис. 79. Графики изменения  $\zeta$  и  $\mu$ , в зависимости от степени стеснения входа в коллектор

**4.105.** Для прочих коллекторов (круглых, прямоугольных, призматической формы) применяют формулу

$$(P_0 - P_x)/\rho g = \zeta (v_x^2/g); \quad (159)$$

**4.106.** Площади боковых отверстий коллектора определяют по его отдельным участкам. Чем меньше длина участка, тем больше будет точность в распределении отверстий. В практических расчетах длину участка следует принимать не больше 2 м. На каждом участке определяется средняя величина давления внутри коллектора

$$(P/\rho) = \frac{[(P_x/\rho)_1 + (P_x/\rho)_2]}{2}, \quad (160)$$

где  $(P_x/\rho)_1$  и  $(P_x/\rho)_2$  - давление в коллекторе по концам рассматриваемого участка.

**4.107.** Площадь боковых отверстий на каждом участке определяется по формуле

$$\omega = Q/(\mu\sqrt{2g\Delta H}), \quad (161)$$

где  $Q$  - боковой расход воды на рассматриваемом участке коллектора;  $\Delta H$  - напор на входе в коллектор.

Величина  $\Delta H$  на входе в коллектор какого-либо участка равна:

$$\Delta H = H - \Delta h_{\text{ср}} - (P/\rho g)_{\text{ср}}, \quad (162)$$

где  $H$  - высота столба воды от верха коллектора до ее уровня в водоисточнике;  $\Delta h_{\text{ср}}$  - потери напора при фильтрации воды через наброску.

Значение коэффициента расхода для ряжевого водоприемника определяют по графику (см. [рис. 79, б](#)), а для остальных коллекторов и форм отверстий коэффициент расхода ориентировочно можно принять равным 0,62.

**4.108.** Зная общую площадь отверстий на рассмотренном участке коллектора и размеры одного отверстия, можно определить их количество, отверстия по поверхности коллектора на рассматриваемом участке целесообразно размещать равномерно в шахматном порядке.

**4.109.** Деление комбинированного водоприемника на отдельные секции (фильтрующие и открытые) см. на [рис. 77](#). Подсоединения водоприемников к береговому колодцу следует производить с учетом конструктивных особенностей.

Максимальную длину отдельной секции, в случае отвода воды одним водоводом, следует принимать не более 30 м.

### Промывка водоприемников

**4.110.** Водоприемники, оборудованные сороудерживающими решетками и различными типами фильтрующих элементов необходимо промывать обратным током воды.

**4.111.** Промывку водоприемников можно выполнять с помощью обратного тока воды, подаваемого из напорного водовода, или импульсного - из вакуум-колонны.

**4.112.** При расчете промывки обратным током определяют требуемый расход воды, напор и скорости в водоприемных отверстиях.

**4.113.** Расход воды, подаваемый на обратную промывку водоприемных отверстий, определяется конструктивными элементами водоприемников, сороудерживающих решеток, фильтров, их толщиной, крупностью фильтрующего материала, скоростями ее забора в расчетном режиме работы, пространственной ориентацией водоприемного фронта и рядом других факторов.

Для ряжевых фильтрующих водоприемников с боковым приемом воды расход на обратную промывку должен находиться в пределах

$$Q_n = (1,5 - 2) Q_p. \quad (163)$$

Для консольных фильтров с приемом воды снизу вверх

$$Q_n = 0,75 Q_p. \quad (164)$$

Для отверстий, расположенных в вертикальной плоскости и огражденных сороудерживающими решетками, которые систематически механически очищаются от сора, но требуют промывки в шугоход

$$Q_n = Q_p. \quad (165)$$

**4.114.** Решетки и кассеты, установленные на горизонтальных отверстиях с приемом воды сверху вниз, требуют для промыва дополнительно подвода сжатого воздуха в количестве 16-20 л/см<sup>2</sup> на водотоках и 20-25 л/см<sup>2</sup> - на водоемах.

**4.115.** В большинстве случаев воду для обратной промывки подводят из напорных водоводов при некотором временном ограничении подачи ее в сеть или используют резервные насосы.

**4.116.** Для обеспечения более равномерной промывки обратным током воды необходимо во всех случаях предусматривать специальные водоподводящие и струенаправляющие устройства

в водоприемниках бункерного типа можно установить конус над отверстием

самотечной трубы (рис. 80, а);

в водоприемниках раструбного типа - наклонную плоскость перед порогом водоприемных отверстий (рис. 80, б);

в водоприемниках со щелью и с вихревыми камерами, которые имеют непрерывную щель, - наклонную плоскость и струнаправляющие диафрагмы в щели (рис. 80, в);

в водоприемниках с вихревыми камерами, имеющими прерывную щель, дополнительно следует вводить поворот струй, обуславливающий расширение их по ширине отдельных панелей, а в панелях - не менее двух диафрагм (рис. 80, г);

в фильтрующих водоприемниках необходимо применять подвод промывных струй под углом (рис. 80, д).

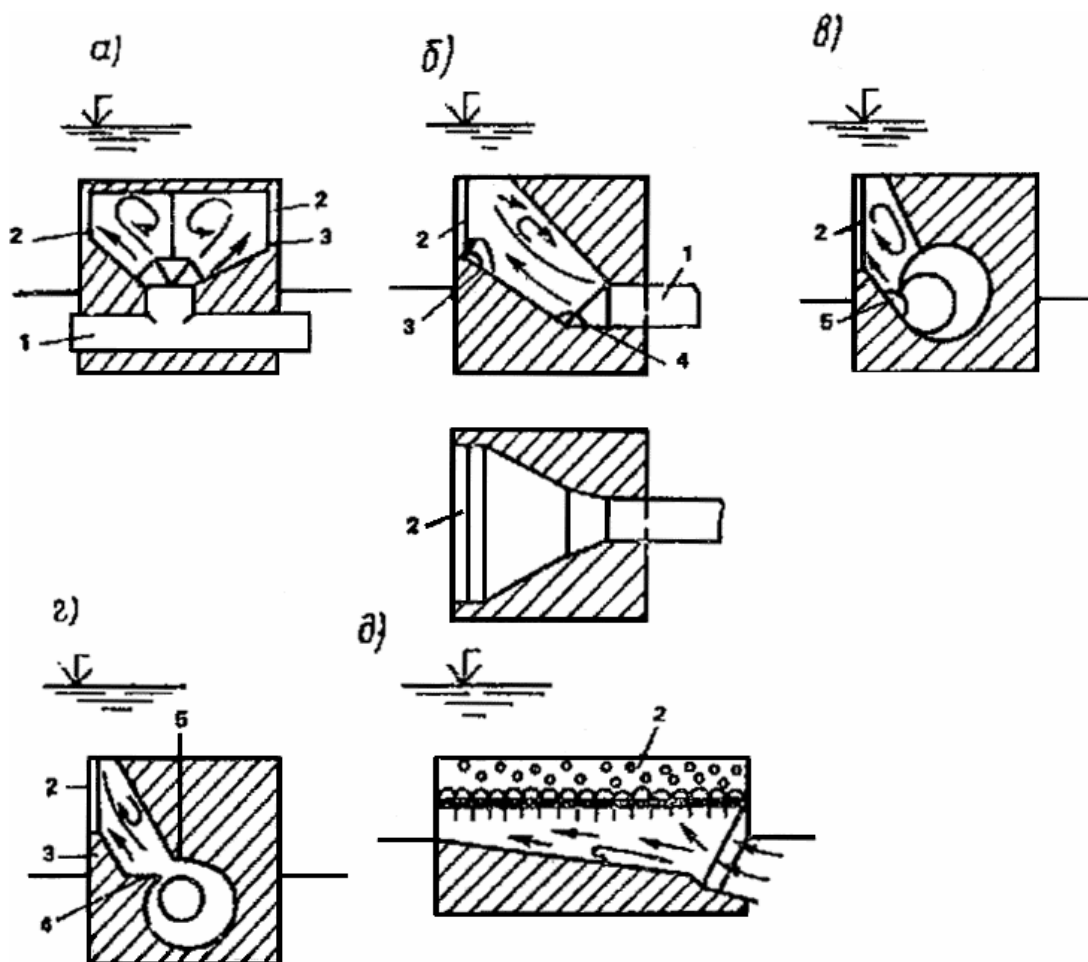


Рис. 80. Струнаправляющие устройства для обратной промывки водоприемных отверстий (а-д)

1 - самотечный водовод; 2 - водоприемные отверстия; 3 - угол подвода промывных струй к плоскости отверстия (для распределения промывного расхода по высоте отверстия); 4 - угол поворота струй для распределения их по ширине панели; 5 - струнаправляющие диафрагмы в щели вихревой камеры

Во всех этих случаях достаточно широкие промывные струи следует подводить к плоскости отверстия не по нормали, а под углом, равным или меньшим  $45^\circ$ .

4.117. В современных водоприемниках площадь водоприемных отверстий в 10 и более раз превышает площадь сечения самотечных водоводов. Поэтому очистка решеток и других устройств от сора только промывкой обратным током воды часто оказывается неэффективной главным образом из-за вытекания промывной воды через незасоренные части отверстия. Вследствие этого следует применять импульсную промывку, при которой возбуждается волна давления, воздействующая на всю площадь водоприемного отверстия. Схема устройств для импульсной промывки представлена на рис. 81, а.

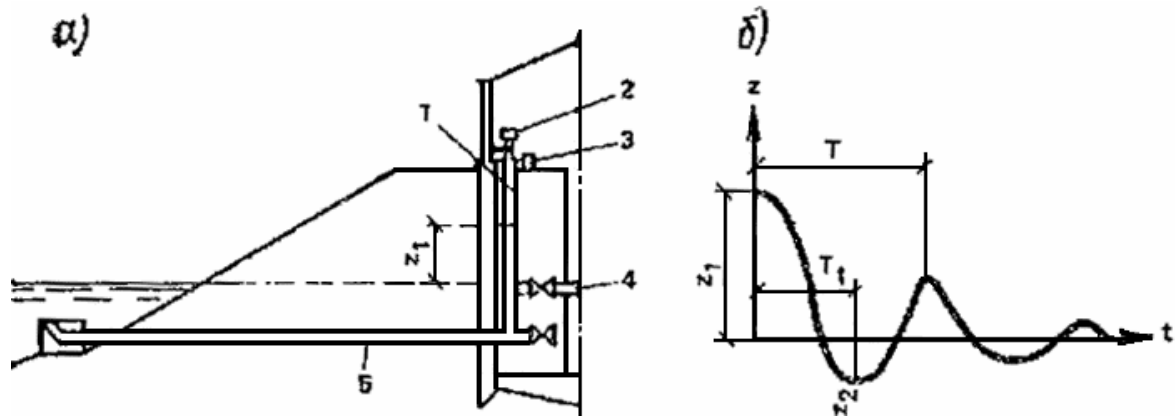


Рис. 81. Схема импульсной промывки водоприемных отверстий

1 - колонна на самотечном водоводе; 2 - патрубок с затвором для впуска воздуха; 3 - вакуум-насос; 4 - водовод для промывки решеток обратным током воды; 5 - самотечный водовод; 6 - столб воды, поднятый вакуумом

**4.118.** При расчете импульсной промывки исходят из того, что волна колебания массы воды, заключенной в установленный перед задвижкой колонне, вызывается с помощью срыва вакуума, который был ранее создан в колонне вакуум-насосами. Основой расчета импульсной промывки является определение амплитуды колебания масс воды в колонне.

**4.119.** Связь между первой  $z_1$  и второй  $z_2$  амплитудами колебаний (рис. 81, б) определяется уравнением

$$\ln\left(1 - m \frac{z_2}{\theta}\right) + m \frac{z_2}{\theta} = \ln\left(1 + m \frac{z_1}{\theta}\right) - m \frac{z_1}{\theta}, \quad (166)$$

где  $z_1$  - величина первой амплитуды, задаваемая вакуумом в колонне;  $z_2$  - искомая величина второй амплитуды;  $\theta$  - характеристика сопротивления системы.

$$\theta = L\omega/F\psi, \quad (167)$$

где  $L$  и  $\omega$  - соответственно длина и площадь сечения самотечного водовода;  $F$  - площадь сечения вакуум-колонны диаметром  $D$ .

$$\psi = L/D - \lambda + \sum \zeta + 1; \quad (168)$$

$$m = 1 + \eta, \quad (169)$$

где  $\eta$  - характеристика дополнительного сопротивления системы, представляющая собой отношение потерь напора от дополнительных сопротивлений  $h_{\text{ог}}$  к потерям, вызываемым основными сопротивлениями.

Для области  $0,07 < d/D < 0,16$  с достаточной точностью можно считать

$$\eta = 1/3 (\rho_{\text{в}}/\rho) (\omega/f)^2, \quad (170)$$

где  $\rho_{\text{в}}$  - плотность воздуха в  $1 \text{ м}^3$  при нормальном давлении  $\rho$  - плотность воды;  $f$  - площадь сечения отверстия диаметром  $d$  для впуска в колонну воздуха.

**4.120.** Период колебания масс воды определяют по формуле

$$T = K 2\pi \sqrt{(L/g)(F/\omega)}. \quad (171)$$

По опытным данным  $K = 1,04-1,07$ . Время снижения уровня воды в колонне до второй амплитуды

$$T_1 = 0,56T. \quad (172)$$

**4.121.** В случаях если площадь сечения колонны  $F$  больше площади сечения самотечного водовода  $\omega$ , то в расчет следует вводить приведенную длину

$$L_{\pi} = L(F/\omega). \quad (173)$$

**4.122.** Для упрощения расчетов по уравнению (166) пользуются графиками (рис. 82), по которым находят:

по выбранным размерам и схеме водоприемника, самотечных водоводов и вакуум-колонны по (168) -  $\psi$ , по (167) -  $\theta$ ; по (170) и (169) -  $\eta$  и  $m$  (рис. 82, *з*);

по принятой величине первоначального подъема  $z_1$  устанавливают  $z_1/\theta$ ;

по графику (рис. 82, *а*) отношения  $z_2/\theta$  и по  $\theta$  - вторую амплитуду  $z_2$ ;

наибольшую скорость течения в самотечном водоводе (см. рис. 82, *б, в*) определяют по формуле

$$v_c = \frac{(z_1 + z_2) F \pi}{T \omega 2}. \quad (174)$$

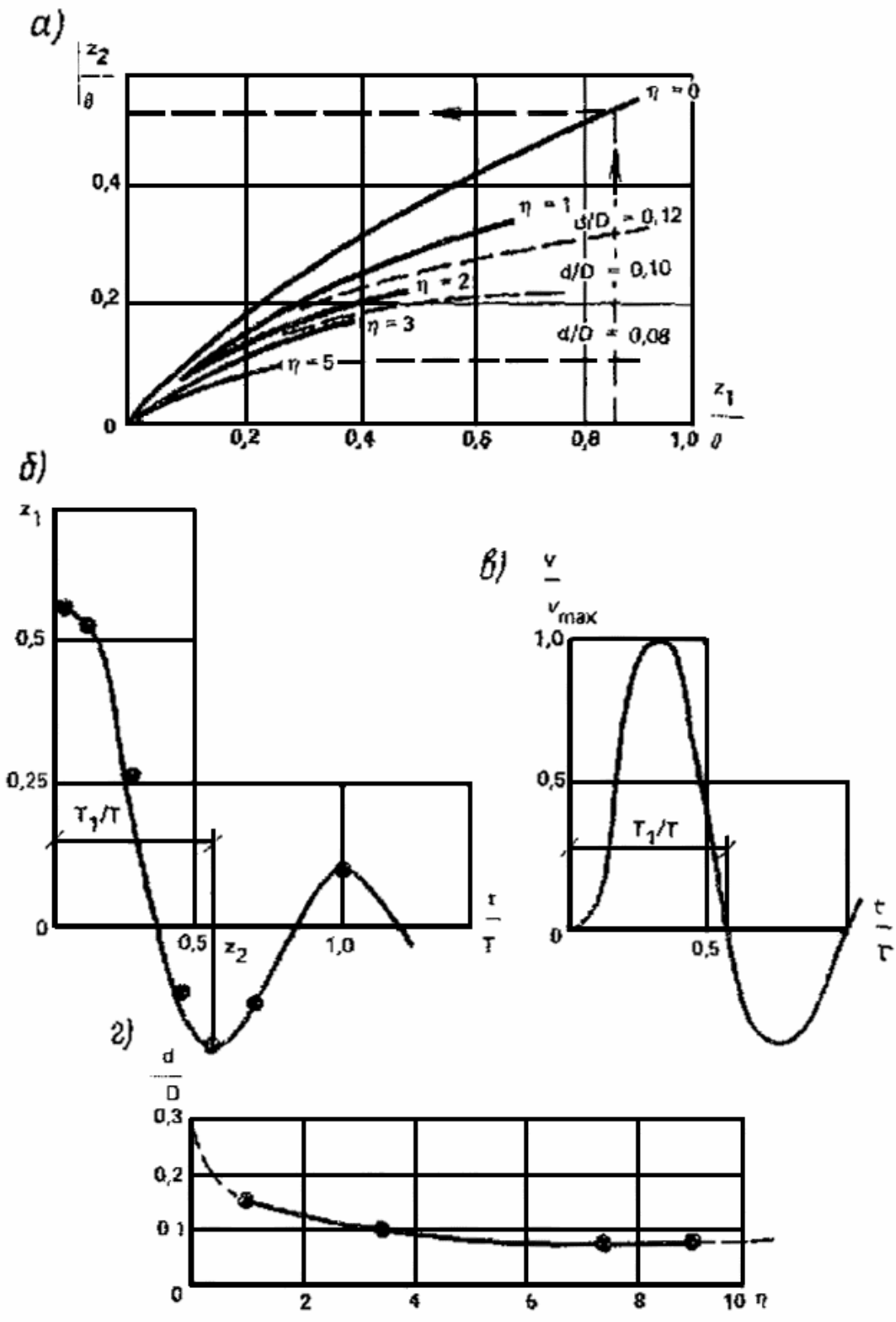


Рис. 82. График импульсной промывки водоприемных отверстий

*a* - расчетный (По М. Д. Чертоусову), *б* - уровни воды в колонне мосле срыва вакуума; *в* - изменения скорости течения в самотечном водоводе; *г* - функции  $\eta = K(\rho_v/\rho)(\omega/f)^2$  при  $\rho_v = 0,00114 \text{ т/м}^3$  и  $K = 1/3$ , сплошные линии - по М. Д. Чертоусову, пунктирные - по эксперименту

**4.123.** Начальную высоту подъема воды в колонне  $z_1$  принимают меньшей или равной 5 м. Пространство перед впускным отверстием воздуха в радиусе  $R \geq 3D$  следует защищать ограждением.

**4.124.** Для эффективной импульсной промывки требуется совершенная герметичность всей водоподводящей системы, расположенной между колонной и водоприемными отверстиями, сочетать импульсную с обратной промывкой,

производить ее в периоды волновых процессов в условиях водоемов.

**4.125.** Следует учитывать, что импульсная промывка недостаточно эффективна для промыва горизонтальных отверстий, принимающих воду сверху вниз. В этих случаях, как указано в [п. 4.114](#), к отверстию необходимо дополнительно подводить сжатый воздух и использовать напорные распределительные водоводы, позволяющие отбросить скопившийся мусор за пределы зоны водоотбора.

#### **Гидравлическое наносозащитное устройство**

**4.126.** В случаях недоучета в проектах или последующего нарушения гидрологических, гидравлических или гидроморфологических процессов, сопровождающихся уменьшением глубин или аккумуляцией наносов в месте размещения водоприемных устройств водозаборов, для поддержания расчетных глубин на периоды прохождения гряд, побочней и т. п. в водоисточнике можно использовать гидравлические наносозащитные устройства (ГНУ).

**4.127.** Гидравлическое наносозащитное устройство состоит из подводящего от насосной станции и распределительного напорного водоводов, по длине которого размещаются насадки, а в торце - сопло ([рис. 83](#)).



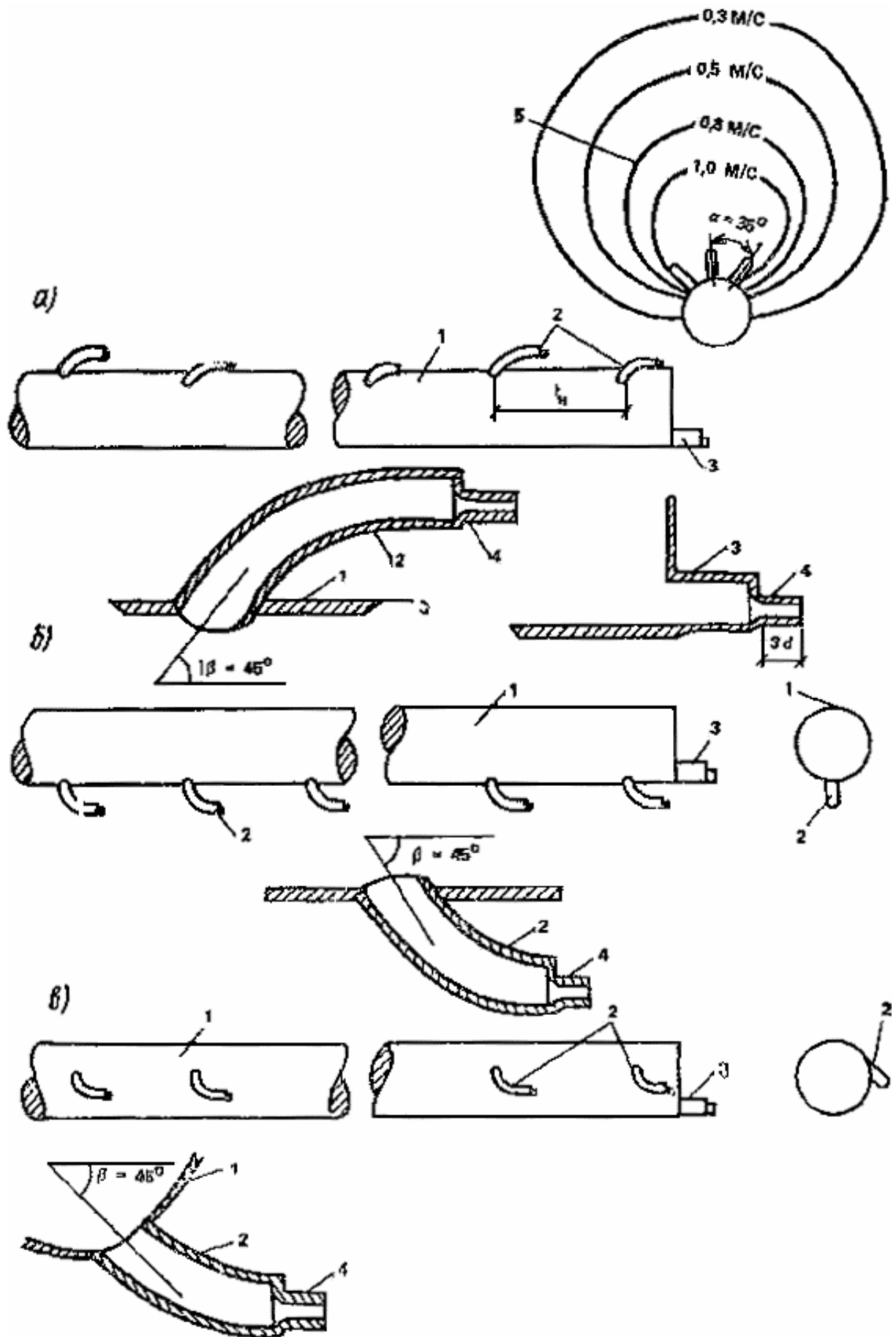


Рис. 83. Конструктивные схемы насадков и сопел и их компоновки на распределительных водоводах

*a* - верхнее расположение насадков; *б* - нижнее расположение насадков; *в* - боковое расположение насадков; 1 - распределительный водовод; 2 - насадки; 3 - сопло; 4 - оформление выходных отверстий; 5 - эпюра скоростей при  $H = 3,4$  м;  $d_n = 2$  мм;  $D_n = 12,5$  мм,  $l_n = 75$  мм (по опытным данным)

**4.128.** При подаче воды расчетного напора и расхода вдоль распределительного водовода создается воссоединенная струя, с помощью которой обеспечиваются поддержание расчетных глубин в месте его размещения и транзит наносов на ниже расположенный участок водотока или водоема.

**4.129.** Компоновка ГНУ по отношению к водоприемнику, ее конструктивные элементы (количество, диаметры и ориентация насадков), напор и расход подаваемой воды определяются крупностью наносов, длиной и типом водоприемника, высотой аккумулирующегося слоя наносов, величинами бытовых скоростей течений на прилегающих участках водоисточника и другими факторами.

**4.130.** В условиях водоемов независимо от типа водоприемника или водозабора при наносах, состоящих из гальки, гравия и крупнозернистого песка, насадки следует размещать по нижней поверхности распределительного водовода с устройством под ним наносотранспортирующего лотка с открытыми торцами ([рис. 84](#)). В зависимости от интенсивности и направления могут устанавливаться один, два и даже три распределительных водовода, ориентированных в противоположных направлениях.

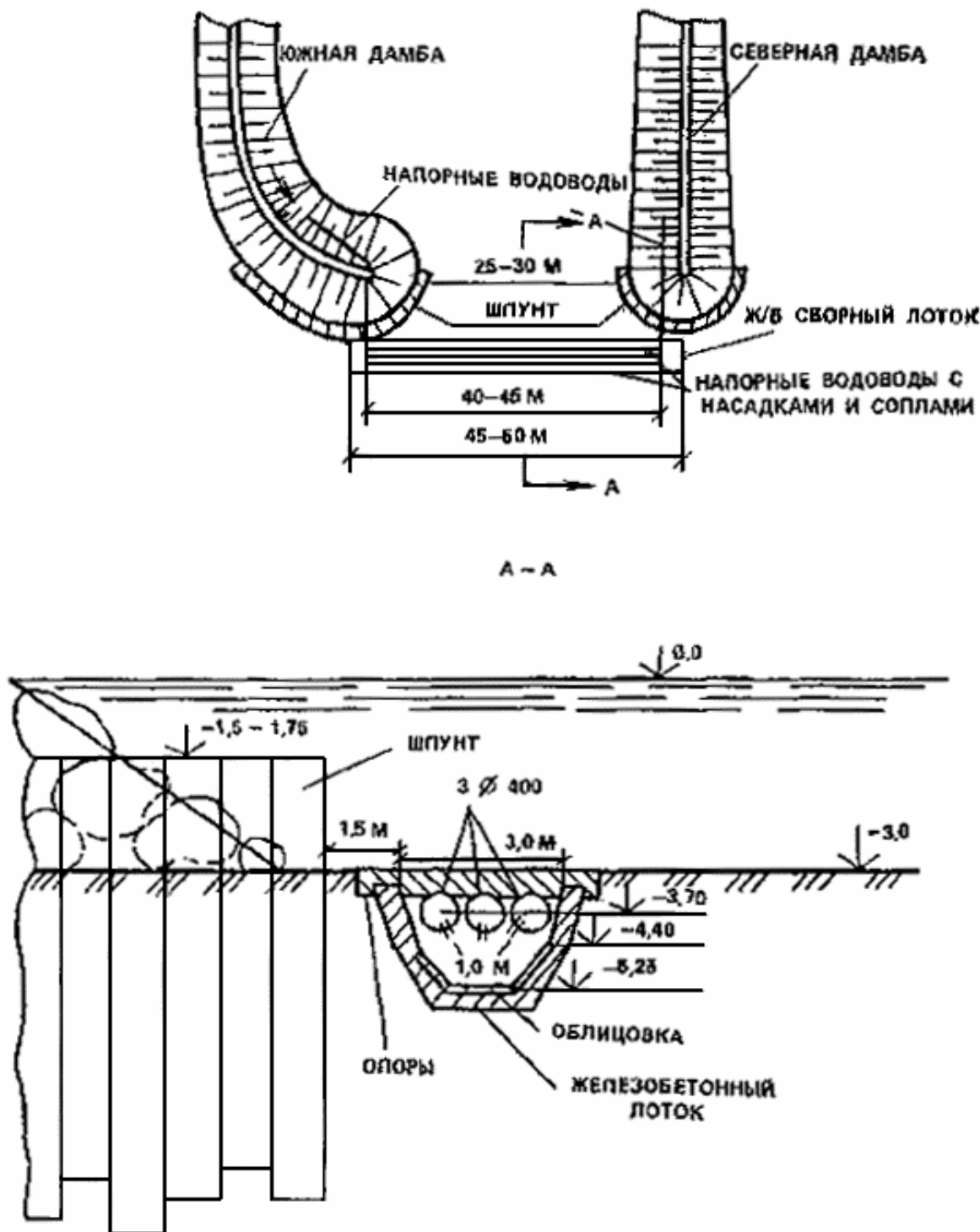


Рис. 84. Схема компоновки ГНУ с нижним расположением насадок в условиях интенсивной двухсторонней миграции гальки, гравия и крупнозернистого песка на входе в огражденный подводящий канал на водоеме

4.131. При песчаных наносах независимо от всех прочих факторов предпочтительны распределительные водоводы с боковым и верхним расположением насадок (см. [рис. 83, а, в](#)). При этом необходимо иметь в виду, что поскольку ГНУ будет использоваться преимущественно в периодическом режиме работы и при отсутствии достаточного контроля, возможны завал распределительного водовода или образование над ним слоя наносов. Поэтому необходимо изыскать такую компоновку или конструкцию насадок и сопел, которая должна исключить проникновение наносов в распределительный водовод.

4.132. Для уменьшения потерь напора потока на отсоединение, трение, сжатие, поворот и т. д. насадки желательно устанавливать под углом  $\alpha = 45^\circ$  к оси распределительного водовода, их диаметр  $d$  принимать в 1,3-1,6 раза больше

выходного отверстия  $d_b$ , придавая входу обтекаемую форму (см. [рис. 83](#)).

**4.133.** Скорость истечения струи из сопла или насадка определяется по формуле

$$\bar{v}_0 = \mu \sqrt{2gH}, \quad (175)$$

где  $\mu$  - коэффициент расхода, определяемый формой концевой части сопла или насадка;  $H$  - расчетный напор воды в распределительном водоводе, определяемый разностью напоров в распределительном водоводе и максимально возможным его заглублением под уровень воды в водоисточнике.

Соответственно расход воды

$$q = \mu \omega \sqrt{2gH}, \quad (176)$$

**4.134.** Суммарные потери напора по длине подводящего водовода зависят от его длины, диаметра, шероховатости стенок, скорости транспортирования воды, поворотов, наличия задвижек и других элементов. Потери напора по длине водовода без учета поворотов, задвижек и т. д. определяется по формуле

$$h_l = \frac{\lambda l v^2}{D 2g}, \quad (177)$$

где  $\lambda$  - коэффициент трения;  $l$  - длина подводящего водовода.

Поскольку длина подводящего водовода обычно измеряется несколькими сотнями метров, для исключения потерь напора скорость транспортируемой воды (до насадков) следует принимать в пределах 1,5-2 м/с.

**4.135.** Дополнительные потери напора по длине подводящего водовода на местных сопротивлениях обычно находятся в пределах

$$\Sigma h_i = (0,05- 0,15) h_l. \quad (178)$$

Расчетный напор насосной определяется по формуле

$$H_n = H + (1,05-1,15) h_l + h' + h_b, \quad (179)$$

где  $h'$  - потери напора в распределительном водоводе;  $h_b$  - высота всасывания насоса.

Струя, выбрасываемая из круглого отверстия сопла или насадки, в условиях спокойной воды растекается в жидкости в форме усеченного конуса с углом в вершине  $\alpha \approx 39^\circ$ .

**4.136.** Максимальную скорость струи вдоль ее оси, выбрасываемой из сопла или насадки, определяют по формуле

$$v_{\max} = 0,48 d_b \bar{v}_0 / (0,075l + 0,145d_b), \quad (180)$$

где  $l$  - расстояние от выходного отверстия до рассматриваемого сечения.

**4.137.** Величину средней скорости струи на заданном расстоянии от сопла или насадки определяют по формуле

$$\bar{v}_c = 2,9 d_b \bar{v}_0 / (l + 2,9 d_b). \quad (181)$$

Величину этой скорости в зависимости от диаметра выходного отверстия сопла или насадки, скорости истечения струи и расчетного напора на заданном расстоянии от 0,5 до 1,5 м можно определить с помощью графика ([рис. 85](#)).

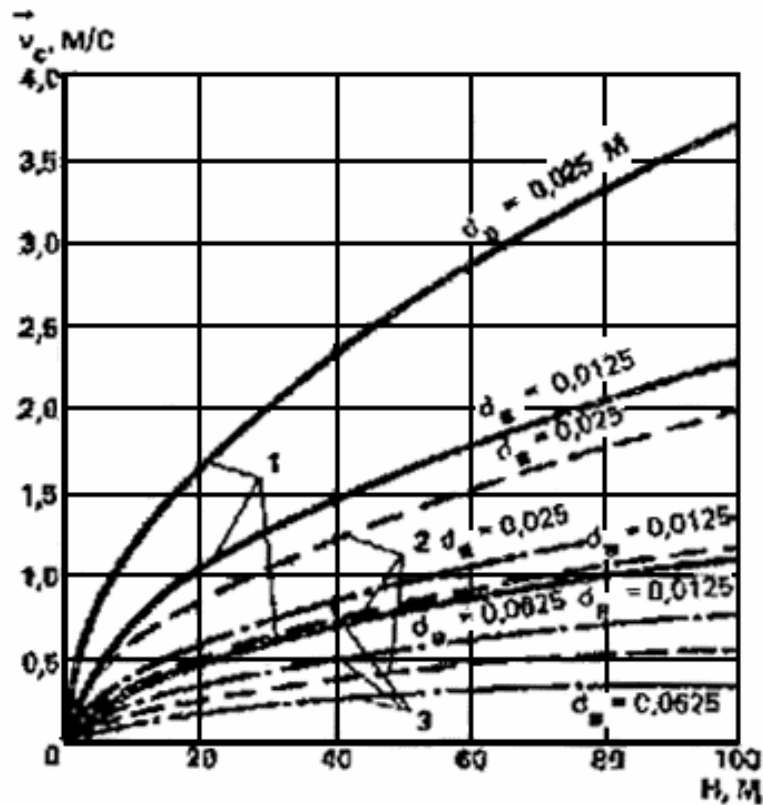


Рис. 85. График зависимости  $\bar{v}_c = f(H, d_n, l)$

1 -  $l = 0,5$  м; 2 -  $l = 1$  м; 3 -  $l = 1,5$  м

4.138. Отношение максимальной (180) или средней скорости (181) струи на расчетном расстоянии  $l$  от насадка или сопла к скорости истечения (175) определяют с помощью графика (рис. 86).

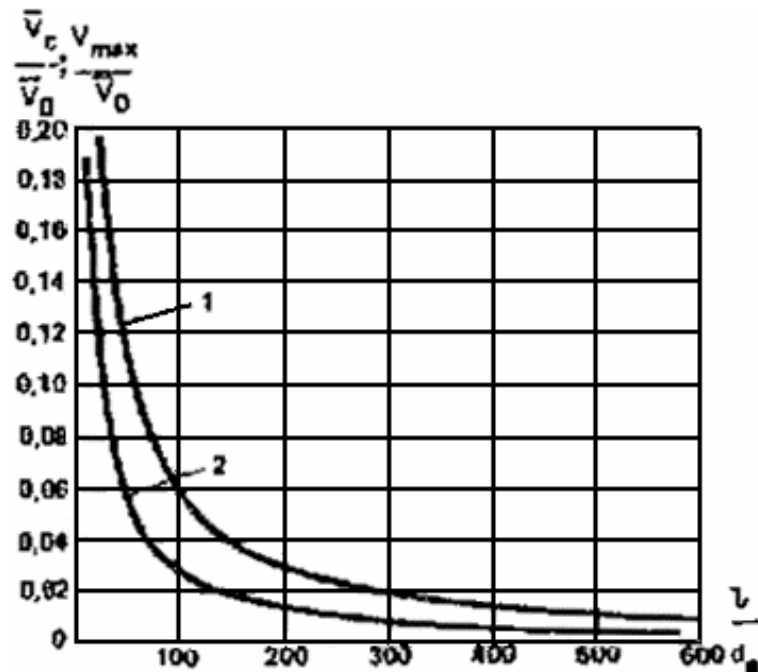


Рис. 86. График зависимости функции  $\bar{v}_c/\bar{v}_0$  и  $v_{\max}/v_0$  от  $l/d_n$

4.139. В первом приближении размывающая скорость воссоединенной струи рассчитывается по средней скорости (181) (см. рис. 85) и графику (рис. 87) в зависимости от крупности наносов. При этом

$$\bar{v}_c \geq 1,3v_n \quad (182)$$

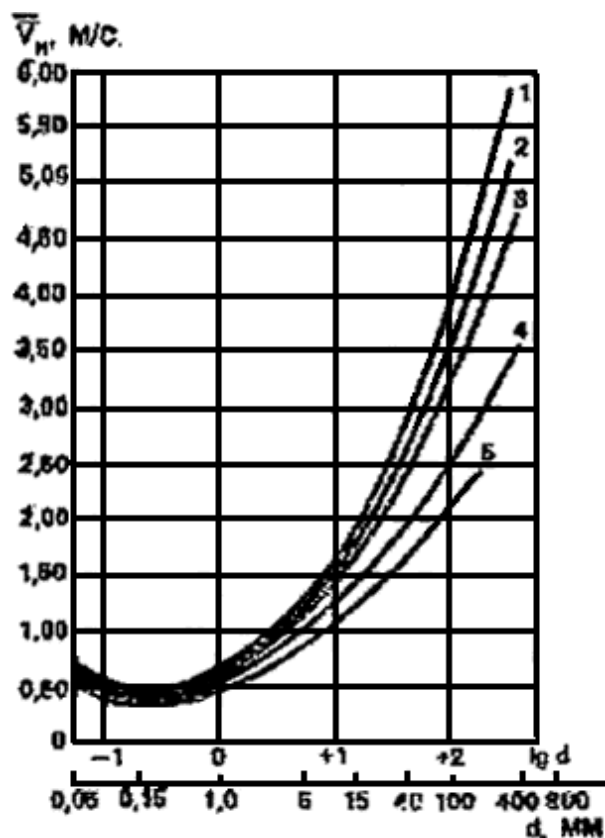


Рис. 87. Зависимость неразмывающих средних скоростей от диаметра частиц и глубины потока

1 - при глубинах  $H = 10$  м; 2 -  $H = 8$  м; 3 -  $H = 5$  м; 4 -  $H = 1$  м; 5 -  $H = 0,5$  м

**4.140.** С учетом крупности наносов, их неразмывающей скорости  $\bar{v}_c \geq 1,3v_n$ , расчетного напора воды в распределительном водоводе  $H$  по [рис. 85](#) и [86](#) определяют оптимальное расстояние между насадками  $l_n$  и их выходной диаметр  $d_b$ .

**4.141.** При заданной длине распределительного водовода  $L$ , который должен быть равен или больше длины защищаемого водоприемного фронта или подводящего канала (см. [рис. 85](#)), количество насадков определяется по формуле

$$n = L/l_n. \quad (183)$$

**4.142.** При периодическом режиме эксплуатации ГНУ не исключена возможность завала распределительного водовода наносами. В этих условиях для обеспечения менее продолжительного самоотмыва или сноса наносов, отложившихся над распределительным водоводом, первый насадок необходимо изготавливать с удвоенным выходным сечением по сравнению с остальными.

Высота слоя наносов, отложившихся над распределительным водоводом в периоды его отключения, не должна превышать для насадков  $d_b = 0,0125$  м - 0,35 м, а для  $d_b = 0,025$  м - 0,5 м.

**4.143.** Сопло, устанавливаемое в торце распределительного водовода, способствует увеличению дальности отброса транспортируемых наносов и высоты образующегося за ним бара. Поэтому диаметр сопла следует увеличивать по сравнению с диаметром насадков не менее чем в два раза.

**4.144.** Для обеспечения напорного режима в распределительном водоводе необходимо выдержать условие

$$\omega_b > (n - 1) \omega + \omega_1 + \omega_c, \quad (184)$$

где  $\omega_b$  - площадь сечения распределительного водовода;  $\omega$  - площадь сечения выходного отверстия насадка;  $\omega_1$  - площадь сечения выходного отверстия первого насадка;  $\omega_c$  - площадь сечения сопла;  $n$  - количество насадков.

С учетом принятых соотношений

$$\omega_b > (n + 7) \omega. \quad (185)$$

При этом скорости в распределительном водоводе не должны превышать 1,5 м/с. Расчетный расход воды в распределительном водоводе определяется по формуле

$$Q_p = (n + 7) q_n. \quad (186)$$

**4.145.** При использовании одиночного распределительного водовода из рассмотренных трех вариантов компоновки насадков предпочтительно боковое их расположение. Оно позволит:

ослабить истираемость (износ) насадков и распределительного водовода транспортируемыми наносами;

обеспечить более надежную защиту распределительного водовода от попадания в него наносов;

ослабить тормозящее воздействие на сосредоточенную струю стенок водоприемника, береговой насосной станции и других инженерных конструкций.

**4.146.** Компоновка ГНУ по отношению к водоприемным устройствам в каждом конкретном случае должна определяться типом водозабора, его конструктивными элементами и местными условиями водотока или водоема в районе его расположения.

Во всех случаях необходимо изыскивать такие компоновку или конструктивное решение, при которых транспортируемые ГНУ наносы будут выбрасываться в пределы примыкающей прибойной зоны (на водоемах, см. [рис. 84](#)) или более интенсивных течений (на реках).

**4.147.** Для повышения гарантийности водоотбора в тяжелых или очень тяжелых местных условиях (наносы, шуголед и др.) в проектах последних лет ГНУ используют и в самопромывающихся ковшах ([рис. 88](#)). Для обеспечения отвода от водоприемника наносов, скоплений шугольда, мусора или молоди рыб в прорезь, а затем в русло реки распределительный водовод необходимо отклонять от плоскости водоприемного фронта ([рис. 88](#)). Распределительный водовод, уложенный на консоли, желательно размещать на уровне или выше нижней грани водоприемных окон ([рис. 89](#)).

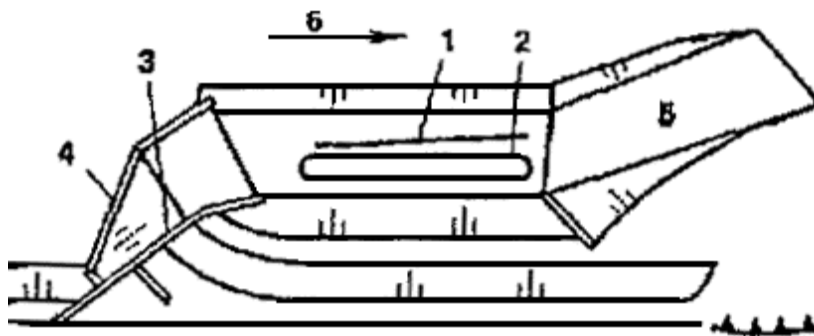


Рис. 88. Схема компоновки ГНУ в самопромывающемся ковше

1 - распределительный водовод; 2 - водоприемник; 3 - отражатель; 4 - верховая стенка; 5 - прорезь; 6 - русло реки и направление течения

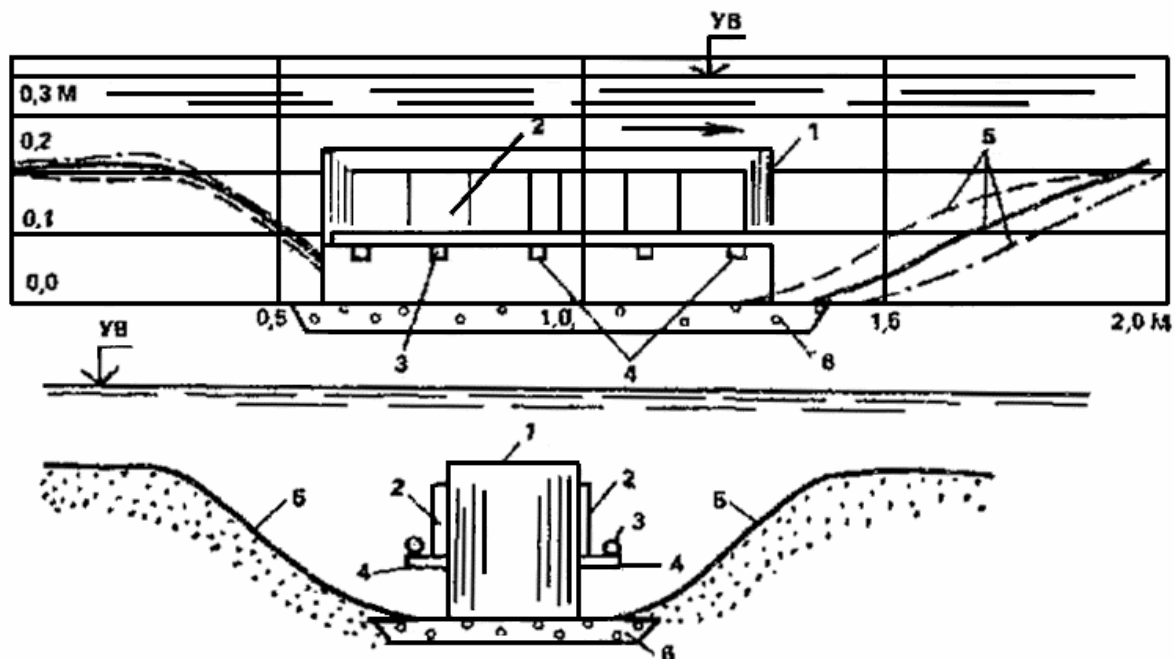


Рис. 89. Схема водоприемника, компоновки ГНУ и положения русла при прохождении побочня, гряды или осередка, напор  $H = 2,4-3,5$  м,  $\bar{d} = 0,22$  мм,  $\bar{v} = 0,24-0,37$  м/с

1 - водоприемник; 2 - водоприемные окна с кассетами; 3 - распределительный водовод; 4 - поддерживающие кронштейны; 5 - положение ложа реки; 6 - постель

4.148. При большой высоте гряд, побочней, осередков и др. в месте расположения водоприемников хороший эффект дает совместное использование ГНУ с наносорегулирующими шпунтовыми стенками (рис. 90).

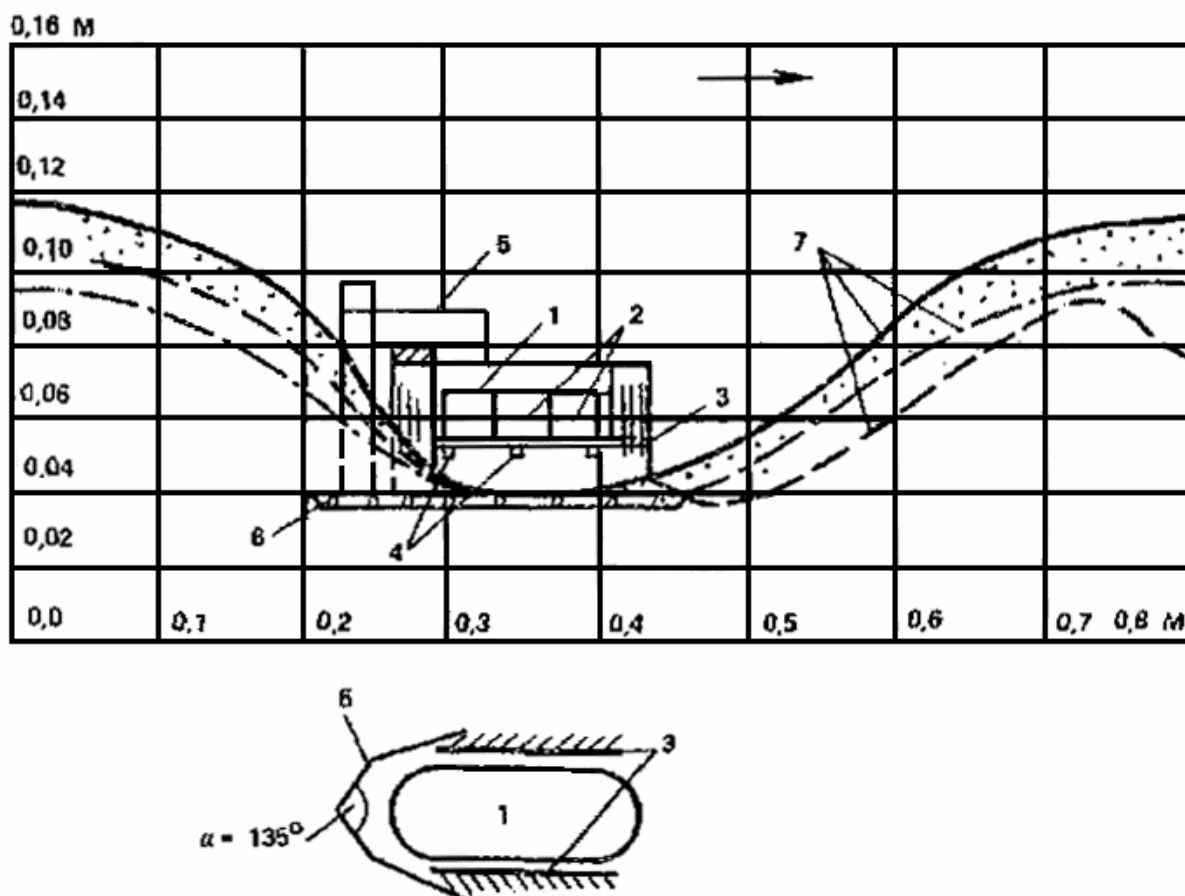


Рис. 90. Схема модели водоприемника, компоновки ГНУ, наносорегулирующих устройств и положения ложа русла при прохождении гряды, побочня или осередка, напор  $H = 2,6-4,8$  м, диаметр наносов  $\bar{d} = 0,22$  мм



1 - водоприемник; 2 - водоприемные окна; 3 - ГНУ; 4 - кронштейны; 5 - наносозащитная стенка  $\alpha = 110^\circ$ ;  
6 - постель; 7 - положение лежа

**4.149.** Для исключения забивки насадков вода, подаваемая в распределительные водоводы, должна быть чистой или не содержать взвесь, которой могут быть забиты выходные отверстия насадка.

**4.150.** Ввиду возможности истирания насадков и стенок распределительного водовода наносами необходимы периодический контроль за их состоянием и изыскание конструктивных мероприятий по их замене.

## **5. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НА ВОДОТОКАХ**

### **Выбор места расположения, типа и конструктивной схемы водозаборных сооружений**

**5.1.** При выборе места расположения, типа и конструктивной схемы водозаборных сооружений следует учитывать:

- назначение водозабора и предъявляемые к нему требования;
- наличие в водотоке необходимых глубин, качество воды должно соответствовать санитарным требованиям;
- требования бесперебойности подачи воды потребителю;
- гидрологические, топографические, геологические, гидрогеологические, ихтиологические условия, а также условия суровых климатических зон;
- требования судоходства и органов рыбоохраны;
- условия строительства сооружений, последующей эксплуатации их и перспективы водохозяйственных мероприятий на данном водоисточнике;
- экономическую целесообразность принятых решений.

**5.2.** При выборе места расположения водозабора должен составляться и учитываться прогноз:

- качества воды в источнике;
- руслового процесса;
- ихтиологической обстановки;
- поведения вечномерзлых грунтов гидротермического режима.

**5.3.** При выборе места водозабора для районов распространения вечномерзлых грунтов дополнительно необходимо учитывать: степень промерзания водоемов, наличие талых подрусловых зон грунтов, температуру воды в водоисточнике в зимний период, влияние оттаивающих грунтов на качество забираемой воды, возможность расположения водозабора вблизи источника тепла (ТЭЦ, котельных и т. п.), защищенность от ветра и снегозаносимость площадок для размещения сооружений.

**5.4.** При выборе места расположения водозабора необходимо не допускать размещения водоприемника водозаборов в пределах зон движения судов, плотов, в зоне отложения донных наносов, в местах зимовья и нереста рыб, на участках возможного разрушения берега, возникновения шугозажоров, заторов и перемерзания водотока, а также в местах скопления плавника и водорослей.

Не рекомендуется размещать водоприемники водозаборов на участках нижнего бьефа ГЭС, непосредственно прилегающих к гидроузлу; в верховьях водохранилищ, а также на участках, расположенных ниже устьев притоков рек и в устьях подпертых рек.

Место забора воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения должно приниматься выше по течению водотока выпусков сточных вод, населенных пунктов, расположенных на берегу кладбищ и скотомогильников, а также стоянок судов, лесных барж, товарно-транспортных баз и складов, в районах, обеспечивающих санитарную охрану.

**5.5.** На реках с легкими шуголедовыми условиями наиболее благоприятными для размещения водозаборов являются участки реки с руслом криволинейного очертания в плане. Водозаборное сооружение в этом случае располагается на вогнутом берегу, в зоне наибольших глубин русла. При этом необходимо предусматривать мероприятия по сохранению берегового откоса и его укреплению.

На реках с тяжелыми шуголедовыми условиями водозаборы целесообразно размещать на сравнительно прямолинейных участках или за излучинами. При этом следует выбирать устойчивые суженные места русла с наибольшими глубинами и скоростями течения.

**5.6.** Выбор места расположения водозабора и его конструкции непосредственно связан с уровнями и глубинами на избранном участке реки. Большие глубины являются фактором, благоприятным для устройства водозабора, так как при этом более эффективным становятся средства борьбы с наносами, льдом и пр.

Для нормальной работы водозаборных сооружений необходимо обеспечить заданные глубины на относительно малой части русла, непосредственно примыкающей к водозабору.

**5.7.** При выборе места расположения водозабора следует учитывать тип руслового процесса:

при ленточно-грядовом типе водоприемники следует устанавливать с таким расчетом, чтобы они одновременно не попадали на гребни гряд (установка одиночного водоприемника должна быть обоснована в зависимости от высоты гряд);

при побочном типе руслового процесса так же, как и при ленточно-грядовом, место расположения водозабора и створ следует выбирать в нижней части плеса или у мест выхода в русло коренных пород. Здесь деформации русла затруднены, и положение речного потока фиксируется выходом слаборазмываемых пород;

при свободном меандрировании размещение водоприемных оголовков следует назначать с учетом стадии развития излучины, скорости ее плановых деформаций и глубины на верхнем и нижнем перекатах. Для размещения водозабора следует выбирать наиболее разработанные излучины в русле, вогнутые берега которых деформируются в наименьшей степени;

при незавершенном меандрировании водоприемник может располагаться как в основном русле, так и в спрямляющем протоке. При выборе места створа водозабора необходимо учитывать, что основное русло и спрямляющий проток проходят в своем развитии разные стадии, свойственные разным типам руслового процесса; ленточно-грядовому, побочному, ограниченному меандрированию, свободному меандрированию.

При проектировании водозабора не рекомендуется:

размещать створ водозабора ниже разрабатываемого протока;

устраивать водозабор в протоке в период активной разработки в ширину;

располагать водозабор в ухвостье острова;

при русловой многорукавности выбор места расположения водозабора крайне затруднителен. Створ должен привязываться к имеющимся теснинам русла или располагаться вблизи гидротехнических сооружений, фиксирующих плановое положение русла.

**5.8.** Основными факторами, влияющими на выбор типа и конструктивной схемы водозаборных сооружений, являются:

гидрологические характеристики источника водоснабжения в естественном его состоянии - скорости, расходы, глубины и колебания уровней воды, наносы, ледовый режим;

топография русла и берегов - плановое очертание, извилистость русла, высота берегов, удаленность от потребителя;

геология русла и берега в районе водозабора (влияют на выбор схемы ввиду необходимости выбора основания под сооружения, определения степени размываемости русла и установления мероприятий для защиты водозабора от наносов);

система водоснабжения предприятия - прямоточная, обратная и пр.;

потребление и качество воды;

категория водозабора по надежности подачи воды;

особенности местных условий строительства сооружений;

требуемый расход воды и намечаемое увеличение производительности водозабора;

экономические соображения;

ихтиологическая обстановка в месте расположения водозабора: видовой состав рыб, время нереста и ската рыбной молоди.

**5.9.** Наибольшее распространение получили два типа водозабора, которые отличаются между собой расположением водоприемника относительно берега: береговой и русловой.

**5.10.** Доступность водоприемных отверстий для обслуживания имеет очень большое значение для бесперебойной подачи воды. Поэтому береговые водоприемники по надежности подачи воды оценивают одной категорией выше.

Необходимая надежность от завала наносами подходов к береговому водозабору может быть достигнута выполнением водозабора со смешанным или комбинированным приемом воды, когда одновременно устраиваются береговой и русловой водоприемники.

Существенным упрощением технологической схемы является широко применяемое совмещение колодца и насосной станции в одном сооружении. Подобное совмещение необходимо в случаях применения насосов с малой высотой всасывания; значительной амплитудой колебания уровней воды в реке (большей 10 м); повышенных требований к бесперебойности работы насосной станции I подъема, удовлетворяемых установкой насосов «под залив».

В других условиях может оказаться более приемлемой раздельная компоновка водозабора.

На реках северо-востока страны, где глубины в зимний период очень малы, применяют подрусовые водоприемники - инфильтрационные и фильтрующие. При этом для исключения перемерзания самотечные водоводы в береговой зоне вечномерзлых грунтов укладывают в утепленных штольнях.

На водотоках, где осуществляется сплав леса плотами, русловые затопленные водоприемники делают массивными, с плавными внешними формами.

При неблагоприятных условиях забора воды, не поддающихся улучшению в результате проведения приемлемых по стоимости мероприятий или при специальных требованиях водозаборные сооружения устраивают либо с водоприемниками двух типов, либо расчлененными на два узла, которые располагают на разных водотоках или в разных местах и створах. Производительность каждого из таких водозаборных узлов в зависимости от местных природных условий и особенностей водопотребителя назначают в пределах 50-100 %-ной полной производительности водозабора.

**5.11.** Влияние величины расхода воды, забираемого из реки, обычно учитывают по относительному водоотбору, выражаемому в долях минимального расчетного расхода воды в водотоке. Исходя из опыта считают, что при  $Q_v/Q_{\min} \leq 0,25$  можно забирать воду из русла равнинного водотока с помощью самых простых и недорогих сооружений типа затопленного руслового водоприемника. При  $0,25 \leq Q_v/Q_{\min} \leq 0,75$  требуются специальные водозахватные или руслорегулирующие сооружения.

**5.12.** Окончательный выбор типа и конструктивной схемы водозаборных сооружений с повышенными требованиями по надежности подачи воды потребителю должен обосновываться не только проектными разработками и технико-экономическими расчетами, но и гидравлическими экспериментальными исследованиями.

### **Водозаборные сооружения с русловыми водоприемниками**

**5.13.** Устройство водозаборных сооружений с русловыми водоприемниками обуславливается необходимостью выноса водоприемника в русло водотока на определенное расстояние от водоприемного колодца и насосной станции.

При русловом водоприемнике технологическая схема водозабора может быть как раздельной, так и совмещенной ([рис. 91](#)).

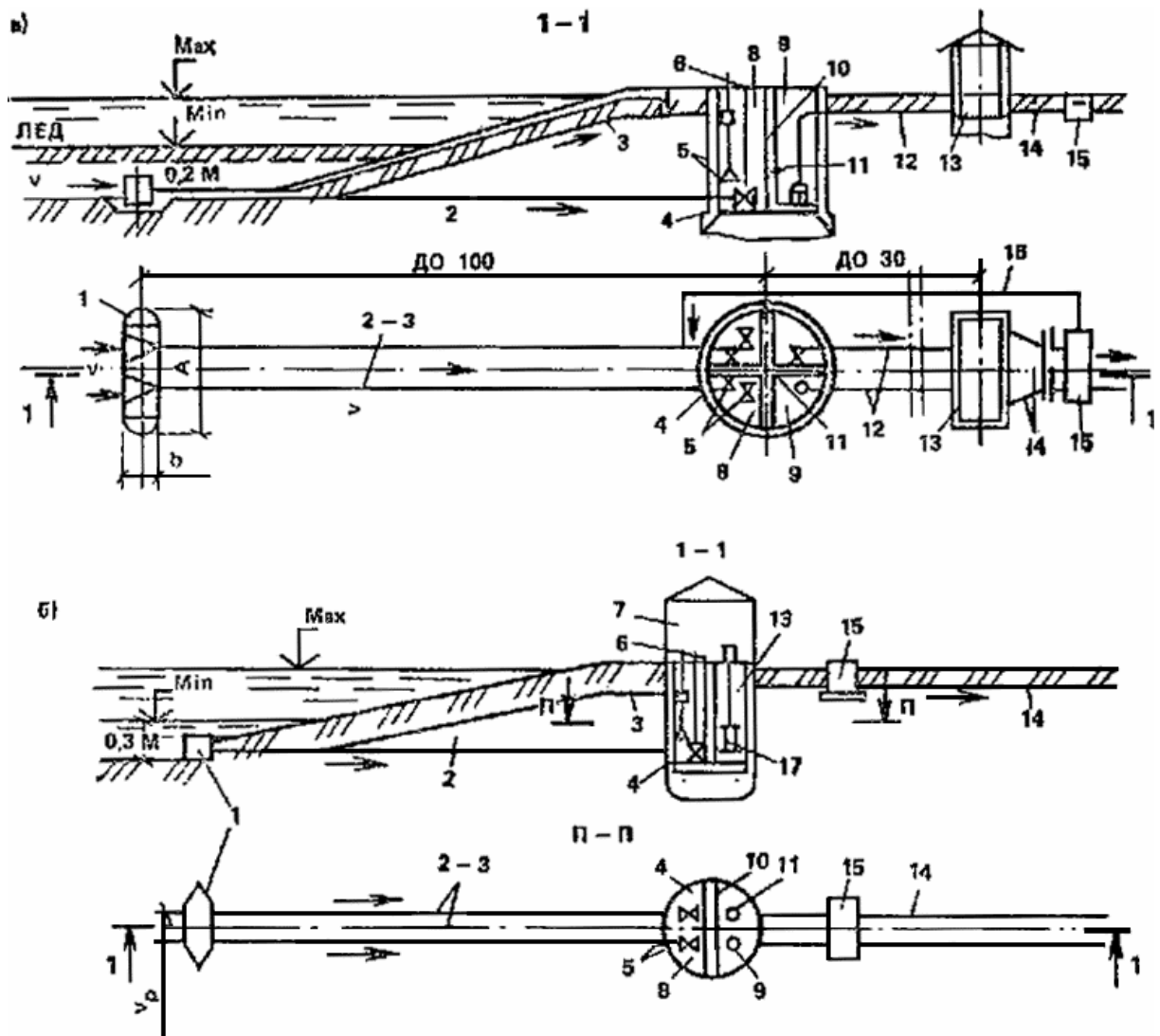


Рис. 91. Принципиальные схемы речных водозаборов

*a* - раздельной компоновки; *б* - совмещенной компоновки;

1 - оголовок; 2 - самотечный водовод; 3 - сифонный водовод; 4 - водоприемный берегосетчатый колодец; 5 - задвижки; 6 - колонки управления задвижками; 7 - надземный павильон берегового водоприемного колодца; 8 - водоприемное отделение берегового колодца; 9 - всасывающее отделение берегового колодца; 10 - разделительная стенка колодца; 11 - плоская съемная сороудерживающая сетка; 12 - всасывающий трубопровод; 13 - насосная станция первого подъема; 14 - напорный водоводы; 15 - камера переключения; 16 - промывочный трубопровод; 17 - вертикальные насосы

Поступление воды от руслового водоприемника в водоприемный колодец осуществляется по самотечным или сифонным водоводам.

При необходимости обеспечения предварительной грубой очистки воды после водоприемника перед насосами в водоприемном колодце размещают водоочистные сетки. Водоприемные колодцы с водоочистными сетками называют водоприемно-сеточными колодцами.

При применении на водоприемниках в качестве рыбозащитных мероприятий фильтрующих элементов или устройства водоприемников фильтрующего типа следует установку водоочистных сеток не предусматривать.

**5.14.** Наиболее ответственными элементами в технологической схеме водозаборных сооружений являются водоприемники.

**5.15.** При проектировании водозаборных сооружений с русловыми водоприемниками следует пользоваться их типовыми проектами.

### Водозаборные сооружения берегового типа

**5.16.** При достаточно крутом береговом откосе водозаборные сооружения устраивают берегового типа с раздельной (рис. 92) или совмещенной (рис. 93)

компоновкой. Водоприемники при таких водозаборах размещают в береговых откосах с обеспечением постоянного эксплуатационного обслуживания водоприемных окон в любое время года.

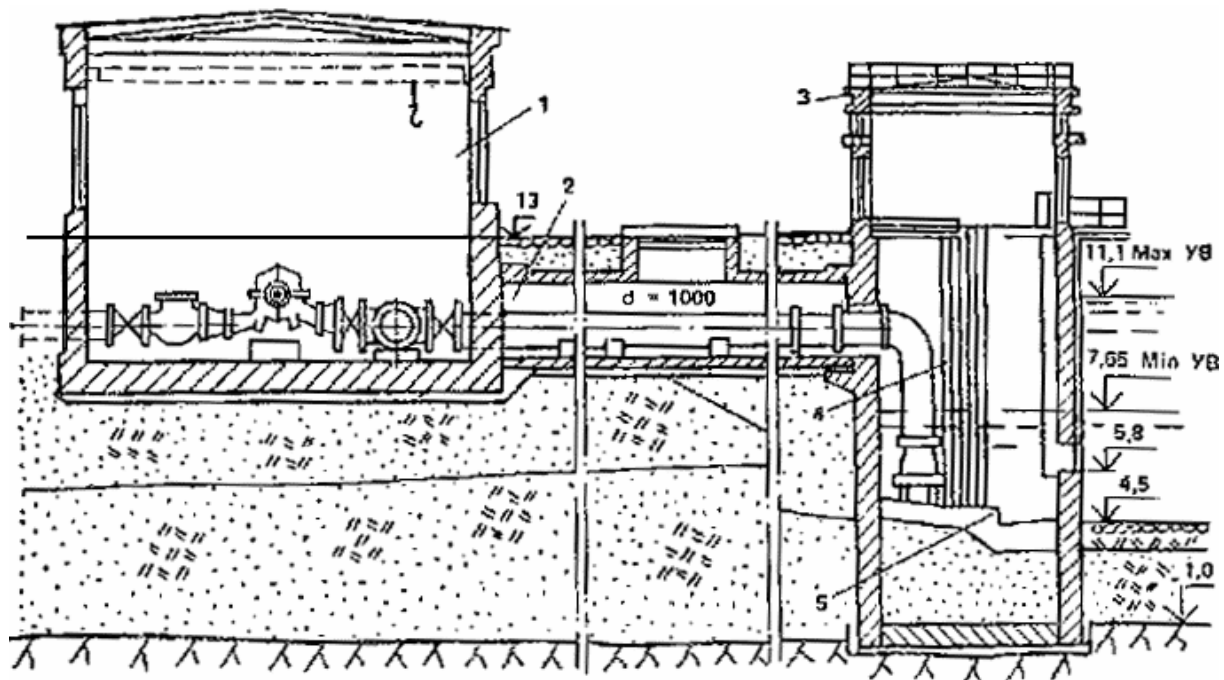


Рис. 92. Водозаборные сооружения берегового раздельного типа

1 - насосная станция; 2 - галерея всасывающих водоводов; 3 - водоприемник; 4 - сороудерживающие плоские сетки; 5 - эжектор

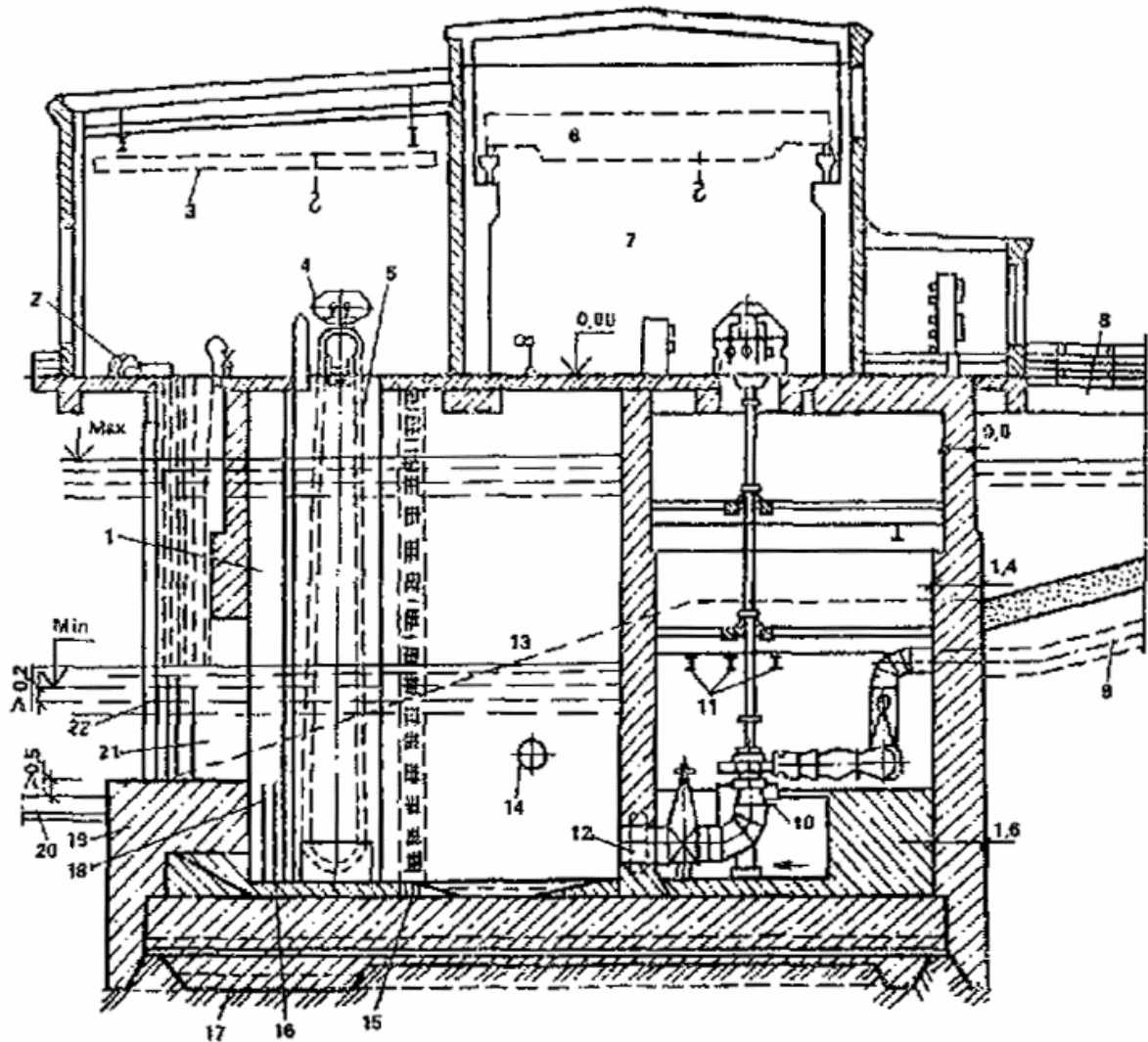


Рис. 93. Береговой водозабор совмещенной компоновки

1 - водоприемное отделение берегового сетчатого колодца; 2 - механизм подъема промывного устройства рыбозаградительной сетки; 3 - кран-балка; 4 - привод в промывное устройство вращающейся сороудерживающей сетки; 5 - вращающаяся сороудерживающая сетка; 6 - мостовой кран; 7 - насосная станция первого подъема; 8 - соединительный мостик; 9 - напорный трубопровод; 10 - насос; 11 - монорельс; 12 - всасывающий трубопровод; 13 - всасывающее отделение берегового сетчатого колодца; 14 - перепускной патрубков; 15 - лестница-стремянка с ограждением; 16 - перфорированная труба для взмучивания осадка; 17 - зумпф строительный; 18 - всасывающая труба грязевого насоса; 19 - рыбозаградительная сетка; 20 - каменная наброска крепления дна реки; 21 - водоприемные окна; 22 - промывное устройство рыбозаградительной сетки

**5.17.** При отдельной компоновке насосную станцию первого подъема устраивают отдельно от берегового водоприемного колодца и подача воды к насосам осуществляется через всасывающие водоводы.

**5.18.** Вода из реки поступает в водоприемные входные окна водоприемника, которые располагаются в передней стенке водоприемного колодца, как правило, в несколько ярусов по высоте. Ярусное расположение водоприемных отверстий обеспечивает отбор воды лучшего качества в зависимости от урванного режима водотока.

Водоприемные отверстия оборудуют пазовыми конструкциями, в которые в зависимости от гидрологической и ихтиологической обстановки на водотоке могут опускаться: сороудерживающие решетки, рыбозащитные пакеты, решетки-реостаты.

Дополнительно для защиты водоприемных отверстий от плавающих мусора, щепы, шуги, а также для отвода рыбной молоди из зоны водоотбора перед водоприемником могут устанавливаться запаны различных конструкций или устраиваться пневмозавесы.

С внутренней стороны водоприемные отверстия оборудуют укороченными задвижками, клапанами или щитами, позволяющими в любое время полностью или

частично перейти в заборе воды с одного яруса на другой.

Внутри берегового водоприемного колодца находятся сороудерживающие сетки (плоские съемные или вращающиеся), обеспечивающие более полную очистку воды от сора и практически разделяющие колодец на два отделения; водоприемное - перед сеткой и всасывающее - за сеткой.

**5.19.** Для предотвращения заиливания колодца взвешенными частицами, поступающими вместе с водой и выпадающими в осадок вследствие резкого уменьшения скорости движения воды в колодце, водоприемно-сетчатый колодец должен быть оборудован илоудаляющими устройствами - эжекторами, всасывающими водоводами грязевых насосов, специальными приемками, а при больших расходах - взмучивающими водоводами.

**5.20.** Водоприемный колодец делают в основном из железобетона прямоугольным или круглым в плане в зависимости от места его расположения на берегу и способа возведения, а в водотоке также овальной формы или состоящим из двух полуокружностей с прямыми вставками, когда размещение водоприемных отверстий требует значительной площади.

**5.21.** Для обеспечения бесперебойной работы и периодической очистки и ремонта без прекращения подачи воды водоприемный колодец должен быть разделен продольными перегородками на несколько (не менее двух) параллельно работающих секций.

**5.22.** Размеры, и площадь водоприемных отверстий колодца определяются исходя из допустимых скоростей по условиям рыбозащиты, защиты от шуголедовых помех и допустимых сопротивлений.

**5.23.** Размеры берегового водоприемного колодца в плане определяются габаритами водоприемных отверстий и сеток, числом и диаметром всасывающих водоводов. Размеры водоприемников, совмещенных с насосной станцией, зависят от числа и типа установленных насосов. Высота водозабора зависит от амплитуды колебания уровней воды в реке, толщины ледового покрова и грунтовых условий.

### **Водоприемные ковши**

**5.24.** Водоприемные ковши устраивают для борьбы с шуголедовыми помехами на водотоках, чаще всего для промышленных водозаборов производительностью обычно не более 20-25 м<sup>3</sup>/с.

Иногда при соответствующем заглублении дна и последующих очистках водоприемные ковши могут быть использованы для увеличения глубины у места приема воды.

**5.25.** Бассейны водоприемных ковшей должны покрываться ледяным покровом на два-три дня раньше речного потока и обладать длиной и скоростями течения, обеспечивающими всплывание к поверхности всех кристаллов ледяной взвеси, имеющей гидравлическую крупность  $\omega_{ш} \geq 0,015-0,02$  м/с. Отделение ледяной взвеси должно обеспечиваться как в области водоворотных или циркуляционных зон, так и в пределах транзитной струи.

При отводе воды из водотока в ковш не должны захватываться поверхностные массы шуги. В ковше должны обеспечиваться достаточно благоприятные условия для транзита шуги по руслу с тем, чтобы входная часть ковша не оказалась закупоренной шугозажором.

**5.26.** Водоприемный ковш необходимо своевременно освобождать от отлагающихся в нем наносов. Кроме того, следует принимать меры к поддержанию необходимых глубин на входе в ковш, так как непрерывный и достаточный отвод воды из реки должен поддерживаться в различные сезоны и годы при любом возможном сочетании неблагоприятных условий в русле реки.

**5.27.** В обычных условиях водоприемный ковш не должен сколько-нибудь значительно изменять бытовой режим речного потока. Стеснение последнего не должно приводить к возникновению заторов льда или ухудшению существующего водопользования. Все изменения бытового режима речного потока должны быть



направлены на улучшение руслового режима у места водозабора и предварительно проверены в лаборатории.

**5.28.** В обычных условиях очистка воды от взвешенных наносов должна рассматриваться как попутная, а иногда и второстепенная задача. Устройство ковшей специально для отстаивания взвешенных наносов в отдельных случаях целесообразно, но требует особых обоснований.

**5.29.** Использование водоприемного ковша как места стоянки судов, понтонов и устройств из них вызывает неблагоприятные изменения режима течений и отложения наносов в ковше, а также приводит к засорению водной поверхности бассейна ковша. Поэтому использование ковша в указанных выше целях не должно допускаться, если вода из ковша подается в хозяйственно-питьевой водопровод, и должно ограничиваться во всех других случаях.

**5.30.** При выборе места расположения ковша на шугоносных реках следует выбирать плесы малой кривизны ( $R \geq 4-5 B$ ), а место водозабора назначать в пределах третьей четверти длины плеса (вниз по течению).

В условиях средних и малых разветвленных рек ковш необходимо располагать ниже слияния проток или в протоке с обеспеченным минимальным стоком. На больших реках с интенсивным шугозажорным режимом для расположения водозабора и ковша могут быть использованы обходные протоки.

**5.31.** На шугоносных реках наиболее надежная защита водозабора от шуголедовых помех достигается в результате применения ковша с низовым входом, частично или полностью выдвинутым в русло реки (рис. 94, а).

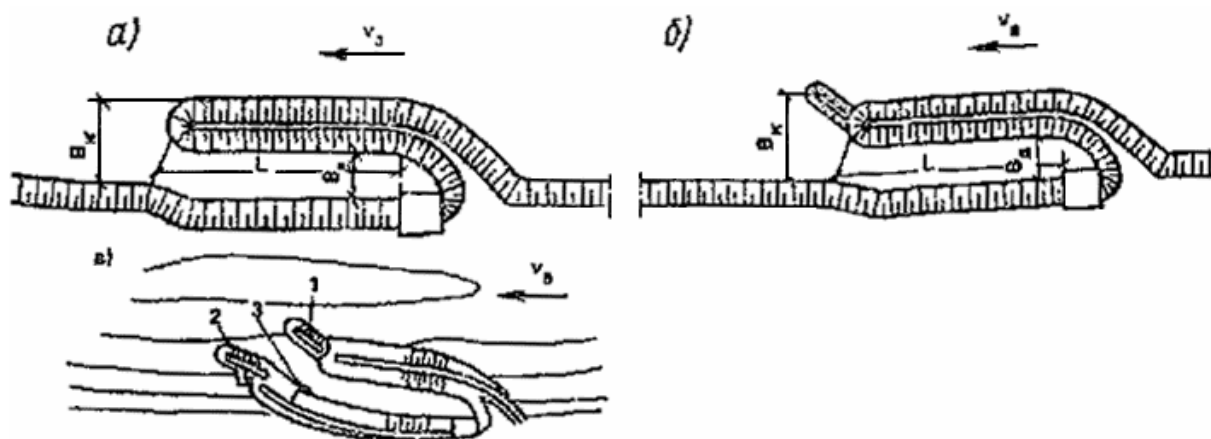


Рис. 94. Типы незатопляемых водоприемных ковшей (а-в)

1 - наносозащитная шпора верховая; 2 - то же, низовая; 3 - бортовая струенаправляющая стенка

Водоприемный ковш с низовым входом, полностью или частично выдвинутый в русло реки, образованный незаливаемой речной дамбой и имеющий свободный подход воды снизу, обычно применяют в условиях:

шугозажорных рек, характеризующихся постепенно нарастающими значительными подъемами уровней перед установлением ледостава и при установлении его;

тяжелого весеннего ледохода, возникающего при относительно небольших подъемах уровня воды в русле рек;

отсутствия сбросов промышленных стоков ниже места водозабора на участке берега, не меньше 10-кратной величины выноса внешней грани ковша в русло.

**5.32.** Водоприемный ковш с низовым входом, образованный незаливаемой речной дамбой, может применяться и на реках, не характеризующихся шугозажорным режимом или особо тяжелыми условиями весеннего ледохода, если количество наносов, транспортируемых рекой в половодье, не превышает  $0,75 \text{ кг/м}^3$ . В этих случаях для борьбы с заносимостью водоприемного ковша взвешенными наносами у оголовка речной дамбы может устраиваться заливаемая в половодье верховая шпора; гребень ее не должен затопляться в периоды хода шуги, а угол между осью гребня и направлением течения в реке должен составлять около  $135^\circ$  (рис. 94, б).



В тех же условиях, но при необходимости сброса промышленных стоков ниже ковша на расстояние меньше 8-10-кратной величины выноса внешней грани речной дамбы в русло, целесообразно применять ковш, снабженный низовой незаливаемой в половодье дамбой.

В этом случае для борьбы с избыточной заносимостью ковша взвешенными наносами можно устроить верховую и низовую шпоры, а также бортовую струенаправляющую стенку у низового борта входа в ковш (рис. 94, в).

**5.33.** Для уменьшения стеснения русла реки в периоды паводков и половодий при недостаточных глубинах у берега в межень и возможности формирования береговых шугозажоров водоприемный ковш с низовым входом, полностью или частично выдвинутый в русло реки, может быть образован заливаемой в половодье речной дамбой, гребень которой не должен затопляться при уровнях воды в реке в периоды шугохода (рис. 95, а) до 25 %-ной обеспеченности.

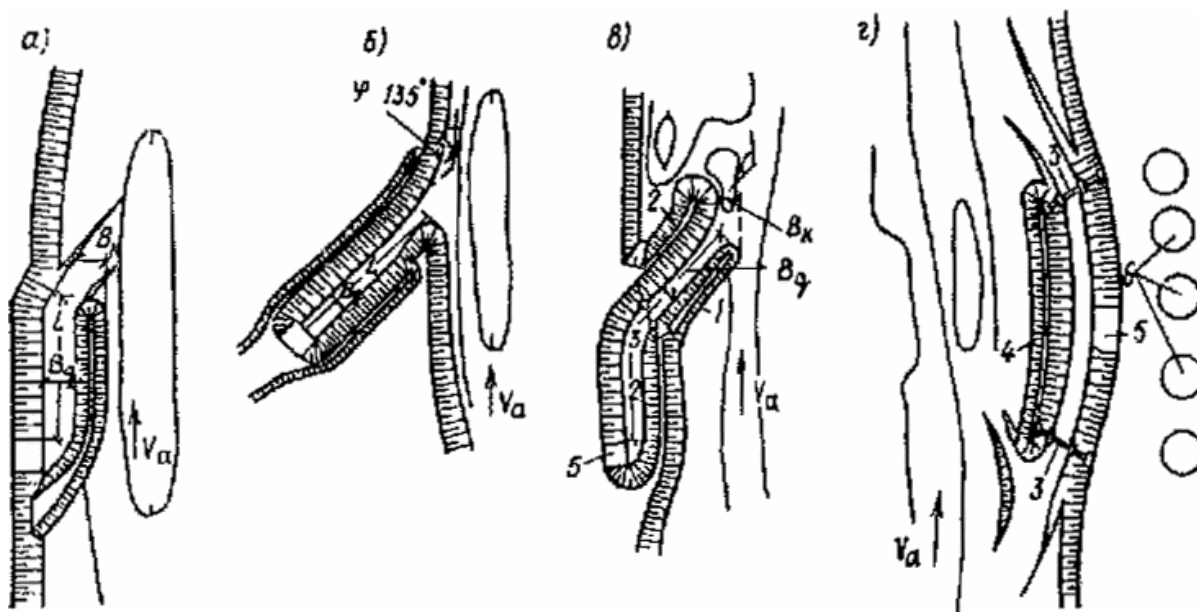


Рис. 95. Типы водоприемных ковшей (а - г)

1 - вербовая затопляемая в половодья дамба; 2 - низовая незатопляемая дамба; 3 - регуляторы; 4 - речная незатопляемая дамба; 5 - насосная станция; б - радиальные отстойники

**5.34.** На реках с ограниченной интенсивностью шуголедовых явлений, русла которых изогнуты или сложены слабыми и мелкозернистыми грунтами, предпочтительней ковша, заглубленные в берег, имеющие угол отвода около  $135^\circ$  (рис. 95, б).

**5.35.** Использование ковша для предварительного частичного отстаивания взвешенных наносов целесообразно лишь на реках с большой мутностью воды ( $\geq 2-4$  кг/м<sup>3</sup>) при наличии устройств, обеспечивающих своевременное удаление отложений.

При значительной мутности воды в реке ( $> 1$  кг/м<sup>2</sup>) и наличии специальных требований к предварительному осветлению воды в ковшах, заглубленных в берег, целесообразно устраивать бортовые стенки, регуляторы на входе или другие сооружения, снижающие избыточную заносимость ковша.

**5.36.** При необходимости поддержания у входа в ковш или на подходе к нему глубин, превышающих бытовые, особенно в случаях неглубокого залегания кровли коренных пород, рекомендуются водоприемные ковши с самопромываемым входом (рис. 95, в), которые могут быть использованы и как своеобразные выпрямительные сооружения.

**5.37.** В отдельных случаях на сильно шугоносных реках, в паводки транспортирующих чрезвычайно большие количества мелких взвешенных наносов, водоприемный ковш с низовым входом, выдвинутый в русло реки, может устраиваться только на период шугохода. В этом случае перед водозабором параллельно берегу и на расстоянии от него, равном требуемой ширине ковша, необходимо устроить дамбу (или

бычок), а в пролете между дамбой и берегом - регуляторы со щитовыми заграждениями, устанавливаемыми только на период шугохода и создающими при этом ковш, выдвинутый в русло реки (рис. 95, з).

**5.38.** При выборе схемы водозабора следует иметь в виду, что в периоды минимального стока относительный водоотбор в ковши из открытого русла может быть в 2-3 раза больше, чем в водоприемники других типов.

Величина предельного отбора воды в водоприемные ковши определяется особенностями шуголедовых условий.

В ковш с пониженным дном (на 1-2 м ниже дна реки) с достаточной гарантией может быть отведен расход, составляющий 50-60 % минимального среднесуточного расхода воды в открытом русле реки. Но в периоды шугохода предельную величину отвода в ковш целесообразно принимать в зависимости от расхода шуги  $Q_{ш}$ , транспортируемой потоком, не превышая значений

$$Q_v/Q = 1 - 4(Q_{ш}/Q), \quad (187)$$

где  $Q$  - наименьший расход воды в русле реки, транспортирующий по руслу в период шугохода шугу  $Q_{ш}$ .

**5.39.** Отметку дна ковша  $\nabla_{дк}$  рекомендуется назначать из расчета обеспечения требуемых глубин в нем в периоды низких уровней воды в реке. В большинстве случаев это требование относится к минимальным уровням зимней межени ( $\nabla_{м.з.у}$ ), когда в водоприемном ковше устанавливается расчетная толщина ледяного покрова. Для этого случая отметку дна ковша можно определить по формуле

$$\nabla_{дк} = \nabla_{м.з.у} - 1,33 \delta_l - 0,3 - D - h_{п}, \quad (188)$$

где 1,33 - коэффициент увеличения толщины льда в ковше по сравнению с толщиной льда, формирующегося в русле;  $\delta_l$  - расчетная толщина ледяного покрова в русле реки; 0,3 - заглубление верхней кромки водоприемного отверстия высотой  $D$  под нижнюю поверхность льда,  $h_{п}$  - высота порога приемных отверстий, назначаемая в зависимости от высоты слоя отложений наносов в водоприемном ковше в пределах 0,4-1 м.

Определенная по формуле (188) отметка дна ковша в отдельных случаях может уточняться в соответствии с местными условиями. Она может быть увеличена (в пределах 1 м), если это увеличение исключает выемки в коренных скальных породах, залегающих у дна. Ее целесообразно уменьшить при отборе в ковш из русла более 40 %-ного минимального стока реки, если место водозабора не находится в пределах глубокого плеса. В этом случае отметки дна ковша могут быть на 1-2 м ниже отметок дна русла реки.

Понижение уровня дна ковша оказывается необходимым и при использовании ковша для отстаивания взвешенных наносов. В этом случае высота поверхности ожидаемых отложений наносов не должна приводить к нарушению питания ковша при установлении меженных уровней воды в реке.

Ширина водоприемного ковша по дну назначается в расчете на быстрое установление в нем ледяного покрова при работе ковша в тяжелой внешней шуголедовой обстановке.

Ширина ковша по дну, удовлетворяющая этому требованию, может быть определена при обеспечении в водоприемном ковше условной средней скорости течения  $v_k$ , назначаемой в зависимости от скоростей течения на перекатах в русле в период шугохода  $v_{п}$ .

Если водоприемный ковш работает без подвода теплой воды, условная средняя скорость в ковше  $v_k$  принимается по табл. 22.

Таблица 22

$v_{п}$ , м/с	$v_k$ , м/с	$v_{п}$ , м/с	$v_k$ , м/с
0,6	0,146	1,25	0,082
0,8	0,115	1,5	0,05
1	0,09		

Указанные условные средние скорости могут быть увеличены на 25-50 %, если к водоприемному ковшу будет подведена теплая отработанная вода.

Ширину ковша по дну определяют по минимальному уровню воды в период шугохода  $\nabla_{\text{м.у.ш}}$  с учетом наличия в ковше льда ( $\delta_{\text{л}} = 0,3-0,5$  м) и наносов (слой  $h_{\text{н}}$ ), уменьшающих глубину живого сечения до величины

$$h_{\text{ж}} = \nabla_{\text{м.у.ш}} - \nabla_{\text{дк}} - \delta_{\text{л}} - h_{\text{н}}. \quad (189)$$

При заданном заложении откосов ширину водоприемного ковша по дну находят по формуле

$$B_{\text{д}} = Q_{\text{в}} / (h_{\text{ж}} v_{\text{к}} - m(2/h_{\text{н}} + h_{\text{ж}})). \quad (190)$$

Величина  $B_{\text{д}}$  при этом принимается не меньше ширины (5-8 м), необходимой для прохода снаряда, применяемого при очистке ковша от наносов.

Полную длину водоприемного ковша, заглубленного в берег, измеряемую по его оси от начального сечения входа до водоприемника, вычисляют по формуле

$$L = l_{\text{в}} + l_{\text{ш}} + l_{\text{р}}, \quad (191)$$

где  $l_{\text{в}}$  - длина входной части ковша, охватываемой водоворотом на входе и засоряющейся шугой еще в начале шугохода;  $l_{\text{ш}}$  - длина участка ковша, на котором откладываются в течение шугохода захваченные в ковш шуга и ледяная взвесь;  $l_{\text{р}}$  - длина рабочей части ковша, в пределах которой к концу шугохода обеспечивается полное всплывание в транзитной струе всех скоплений кристаллов льда, имеющих гидравлическую крупность  $\omega_{\text{ш}} \geq 0,015-0,02$  м/с.

По [формуле \(191\)](#) определяют также длину ковша с низовым входом, полностью или частично выдвинутым в русло реки, и имеющего низовые ограждающие дамбы. При отсутствии низовых дамб длина этого ковша может также определяться по [формуле \(191\)](#), но при  $l_{\text{в}} = 0$ , так как водоворот в этом случае располагается вне акватории ковша.

Длину входной части  $l_{\text{в}}$  водоприемного ковша можно приближенно найти по формуле

$$l_{\text{в}} = (1-1,5)B_{\text{в}}, \quad (192)$$

где  $B_{\text{в}}$  - ширина входа ковша, измеренная по урезу воды при среднем уровне воды в период шугохода.

Длину участка отложений шуги в ковше за период шугохода при малых водоотборах ( $Q_{\text{в}} < Q_{\text{в.пр}}$ ) устанавливают приближенно на основе наблюдений за работой водоприемных ковшей в натуре. В зависимости от типа водоприемного ковша и режима его работы  $l_{\text{ш}}$  бывает равной:

5-10 м - для ковша с низовым входом, выдвинутым в русло реки и не имеющего низовых дамб;

15-20 м - для ковша, заглубленного в берег;

20-35 м - для ковша с верховым входом, полностью или частично выдвинутым в русло реки.

Для больших водоотборов приведенные значения увеличить в 1,25-1,5 раза. При этом к большим водоотборам ( $Q_{\text{в}} > Q_{\text{в.пр}}$ ) относят расходы:

для ковшей, заглубленных в берег или с низовым входом, но с низовыми дамбами

$$Q_{\text{в.пр}} = 0,046 B_{\text{в}} H v_{\text{а}}; \quad (193)$$

для ковшей с низовым входом, выдвинутым в русло реки на величину  $B_{\text{к}}$

$$Q_{\text{в.пр}} = 0,137 B_{\text{к}} H v_{\text{а}}; \quad (194)$$

В [формулах \(194\), \(195\)](#) введены следующие обозначения:

$Q_{впр}$  - характерная величина водоотбора, превышение которой обуславливает возникновение всех известных особенностей режима деления потока;  $B_в$  - ширина входной части ковша, измеренная по урезу среднего горизонта воды при шугоходе;  $v_а$  - средняя скорость течения в прибрежной зоне речного потока, определенная при среднем уровне шугохода;  $H$  - глубина на входе в ковш;  $B_к$  - ширина водоворота, возникающего ниже ковша, выдвинутого в русло реки, обычно меньше величины выноса головы рабочей дамбы ковша, измеренная от формирующейся ниже ковша линии уреза воды при среднем горизонте шугохода.

Длину рабочей части водоприемного ковша  $l_p$ , в пределах которой скопления кристаллов льда полностью всплывают к поверхности потока, определяют по формуле

$$l_p = 28,7 \left( \sqrt{b_n^2 + \frac{0,105}{\omega_r} Q_в} - b_n \right) \quad (195)$$

где  $Q_в$  - расход воды, забираемой из ковша;  $\omega_r$  - гидравлическая крупность наиболее мелких скоплений кристаллов внутриводного льда, равная 0,015-0,02 м/с.

Начальная ширина транзитной струи в ковше равна:

$$B_n = Q_в / (H v_в), \quad (196)$$

где  $H$  - глубина на входе в ковш при средних горизонтах в реке в период шугохода;  $v_в$  - скорость входа в ковш.

Если  $Q_в < Q_{впр}$ , то  $v_в = (0,4-0,6) v_а$ , если  $Q_в > Q_{впр}$ , то  $v_в = (0,6-0,9) v_а$ .

При выборе отметок гребня руководствуются следующим:

отметки гребня ограждающих незаливаемых дамб ковша принимают на 0,5-1 м большими отметок расчетного максимального горизонта воды в реке;

отметки гребня верховых заливаемых дамб ковша принимают равными отметкам уровней шугохода, имеющих обеспеченность 25 %;

отметки гребня низовых дамб ковша всегда назначают большими отметок гребня верховых заливаемых дамб;

речные заливаемые дамбы ковша, устраиваемые на реках с относительно низкими горизонтами весеннего ледохода, могут иметь отметки гребня равными отметкам расчетных максимальных горизонтов ледохода.

Ширину гребня дамб ковшей принимают в пределах 4-5 м, а ширину берм - 1,5-2 м, если последние не предназначены для прохода автомашин и экскаваторов.

**5.40.** Незаливаемые водоприемные ковши с низовым входом, полностью или частично выдвинутые в русло реки, в условиях относительно крутых берегов русла имеют ось речной дамбы, параллельную бровке берега (см. [рис. 94](#)). При этом верховой криволинейной части дамбы придают очертание, близкое к эллиптическому. За меньшую полуось  $y$  в этом случае принимают величину выноса внешней грани ковша в русло, а большую полуось назначают в пределах 1,5-2  $y$ .

Если в указанных условиях меженное русло у берега будет иметь малые глубины, то для преодоления полосы мелководья устраивают русловую прорезь на подходе к водоприемному ковшу. При этом ось прорези назначают под углом  $\varphi \geq 135^\circ$  к направлению течения в русле.

Когда глубина этой прорези у входа в ковш больше или равна 2 м, у оголовка речной дамбы ковша целесообразно устраивать верховую шпору, угол между осью шпоры и направлением течения в реке должен быть не больше  $135^\circ$ , отметка гребня - примерно равной отметкам уровней при шугоходе обеспеченностью 25 %, а длина по оси равна пяти - семи высотам шпоры, отсчитываемым от уровня дна прорези ([рис. 96, а](#)).

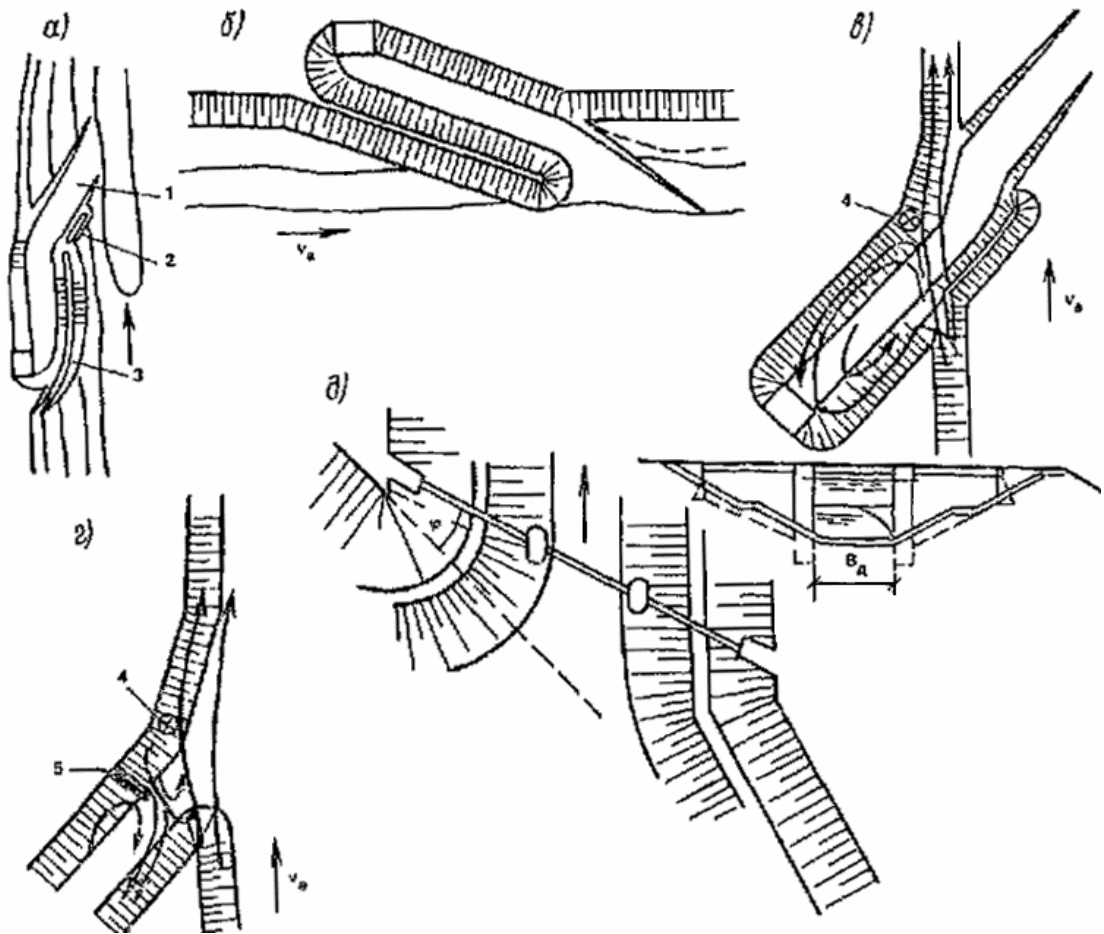


Рис. 96. Некоторые случаи расположения ковшей

*a* - с подходной русловой прорезью; *б* - с незатопляемой косой ограждающей дамбой; *в* - при отсутствии бортовой стенки; *г* - при наличии бортовой стенки; *д* - с регулятором на входе; 1 - подходная прорезь; 2 - верхняя шпора; 3 - речная дамба; 4 - точка раздела токов; 5 - бортовая стенка

**5.41.** Незаливаемые водоприемные ковши с низовым входом, полностью или частично выдвинутые в русло реки, в условиях относительно невысоких берегов в отдельных случаях могут располагаться под углом  $\varphi = 160-170^\circ$  к направлению потока (рис. 96, б). И в этом случае в зависимости от особенностей местных условий могут устраиваться прорези на подходе, а также верховые шпоры.

**5.42.** В условиях, допускающих отказ от устройства незаливаемых речных дамб, применяют низовые ковши с заливаемыми в паводки дамбами. Расположение ковша в этом случае может быть принято аналогичным расположению ковша с незаливаемыми дамбами (рис. 95, а) при условии более значительного развития в ширину гребня корневой части дамбы.

Если незатопляемая низовая дамба будет иметь малую величину выноса, то у оголовка ее устраивают низовую затопляемую шпору (рис. 94, в).

**5.43.** Водоприемные ковши, заглубленные в берег русла, проектируют с углами отвода  $\varphi = 135-150^\circ$ . Эту величину угла отвода следует выдерживать хотя бы на входе, если ось остальной части ковша почему-либо необходимо задать в другом направлении. Ширину входа в ковш, заглубленной в берег, принимают на 20-35 % меньше ширины ковша (рис. 96, в).

**5.44.** При необходимости устройства и поддержания подходной прорези у ковша, заглубленного в берег и расположенного на прямолинейном участке русла, рекомендуется устраивать верховую заливаемую шпору (рис. 96, в).

Целесообразно плоскость низового борта входа задавать таким образом, чтобы транзитная струя уже во входной части получила направление к оголовку речной дамбы. При этом акватория входного водоворота окажется наименьшей. Если есть угроза повышенной заносимости ковша взвешенными наносами, следует устраивать бортовые струенаправляющие стенки, изолирующие область повышенных давлений и



обеспечивающие формирование на входе водоворота малых размеров (рис. 96, з). Бортовая стенка изменяет течение нешироких транзитных и контурных струй при ее длине, равной  $2/3$  величины полного заложения откоса низовой дамбы или низового борта входа, считая по уровню воды. Верх ее не должен затопляться в периоды стояния уровней высоких вод и может быть выполнен ступенчатым для сохранения примерно одинаковой высоты ее под поверхностью откоса.

В целях уменьшения избыточной заносимости ковша крупными взвешенными наносами в последние годы применяют верховые затопляемые в паводок шпоры, располагаемые у оголовков речных дамб.

Шпоры отбрасывают от входа в ковш придонные массы речного потока, влекущие и донные наносы, и наиболее крупные фракции взвешенных наносов. Возникающая за шпорой акватория межженного входного водоворота, в которой задерживаются взвешенные наносы, топляки и т. п., в половодье промываются самим потоком. Верховые шпоры в таких случаях необходимо примыкать к конической части оголовка речных дамб, располагая их в соответствии с рис. 96, а.

**5.45.** На реках с большой мутностью воды ( $\geq 2 \text{ кг/м}^3$ ) устраивают входные шлюзы-регуляторы облегченных полусборных конструкций (рис. 96, д). Отверстие такого шлюза-регулятора имеет площадь, равную 50-65 % площади живого сечения ковша в период шугохода, а вся остальная часть полного сечения ковша перекрывается забральной стенкой.

**5.46.** При использовании теплой отработавшей воды для повышения надежности работы ковша место ее выпуска выбирают в соответствии со следующими соображениями:

если ковш работает в области относительно малых водоотборов ( $Q_B < Q_{B,пр}$ ) и расположен на реке, характеризующейся резкими и значительными безрасходными колебаниями уровней при шугоходе, выпуск теплой воды осуществляется в центр входного водоворота;

если ковш работает в области больших водоотборов ( $Q_B > Q_{B,пр}$ ), выпуск теплой воды устраивается у низового борта входа. В этом случае теплая вода вводится в начальные сечения транзитной струи и с помощью специальных приспособлений равномернее распределяется по поперечному сечению;

если ковш устроен на реке, характеризующейся резкими и значительными колебаниями уровней воды при шугоходе и, кроме того, работает в области больших водоотборов ( $Q_B > Q_{B,пр}$ ), выпуск теплой воды производят в береговую часть русла реки, выше входа в водоприемный ковш.

**5.47.** Безнапорные дамбы водоприемных ковшей рекомендуется проектировать из материалов, позволяющих устраивать крутые откосы.

Береговая крутизна откосов зависит от свойств грунтов, слагающих берег. Выходы грунтовых вод должны быть дренированы.

Крепление надводной части откосов внутри ковша рассчитывается, главным образом, на воздействие атмосферных влияний (ливни). В большинстве действующих ковшей надводная часть откосов заилена и покрыта густой травяной, а в некоторых случаях и кустарниковой растительностью.

Внутренние откосы, ковша (надводные и подводные) в пределах зоны циркуляции на входе требуют креплений облегченного типа.

Подводные крепления внешних откосов дамб и берега в большинстве случаев могут быть выполнены из каменной наброски крупностью  $d \geq 0,006(v_a^4/H)$ , где  $H$  - глубина над креплением,  $v_a$  - максимальная скорость течения в береговой части русла. Такие крепления исправно работают на действующих ковшах.

При неглубоком залегании коренных пород у всех интенсивно обтекаемых элементов ковша подводные крепления целесообразно опускать до кровли этих пород.

Внешние откосы ограждающих дамб, которые могут подвергаться воздействию

высоких шугозажоров или ледяных заторов при их подвижках, следует выполнять из ряжей или крупных бетонных блоков.

Части дамб, подвергающиеся воздействию льдин при весеннем ледоходе, должны быть защищены наброской или мощением камня с заливкой поверхности цементным раствором. Приемлемым покрытием можно считать также крепление бетонными и железобетонными плитами.

Откосы берега и дамб, вдоль которых будет возникать параллельно-струйное течение, могут иметь крепление в виде блочных ковров, железобетонных плит или каменной мостовой, уложенной на слое гравийной или щебенистой подготовки.

Толщина плит в зависимости от особенностей местных условий может быть принята в пределах 0,15-0,3 м с обязательным устройством упора у бермы при переходе к подводной части крепления.

Гребни заливаемых дамб, имеющие отметки выше отметок весеннего ледохода, могут иметь обычные покрытия указанных выше видов.

Гребни заливаемых дамб и шпор с отметками ниже отметок уровней при ледоходе должны защищаться блочными коврами и, кроме того, снабжаться полозьями из рельсов (приблизительно через 1,5 м), обеспечивающими сохранность и сплошность ковра при надвиге и навалке льдин.

Бортовые струенаправляющие стенки, устраиваемые на входе в ковш, могут выполняться из массивных или свайно-каркасных, обычно сборного типа, обшивных конструкций, которые располагают выше уровней зимней межени.

Входные регуляторы проектируют облегченного типа из сборных конструкций. Достаточно капитальными могут проектироваться только быки и устои. Забральная стенка может быть выполнена из консервированной древесины.

**5.48.** Расчеты поведения взвешенных наносов в водоприемных ковшах выполняют при определении: а) гидравлической крупности фракции наносов  $\omega_r$ , полностью задерживаемой в ковше; б) мутности,  $\rho_r$ , волю  $\rho_r$ , забираемой из ковша; в) суточного (сезонного или годового) объема отложений наносов в ковше  $\omega$ , г) мощности слоя отложений наносов  $h_n$  на входе в ковш.

Для выполнения расчетов поведения взвешенных наносов в ковше необходимо иметь:

совмещенный гидрограф твердого и жидкого стоков за год средней водности;  
график мутности воды в реке, выраженной в  $\text{кг/м}^3$  и измеренной в береговой части русла у места расположения водоприемного ковша;  
интегральную кривую гранулометрического состава взвешенных наносов и донных отложений береговой части русла.

**5.49.** Расчету поведения взвешенных наносов в водоприемном ковше предшествует построение поля скоростей течения в нем.

Достаточно надежное поле скоростей течений можно получить лабораторным путем, если масштаб модели обеспечивает турбулентный режим в транзитной струе ковша.

Поле скоростей течения в ковше при отсутствии данных лабораторных наблюдений может быть приближенно построено по размерам и положению в плане транзитной струи и окружающим ее водоворотам.

Ширину транзитной струи в начальном сечении входа ([рис. 97, а, б](#)) определяют по [формуле \(196\)](#).

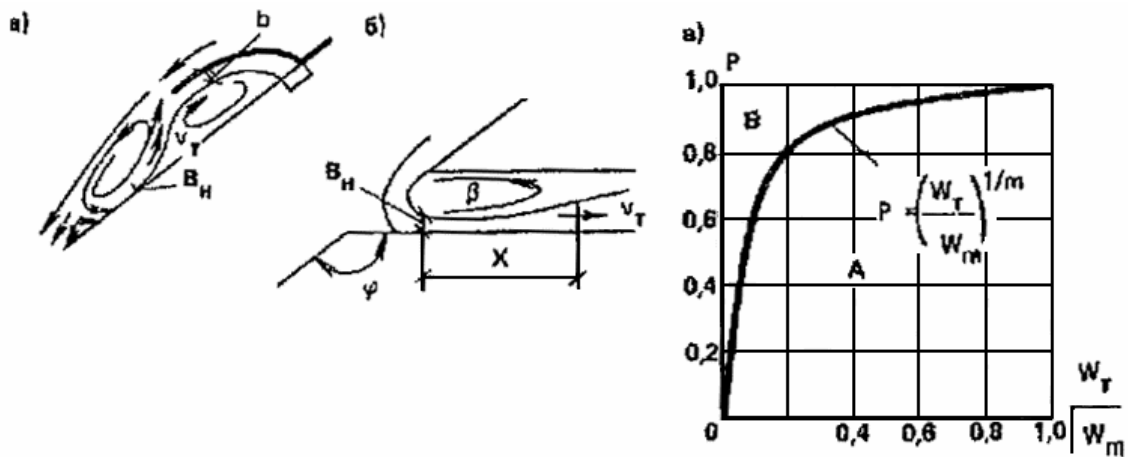


Рис. 97. Схема расположения транзитной струи в ковшах

низовом (а) и заглубленном в берег (б), а также зависимость  $P$  от  $\omega_T/\omega_m$  (в)

Ширину транзитной струи в других сечениях определяют по средним скоростям течения, которые находят по формуле

$$v_T = v_B / \left( 1 + \operatorname{tg} \beta \frac{x}{b_n} \right), \quad (197)$$

где  $x$  - расстояние данного сечения от начального, м;  $\beta$  - угол бокового расширения транзитной струи, принимаемый равным:  $0^\circ 45' - 1^\circ 15'$  - при одностороннем расширении, возникающем в случаях расположения транзитной струи у низового борта и образования одного водоворота в ковше;  $1^\circ 15' - 2^\circ$  - при двухстороннем расширении, возникающем при извилистом очертании транзитной струи и формировании нескольких водоворотов в ковше;  $2-3^\circ$  и более - при искусственном расширении с помощью шпор, бортовых стенок, сквозных конструкций и т. п.

Расположение транзитной струи и водоворотов в пределах акватории ковша следует принимать по аналогии с имеющимися данными лабораторного опыта.

Скоростной режим в первичных и вторичных водоворотах можно приближенно характеризовать наибольшими значениями прямых и обратных скоростей, соответствующих точкам по концам малого диаметра водоворота  $D_m$ . В месте контакта водоворота с транзитной струей скорость прямого присоединенного течения может быть принята равной скорости в транзитной струе  $v_T$ .

Скорость обратного течения, соответствующая точке на другом конце малого диаметра водоворота, может быть принята равной  $v_T/2$ .

Точка нулевой скорости может быть взята на расстоянии  $D_m/3$  от линии контакта водоворота с транзитной струей.

Расход водообмена между ковшом и речным потоком, устанавливающийся при режиме водообмена, зависит от угла отвода  $\varphi$  и приближенно определяется по формуле

$$Q_{об} = f(\varphi) \frac{H v_a}{100}, \quad (198)$$

где  $H$  - глубина воды на входе;  $v_a$  - скорость течения в русле реки;  $B$  - ширина ковша на входе.

Опытное значение  $f(\varphi)$  в зависимости от угла отвода  $\varphi$  принимается равным:

$\varphi^\circ$ .....	45	60	90	135	150
$f(\varphi)$ .....	6,1	4,9	3,4	2,6	2,6

Гидравлическую крупность  $\omega_T$  фракции взвешенных наносов, полностью задерживаемой в ковше, находят по формуле



$$\omega_r = Q_b / \left( b_n L_\phi + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \beta L_\phi^2 \right), \quad (199)$$

где  $L_\phi$  - расчетная длина выпадения фракции  $\omega_r$ .

В обычных условиях эту длину можно принимать равной длине ковша  $L$  и только в случаях повышенной гарантии выпадения фракции  $\omega_r$  следует принимать  $L_\phi = L/1,2$ .

Мутность воды  $\rho_b$ , забираемой из ковша без учета водообмена с водоворотами, определяют по формуле

$$\rho_b = \rho_a \left( \frac{\omega_r}{\omega_m} \right)^{1/m} \left[ 1 + 1/3m (\omega_r / \omega_r - 1) \right], \quad (200)$$

где  $\rho_a$  - мутность воды в реке, кг/м<sup>3</sup>;  $m$  - параметр, характеризующий состав взвешенных наносов речного потока, безразмерный;  $m = \text{площадь А/площадь Б}$  (см. [рис. 94, в](#));  $\omega_r$  - наименьшая гидравлическая крупность фракции, полностью задерживаемой в ковше, м/с;  $\omega_r$  - гидравлическая крупность фракции, не выпадающей в транзитной струе, м/с;  $\omega_r = 0,016 v_{TL}$  ( $v_{TL}$  - скорость в концевом сечении транзитной струи). С помощью кривой состава взвешенных наносов находят

$$\left( \omega_r / \omega_m \right)^{1/m} = P_{*L}, \quad (201)$$

где  $P_{*L}$  - количество взвешенных наносов, не выпадающих в транзитной струе ковша, взятое в долях полного начального количества взвеси;  $\omega_r$  - наибольшая гидравлическая крупность в составе взвешенных наносов, транспортируемых данным речным потоком, равная половине динамической скорости, соответствующей береговой части речного потока

$$\omega_r = 0,04 v_a, \quad (202)$$

где  $v_a$  - скорость течения в реке.

Суточный объем отложений взвешенных наносов в водоприемном ковше находят по формуле

$$\omega = \frac{86,4}{\rho_n} \rho_a Q_b \left( 1 - \frac{\rho_b}{\rho_a} \right) \left( 1 + \frac{Q_{об}}{Q_b} \right), \quad (203)$$

где  $Q_b$  - расход воды, забираемой из ковша, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_n$  - плотность отложений наносов, т/м<sup>3</sup>;  $\rho_b$  - мутность воды, забираемой из ковша, определяемая по [формуле \(200\)](#);  $Q_{об}$  - расход водообмена ковша с речным потоком, определяемый по [формуле \(198\)](#).

Значение  $\rho_n$  определяют по формуле

$$\rho_n = 0,88 + 0,66 P^{0,3}, \quad (204)$$

где  $P$  - количество песчаных фракций ( $d > 0,05$  мм) в осадке, выраженное в долях массы всего осадка.

Объем отложений за другие отрезки времени (месяц, сезон, год) находят методом последовательного суммирования.

Среднюю гидравлическую крупность взвешенных наносов, содержащихся в воде, забираемой из ковша, приближенно находят по формуле

$$\omega_r = \omega_r / (m + 1), \quad (205)$$

где  $\omega_r$  - наименьшая гидравлическая крупность фракции, полностью задерживаемой в ковше и определяемой по [формуле \(200\)](#);  $m$  - параметр состава взвешенных наносов данного речного потока.

Мощность слоя отложений на входе в ковш  $h_n$  на реках с малой мутностью зависит от времени и притока твердого материала.

Суточный объем заиления входа составит

$$\omega = \frac{86,4}{\rho_n} \rho_a Q_{об} (1 - \rho_b / \rho_a) \quad (206)$$

где  $\rho_n$  - плотность отложений;  $\rho_a$  - мутность воды в реке,  $\text{кг/м}^3$ ;  $Q_{об}$  - расход водообмена, определяемый по [формуле \(198\)](#);  $\rho_b$  - мутность воды в водовороте, определяемая по [формуле \(200\)](#).

Приблизленно принимают скорость в обратной ветви водоворота, равной четверти скорости в реке. При площади водоворота

$$\Omega \approx 0,79 D_M^2 \quad (207)$$

наибольшая высота слоя отложений (в центре водоворота) составит

$$h_n \approx (1,9 \dots 1,5) \sum_0^T \frac{\omega_b}{D_M^2} \quad (208)$$

а наименьшая (у низового борта)

$$h_n \approx (0,9 \dots 0,7) \frac{\sum_0^T \omega_b}{D_M^2} \quad (209)$$

где  $T$  - расчетный период, сут;  $D_M$  - малый диаметр водоворота, м;  $\sum_0^T \omega_b$  - объем отложений за расчетный период.

На реках с обильной мелкой взвесью отложения в середине водоворота могут достичь поверхности воды.

**5.50.** Расчистку подходов к водоприемному ковшу, а также его входной части следует выполнять непосредственно перед шугоходом и заканчивать к его началу. Отступления от этого правила могут быть допущены только на тех реках, где осенние паводки не наблюдаются.

Водоприемные ковши небольших размеров, засоряемые песчано-илистыми отложениями, могут очищаться экскаваторами.

При расчете их работы на откосах водоприемного ковша необходимо предусматривать устройство широких берм (до 4 м), а также съездов на эти бермы.

Плавающие снаряды черпакового типа вполне эффективно работают при удалении галечных и песчано-гравийных грунтов. От применения их на илистых и мелкопесчаных отложениях следует воздерживаться, если очистка ковша не связана с необходимостью восстановления прорезей в крупнозернистом ложе реки.

Очистку отложений на подходах к ковшам с низовым, входом, выдвинутым в русло реки, рекомендуется выполнять по всей зоне обратных течений и на ширине 15-20 м непосредственно ниже головы речной дамбы.

### Нестационарные водозаборные сооружения

**5.51.** При необходимости организации срочного водоотбора, в сложных гидроморфологических условиях, - при большой амплитуде колебания уровней воды, сильно неустойчивом русле, непригодности грунтов для оснований сооружений, могут устраиваться нестационарные водозаборы.

**5.52.** Нестационарные водозаборы подразделяются на следующие типы:

фуникулерные, перемещаемые по рельсовым путям, проложенным по спланированному береговому склону ([рис. 98](#));

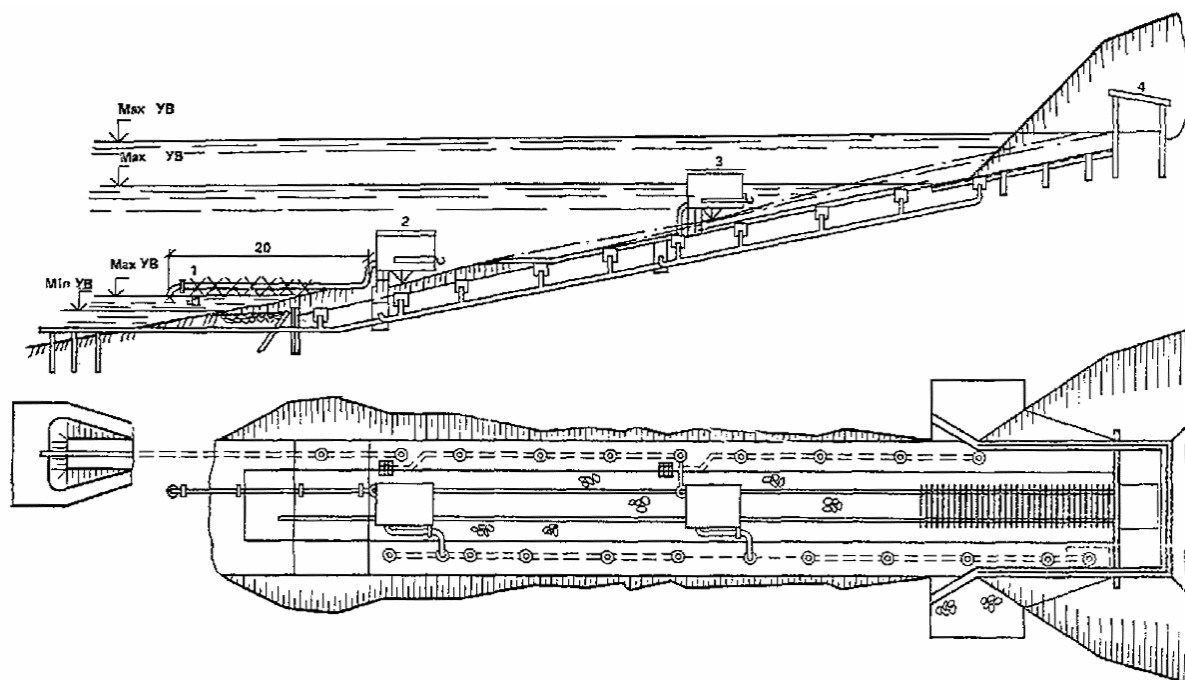


Рис. 98. Водозаборное сооружение фуникулерного типа

1 - аварийный всасывающий водовод на козлах; 2 - положение насосной станции при работе с использованием аварийного всасывающего водовода; 3 - положение насосной станции при работе во время ледохода; 4 - будка для подъемной лебедки

подвижные, смонтированные на салазках или тележках, позволяющих в зависимости от положения уровня воды в водотоке перемещать их с помощью трактора или автомобиля на заранее подготовленные площадки;

плавучие, смонтированные на понтоне и удерживаемые в створе сооружений с помощью якорей ([рис. 99](#)).

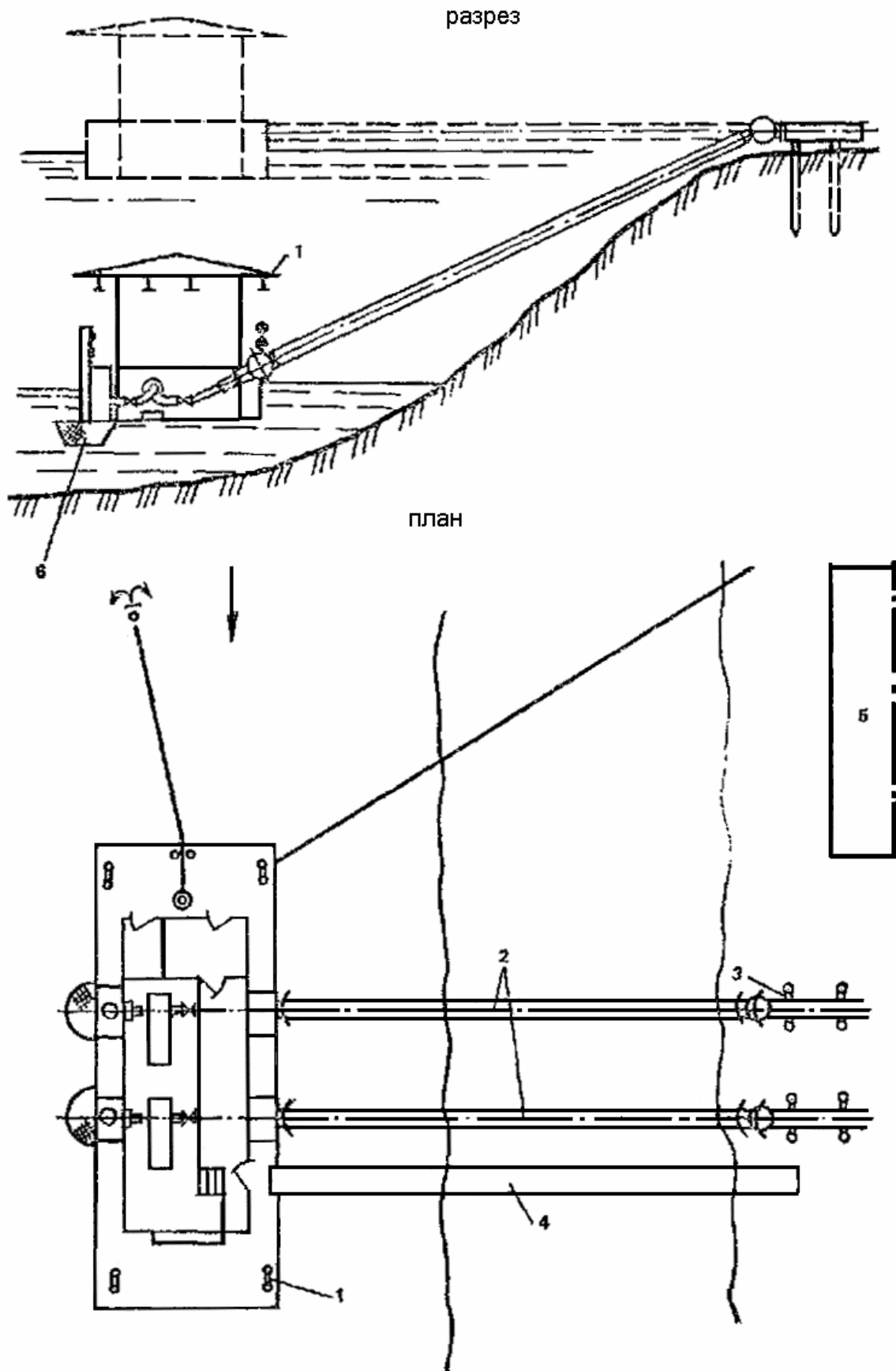


Рис. 99. Общая схема плавучего водозаборного сооружения

1 - понтон; 2 - гибкие напорные водоводы; 3 - береговые опоры; 4 - соединительный мостик; 5 - трансформаторная подстанция; 6 - рыбозащитные устройства

**5.53.** В состав водозабора фуникулерного типа входят: водоприемное устройство, рельсовые пути для его перемещения, напорный водовод с патрубками, расположенными через определенные расстояния, электрифицированная лебедка.

Водозабор дублируют из расчета, что один работает, а второй перемещается при подъеме или понижении уровня воды в реке.

Водоприемное устройство включает тележку, на которой смонтирован насос со всасывающим водоводом, обратный клапан и водоприемную сетку, или рыбозаградитель. На тележке монтируются также вакуум-насосная установка и павильон облегченной конструкции.

Рельсовый путь укладывают по спланированному и укрепленному от размыва речным потоком берегу. Напорный водовод укладывают в земле параллельно рельсовому пути, патрубки располагают в колодце, где установлены задвижки. Расстояние между патрубками выбирается с условием удобства присоединения насоса при его перемещении в новое положение с помощью гибкого водовода.

Лебедка для передвижения водозаборного устройства располагается на незатопляемых отметках. Здесь же сооружаются и подсобные помещения.

**5.54.** Подвижные водозаборные сооружения устраивают аналогично фуникулерным, они могут перемещаться как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении с перекладкой напорного водовода.

**5.55.** Плавающие водозаборы удобны на реках с обильными наносами, нестационарным ложем и незначительным ледоходом. На реке с интенсивным ледоходом плавающие водозаборные сооружения могут применяться при условии расположения в защищенных акваториях.

**5.56.** В состав плавающего водозаборного сооружения входят: пантон, на котором монтируются насосные агрегаты, рыбозащитные устройства, электротехническое оборудование, транспортно-подъемные механизмы, гибкие напорные водоводы (подвижные или наплавные), береговые опоры, соединительный мостик.

Водоприемные отверстия, перекрываемые рыбозащитным устройством или решетками, устраивают в бортах понтона.

При большой амплитуде колебания уровня воды в реке применяется многопозиционная установка понтона с устройством причальной эстакады.

### **Водозаборные сооружения на водотоках с неустойчивыми руслами**

**5.57.** К неустойчивым руслам водотоков относятся меженные русла, в которых в сравнительно небольшие периоды изменяются поперечные сечения и плановое расположение. При устройстве водозаборов обычно рассматривается устойчивость русла на отдельных ограниченных участках. На этих участках устойчивость потока и русла можно обеспечивать местным стеснением русел, выправительными сооружениями, креплением береговых участков.

**5.58.** Устройство водозабора на водотоках с неустойчивыми руслами зависит от величины водотока, интенсивности и руслоформирующего процесса.

**5.59.** При побочном и ленточно-грядовом типе руслового процесса необходимо выяснить целесообразность расчленения или дублирования водозабора, который может быть осуществлен с водоприемниками комбинированного типа.

**5.60.** Устройство крива или ковша должно рассматриваться с учетом необходимости систематических или эпизодических расчисток дна русла на подходах к водоприемникам.

**5.61.** Ширину потока в створе водозабора во многих случаях рекомендуется ограничить путем некоторого стеснения, создаваемого сооружениями водозабора и креплением противоположного берега. Подобные мероприятия интенсифицируют движение наносов в створе водозабора, в результате чего увеличиваются глубины у водоприемника.

**5.62.** При надвиге побочня к створу водозабора у его нижней оконечности понадобится устройство русловой прорези, а позднее - временных наносоуправляющих сооружений для переброски донных наносов от берега на ухвостье побочня.

В более поздней стадии переформирования русла у водозабора возможно устройство верховой прорези вдоль берега или отторжение от него сползающего вниз побочня.

При весьма значительных размерах сползающих по течению побочней и работах по

расчистке подходов к водозабору при малых водоотборах возможны перенос водоприемных устройств в другие створы реки или применение водозаборов нестационарного типа.

На малых и средних реках возможно применение сооружений, регулирующих поток и русло.

**5.63.** На водотоках при ограниченном свободном и незавершенном меандрировании следует руководствоваться при выборе местоположения водозабора рекомендациями, изложенными в [пп. 5.68-5.76](#).

**5.64.** Наиболее неблагоприятным для устройства водозабора является осередковый тип руслового процесса. Из-за очень быстрой изменчивости русла створом для устройства постоянного водозабора может быть место стеснения реки мостами и выходами прочных неразмываемых пород.

**5.65.** При устройстве водозаборов I и II категории следует рассмотреть: возможность создания оборотной системы при промышленном водоснабжении; расчленение (или дублирование) водозабора на два узла с несколькими водоприемниками желательного разного типа;

включение в систему сооружения различных емкостей, удовлетворяющих потребности в воде в течение 10-100 ч возможного перерыва в водоподаче. Длительность этого перерыва принимается в зависимости от местных условий и требований;

проведение соответствующих эксплуатационных мероприятий: расчистки подходов землесосными установками, борьбы с наносами с помощью струенаправляющих систем и т. п.

**5.66.** При устройстве водозаборов на больших водотоках с неустойчивым руслом, с учетом требований судоходства, водоприемники размещают за пределами меженного русла в навигационный период и в состав водозабора включают водоподводящие каналы и водоприемные ковши, требующие периодических расчисток на подходах к водоприемникам.

**5.67.** На неустойчивых руслах при незначительных шуголедовых явлениях может применяться водозабор плавучего типа, который используется непрерывно, периодически и как резерв.

### **Водозаборные сооружения в районах распространения вечномерзлых грунтов**

**5.68.** При проектировании водозаборных сооружений в районах распространения вечномерзлых грунтов необходимо учитывать особенности природных условий конкретных районов, где предполагается размещение водозаборов, особенности мерзлоты и режима прорезающих ее рек.

При этом учитывают следующие положения:

производительность водозаборов в этих районах может быть от десятков литров до десятков кубических метров в секунду;

при малом недопотреблении водоотбор можно производить из подмерзлотных или надмерзлотных вод, с устройством подруслowych подпорных сооружений;

на реках, промерзающих не во все годы и только в отдельных местах, можно использовать запасы воды;

при водоотборе большой производительности необходимо иметь более мощные поверхностные источники, которыми могут быть только непромерзающие водотоки, озера или водохранилища.

**5.69.** По условиям забора воды водотоки районов распространения мерзлоты подразделяются на:

крупные, сохраняющие по всей длине значительный по сравнению с забираемым подледный сток и большие глубины в межень. Забор воды из таких рек, как Лена, Енисей, Обь и т. п. возможен в течение всего года различными способами, возможен в течение всего года различными способами;

средние (неперемерзающие), сохраняющие некоторый подледный сток в течение всей зимы (однако в отдельные годы, хотя и редко, возможно перемерзание некоторых

их участков). Забор воды из этих рек (Виллой, Индигирка, Колыма и др.) возможен без регулирования стока фильтрующими или инфильтрационными водозаборами при некоторых дополнительных мероприятиях, обеспечивающих бесперебойность водоснабжения;

малые и средние (перемерзающие), постоянно сохраняющие талики. Ограниченный забор из них возможен фильтрующими подрусловыми или комбинированными водозаборами;

малые, перемерзающие вместе с подстилающим аллювием. Водозабор из них возможен только при регулировании стока.

**5.70.** Для водозаборов, расположенных в районах распространения вечномерзлых грунтов, должны выполняться дополнительные требования, обеспечивающие более надежную эксплуатацию их. Это: защита самотечных и сифонных водоводов (галерей) проходящих в толще береговой мерзлоты от промерзания и щугообразования;

предотвращение перемерзания водоприемника зимой, когда глубины рек незначительны, а расход воды в реке мало превышает водоотбор;

забор воды по возможности с высокими температурами и без загрязнений, так как очистка и подогрев ее на севере особо сложны;

простота конструкций, способов строительства и эксплуатации водозаборов при одновременном повышении надежности водоприема.

**5.71.** В отдельных случаях, когда возникают опасения промерзания реки и ухода ее в подрусловой поток, следует рассмотреть вопрос об устройстве комбинированного водозабора с включением в его состав инфильтрационного водоприемника, рассчитанного на забор воды из подруслового потока.

**5.72.** В рассматриваемом регионе наиболее надежны, экономичны и распространены инфильтрационные и фильтрующие водоприемники.

**5.73.** Подрусловые водоприемники можно подразделить на две группы:

водоприемники, не предусматривающие восстановления пропускной способности фильтрующих слоев (например, обратной промывкой) в период эксплуатации (инфильтрационные) ([рис. 100](#));

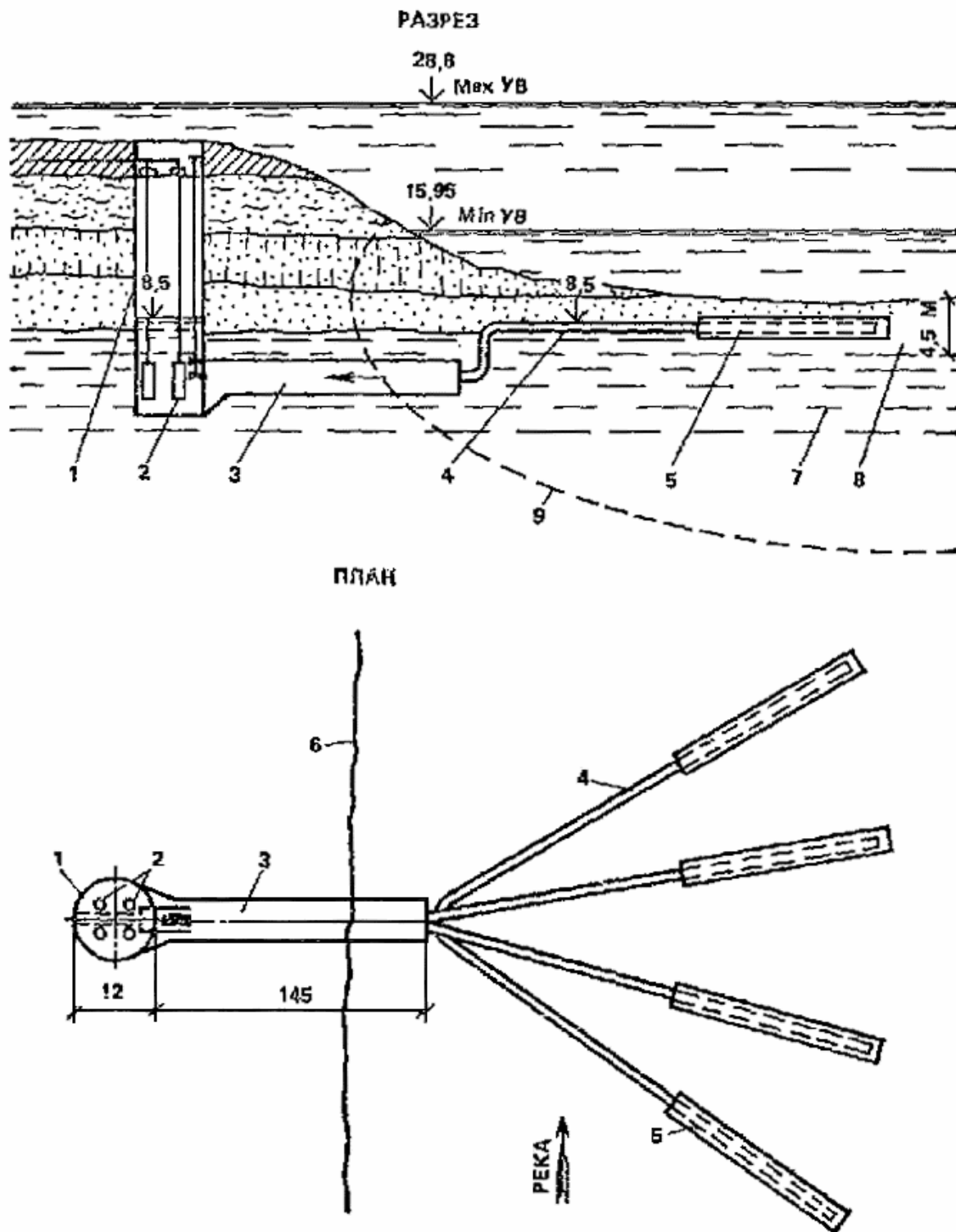


Рис. 100. Схема инфильтрационного водозабора из русла

1 - береговой колодец; 2 - погружные насосы; 3 - туннель; 4 - глухие трубы горизонтальных дрен; 5 - водоприемная часть дрен; 6 - урез реки; 7 - коренные юрские породы; 8 - песчаные отложения; 9 - границы деградации мерзлоты

водоприемники, принимающие воду через искусственно создаваемые фильтры, допускающие возможность промыва их при засорении (фильтрующие).

Фильтрующие подрусовые сооружения выполняются в виде дрен, галерей, фильтрующих туннелей, фильтрующих траншей ([рис. 101](#)).



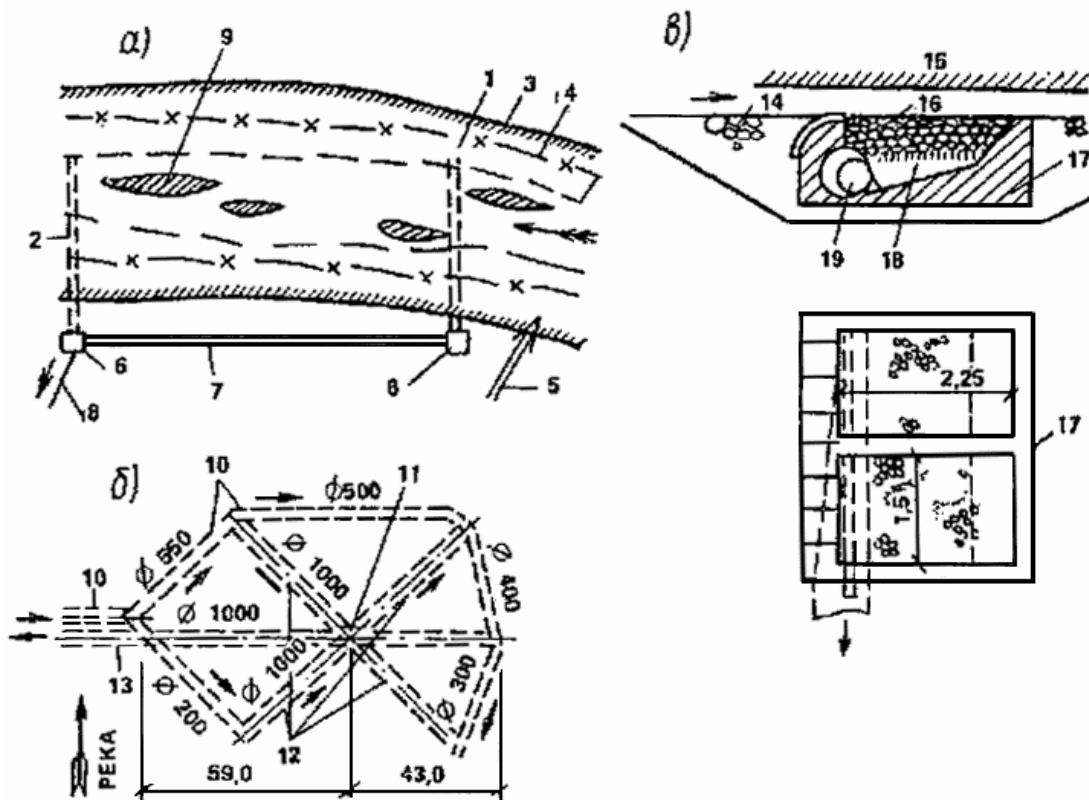


Рис. 101. Схемы фильтрующего водоприема (а-в)

1, 2 - дрены (галереи); 3, 4 - границы соответственно талика, дамбы реки; 5 - сброс теплой воды (или излишков отбора над потребителем); 6 - насосные станции; 7 - водовод; 8 - подача воды потребителю; 9 - острова; 10 - подача горячей воды; 11 - сборная галерея; 12 - водоприемные дрены; 13 - отвод воды на берег; 14 - отсыпка камнем; 15 - лед; 16 - фильтр; 17 - корпус водоприемника; 18 - поддерживающая решетка; 19 - вихревая камера

5.74. Наиболее рациональным типом водоприемника являются фильтрующие водоприемники с горизонтально расположенным фильтром и входом воды сверху вниз. Поверхность фильтра этих водоприемников устраивают на уровне дна или несколько выше его, с расположением оси по течению реки или по нормали к нему (рис. 102, в).

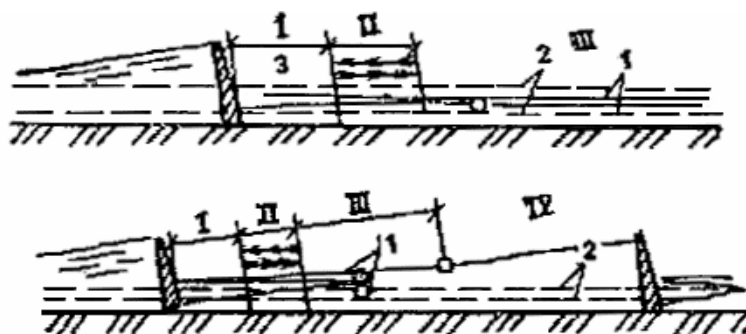


Рис. 102. Схемы продольных профилей зарегулированных рек

I, II, III - участки нижнего бьефа; IV - озерная часть водохранилища: уровни зависят от режима работы нижнего гидроузла; 1 - предельные бытовые уровни; 2 - зарегулированные уровни; 3 - постоянная полынья

5.75. При водозаборе из малых рек, сохраняющих минимум зимнего стока подо льдом и в дренирующих таликах, необходимы фильтрующие водоприемники, забирающие и поверхностный, и подрусловой сток, например траншейные водоприемники.

Фильтрующая обсыпка таких водоприемников должна допускать восстановление их пропускной способности обратным током воды или импульсной промывкой.

5.76. Для повышения надежности забора воды целесообразно устраивать

водоприемники по комбинированной схеме ([рис. 101, б](#)). В этом случае фильтрующие подрусловые водоприемники размещают в разных створах и составляют одну общую систему водозабора. При таком решении доля забираемого стока реки в зимние месяцы может составлять до 80-90 % ее минимального расхода. Надежность водоприема повышается при возможности сброса горячей воды или пара к концевым участкам водоприемника. Для электрообогрева применяется также специальный греющий кабель.

Для улучшения промывки фильтра рекомендуется устраивать в водоприемниках трубчатые вихревые камеры.

#### **Водозаборные сооружения в нижних бьефах гидроузлов и устьевых участках водотоков, впадающих в водоемы**

**5.77.** Согласно п. 5.84 [СНиП 2.04.02-84](#) не рекомендуется размещать водоприемники водозаборов на участках нижнего бьефа ГЭС, прилегающих к гидроузлу, в верховьях водохранилищ, а также на участках, расположенных ниже устьев притоков водотоков и в устьях подпертых водотоков. Однако в практике проектирования при определенных технико-экономических условиях возникает необходимость в размещении водозаборов на этих участках при соблюдении нижеследующих требований и рекомендаций.

**5.78.** При проектировании и строительстве водозаборов в нижних бьефах гидроузлов следует учитывать гидрологические особенности трех участков нижнего бьефа (см. [рис. 102](#)).

Верхний участок I характеризуется наибольшей амплитудой колебаний уровня воды вследствие регулирования мощности гидроэлектростанций; изменяющимся гидродинамическим воздействием потока на крутые береговые склоны, которые может повлечь их переформирование, особенно при наличии волнения;

Отстаивание воды в водохранилище и сброс в нижний бьеф осветленной воды увеличивают транспортирующую способность потока в нижнем бьефе и вызывают размыв ложа реки, особенно в верхней части участка.

Попуски воды из водохранилища зимой могут вызывать местный ледоход и значительное повышение уровня воды. Они обуславливают также появление полыньи в ледяном покрове, длина которой в течение зимы меняется в зависимости от колебания температуры воздуха и размера ппуска воды, вследствие чего следует ожидать появления шуги, внутриводного льда, снежуры и связанных с ними ледовых осложнений в работе водозаборных сооружений.

Средний участок II характеризуется: меньшей амплитудой и интенсивностью суточных колебаний уровня воды; меньшим гидродинамическим воздействием потока на береговые склоны и размывом ложа реки; большими, чем на I участке, зимними уровнями воды из-за повышения гидравлических сопротивлений русла благодаря наличию ледяного покрова; неустойчивым ледовым режимом из-за возможности продвижения кромки полыньи на этот участок или появления локальных полыней; возможностью поступления шуги и внутриводного льда с I участка реки; возможностью возникновения зимнего ледохода, навала льда и образования щели между берегом и ледяным покровом.

Нижний участок III характеризуется: постепенным практическим исчезновением суточных колебаний уровней воды благодаря регулирующей способности русла при неустановившемся движении воды, впадению притоков и подпора от расположенного ниже гидроузла; затуханием недельных изменений расходов и уровней и ослаблением ледовых явлений по сравнению с этими явлениями до постройки гидроузла.

Выявление изменения гидрологических условий и их особенностей должно производиться на основе соответствующих изысканий, а также гидрологических и водохозяйственных расчетов.

**5.79.** При проектировании и строительстве водозаборов на реках в их истоках из озер следует учитывать дополнительные условия:

в истоках из больших и глубоких озер формируются большие полыньи и сложные шуголедовые условия. По сравнению с режимом в нижних бьефах режим истоков

отличается отсутствием неустановившихся попусковых течений, иначе говоря, значительных колебаний уровней воды в пределах суток и недели;

в истоках некоторых средних озер во время весеннего половодья могут возникать в реке течения разных направлений. До наполнения озера до некоторого уровня воды в истоках возникает течение в сторону озера, а после этого наполнения течение приобретает обычное направление - из озера.

**5.80.** При проектировании и строительстве водозабора в нижних бьефах гидроузлов особое внимание необходимо обратить на гидротермический режим водохранилища и нижнего бьефа.

Относительно малые водохранилища незначительно влияют на гидротермический режим нижнего бьефа, в то время как из больших водохранилищ в нижний бьеф сбрасывается вода с положительной температурой в течение всего холодного периода года.

Нижние бьефы, не подпертые снизу, характеризуются неблагоприятным для водозабора режимом на большом протяжении, достигающем 50-80 км и более.

В нижних бьефах каскада ГЭС, которые подперты снизу, неблагоприятные для водозабора явления развиваются на меньшем участке, однако в этом случае на этом участке наблюдаются некоторые неблагоприятные гидравлические явления, например обратная волна. Они вызывают значительные перемещения загрязненных вод в направлении, противоположном направлению течения в русле.

Наиболее неблагоприятные для водозабора шуголедовые условия создаются в русле у низовых оконечностей поймы, в области формирования ледяной кромки ледостава, непрерывно передвигающейся по руслу реки под действием попусковых волн и термических условий. Поэтому наиболее неблагоприятными для водозабора оказываются те участки реки, для которых число перемещений кромки ледостава через створ за весь холодный период года оказывается наибольшим.

На реках Приуралья и Сибири на откосах берегов и земляных сооружений при значительных колебаниях уровней могут формироваться особые наледообразные скопления льда разных видов.

Эти береговые многослойные наледообразования при обрушении на спаде уровней могут перекрывать сечения каналов и водоприемных ковшей, а также разрушительно воздействовать на все береговые сооружения и крепления их откосов.

**5.81.** Вследствие недостаточной изученности неустановившегося режима в нижних бьефах гидроузлов и возможности возникновения непредвиденных явлений в русле реки оказываются необходимыми более детальные изыскательские работы у места водозабора и, в частности, определение высоты и скорости движения песчаных волн.

В исследованиях должны предусматриваться работы по выявлению особенностей режима попусковых волн и их влияния на перемещение загрязнения, в частности, специальное взятие проб воды по сечению реки вблизи очагов загрязнений в период подъема и спада попусковой волны.

**5.82.** При выборе типа и основных размеров водозабора должно учитываться своеобразие условий нижних бьефов гидроузлов.

Для водозаборов I категории надежности водоподачи рекомендуется применять незатопляемые водоприемники - береговые или русловые, но доступные в любое время года, например кривы, водоприемные ковши разных типов и т. п.

Затопленные водоприемники для водозаборов I категории надежности следует применять только в составе водозаборов комбинированного типа.

**5.83.** В малостойчивых песчаных руслах больших рек с подвижным рельефом дна устройство руслового водозабора с незатопляемым кривом может оказаться целесообразным и для водозабора II категории надежности водоподачи, если в районе его расположения фарватер значительно удален от берега и отдален от него островами и мелями.

Если фарватер расположен сравнительно недалеко от линии берега, то вместо крива следует применять водоприемный ковш с усовершенствованным или самопромывающимся входом. Особенность такого ковша состоит в возможности

промыва при высоких уровнях всей акватории первичного водоворота, формирующегося на входе в ковш в период межени. В подобном случае работа водоприемника, расположенного в ковше, не будет зависеть от изменений и деформаций русла, как работа водоприемников, расположенных в русле.

**5.84.** На устьевых участках водотоков, впадающих в водоемы, в зависимости от сложности условий забора воды можно применять все рассмотренные ранее речные водозаборные сооружения. При этом необходимо учитывать следующие гидрологические особенности этих участков:

формирование русел рек на устьевых участках зависит от условий подпора со стороны водохранилища, в которое впадает река;

при синхронном подъеме или спаде уровней воды в реке и водохранилище на устьевом участке формируется устойчивое русло;

при впадении реки в водохранилище (или другой водоем) с относительно небольшой амплитудой колебания уровней воды волна половодий и паводков проходит в пределах устьевого участка с образованием кривой спада, т. е. с увеличением скорости течения воды и наносотранспортирующей способности потока. При этом русло углубляется, а при малых расходах воды в реке, когда сказывается подпор со стороны водохранилища, на этом участке откладываются наносы;

те же явления происходят при проходе половодий и паводков на реке при низких уровнях воды в водохранилище (уровнях сработки), т. е. русло устьевого участка реки размывается и углубляется;

ежегодная обработка подпорого уровня воды в водохранилище (перед его наполнением в половодье) оказывает значительное влияние на устьевые участки притоков.

#### **Русловые сооружения для забора воды из водотоков с малыми глубинами**

**5.85.** При расположении водозаборного участка на относительно малых глубинах в руслах водотоков прежде всего следует рассмотреть возможность устройства водоприемников с забором воды через горизонтальные или близкие к ним по расположению (потолочные) водоприемные отверстия.

**5.86.** В условиях достаточно устойчивых русел возможно искусственное углубление дна реки у места расположения водоприемника. Искусственное углубление следует предусматривать с учетом возможностей естественной промывки паводочными расходами и в объеме, достаточном для поддержания выемки в течение длительного периода отложения наносов.

**5.87.** При трассировке прорезей (подводных каналов) следует соблюдать следующие условия:

начало прорези следует намечать из условия привлечения в нее наибольшего расхода воды;

направление прорези должно способствовать развитию в потоке прорези поперечной циркуляции, благоприятствующей транзитному движению наносов;

прорези необходимо делать сквозными и возможно короткими с кривизной лишь в одном направлении и располагать под небольшим углом к направлению течения потока (не более  $10-17^\circ$ );

при определении направления прорези следует учитывать направленность потока в межень и паводки.

**5.88.** Для поддержания глубин в выемках и прорезях у водоприемников возможна установка специальных струнаправляющих устройств, создающих в речном потоке поперечную циркуляцию, способствующую транзитному продвижению наносов или отводу их в сторону. К таким устройствам относятся:

две донные расходящиеся направляющие ([рис. 103](#)). Ширина винтового течения на протяжении направляющих равна проекции последних на нормаль к движению потока;

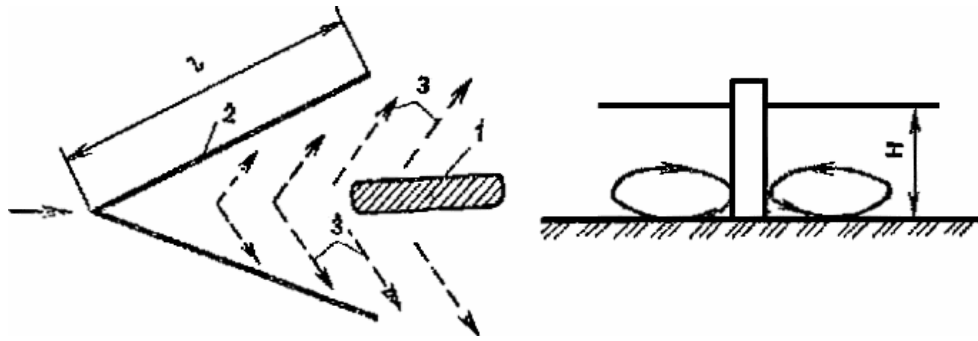


Рис. 103. Защита водоприемников от заноса влекомыми наносами

1 - водоприемник; 2 - донные пороги; 3 - направление донных скоростей

при соотношении  $l/H = 5$  и угле между направлением течения и направляющими  $\alpha = 13^\circ 30'$  винтовое движение устойчиво на большой длине за направляющими, а при меньшем соотношении оно разбивается на ряд более узких. Максимальная продольная донная скорость винтового движения находится на его оси и равна средней скорости по вертикали; максимальная поперечная скорость на дне на оси винта определяется по формуле

$$v_{y,d,max} = v_{пр,ср} \operatorname{tg} \varphi_{max}, \quad (210)$$

где  $v_{пр,ср}$  - средняя по сечению продольная скорость движения воды;  $\varphi_{max}$  - максимальный угол между направлением донной скорости и потока, определяемых по графику (рис. 104), за направляющими происходит затухание поперечных скоростей по закону  $v_y = v_{y,c} e^{-cx}$ , где  $v_{y,c} = 0,2 (l/H)$ ;  $v_{пр,ср}$  - начальная поперечная скорость у низового конца направляющих;  $c = 0,6-0,7$  по опытам;  $x$  - текущая координата по направлению течения воды.

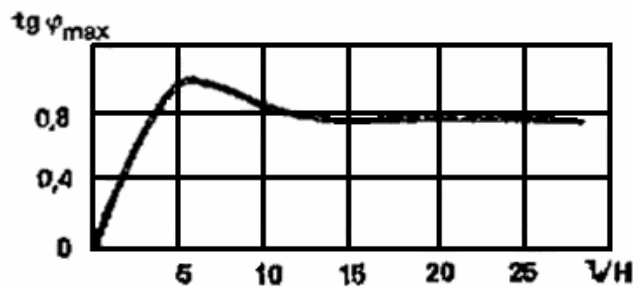


Рис. 104. Зависимость  $\operatorname{tg} \varphi_{max} f(l/H)$

Для большей эффективности направляющие следует продолжать до середины водоприемника. Угол между донными направляющими принимают  $2\alpha = 36^\circ$ , высоту направляющих над дном реки равной примерно  $1/3$  глубины воды при среднем многолетнем минимальном уровне;

плавучая поверхностная направляющая система, состоящая из ряда щитов-понтонных (рис. 105), соединенных сверху фермой в жесткую систему. Понтоны изготовляют из листовой стали толщиной 4 мм, усиленной в горизонтальной и вертикальной плоскостях каркасом из стальных элементов. Понтоны в плане имеют форму кругового сегмента со стрелой 0,76 м.

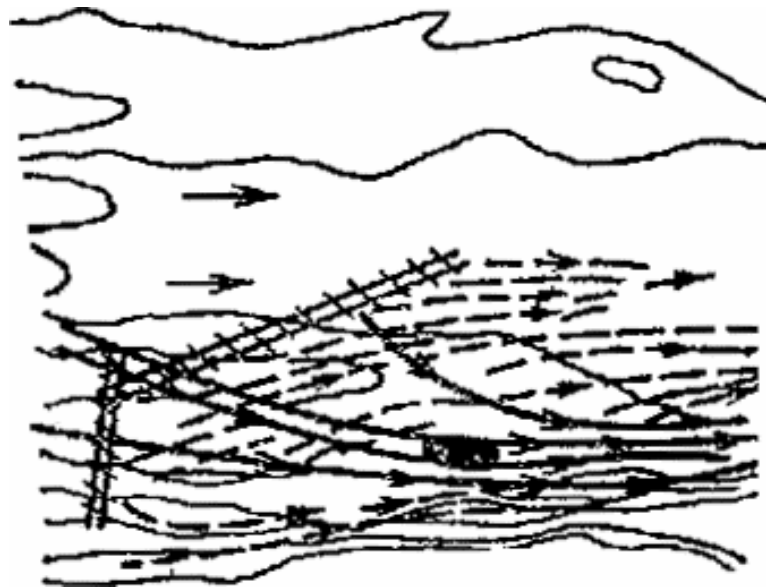


Рис. 105. Схема установки щитов М. В. Потапова у водоприемника (лабораторная модель)

Понтоны погружают на  $1/3-1/4$  глубины воды и регулируют, заполняя их балластом (чаще водой). Длину щитов принимают  $l_{щ} = (0,35-1) H/\sin \alpha$ , где  $H$  - средняя глубина в пределах направляющей системы для периода среднего многолетнего паводка,  $\alpha$  - угол между направляющей плоскостью щита и направлением течения потока, обычно принимаемый в пределах  $16-22^\circ$ .

Длина щита не должна быть меньше  $1,2 H$ , при большом значении  $l_{щ}$  щиты делают длиной  $l'_{щ} = 0,415 l_{щ}$  и устанавливают в два ряда с просветом между рядами не более  $0,4 l_{щ}$ . Щиты низового ряда располагают под большим углом к направлению потока, а их верховой конец находится на линии, лежащей в плоскости направляющей поверхности верховых щитов. Расстояние между соседними щитами в ряду определяется из условия  $l_1 < l_{щ} (\sin \alpha/\sin \beta)$ ,

где  $\beta$  - угол, образуемый осью системы с направлением течения.

Направляющая система обычно собирается из звеньев по четыре щита, соединенных шарнирно.

Понтоны в плане имеют форму сегмента со стрелой не более  $1/4-1/5 l_{щ}$  или  $l'_{щ}$ .

**5.89.** Для защиты затопленных водоприемников, вынесенных в русло в плесовую область, рекомендуется устраивать на них системы струенаправляющих открылков.

При установке струенаправляющих открылков на русловых водоприемниках следует руководствоваться следующим:

струенаправляющие открылки представляют собой трапециевидальные щиты, установленные по обеим сторонам водоприемника под углом  $15^\circ$  к горизонтальной плоскости. Удаление донных наносов от водоприемного фронта достигается появлением за щитами индуцированных скоростей, направленных у дна в сторону от боковой грани водоприемника;

при средних скоростях потока в русле  $1$  м/с наносозащитные щиты позволяют создать устойчивую промоину вдоль водоприемного фронта при прохождении песчаных гряд высотой до  $1,5$  м, удаляя наносы при этом в сторону от водоприемных окон на расстояние, большее, чем ширина щита;

конструкция и компоновка щитов на водоприемнике показана на [рис. 106](#). При длине водоприемника до  $12-15$  м рекомендуется устанавливать только два передних щита, расположенных на расстоянии  $3$  м от лобовой грани водоприемника. Щиты устанавливают по обоим бортам даже в случае одностороннего водоотбора. При длине водоприемника от  $15$  до  $30$  м необходимо устанавливать вторую пару щитов, как показано на рисунке. Задняя кромка щита располагается на уровне нижней границы окон ( $0,5-0,8$  м от дна);



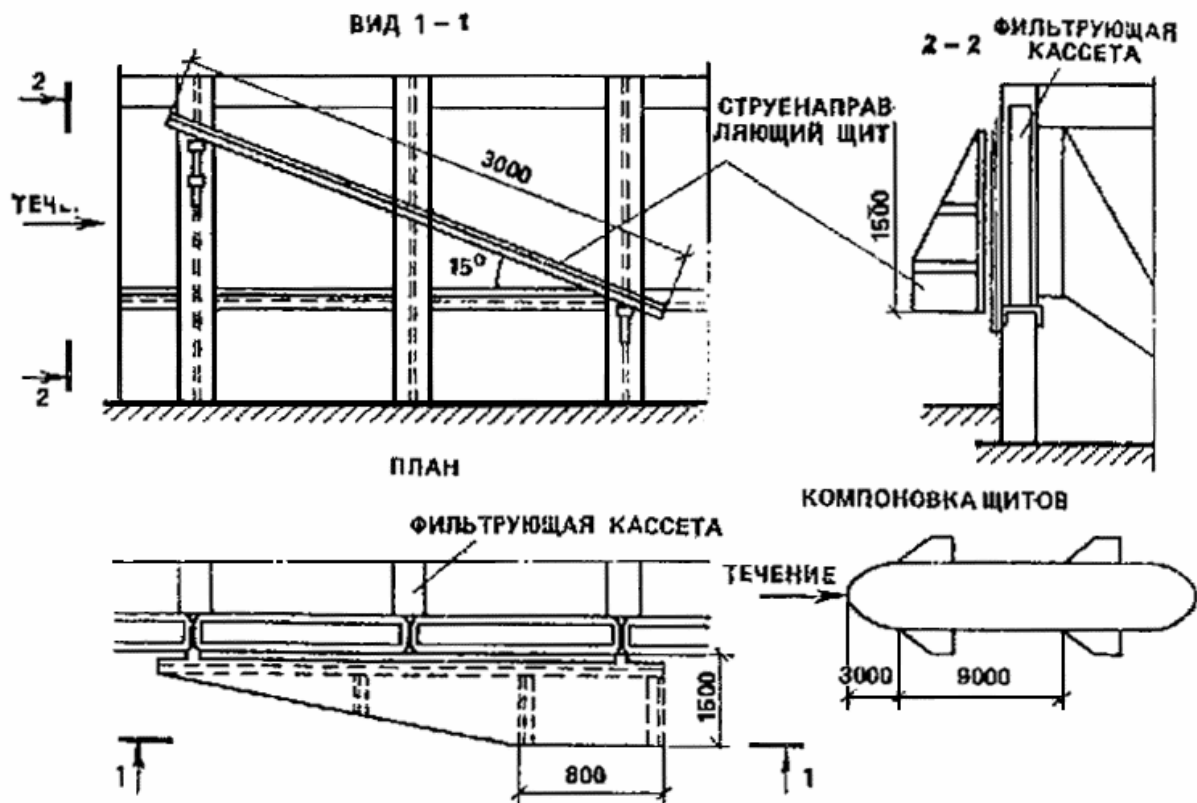


Рис. 106. Конструктивная схема установки струенаправляющих щитов на водоприемнике

щиты выполняют съемными из дерева или металла. На стороне, прилегающей к борту водоприёмника крепят специальные пальцы, а на балках между окнами - петли, с помощью которых щиты навешивают на борта. Желательно, чтобы зазор между щитом и бортом водоприемника был минимально возможным. Этого можно достичь, установив по краю щита резиновое уплотнение. Для предотвращения срыва щитов пальцы необходимо законтрить шпильками;

с целью защиты от подмыва дно вокруг водоприемника на расстоянии не менее 2 м от его бортов должно быть закреплено щебнем крупностью не менее 100-150 мм.

**5.90.** В условиях рек с недостаточными глубинами и устойчивым руслом целесообразно применять затопляемые ковшовые водоприемники. При возможности стеснения русла шпорами рекомендуется применять самопромывающийся ковш.

### Самопромывающиеся ковши

**5.91.** Самопромывающиеся ковши (СПК) на реках с малыми или недостаточными глубинами рекомендуется применять для поддержания у водоприемников глубин, которые необходимы для бесперебойного отбора воды в системы водоснабжения. При этом СПК выполняют все функции по защите водоприемников от наносных, шуголедовых и других помех. Такие водоприемники по строительным нормам разрешается считать обладающими первой степенью надежности забора воды.

**5.92.** Створ водозабора следует располагать на вогнутых прижимных, в крайнем случае прямолинейных участках берега. На несудоходных реках СПК рекомендуется выдвигать в поток. В случаях когда сооружения СПК, по требованию водного транспорта, располагают за пределами минимального расчетного сечения потока, рекомендуется лабораторное моделирование.

**5.93.** При устройстве в составе водозабора СПК более детальному изучению подлежат:

- режим колебания уровней воды в различное время;
- режим прибрежных течений в русле выше створа в межень и паводки;
- особенности перемещения в прибрежной зоне донных наносов, шуги и льда;

литологическое строение русла в пределах расположения всех сооружений СПК.

**5.94.** При выполнении сооружений в натуре следует считать недопустимыми разного рода недоделки, в том числе неубранные из русла части вспомогательных сооружений, скопление разного рода отвалов, сора и т. п.; при эксплуатации необходимо периодически очищать от зарастания кустарниковой растительностью подходы к головным сооружениям СПК.

**5.95.** Основные схемы СПК классифицируют по следующим признакам:

СПК, огражденные двумя разной высоты заливаемыми дамбами, выдвинутыми или вынесенными в русло, со стенкой-отражателем между ними и водоотбором в затопленные водоприемники ([рис. 107, а](#));



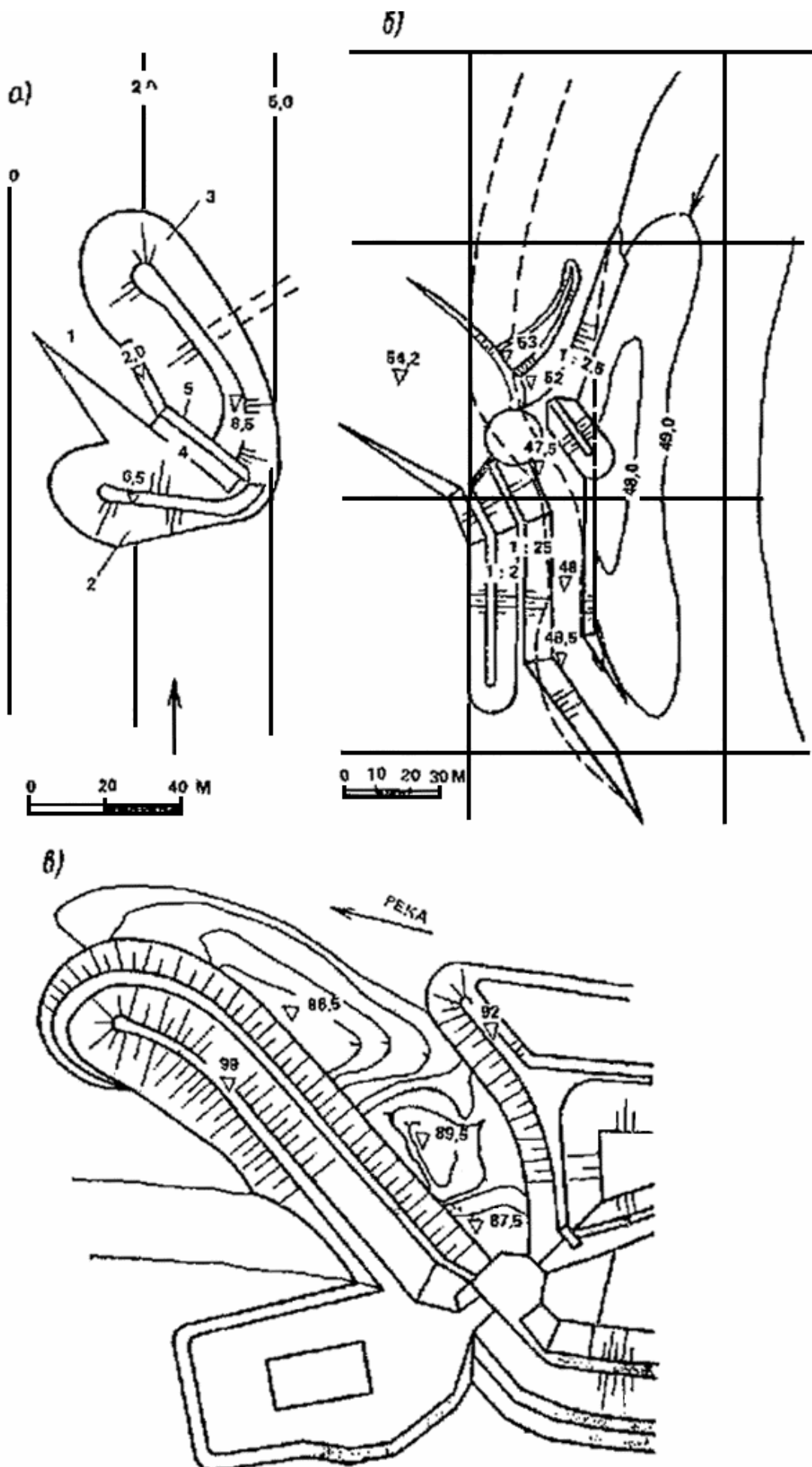


Рис. 107. Основные элементы узла сооружений

*a* - русловой СПК; *1* - затопленный водоприемник; *2* - дамба ВО; *3* - низовая дамба; *4* - СПК; *5* - отражатель; *б* и *в* - СПК, огражденные выдвинутыми в русло короткими заливаемыми дамбами; *б* - одной, *в* - двумя

СПК, огражденные одной, выдвинутой в русло заливаемой дамбой, с отбором из ковша короткими открытыми каналами ([рис. 107, б](#)) или затопленными водоприемниками;

СПК, огражденные двумя разной высоты и длины заливаемыми дамбами, выдвинутыми в русло, с водоотбором из ковша в короткие открытые каналы ([рис. 107, а](#));

водоприемные ковши или каналы, врезанные в берег, с развернутым вдоль русла уширенным самопромывающимся входом, у которого верховым ограждением является срезанный до уровней межени берег, а отражателем - откосный незатопляемый в паводки выступ низового борта ковша ([рис. 108, а](#));

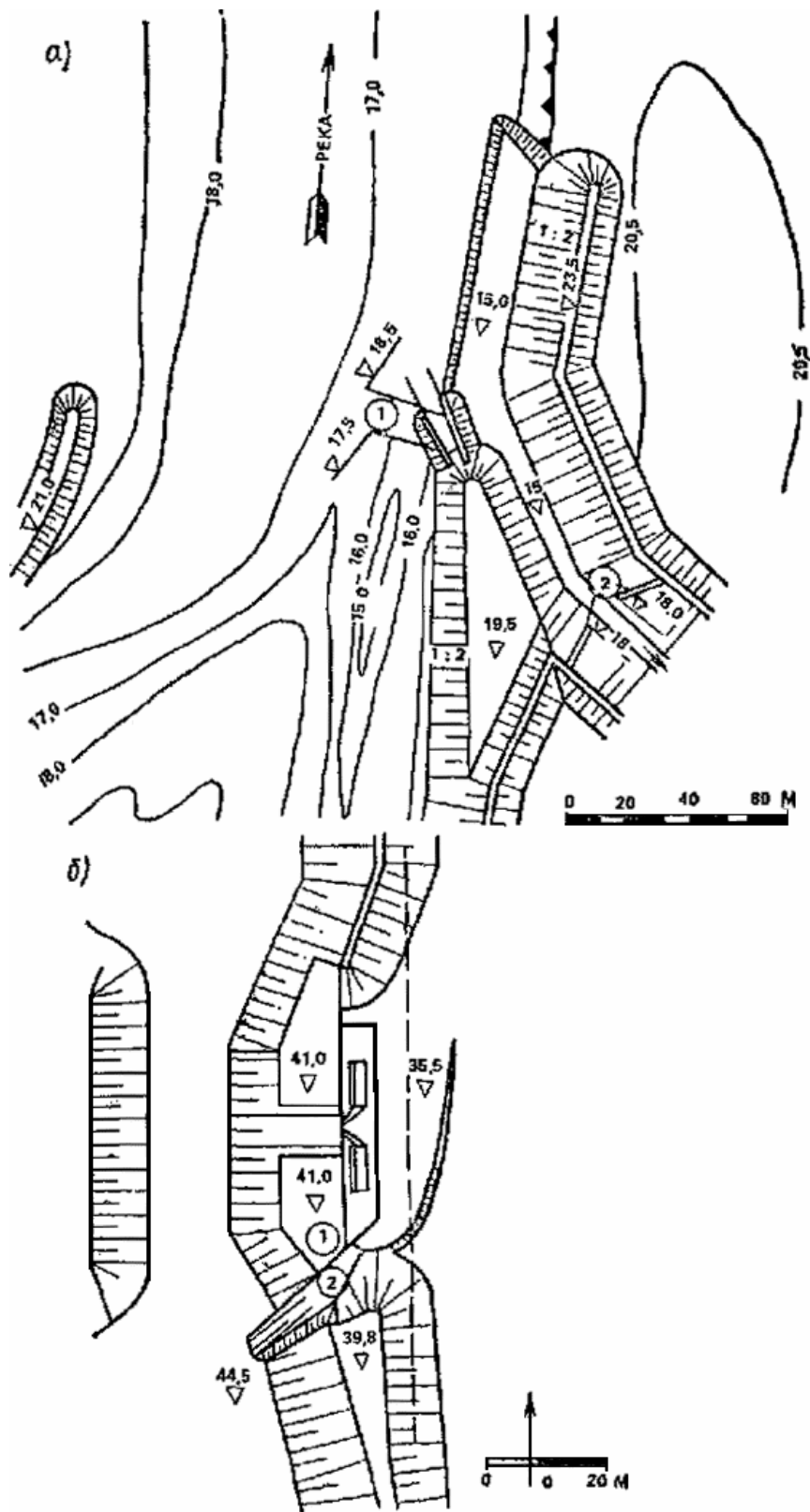


Рис. 108. Самопромывающиеся ковши

*а* - врезанный в берег, с самопромывающимся входом; 1 - наносонаправляющие; 2 - бортовые стенки;  
*б* - устроенный в местном уширении русла с частичной срезкой берега на подходе; 1 - отражатель; 2 -  
 струеформирующий карман

СПК, размещаемый в местном уширении русла у прижимного берега реки, который на подходе срезан до уровней межени и оформлен в виде постепенно уширяющейся бермы, выполняющей роль верхового ограждения; косые нисходящие, струеформирующий карман и отражатель с вертикальной гранью (рис. 108, б);

СПК, стенка ВО и отражатель которого выполнен из железобетонных стенок, а заглубленный наклонный, уширяющийся книзу пол струеформирующего кармана

обеспечивает обтекание затопленного водоприемника с одно- или двухсторонним фильтрующим водоотбором (рис. 109, а);

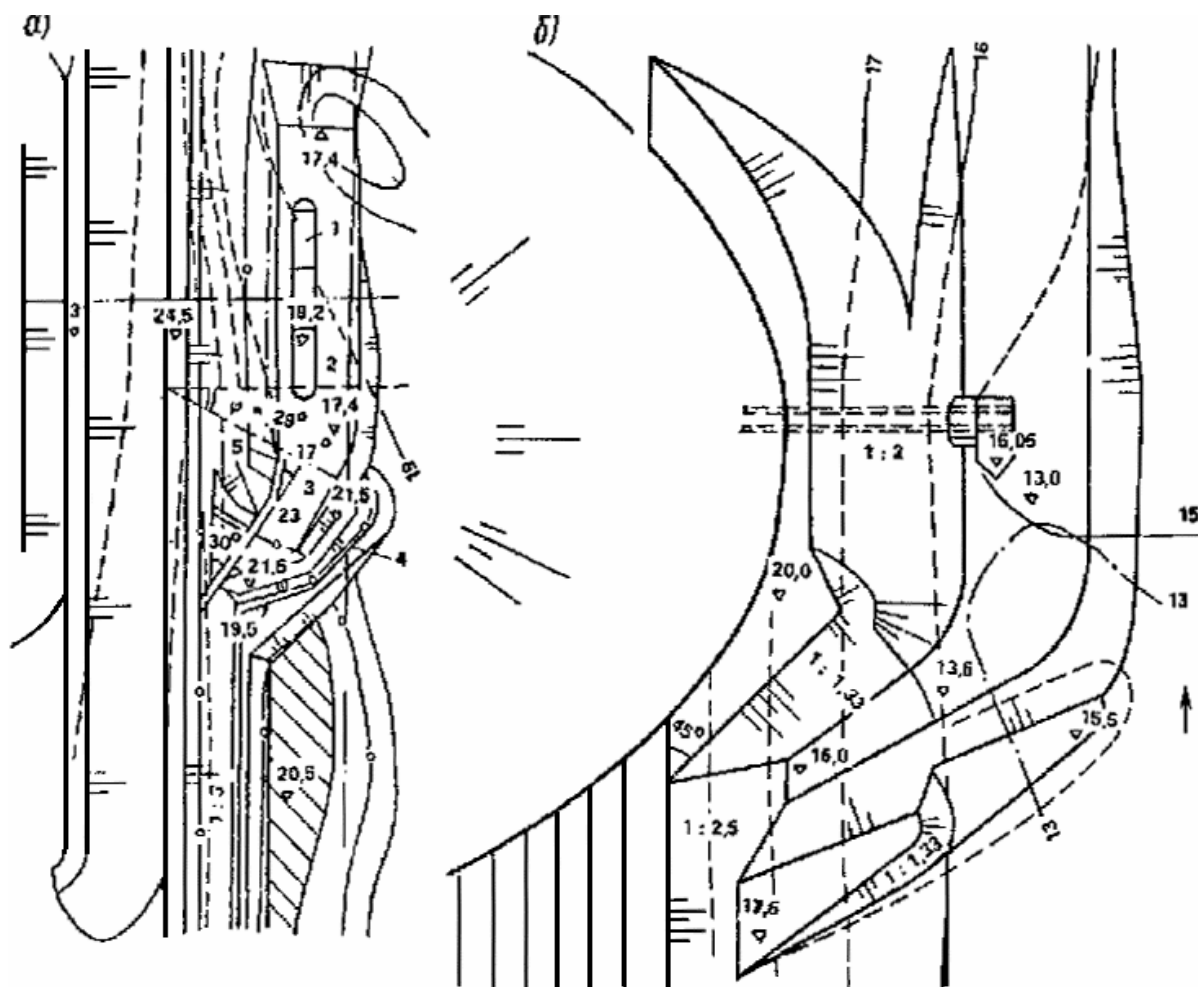


Рис. 109. Самопромывающиеся ковши

а - с усовершенствованными струеформирующими сооружениями; 1 - затопленный водоприемник; 2 - ковш (мастное углубление); 3 - струеформирующий карман; 4 - верховая ограждающая дамба; 5 - отражатель; б - с индивидуальной конструктивно-компоновочной схемой

СПК с индивидуальными конструктивно-компоновочными схемами:

в нижних бьефах ГЭС и в верховьях водохранилищ;

на участках местного стеснения русел и выхода в берег и дно коренных пород (рис. 109, б).

Для всех типов СПК существуют три характерных гидравлических режима: межени, паводков, половодий.

**5.96.** К режиму межени следует условно относить режимы у СПК, при которых уровень воды устанавливается равным или меньшим уровня гребня стенки ВО (рис. 110, а). К режиму паводков следует условно относить все режимы, уровни воды которых равны или меньше уровня верха отражателя (рис. 110, б), а к режиму половодий - режимы, уровень воды при которых выше уровня верха отражателя.

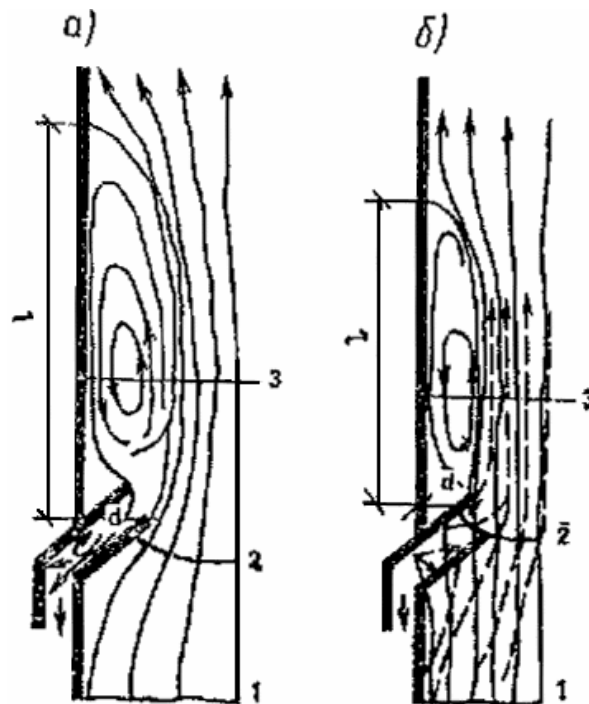


Рис. 110. Структурные схемы двух основных режимов работы СПК

*a* - в межень; *б* - в паводок сеч. 1 - зона подпора; сеч. 2 - разделяющая зона; сеч. 3 - зона наибольшего сжатия

Влияние бокового стеснения потока, создаваемого выдвинутостью верхового ограждения СПК в меженное русло на величину  $d$ , распространяется с разной интенсивностью на ширину  $3d \leq B \leq 20d$ .

**5.97.** В СПК следует применять преимущественно типовые затопленные водоприемники с вихревыми и открытыми камерами и развитой площадью водоприемных отверстий, перекрываемых различными объемными фильтрами.

**5.98.** Наносозащита при устройстве СПК решается в основном путем направления влекомых наносов в обход места приема воды стенкой или дамбой  $BO$ . Ее наносозащитное действие по мере возрастания угрозы завала ковша наносами может последовательно усиливаться либо устройством второй, т. е. низовой дамбы, либо добавлением к ним отражателя, работающего в струеформирующем кармане (СФК).

**5.99.** Мероприятия по шугозащите места затопленного водоприема назначаются в зависимости от особенностей шуголедового режима реки на участке водозабора. Обеспечение условий для транзита шуги в обход водозабора является обязательным. На равнинных реках средней полосы европейской части Союза, которые протекают в песчаных руслах, под коврами шуги по всей глубине потока часто перемещаются облака утяжеленного песком внутриводного льда. В этих случаях высота верховых ограждающих дамб может приниматься меньшей, т. е. не исключающей транзита шуголедовых ковров через акваторию СПК, однако полностью преграждающей поступление в ковш облаков утяжеленной песком шуги.

**5.100.** СПК с вертикальными стенками рекомендуются для применения на реках средней полосы европейской части Союза, обладающих устойчивым руслом, сложенным рыхлыми породами. Эта конструкция лучше других приспособляется к особенностям частных местных природных условий.

Конструктивно-компоновочная схема СПК для двух вариантов затопленных водоприемников с односторонним и двухсторонним водоотбором представлена на [рис. 111](#).

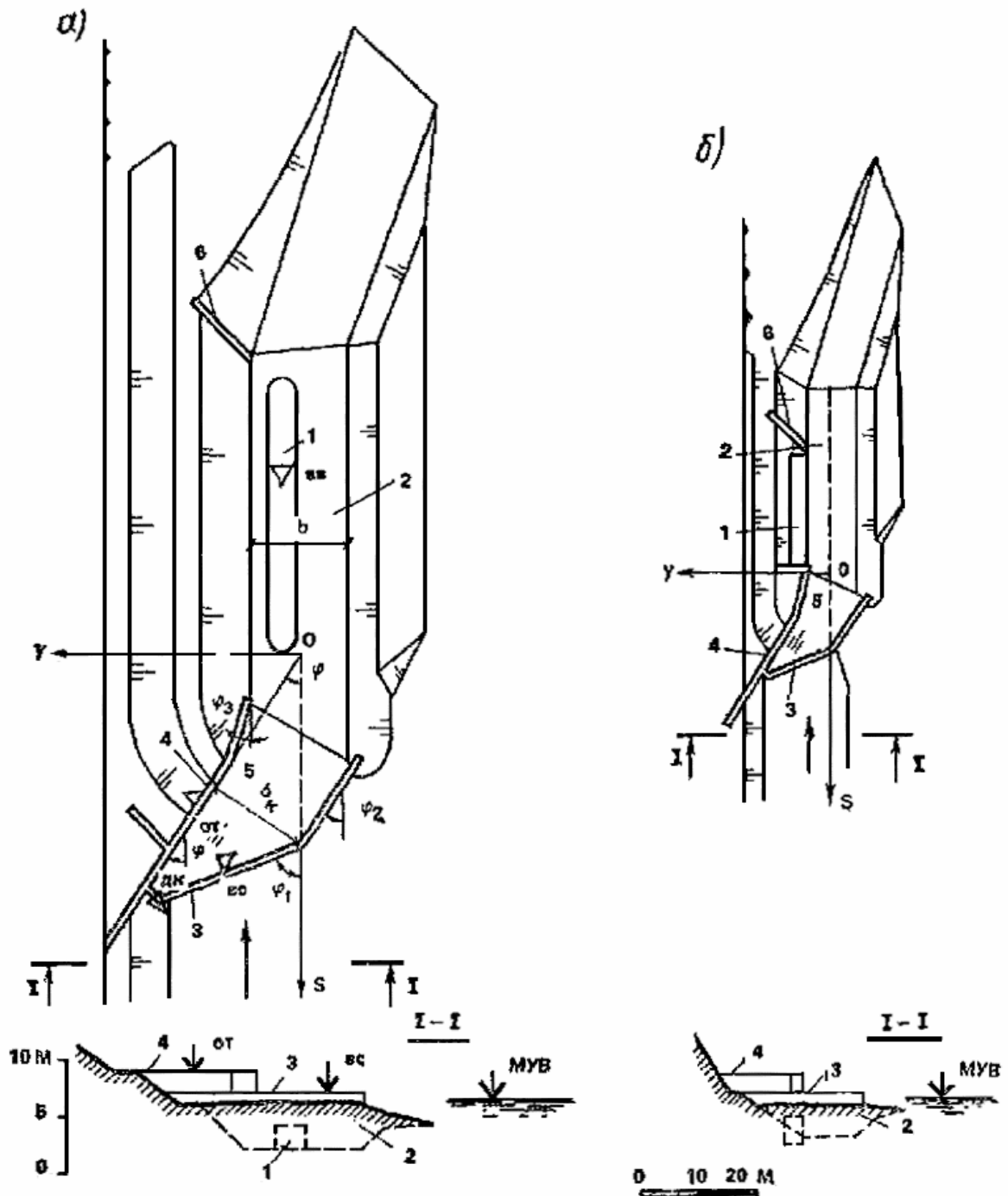


Рис. 111. Рекомендуемые схемы СПК с вертикальными стенками

*a* - с двухсторонним водоприемом; *б* - с односторонним водоприемом; 1 - затопленный водоприемник; 2 - ковш заглубления; 3 - стенка верхового ограждения; 4 - отражатель; 5 - наклонное струенаправляющее дно; б - низовая стенка

СПК содержит следующие элементы:

стенки верхового ограждения (ВО) - для защиты местного углубления ковша от завала наносами и забивки его шугольдом и сором;

стенку отражателя - для отбора массы и кинетической энергии потока на промыв путем отражения набегающих струй ко дну;

наклонное дно СФК, направляющее отраженные струи к местному углублению у водоприемника, для исключения его завала донными наносами;

низовую струенаправляющую стенку, направляющую обратные струи водоворота, которые несут сор и наносы в обход места приема воды.

Перечисленные сооружения могут быть дополнены такими устройствами, улучшающими условия эксплуатации водозабора, как, например, песколовка перед стенкой ВО, выпуски напорных струй для улучшения гидравлических условий у

водоприемных отверстий при рыбозащите и др.

**5.101.** Располагать вертикальные стенки СПК, устраиваемые у затопленного водоприемника, рекомендуется по [рис. 112](#).

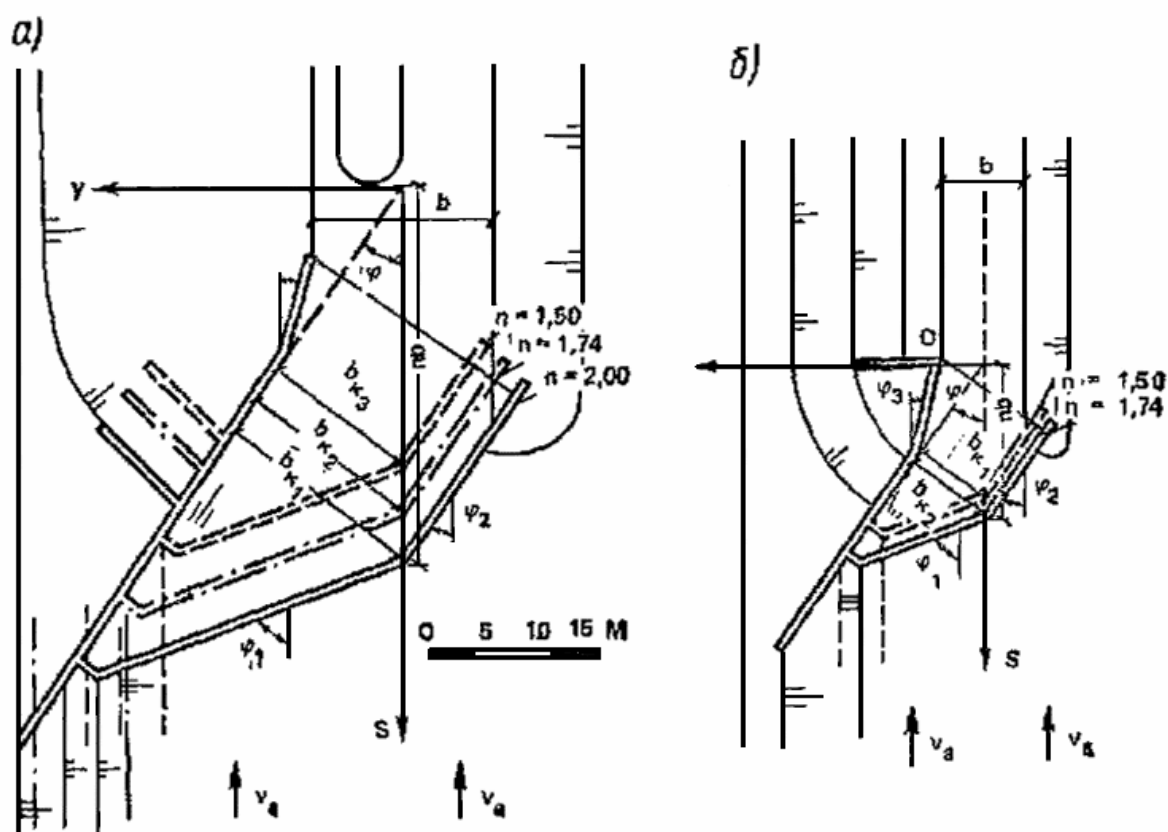


Рис. 112. Конструктивно-компоновочные схемы для разных величин водоотбора и постоянных значения углов атаки  $\varphi = 35^\circ$ ;  $\varphi_1 = 70^\circ$ ;  $\varphi_2 = 35^\circ$ ;  $\varphi_3 = 15^\circ$ ;  $b_{k_1}, b_{k_2}, b_{k_3}$  - ширина кармана при разных значениях  $n$ , равных 2; 1,74; 1,5 соответственно;  
 $a$  - для двухстороннего водоотбора;  $b$  - для одностороннего водоотбора

Для разбивки сооружений используется система разбивочных координат, представленная: продольной осью  $S$ , полюсом разбивки  $O$  и углами с осью  $\varphi$ . Система разбивочных координат должна удовлетворять следующим условиям:

продольная ось системы  $S$  выбирается параллельной как направлению набегающего потока, так и геометрической оси местного углубления русла у водоприемника;

при двухстороннем водоотборе продольная ось  $S$  совмещается с геометрической осью ковша углубления и внешней линией водоприемника; при одностороннем водоотборе внешняя линия водоприемника удаляется от оси  $S$  на расстояние полуширины дна ковша углубления, а продольные оси разбивки  $S$  и середины дна прорези - совмещаются, как и в предыдущем случае;

разбивочный полюс  $O$  на продольной оси выбирается на пересечении с ней перпендикуляра, опущенного из верховой точки лобовой части водоприемника в любом из его вариантов.

**5.102.** Разбивка стенок струеформирующего (СФ) кармана выполняется в выбранной системе следующим образом:

из полюса  $O$  в сторону берега задается линия расположения верховой ограждающей грани так, чтобы угол между ней и продольной осью  $S$  был равен  $\varphi = 35^\circ$  в любом из его вариантов;

от полюса  $O$  по продольной оси навстречу набегающему потоку откладывается расстояние  $s = nb$ , где  $n$  - параметр, определяемый расчетом;  $b$  - ширина по дну ковша углубления; найденная точка соответствует точке излома внутренней грани стенки ВО, из этой точки задаются две линии:



в сторону берега под углом к продольной оси  $\varphi_1 = 2\varphi = 70^\circ$ , определяющей положение верхового звена ограждения;

в сторону русла под углом  $\varphi_2 = \varphi = 35^\circ$  с продольной осью, определяющей положение низового звена.

Точка излома отражающей грани отражателя в схеме с двухсторонним водоотбором отстоит от основного полюса на расстоянии

$$l = 0,87b + 4,6 \text{ м.} \quad (211)$$

Протяженность низового звена отражателя принимается равной 10 м, а угол поворота  $\varphi_3 = 15^\circ$ . Аналогичная точка в варианте с односторонним отбором определяется линией, проведенной из внешнего верхового угла водоприемника к продольной оси под углом  $15^\circ$ .

**5.103.** Ширина струеформирующего кармана  $b_k$  должна быть равна длине перпендикуляра, опущенного из точки излома верхового ограждения на линию отражателя, т. е.

$$b_k = nb \sin \varphi = 0,574nb. \quad (212)$$

(При значении параметра  $n = 1/0,574 = 1,74$ ,  $b_k = b$ ; при значениях  $n = 1,5$  и  $n = 2$  значения  $b_k/b = 0,88$  и  $1,15$  соответственно).

Выражение (212) дает серию подобных контуров струеформирующего кармана разного размера в плане, еще не учитывающих требований высотной компоновки сооружений СПК.

**5.104.** Отметки верха отражателя и верхового ограждения должны назначаться с учетом местных природных особенностей створа СПК и принимаемого способа шугозащиты.

Если требуется, чтобы шуговые ковры обходили верховое ограждение транзитом, то отметка верха его назначается более высокой, однако не выше наибольшего уровня шугохода обеспеченностью 25 %

$$\nabla_{\text{вс}} \leq \Delta_{\text{ш25}}. \quad (213)$$

Если допускается осуществлять транзит шуговых ковров над водоприемником, то отметка верховой ограждающей стенки назначается меньшей, однако не ниже той, при которой толщина слоя воды до верха водоприемника составит величину не меньше 1,5 м.

Отметку верха отражателя  $\nabla_{\text{от}}$  в зависимости от местных потребностей самопромыва и особенностей кривой расходов воды рекомендуется назначать 1,25-3 м большей отметки гребня верховой стенки  $\nabla_{\text{вс}}$ , т. е.

$$\nabla_{\text{от}} - \nabla_{\text{вс}} = 1,25-3 \text{ м.} \quad (214)$$

При этом меньшие разности следует принимать для СПК у водоприемников малой производительности до  $2 \text{ м}^3/\text{с}$ . При производительности  $6 \text{ м}^3/\text{с}$  разность принимается равной до 3 м.

**5.105.** Наклонное струенаправляющее дно является и дном струеформирующего кармана, ограниченного верховой ограждающей стенкой и отражателем. Образующие линии этого дна должны быть нормальными к поверхности верхового звена отражателя. Отметки низа дна СФК должны быть равны отметкам дна ковша, а отметки верха его  $\nabla_{\text{дн}}$  рекомендуется задавать на 1-1,5 м ниже отметок гребня  $\nabla_{\text{вс}}$  верхового ограждения, так что

$$\nabla_{\text{дк}} = \nabla_{\text{вс}} - (1 - 1,5) \approx \nabla_{\text{вс}} - 1,25. \quad (215)$$

**5.106.** При выборе варианта компоновки сооружений в плане рекомендуется прежде всего установить величину коэффициента  $n$ , определяющего координату угла верхового ограждения, а также ширину струеформирующего кармана  $b_k$ .

Коэффициент  $n$  подбором приближенно определяется по формуле



$$\frac{\nabla_{\text{от}} - \nabla_{\text{вс}}}{h_{\text{к}}} = nK_v / (2n - 0,53) \quad (216)$$

где  $K_v$  - принимается в пределах 0,4-0,6;  $h_{\text{к}}$  - глубина в выходном сечении определяется по продольному профилю СФК с учетом выражения (215):

$$h_{\text{к}} = \nabla_{\text{вс}} - \nabla_{\text{дв}} \quad (217)$$

$\nabla_{\text{дв}}$  - отметка поверхности наклонного дна кармана в сечении у излома отражающей грани.

**5.107.** В конструкциях стенок СПК необходимо обеспечивать правильное исполнение отдельных деталей. В частности, по [рис. 112, а](#):

на верховой (отражающей) грани отражателя должны быть исключены всякие горизонтальные ребра и полки типа направляющих для шпунта. Их наличие затруднит возникновение и работу нисходящих течений, а следовательно, и снизит эффективность работы самопромыва;

сопряжение верховой и отражающей стенок лучше всего осуществлять изломом верховой (на длине 2-3 м, считая по гребню) и присоединением ее по нормали к отражателю. К создаваемой таким образом вставке должно быть присоединено верхнее ребро наклонного струенаправляющего дна СФК;

за стенкой отражателя и по нормали к ней примерно на середине длины ее гребня, в виде контрфорса, должна быть отведена неглубоко заложная стенка длиной 10-15 м с гребнем на уровне гребня отражателя; ее назначение-создание наносоотводящего в сторону берега порога и уменьшение засорений ковша углубления при переливах в периоды половодий;

в необходимых по особым условиям рыбозащиты случаях на низовом звене верховой ограждающей стенки могут устраиваться 1-2 уступа суммарной высотой до 1-1,5 м, которые должны быть ограничены только низовым звеном этой стенки;

на речном откосе местного углубления русла, располагаемого у линии минимального уреза воды в реке, не должны допускаться какие-либо отвалы грунта; следует считать более целесообразным понижение бровки этого подводного откоса и выравнивание поверхности дна русла на всем протяжении местного углубления дна у водоприемника;

низовая струенаправляющая стенка, устраиваемая у водоприемника с односторонним водоотбором, может примыкать к его низовому оголовку под углом  $\varphi \leq 45^\circ$  и иметь  $\nabla$  гребня на 1-1,5 м, меньшую отметки гребня верхового ограждения;

низовая струенаправляющая стенка, устраиваемая у водоприемника с двухсторонним водоотбором, отводится от берега под углом  $\varphi \approx 45^\circ$  к обратным контурным токам водоворота и доводится до линии углубления дна в створе, расположенном на 10-12 м ниже низового оголовка водоприемника; отметка верха стенки назначается не менее чем на 2 м ниже отметки верха отражателя и не может превышать  $\nabla$  гребня стенки верхового ограждения.

**5.108.** Намеченную конструктивно-компоновочную схему СПК рекомендуется проверить модельными экспериментальными исследованиями с возможным уточнением этой схемы в зависимости от особенностей местной гидравлической структуры потока.

### Мероприятия по защите водозаборных сооружений от шуги

**5.109.** К мероприятиям, способствующим защите водозаборных сооружений от шуголедовых помех, можно отнести:

создание благоприятных гидравлических условий при выборе места, типа и конструкции водоприемного сооружения;

устройство водозабора ковшового типа;

установку перед зоной водоотбора водоприемника катеров, плотов, запаней;

обогрев решеток в окнах водоприемника;

покрытие стержней решеток криофобным материалом;  
сброс у водоприемника теплой воды;  
пуск острого пара;  
очистку решеток в окнах водоприемника (ручная, механическая, обратным током воды);

устройство перед зоной водоотбора пневмозащиты;  
снижение скорости входа в водоприемник до 0,05 м/с.

**5.110.** Использование водоприемных ковшей гарантирует надежную защиту водозабора от шуги и донного льда. Малые скорости воды в ковше (0,15-0,05 м/с) способствуют более раннему образованию ледяного покрова. Установление ледяного покрова в ковше значительно снижает теплоотдачу в атмосферу, поэтому поступающая из реки в ковш переохлажденная вода несколько нагревается до (0-+1 °С) за счет теплоты, выделяющейся в процессе внутриводной кристаллизации. Шуга, занесенная в ковш из реки, всплывает и смерзается с поверхностным льдом.

**5.111.** Для перехвата шуголедовых масс перед зоной водоотбора используют катера и буксиры, устанавливаемые в районе расположения водоприемника, с такой ориентацией их в потоке, чтобы направить шуговые скопления, идущие в поверхностных слоях водотока, в сторону от зоны питания-водоприемника. Эффективность этого мероприятия зависит от наличия шуголедовых масс по сечению водотока.

Если шуголедовые массы идут по всему живому сечению водотока, то это мероприятие окажется не эффективным.

**5.112.** Устройство запаней является успешным в случае быстрого создания ледяного покрова значительной протяженности, отсутствия по глубине потока распределения внутриводного льда.

Требуется ежегодная установка запаней перед ледоставом и демонтаж перед ледоходом.

Запани не препятствуют подныриванию шуги и льда под забрало.

При проектировании запаней необходимо правильно ориентировать запань в потоке, учитывать нагрузки, возникшие при навале на них шуголедовых масс и льда.

## **6. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НА ВОДОЕМАХ, ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ, ТИПА И КОМПОНОВКИ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

### **Общие требования к водозаборам**

**6.1.** Выбор типа, места расположения и компоновки водозаборных сооружений в пределах заданного района должны определяться в первую очередь местными условиями избранного участка водоема.

**6.2.** Как уже отмечалось, гидрологические, гидроморфологические, гидротермические и другие процессы в водоемах существенно отличаются от аналогичных процессов в водотоках. Поэтому при проектировании водозаборных сооружений на водоемах, в отличие от водотоков, требуется принципиально иной подход к выбору их места расположения, типа, компоновки и конструктивных элементов.

**6.3.** При размещении водозабора в пределах участка водоема с ожидаемой интенсивной переработкой берега и прибрежного склона вдольбереговой и поперечной миграцией наносов в проектах необходимо учитывать последующие изменения местных условий забора воды за счет возводимых инженерных сооружений.

**6.4.** Опыт эксплуатации водозаборов свидетельствует, что основным фактором, определяющим условия их работы, являются течения, формирующиеся в прибойных зонах водоема.

Во всех случаях, независимо от типа водозабора и водоприемных устройств, необходимо изыскать такую компоновку и конструктивные элементы, при которых исключается или предельно ослабляется проникновение сосредоточенных течений,

выходящих из прибойных зон к месту водоотбора на весь период его эксплуатации.

Проникновение упомянутых течений к месту водоотбора может явиться причиной захвата в водоприемные устройства поверхностных масс воды с повышенным содержанием планктона, водной растительности, мусора, шугольда в преддоставные периоды и их завала продуктами вдольбереговой миграции независимо от их конструктивных элементов и глубин воды в месте их размещения.

**6.5.** В случаях когда в районе намечаемого размещения водозабора ожидаются в прибрежной зоне интенсивные течения, вдольбереговая и поперечная миграция наносов, необходимо водоприемные устройства выносить за пределы зон их действия или обеспечивать пропуск через створ водозабора на некотором удалении от места водоотбора.

**6.6.** Правильным проектным решением можно считать то решение, в котором сооружения водозабора в процессе их эксплуатации не нарушают бытового режима течений и миграции наносов на избранном участке водоема.

**6.7.** В тяжелых и очень тяжелых местных условиях необходимо изыскивать такие конструктивные решения, которые обеспечивают периодическое техническое обслуживание водоприемных устройств.

**6.8.** В водоемах, в которых имеет место температурная стратификация воды, следует использовать селективные водозаборы, позволяющие обеспечить отбор холодной и чистой воды летом и более теплой в зимние периоды.

**6.9.** Водоприемные устройства или место забора воды, независимо от типа водозабора, должны находиться за пределами прибойных зон.

**6.10.** В тяжелых шуголедовых условиях, в случаях отсутствия возможности подвода к месту водоотбора теплой воды, следует устраивать несколько водоприемников различных типов, удаленных на расстояние, исключающее возможность одновременного перерыва забора воды, и снабженных средствами борьбы с шугой. Как показала практика эксплуатации водозаборов последних лет, хорошие результаты дают фильтрующие водоприемники (см. [рис. 73](#)).

**6.11.** В тяжелых и очень тяжелых наносных условиях следует предусматривать средства борьбы с наносами и периодические, а в отдельных случаях систематические, расчистки подходов к месту расположения водоприемных устройств или использовать водозаборы с водоприемниками, размещаемыми за пределами зон их миграции.

**6.12.** Приведенная в [разд. 3](#) методика расчета местных условий прибрежной зоны водоема не позволяет получить полной картины взаимодействия всей совокупности факторов как до, так и после строительства водозаборных сооружений. Поэтому при проектировании водозаборов I и II категории для средних, тяжелых и очень тяжелых условий забора воды необходима постановка более тщательных инженерных изысканий и лабораторных исследований.

### **Водозаборы с самотечными или сифонными водоводами**

**6.13.** В условиях интенсивной переработки берегов и прибрежных склонов, большой вдольбереговой миграции или транзита наносов, повышенной засоренности прибрежной зоны, местного переохлаждения воды в преддоставные периоды целесообразно использовать, независимо от расходов отбираемой воды, водозабор с самотечными или сифонными водоводами и затопленными водоприемниками ([рис. 113](#)).

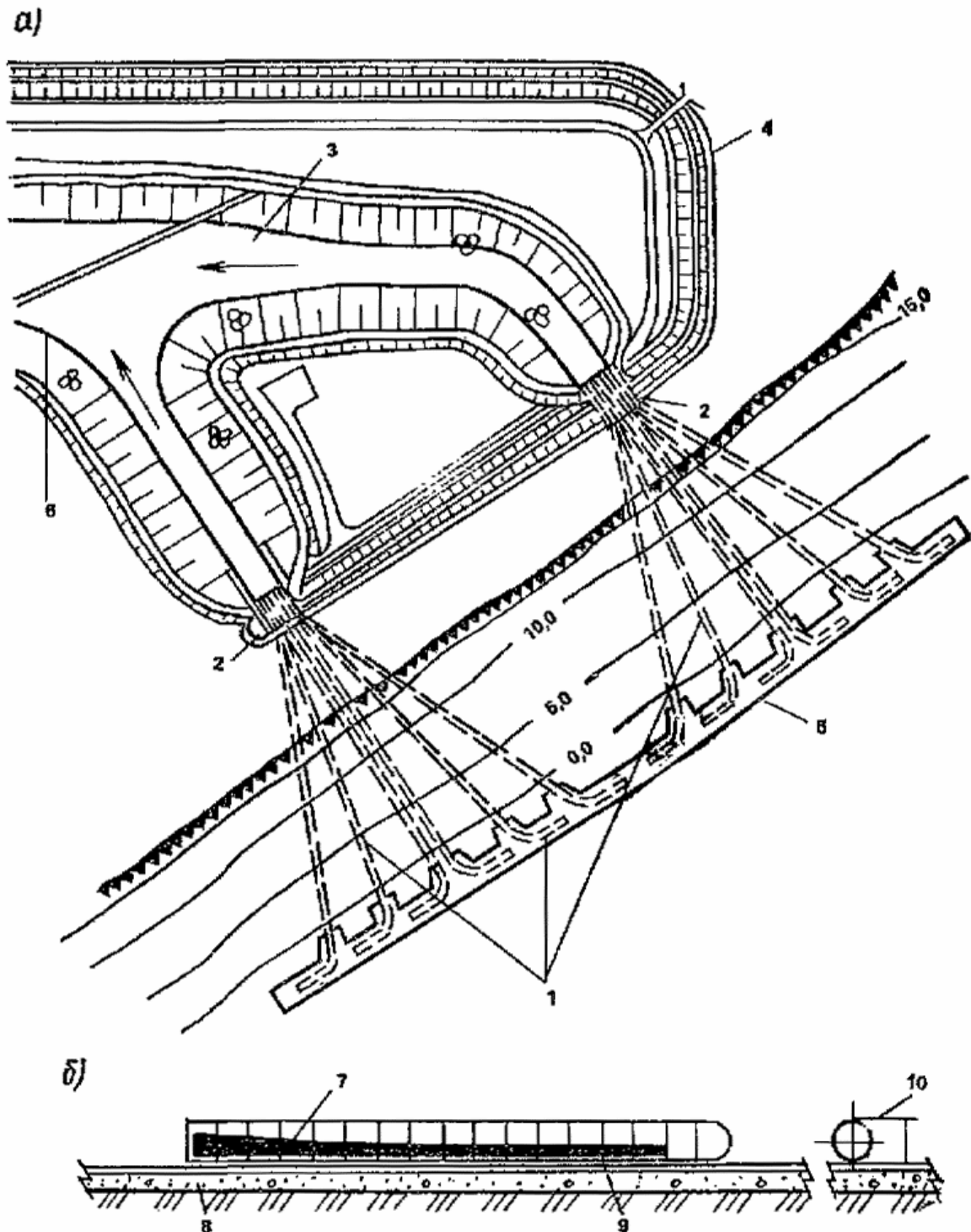


Рис. 113. Рекомендуемая схема компоновки водозаборных сооружений с самотечными или сифонными водоводами для ТЭС

*a* - компоновка водозаборных сооружений; *б* - схема щелевого водоприемника; 1 - щелевые водоприемники с самотечными водоводами; 2 - шлюз-регулятор, обеспечивающий подачу теплой воды в водоприемники; 3 - открытый подводящий канал; 4 - канал подогрева; 5 - постель; 6 - запань; 7 - щель переменного сечения; 8 - подготовка; 9 - бетонное покрытие из плит; 10 - козырек

Этот тип водозабора позволяет обеспечить пропуск сосредоточенных течений прибойной зоны и потока наносов на значительном удалении от места расположения водоприемных устройств, исключить захват масс воды с повышенным содержанием наносов, планктона и прочей взвеси, осуществлять селективный водоотбор, что позволяет повысить степень обеспеченности подачи воды.

**6.14.** Опыт эксплуатации водозаборов на водоемах свидетельствует, что захват в водоприемные устройства переохлажденных масс воды наносов, планктона, водорослей и прочей взвеси вызван преимущественно недоучетом в проектах местных

условий избранного участка водоема, неудачной компоновкой берегозащитных сооружений (см. [рис. 47](#)) и большими скоростями входа воды в сороудерживающие решетки, фильтры и др.

**6.15.** Компоновка или размещение элементов водозаборного сооружения и конструкция водоприемных устройств в каждом конкретном случае должны иметь свои специфические особенности, обусловленные местными условиями избранного участка водоема.

**6.16.** Компоновка и конструктивные элементы водозабора на весь период его эксплуатации, независимо от топографических, геологических и прочих условий, должны обеспечить пропуск через створ водоводов сосредоточенных течений, выходящих из прибойных зон, и потока наносов на значительном удалении от места расположения водоприемных устройств (см. [рис. 113](#) и [рис. 114](#)).

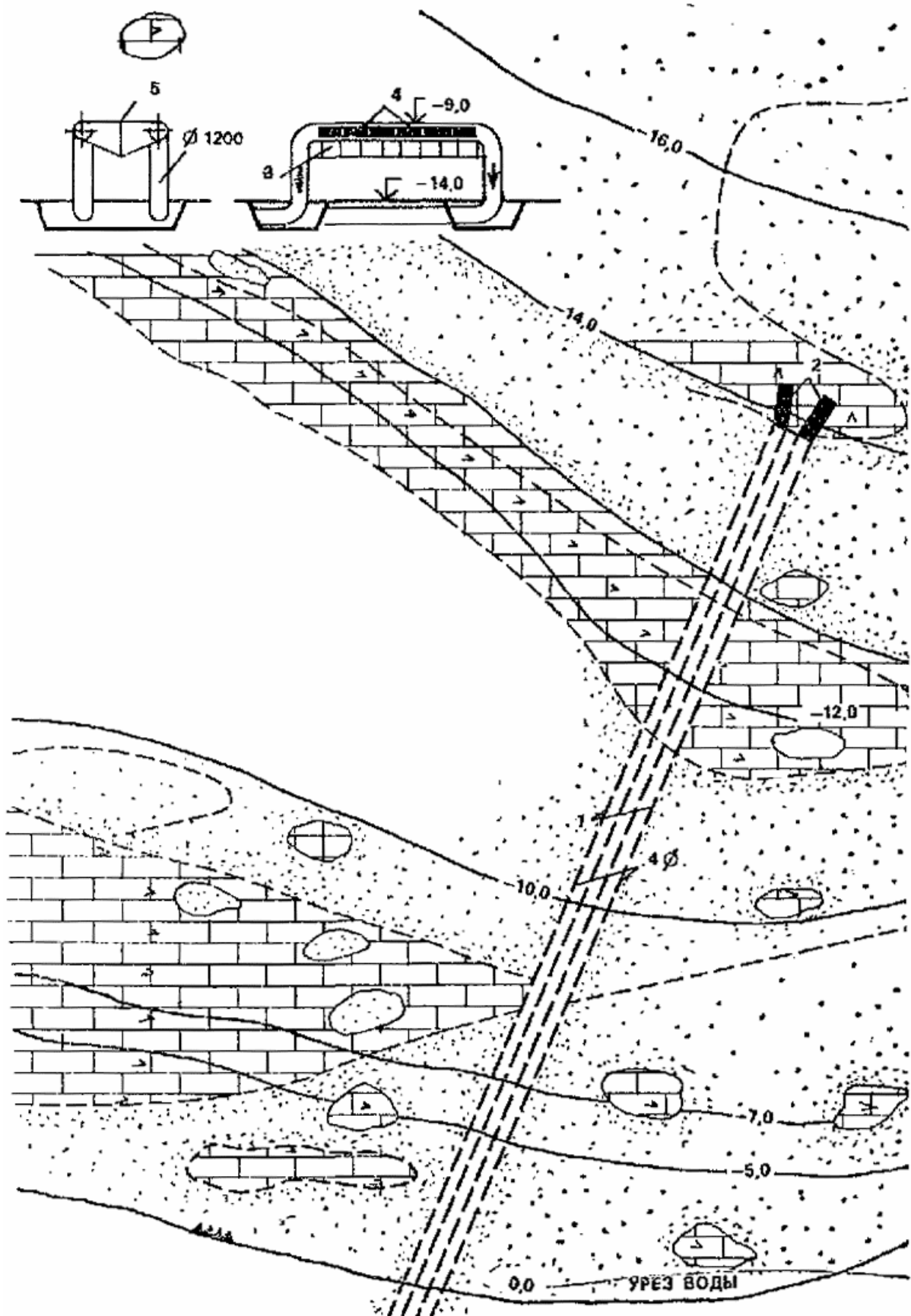


Рис. 114. Схема водозабора с самотечными водоводами и щелевыми водоприемниками зонтичного типа в условиях интенсивной засоренности придонных слоев воды отмершей водной растительностью

1 - самотечные водоводы; 2 - щелевые водоприемники; 3 - фильтрующие кассеты; 4 - щели; 5 - перекрытие

**6.17.** Водозаборы можно размещать в бухтах или заливах, на открытом относительно

прямолинейном и выступающем в водоем участках побережья.

**6.18.** При размещении водозабора в бухте необходимо учитывать следующие особенности местных условий (см. [рис. 37](#)):

бухта является участком водоема, в пределах которого происходит интенсивная аккумуляция продуктов переработки берегов;

бухта является участком водоема, в котором вдольбереговые, градиентные, инерционные, компенсационные и плотностные течения не имеют стационарного планового положения;

наиболее глубоководные участки бухты являются местом свала плотностных течений, транспортирующих массы воды с повышенным содержанием наносов, планктона, мусора и переохлажденных в преддоставные периоды;

в поверхностных слоях воды бухты обычно наблюдается повышенное содержание планктона, водорослей, мусора и прочей взвеси, транспортируемых волнением, ветроволновыми течениями.

**6.19.** При наличии на избранном участке берегозащитных покрытий значительной протяженности или устойчивых от переработки берегов и прибрежных склонов наиболее удачным местом для размещения водозабора следует считать выступающий в водоем участок берега.

Водозабор, размещенный на выступающем берегу, при любых направлениях волнения обеспечивает наиболее благоприятные условия для установки водоприемных устройств за пределами действия сосредоточенных, выходящих из прибойных зон и вдольберегового потока наносов ([рис. 115](#)).

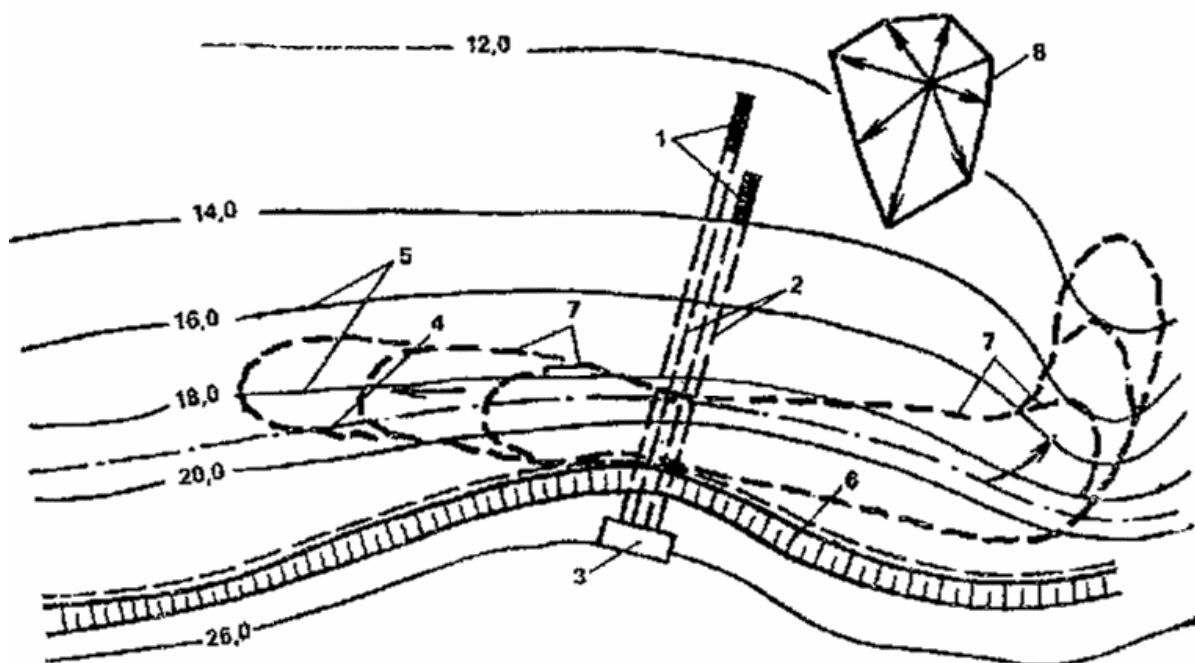


Рис. 115. Схема компоновки водозабора на выступающем берегу

1 - водоприемники; 2 - самотечные или сифонные водоводы; 3 - совмещенная насосная станция; 4 - предельно возможное положение прибойной зоны; 5 - изобаты; 6 - берегозащитные покрытия; 7 - возможное положение сосредоточенных течений, выходящих из прибойной зоны; 8 - роза ветров

**6.20.** При размещении водозабора на открытом относительно прямолинейном берегу целесообразно не устраивать берегозащитных сооружений. В этом случае водоприемный колодец, насосная станция и другие сооружения выносятся за пределы ожидаемой переработки берега и прибрежного склона (см. [рис. 113](#)).

В случае необходимости устройства берегозащитных покрытий, исходя из технических или экономических факторов, они должны исключать возможность отклонения течений, формирующихся в первой прибойной зоне и потока наносов к месту расположения водоприемных устройств на весь период эксплуатации водозабора (см. [рис. 47](#)). Такой результат может быть получен только в том случае, когда



берегозащитные покрытия водозабора будут находиться за пределами первого разрушения волн при максимальном навигационном уровне воды в водоеме (рис. 116). В случаях одного ожидаемого разрушения волн на примыкающих к водозабору прибрежных склонах с  $m \leq 20$  берегозащитные покрытия не должны выступать в водоем за пределы их прибойных зон.

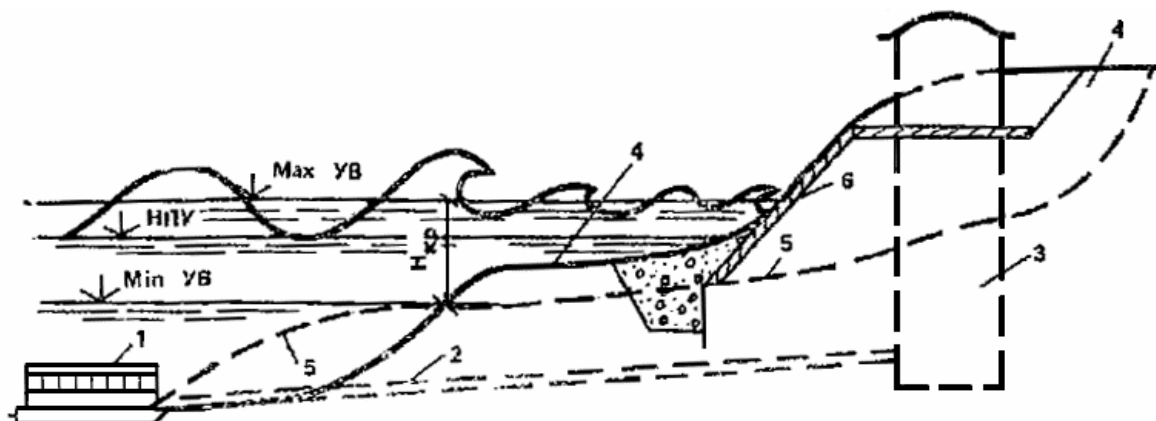


Рис. 116. Схема продольной компоновки водозабора с берегозащитными сооружениями

1 - водоприемники; 2 - самотечные или сифонные водоводы; 3 - совмещенная насосная станция; 4 - бытовое положение поверхности берега и прибрежного склона; 5 - ожидаемая переработка берега и прибрежного склона и аккумуляция наносов; 6 - берегозащитные сооружения водозабора

**6.21.** Наиболее благоприятные условия эксплуатации водозаборных сооружений обеспечиваются при их размещении в пределах берегов, имеющих берегозащитные покрытия, когда в их пределах отсутствуют вдольбереговые течения и миграция наносов.

**6.22.** Волнозащитным и другим элементам водозаборных сооружений во всех случаях необходимо придавать обтекаемые формы, исключая выход вдольбереговых течений за пределы прибойных зон.

**6.23.** В благоприятных климатических условиях в водохранилищах-охладителях небольших глубин, но достаточных для размещения водоприемников, незначительном колебании уровней воды, интенсивном обрастании водоводов ракушкой и большой засоренности прибойной зоны целесообразно использовать водозаборы с сифонными водоводами, уложенными на эстакаде (рис. 117). Такое решение позволит обеспечить периодическое обслуживание водоприемников, исключить нарушение температурной стратификации воды и бытового режима водоема в месте размещения водозабора и с помощью периодического освобождения водоводов от воды исключить или ослабить их обрастание ракушкой.

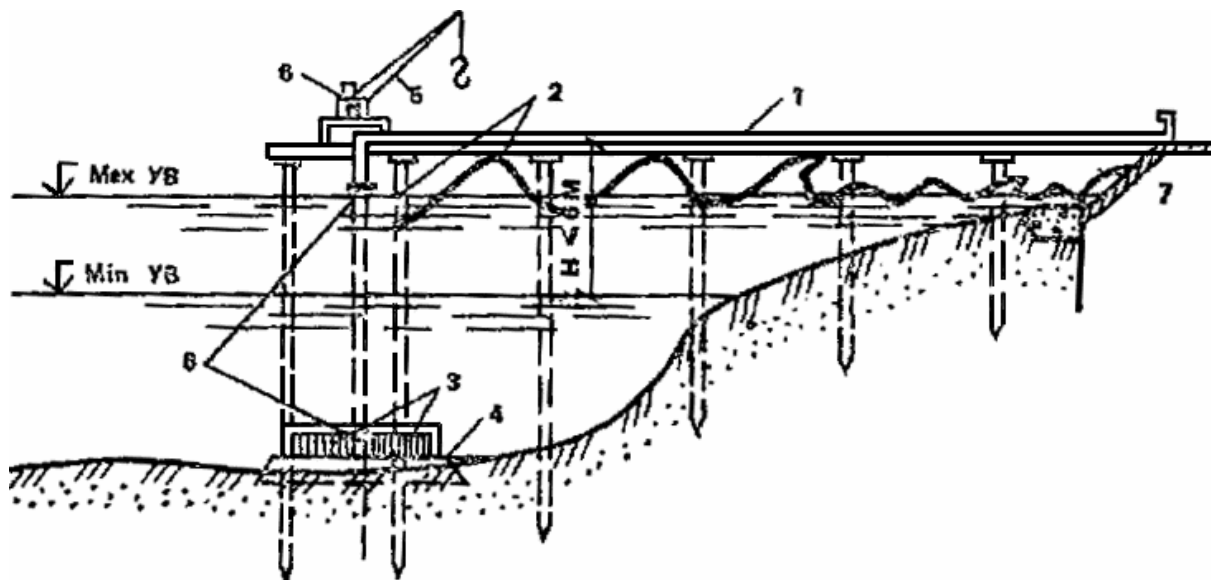




Рис. 117. Схема водозабора с сифонными водоводами на эстакаде

1 - сифонные водоводы; 2 - эстакада; 3 - водоприемники; 4 - постель; 5 - кран для периодического обслуживания водоприемников; 6 - фланцы; 7 - берегозащитные покрытия

6.24. После укладки самотечных или сифонных водоводов в траншею необходимо восстанавливать бытовой рельеф берега и прибрежного склона. Невыполнение этого требования приводит к отклонению масс воды, транспортируемых вдольбереговыми течениями, к месту расположения водоприемников ([рис. 118](#)).

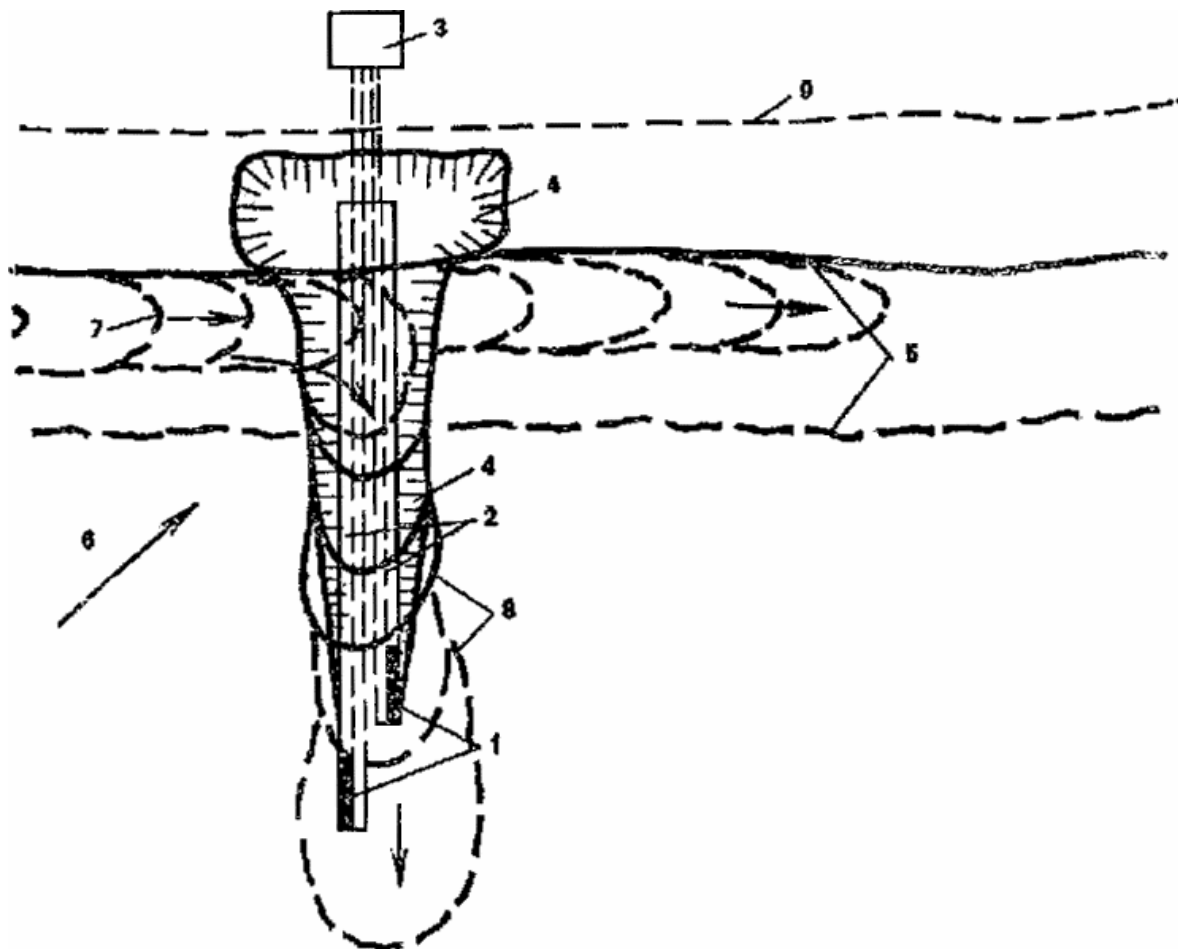


Рис. 118. Схема возможного отклонения масс воды прибойной зоны к месту размещения водоприемников

1 - водоприемники; 2 - водоводы; 3 - насосная станция; 4 - оставленная после окончания строительства траншея; 5 - пределы прибойной зоны; 6 - направление луча волнения; 7 - шлейф вдоль берегового течения; 8 - шлейф градиентного или плотностного течения; 9 - ожидаемая переработка берега

6.25. В условиях водоемов следует применять типы водоприемников, конструктивные элементы которых должны обеспечить:

равномерное распределение скоростей забираемой воды на входе в водоприемные устройства;

интенсивную обратную или импульсную промывку, позволяющую отбросить за пределы зоны питания водоприемников мусор, шугу, отмершую водную растительность и другую взвесь. Промывку водоприемников следует производить при наличии волнения;

исключение захвата поверхностных слоев воды, переохлажденных в предледоставные периоды и наиболее теплых с повышенным содержанием молоди рыб и планктона в летнее время;

исключение травмирования и захвата в водоприемники отбираемой водой молоди рыб.

Для удовлетворения большинства этих требований скорость входа воды в водоприемные устройства не должна превышать 0,1 м/с.

Упомянутым требованиям наилучшим образом удовлетворяют водоприемники с вихревыми и щелевыми камерами с фильтрующими кассетами, а также фильтрующего или инфильтрационного типа.

**6.26.** Водоприемники, имеющие вытянутую в плане форму желательно размещать продольной осью, совпадающей с направлением луча господствующего волнения.

**6.27.** Входные отверстия водоприемников желательно располагать на глубинах ниже слоя ветроволнового перемешивания  $H \geq 0,5\bar{\lambda}_{\text{гл}}$  от минимального уровня воды в навигационный период.

**6.28.** В условиях водоемов, как показывает опыт эксплуатации водозаборов, в случаях проникания течений из прибойных зон к месту расположения водоприемных устройств снижение скоростей входа в них потока даже до 0,02 м/с не обеспечивает их защиту от шуголедовых помех, захвата воды с повышенным содержанием наносов и планктона.

**6.29.** В условиях интенсивной переработки берегов и прибрежных склонов в районе расположения водозабора не следует размещать водоприемники на наиболее глубоководных участках водоема, являющихся обычно местом свала плотностных течений, транспортирующих взвешенные волнением наносы, отмершую растительность сор и т.д., и их аккумуляции (см. [рис. 37](#)).

**6.30.** При интенсивной миграции в придонной зоне водоема отмершей водной растительности водоприемники следует поднимать над его ложем (см. [рис. 114](#)).

### **Водозаборы берегового типа**

**6.31.** При благоприятных местных условиях более надежными, экономичными и удобными в эксплуатации обычно являются водозаборы берегового типа с отдельной или совмещенной компоновкой водоприемника и насосной станции (см. [рис. 48](#)).

**6.32.** Обобщение опыта эксплуатации показывает, что затруднения в работе водозаборов берегового типа обычно обусловлены завалом подхода к водоприемным окнам продуктами переработки берегов с прилегающих участков прибрежных склонов, захватом в них воды, транспортируемой вдольбереговыми течениями, с повышенным содержанием взвеси, планктона, а также переохлажденной воды в предледоставные периоды.

В большинстве случаев они вызваны недооценкой в проектах местных условий водоема и необоснованным выбором типа водозабора. Опыт эксплуатации берегового типа водозабора свидетельствует о необходимости предъявления более жестких требований к оценке местных условий водоема и выбору места его размещения.

**6.33.** Место размещения водозабора берегового типа должно удовлетворять следующим основным требованиям:

отсутствию или очень слабой вдольбереговой миграции или транзиту наносов;

наличию устойчивых и приглубых берегов с  $m \geq 5$  или берегозащитных сооружений большой протяженности по одну и другую сторону от створа водозабора, исключающих поступление вдольбереговых течений и потока наносов к месту расположения водоприемных окон;

наличию достаточных для забора воды глубин воды в непосредственной близости от берега;

отсутствию интенсивных вдольбереговых течений в прибрежной зоне водоема по одну и другую сторону от створа водозабора.

**6.34.** При недостаточных глубинах воды на подходе к водоприемным устройствам водозабора следует устраивать прорезь или расчистку. Глубина воды перед ними при минимальном уровне в навигационный период не должна быть меньше  $1,5-2 H_{\text{кр}}$ .

**6.35.** Размеры и количество водоприемных окон и их ярусов определяются величиной отбираемого расхода, глубиной воды, ее переохлаждением в предледоставные периоды, потребностью организации селективного водоотбора, содержанием в ней мусора, планктона и другой взвеси.

**6.36.** В тех случаях, когда в районе намечаемого места расположения водозабора

ожидаются переработка берегов и прибрежных склонов, вдольбереговая миграция наносов и значительные скорости вдольбереговых и градиентных течений в прибрежной зоне, в волнозащитные сооружения и их компоновку следует вносить дополнительные конструктивные элементы (шпоры, буны и др.), позволяющие отклонять поток наносов и течения прибойных зон от места водоотбора (см. [рис. 51](#)).

Во всех случаях их можно использовать на участках прибрежных склонов с резким падением глубин в сторону открытого водоема ([рис. 119](#)).

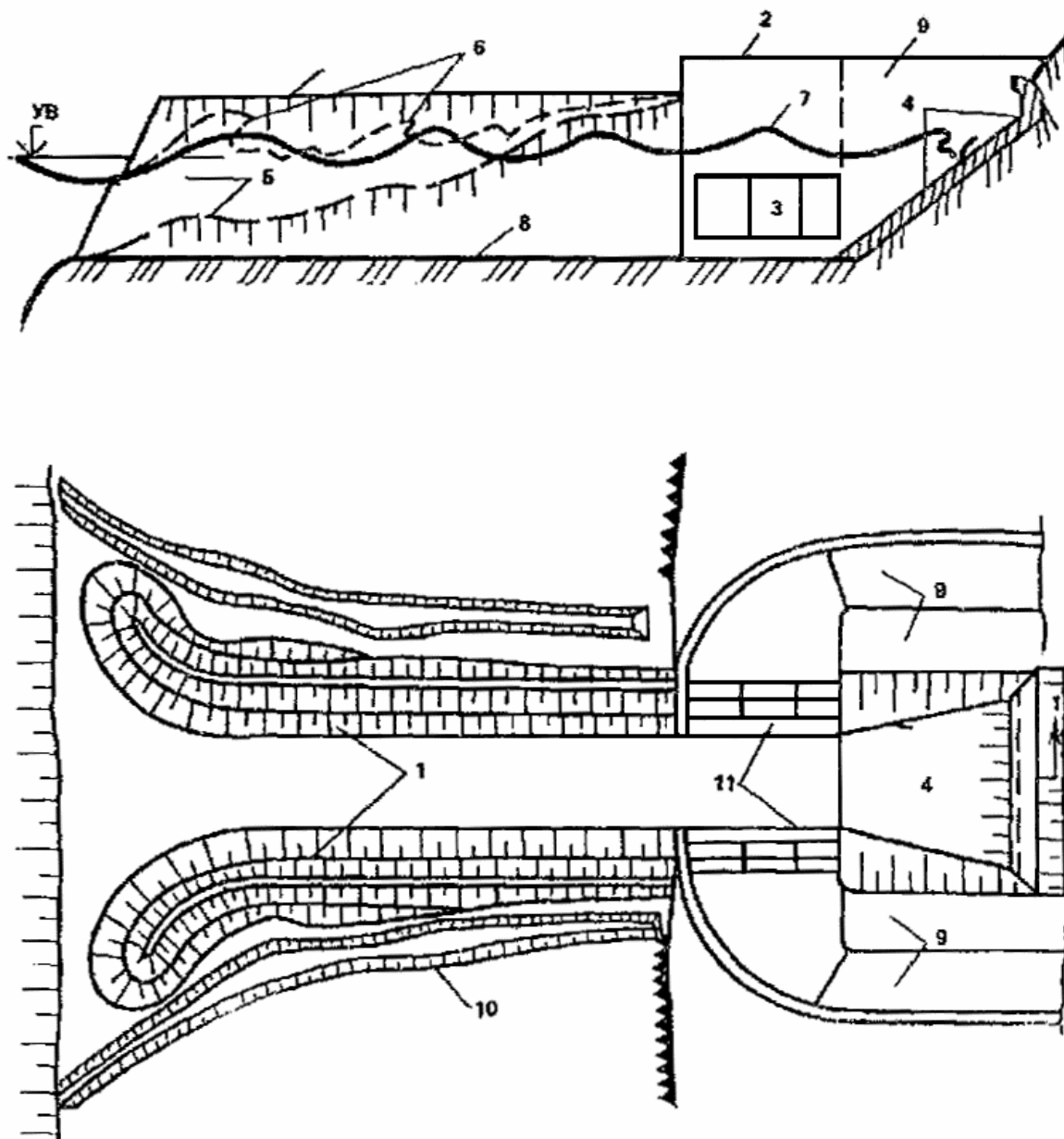


Рис. 119. Схема компоновки водозабора берегового типа

1 - ограждающие дамбы (шпоры); 2 - водоприемник; 3 - водоприемные окна; 4 - волногаситель; 5 - прибрежный склон с подводными валами; 6 - места преобладающего разрушения волн в бытовом режиме; 7 - волнение в канале; 8 - ложе канала; 9 - двухсекционные отстойники; 10 - перехватывающие траншеи; 11 - сороочистные и рыбозащитные сооружения

### Водозаборные сооружения с подводным огражденным каналом

**6.37.** В сложных местных условиях (интенсивное переохлаждение воды в прибойных зонах, обрастание элементов водозабора ракушкой, большая удаленность берега от глубин воды, достаточных для размещения водоприемных устройств, и т. д., а также потребности забора больших расходов воды) приходится использовать подводные каналы, огражденные дамбами и волноломами.

**6.38.** При выборе места расположения и компоновки конструктивных элементов,

ограждающих подводный канал, необходимо учитывать следующие специфические особенности:

дамбы и волнолом, ограждающие канал, перерезают или перехватывают поток наносов и течения прибойных зон;

течения и поток наносов прибойных зон обычно обходят ограждающие сооружения непосредственно в месте входа воды в огражденный канал (см. [рис. 49](#) и [50](#));

широко используемые в практике проектирования и строительства компоновки и конструктивные элементы сооружений, ограждающие подводный канал, не обеспечивают пропуск потока наносов и течений прибойных зон через створ водозабора на удалении от входа в него.

Упомянутые факторы способствуют интенсивной заносимости огражденных каналов, захвату в них воды с повышенным содержанием мусора, планктона и др.

**6.39.** Снизить захват в огражденный канал вдольберегового потока наносов и масс воды, поступающих из прибойных зон, можно, используя следующие гидрологические и геоморфологические особенности прибрежных склонов и дополнительные конструктивные элементы ограждающих сооружений:

1. На пологих прибрежных склонах с  $m \geq 20$ , сложенных из несвязных грунтов, наносотранспортирующая способность волнения и течения и интенсивность взмучивания воды не остаются постоянными. Они резко усиливаются в местах разрушения волн и уменьшаются в местах действия неразбитых волн (см. [рис. 38](#)).

Поскольку мутность воды в пределах первой, второй или третьей зон действия неразбитых или вновь образованных волн практически остается постоянной, то вход в огражденный канал, при незначительном колебании уровня воды в водоеме и мягких климатических условиях, можно располагать в пределах любой из этих зон, обеспечив при этом практически одинаковое качество забираемой воды.

2. На пологих прибрежных склонах луч волнения открытого водоема по мере уменьшения глубин воды вследствие рефракции волн разворачивается и на подходе к берегу имеет к нему нормальное или близкое к нормальному направлению. В таких случаях, исходя из величин скоростей вдольбереговых течений ([80](#)) и ([81](#)) и баланса вдольбереговой миграции наносов ([86](#)) и ([88](#)), имеется возможность выявить оптимальную длину ограждающих дамб. Во всех случаях сокращение их длины в допустимых пределах будет способствовать резкому уменьшению перехвата вдольберегового потока наносов и их захвата в огражденный канал, а также деформации прилегающих берегов и прибрежных склонов.

3. В местах разрушения волн в придонном слое возбуждаются интенсивные компенсационные течения (см. [рис. 29](#)). Этими течениями полувзвешенные и влекомые наносы перемещаются в сторону открытого водоема. С момента прекращения разрушения и появления вновь образованных волн эти наносы перемещаются в сторону берега.

С целью исключения или резкого сокращения попадания полувзвешенных и влекомых наносов в огражденную акваторию вход в канал следует размещать непосредственно в месте прекращения разрушения волн.

4. В условиях слабого колебания уровня воды в водоеме обеспечить пропуск значительных объемов полувзвешенных и влекомых наносов через створ водозабора на некотором удалении от зоны забора воды можно с помощью установки подводного волнолома, который будет способствовать образованию стационарной зоны действия вдольбереговых течений ([рис. 120](#)).

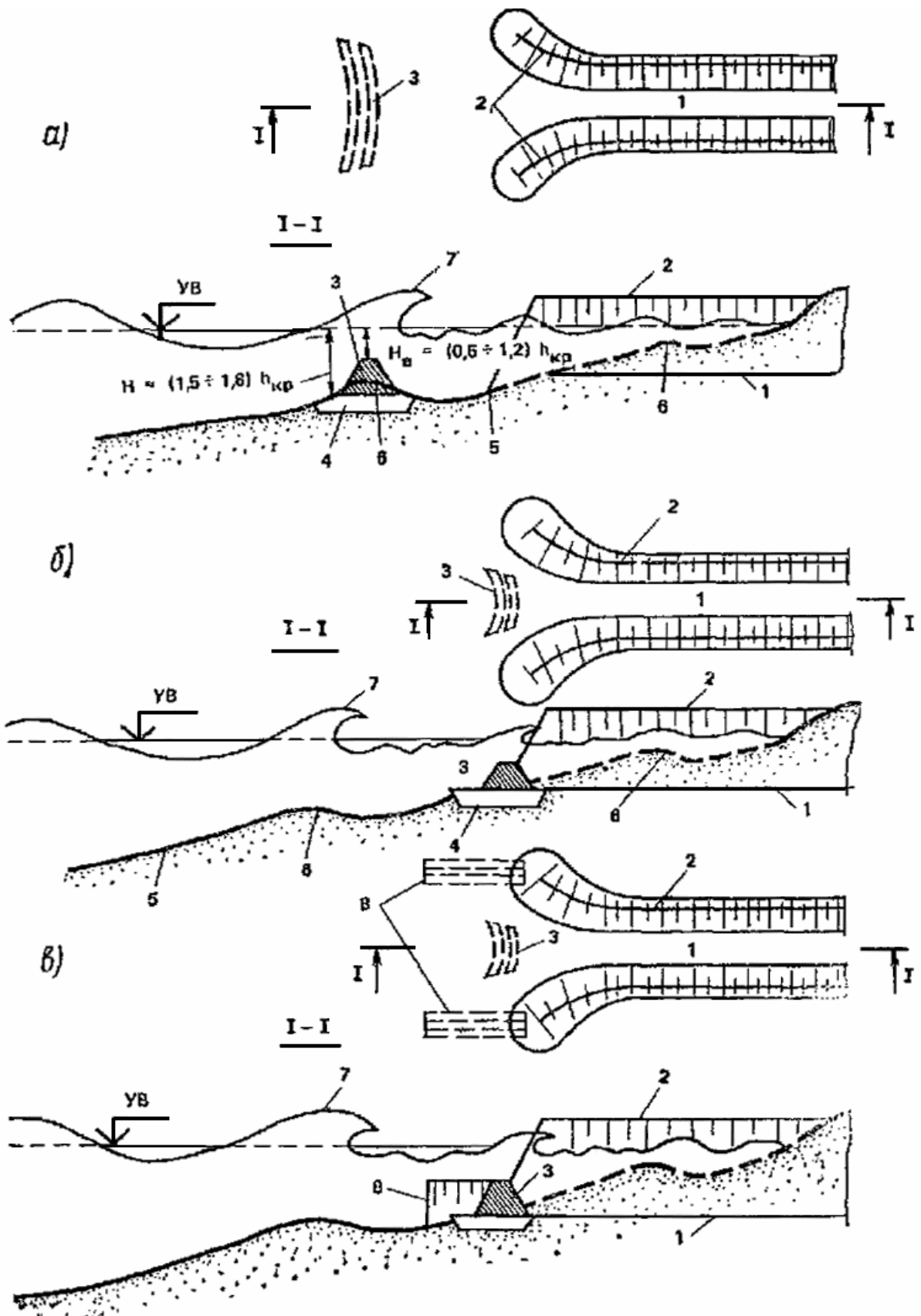


Рис. 120. Схема водозаборных сооружений с подводящим огражденным каналом и подводным волноломом

1 - подводящий канал; 2 - ограждающие дамбы; 3 - подводный волнолом; 4 - постель; 5 - бытовая поверхность прибрежного склона; 6 - подводные валы; 7 - профиль волн; 8 - подводные траверсы

5. Забор воды в огражденный канал желательно осуществлять на участках прибрежных склонов, где имеются резкое падение глубин и незначительная вдольбереговая миграция наносов.

В случаях отсутствия этой возможности водоприемные каналы необходимо

оборудовать дополнительными конструктивными элементами ограждающих сооружений, позволяющими отклонять или пропускать поток наносов и течения прибойной зоны на некотором удалении от входа в канал.

**6.40.** Ослабить заносимость огражденного канала и захват в него масс воды, транспортируемых в прибойной зоне, можно с помощью:

уменьшения глубин воды на входе в огражденный канал или сокращения длины ограждающих сооружений, руководствуясь при этом [п. 6.39](#) (см. [рис. 38](#));

устройства специальных пассивных конструктивных элементов (изогнутых в плане голов ограждающих дамб, траверс, порогов, волноломов и др.), позволяющих отклонять массы воды прибойных зон от входа в канал (см. [рис. 49](#) и [рис. 121](#));

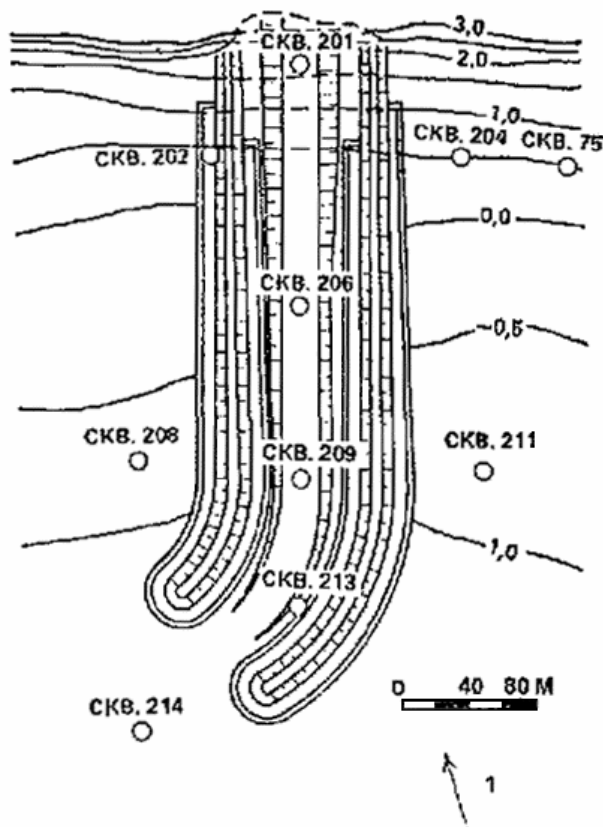


Рис. 121. Схема компоновки дамб, ограждающих подводный канал, на прибрежных склонах с  $m = 50-200$  с преобладающей односторонней миграцией наносов и высотами волн  $h_{\text{гл}} \leq 6,0$  м

*1* - направление луча преобладающего волнения

использования метода защиты или установки перед входом в огражденный канал напорно распределительных водоводов с насадками и соплом, позволяющими создавать в придонном слое интенсивные течения (см. [рис. 84](#)).

**6.41.** Размеры огражденного подводного канала (профиль поперечного сечения, глубина, ширина, длина, высота дамб и др.) определяются:

- расчетным расходом забираемой воды;
- требованиями, предъявляемыми водопотребителями к засоренности воды наносами, водной растительностью и др.;
- изменениями уровней и элементов волн в водоеме;
- ожидаемой интенсивностью заносимости канала;
- намечаемой периодичностью выполнения углубительных работ;
- допустимостью переката волн через гребни ограждающих дамб при максимальных уровнях воды в водоеме;
- возможностью торошения и завала льдом входа в огражденный канал;
- строительными материалами, используемыми на волнозащитные покрытия внешних



и внутренних поверхностей ограждающих дамб, и другими факторами.

**6.42.** Прогноз осветления забираемой воды и заносимости канала получают обычно по методике, используемой для расчета отстойников.

**6.43.** Среднюю гидравлическую крупность наносов, поступающих на входе в подводящий канал, определяют по формуле

$$\omega_r = \frac{0,5(\omega_n - 2\omega_1)}{\ln \frac{\omega_n}{\omega_1} - 1}, \quad (218)$$

где  $\omega_n$  - гидравлическая крупность наиболее крупных наносов, поступающих в канал во взвешенном состоянии;  $\omega_1$  - гидравлическая крупность наиболее мелких наносов.

**6.44.** Для обеспечения удержания во взвешенном состоянии части наносов с наибольшей гидравлической крупностью  $\omega_n$  необходимо, чтобы в потоке была вертикальная составляющая скорость

$$v_b = \omega_n = 0,065 \frac{K_{ш}^{0,5} \bar{v}^{0,5} (v - 0,05)}{R^{0,33}}, \quad (219)$$

где  $\bar{v}$  - средняя скорость транспортируемой воды с учетом волнового движения;  $K_{ш}$  - коэффициент шероховатости;  $R$  - гидравлический радиус.

**6.45.** Критическая мутность или мутность воды, транспортируемой по каналу заданной или наименьшей гидравлической крупности, определяется по формуле

$$\rho_{кр} = 200v_b \left( \ln \frac{v_b}{\omega_1} - \frac{v_b - \omega_1}{v_b} \right). \quad (220)$$

При этом  $v_b \leq \omega_r$ .

**6.46.** Изменение мутности воды по длине подводящего канала определяется по формуле

$$\rho_x = \frac{\rho_0 - \rho_{кр}}{\frac{\bar{v}H}{\omega_r} + L_x} \cdot \frac{\bar{v}H}{\omega_r} + \rho_{кр}, \quad (221)$$

где  $\rho_0$  - мутность воды в начале отстойника, кг/м<sup>3</sup>;  $L_x$  - расстояние от входа в канал, м.

При незначительной взвешивающей способности потока или  $\rho_{кр} \approx 0$  мутность воды определяется по формуле

$$\rho_x = \frac{\rho_0}{\frac{\bar{v}H}{\omega_r} + L_x} \cdot \frac{\bar{v}H}{\omega_r}. \quad (222)$$

**6.47.** Длина канала, для которого дана расчетная или заданная мутность воды  $\rho_p$ , определяется по формуле

$$L = \frac{\rho_0 - \rho_p}{\rho_p - \rho_{кр}} \frac{\bar{v}H}{\omega_r}. \quad (223)$$

При незначительной наносовзвешивающей способности потока, когда  $\rho_{кр} \approx 0$ ,

$$L = \frac{\rho_0 - \rho_p}{\rho_p} \frac{\bar{v}H}{\omega_r}. \quad (224)$$

**6.48.** Расчет объема наносов, аккумулирующихся в акватории огражденного канала, целесообразно производить с помощью построения графиков по изменению средней

скорости воды в канале в зависимости от его заносимости и уровня воды, изменения мутности по его длине (рис. 122), выпадения наносов и осветления воды (рис. 123) и распределения отложившихся наносов вдоль канала (рис. 124).

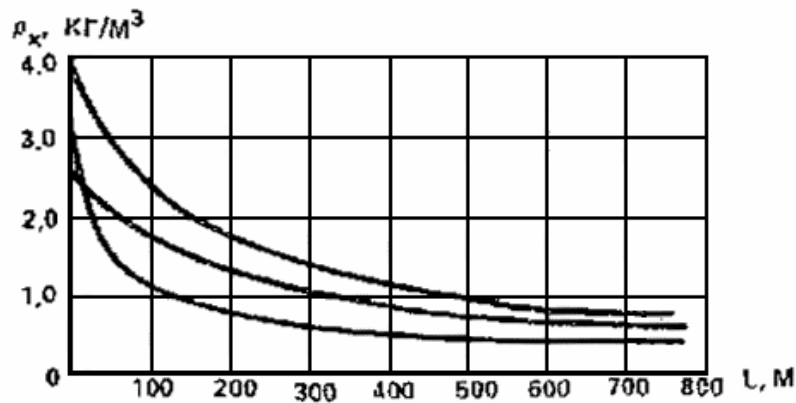


Рис. 122. График изменения мутности воды по длине канала при  $\rho_0 \neq \text{const}$  и  $H \neq \text{const}$

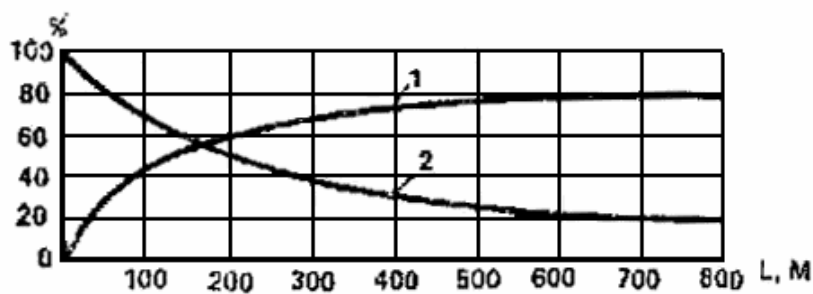


Рис. 123. Графики выпадения взвеси по длине канала (1) и изменения мутности воды (2)

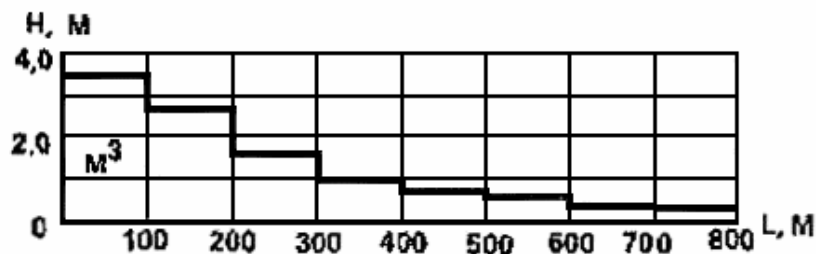


Рис. 124. График распределения отложений наносов по длине канала за расчетный период ( $\text{m}^3$ )

**6.49.** Глубину воды в подводящем огражденном канале, формирующуюся при прохождении осветленного потока в периоды отсутствия волнения в зависимости от величины неразмывающей скорости и средней крупности отложившихся наносов, в первом приближении можно определить с помощью графика на рис 125.



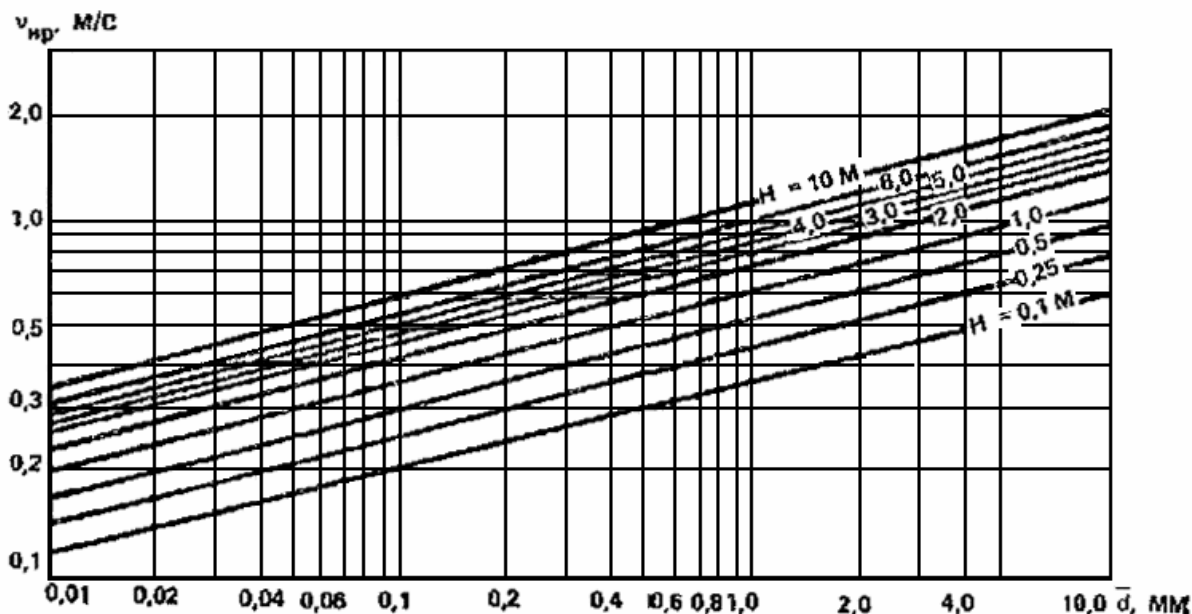


Рис. 125. График изменения глубин воды в огражденном канале при транспортировании осветленного потока в зависимости от средней крупности отложившихся наносов и их неразмывающей скорости

### Водозаборы островного типа

**6.50.** В условиях интенсивной переработки берегов, вдольбереговой и поперечной миграции наносов, переохлаждения воды в прибойной зоне в предледоставные периоды целесообразно устраивать водозаборы островного типа - кривы.

**6.51.** Водозабор островного типа позволяет:

исключить нарушение бытового режима течений и миграции наносов на избранном участке водоема;

обеспечить доступность технического обслуживания водоприемных устройств, повысить категорию водоотбора;

повысить качество отбираемой воды;

в зависимости от складывающейся в водоеме обстановки изменять глубину забора воды, используя селективный водоотбор;

содержать в работоспособном состоянии резервные водоприемные устройства.

**6.52.** Водозабор островного типа должен быть вынесен за пределы возможного разрушения волн при минимальных уровнях воды на участок водоема с незначительной миграцией и аккумуляцией наносов.

**6.53.** К недостаткам водозабора островного типа следует отнести:

тяжелые условия обслуживания в штормовые и предледоставные периоды, что в ряде случаев приводит к длительным периодам отсутствия связи между берегом и кривом;

прекращение водоотбора из-за шуголедовых помех вследствие взламывания льда судами после ледостава;

ограниченную общую площадь водоприемных окон из-за предъявляемых требований к рыбозащите;

чрезмерно высокую стоимость строительства водозабора в заполненном водохранилище.

**6.54.** В последние годы для улучшения условий обслуживания кривов выбирают приглубые участки прибрежной зоны водоема и устраивают эстакады, соединяющие их с берегом.

**6.55.** Исключить или ослабить шуголедовые помехи при водоотборе можно:

снижением скорости входа воды в водоприемные устройства до 0,05 м/с;

установкой электрообогрева сороудерживающих или поддерживающих решеток;

созданием восходящих токов воды с помощью гидравлической или пневматической

завесы;

установкой козырьков над водоприемными устройствами, позволяющими ослабить подсос поверхностных слоев воды и создать более равномерное распределение скоростей;

переходом на отбор воды с глубинных водоприемных окон, расположенных на подветренной стороне крива и др.

### **Комбинированные водозаборы**

**6.56.** В тяжелых природных условиях целесообразно использовать водозаборные сооружения комбинированного типа.

**6.57.** Используя несколько водоприемников разного типа, размещаемых в различных местных условиях, комбинированный водозабор позволяет обеспечить более экономичное проектное решение и повысить степень обеспеченности подачи воды.

**6.58.** Наиболее распространенными являются водозаборы, имеющие береговой незатопляемый водоприемник или совмещенную насосную станцию и самотечные водоводы с водоприемниками, вынесенными в акваторию водоема (см. [рис. 75, 78](#)).

**6.59.** Выбор места расположения и компоновки каждой группы водоприемников комбинированного водозабора должен удовлетворять положениям, изложенным в [пп. 6.1-6.12](#).

**6.60.** Одним из дополнительных требований, предъявляемых к комбинированным водозаборам, является необходимость выбора такого участка прибрежной зоны водоема, в пределах которого его водоприемники могли бы быть размещены в существенно отличающихся местных условиях, исключающих возможность одновременного появления той или иной разновидности помех.

**6.61.** Выбор типа и конструктивной схемы водоприемников комбинированного водозабора должен определяться одновременно природными и местными условиями избранных участков водоема.

**6.62.** В тяжелых природных условиях каждая группа водоприемников должна обеспечивать отбор из водоема полного расчетного расхода воды водозабора.

**6.63.** В состав комбинированного водозабора целесообразно включать фильтрующие затопленные водоприемники.

### **Водозаборные сооружения в условиях стратифицированного водоема**

**6.64.** На большинстве водоемов имеет место стратификация масс воды, которая обусловлена перепадом температур по глубине или повышенной минерализацией ее придонного слоя.

**6.65.** В зависимости от характера стратификации, назначения водоема и водозаборных сооружений селективный или послойный забор воды позволяет:

обеспечить забор более холодной воды в летнее время и более теплой - в предледоставный и зимний периоды года;

исключить или резко ослабить захват поверхностных слоев воды с повышенным содержанием планктона;

исключить захват в водоприемные устройства молоди рыб, обитающих в поверхностных слоях воды;

организовать отбор преимущественно поверхностных слоев воды в случае повышенной минерализации ее придонных слоев, потребности снижения концентрации планктона и захвата в водоприемники молоди рыб, обитающих в придонных слоях водоема и др.

**6.66.** Для расчета селективного водоотбора необходимо иметь следующие сведения:

продолжительность существования плотностной стратификации;

вид стратификации (температура, минерализация);

положение границы раздела разноплотностных потоков в районе размещения водозабора;

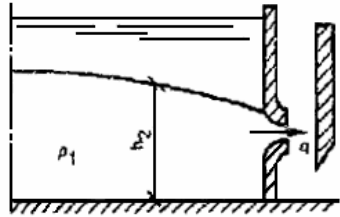
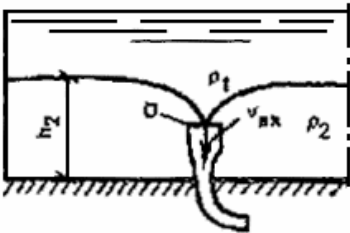
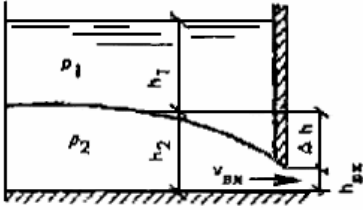
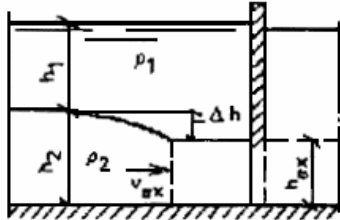
продолжительность и интенсивность волнения.

**6.67.** Положение поверхности раздела при селективном водоотборе определяется:

разностью плотностей воды в придонном и поверхностном слоях воды;  
 конструктивной схемой водоприемника;  
 удельным расходом или скоростью воды на входе в водоприемник;  
 глубиной воды в водоеме и над входом в водоприемник;  
 использованием дополнительных элементов (раструбов, козырьков и зонтиков),  
 устанавливаемых на входе в водоприемник, и др.

**6.68.** В практике используют донный и поверхностный селективный забор воды. Расчетные схемы критического положения поверхности раздела при донном заборе воды в стратифицированном водоеме приведены в [табл. 23](#). Расчетные схемы критического положения поверхности раздела при поверхностном заборе воды в стратифицированном водоеме приведены в [табл. 24](#).

Таблица 23

Схема	Формула	Область исследования
	$h_2 = 1,7 \times \sqrt{\frac{\alpha q^2}{g \frac{\Delta \rho}{\rho_2}}}$	Плоская задача
	$\frac{v_{\text{вх}}}{\sqrt{g \frac{\Delta \rho}{\rho_2} h_2}} = 2,05 \left( \frac{h_2}{D} \right)^2$	Пространственная задача
	$\Delta h = 0,84 h_{\text{вх}} Fr_{\text{вх}}^{0,25}$	Раструб Fr – 0,05 ÷ 1,5 $\frac{\Delta h}{h_{\text{вх}}} = 0,4 \div 0,8$
	$\Delta h = 2 h_{\text{вх}} Fr_{\text{вх}}^{0,2}$	Плоская задача Fr <sub>вх</sub> = 2 ÷ 11 $\frac{\Delta h}{h_{\text{вх}}} = 0,5 \div 4$

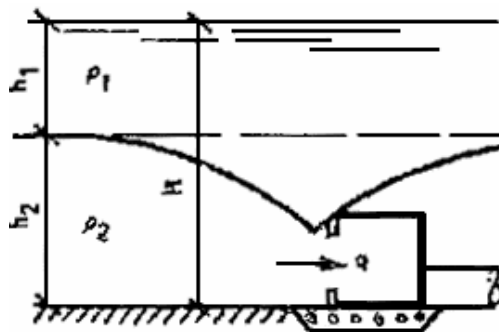




Таблица 24

Схема	Формула	Область исследования
	$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} g \frac{\Delta h^3}{q_2} = 0,438$ $\frac{\Delta \rho}{\rho_1} g \frac{\Delta h^5}{Q_2} = 0,154$	Плоская задача Пространственная задача
	$\frac{h_1}{D} = 0,42 \times \left( \frac{v_{вх}}{\sqrt{Dg \frac{\Delta \rho}{\rho_1}}} \right)^{1/2}$	Пространственная задача для труб
	$\Delta h = 0,61 \times \frac{q^{3/5} v_{вх}^{1/5} \rho_1^{2/5}}{\Delta \rho^{2/5} g^{2/5}}$	Плоская задача

### Мероприятия по защите водозаборных сооружений от наносов, мусора, планктона и шугольда

**6.69.** Опыт эксплуатации водозаборов показывает, что перебои в отборе воды вызываются преимущественно шуголедовыми помехами. Значительно реже они происходят вследствие завала водоприемных устройств продуктами переработки берегов, захватом воды с повышенным содержанием планктона, мусора, водной растительности и деформации конструктивных элементов.

**6.70.** В большинстве случаев перебои в отборе воды вследствие шуголедовых помех бывают на водозаборах, водоприемные устройства которых оказывались в зонах действия вдольбереговых, градиентных, инерционных или плотностных течений, выходящих из прибойных зон.

Реже перебои наблюдались вследствие чрезмерно больших скоростей входа и незначительных глубин воды над водоприемником, вследствие захвата в них переохлажденных поверхностных слоев воды или ее полного переохлаждения в водоеме в предледоставные периоды.

**6.71.** Выбор мероприятий, обеспечивающих исключение шуголедовых помех, в

каждом конкретном случае определяется факторами, способствующими их появлению.

**6.72.** В зависимости от выявленных факторов, местных условий водоема и типа водоприемника шуголедовые помехи, вызванные попаданием переохлажденных масс воды из прибойных зон к месту водоотбора, можно устранить или ослабить с помощью следующих мероприятий:

переносом водоприемных устройств за пределы зоны действия сосредоточенных течений, выходящих из прибойных зон;

установкой дополнительных конструктивных элементов - бун, шпор, растекателей и т.д., позволяющих отклонить упомянутые течения от места расположения водоприемных устройств;

электрообогревом входных решеток и водоприемника;

сбросом теплой воды в зону водоотбора.

**6.73.** Шуголедовые помехи, появление которых связано с захватом переохлажденных поверхностных слоев воды, в зависимости от конструктивных элементов водоприемника и местных условий водоема могут быть ослаблены или устранены:

резким снижением скоростей входа потока в водоприемник;

переносом водоприемника на более значительные глубины;

изменением конструктивных элементов водоприемника, позволяющих уменьшить скорость входа потока в сороудерживающие решетки, а иногда и перевести прием воды с верхнего на боковой с помощью установки зонтика;

установкой над входом в водоприемник козырька, позволяющего снизить подсос поверхностных слоев воды;

подводом к водоприемнику сжатого воздуха, позволяющего возбудить местную циркуляцию, способствующую притоку более теплых придонных слоев воды;

обогревом сороудерживающих решеток и водоприемника с помощью электричества или теплой воды.

**6.74.** Перебои в отборе воды, являющиеся следствием переохлаждения воды на всю ее глубину, в зависимости от конструктивных элементов водоприемника и местных условий водоема могут быть ослаблены или устранены с помощью:

устройства резервного водоприемника на участке водохранилища с более ранним ледоставом;

устройства дополнительных инженерных конструкций (ограждающих дамб, запаней, плавучих волноломов и др.), позволяющих организовать более ранний ледостав в месте расположения водоприемника;

устройства фильтрующего водоприемника со скоростями входа воды  $v_{вх} \leq 0,001$  м/с; обогрева сороудерживающих решеток и водоприемника теплой водой или электричеством.

**6.75.** На водозаборах, водоприемники которых удалены от берега, импульсная промывка с последующим обратным током воды является одним из наиболее надежных профилактических мероприятий, обеспечивающих освобождение водоводов, водоприемника и сороудерживающих решеток от шугольда и мусора. Для более эффективного ее использования необходимо предусматривать:

устройство резервных емкостей воды для сочетания импульсной промывки с обратным током воды;

установку на коммуникациях быстродействующих затворов или задвижек;

подключение самотечных или сифонных водоводов к напорным водоводам;

использование типов водоприемников, обеспечивающих равномерное распределение скоростей обратного тока воды по всей площади водоприемных окон или фильтрующих элементов.

Во всех случаях эффективность промывки значительно увеличивается при наличии волнения.

**6.76.** На водозаборах сжатый воздух может использоваться для:

создания перед входом в водоприемник водовоздушной завесы, способствующей притоку к нему более теплых придонных слоев воды;

отгона от водоприемника водной растительности, мусора и шугольда;  
ослабления заносимости водоема в месте расположения водоприемных устройств.

**6.77.** Заносимость водоприемных устройств продуктами переработки берегов, захват в них воды с повышенным содержанием отмершей водной растительности, планктона, мусора и др. обычно наблюдается в тех случаях, когда к месту водоотбора проникают сосредоточенные течения, выходящие из прибойных зон.

В зависимости от местных условий водоема и конструктивных элементов водоприемных устройств эти неполадки можно ослабить или устранить с помощью:

переноса водоприемника за пределы зоны действия сосредоточенных течений;  
дополнительных инженерных сооружений - бун, шпор растекателей и др., позволяющих отклонить упомянутые течения от места расположения водоприемных устройств;

установки гидравлических наносозащитных устройств;

пропуска сосредоточенных течений и потока наносов через створ водозабора путем изменения компоновки берегозащитных сооружений, устройства подводного или гидравлического волнолома, выравнивания примыкающего прибрежного склона и др.

**6.78.** В случаях, когда упомянутые мероприятия по тем или иным причинам трудоемки или признаются недостаточными, может оказаться целесообразным устройство дополнительного или резервного водоприемника.

Действующие и резервные водоприемники должны находиться в существенно отличных местных условиях.

**6.79.** Периодическое хлорирование отбираемой воды, скорость в водоводах больше 2 м/с, пропаривание и длительное отключение резервных самотечных или сифонных водоводов являются пока наиболее надежными средствами предотвращения интенсивного обрастания водоводов ракушкой.

Не наблюдается обрастание также и на ряде водозаборных сооружений, водоприемные устройства которых имеют мощные фильтры из камня, гальки, гравия или щебня, однако это нуждается еще в дополнительной проверке.

## **7. ВОДОЗАБОРНЫЕ ПЛОТИННЫЕ ГИДРОУЗЛЫ**

### **Назначение плотин, сооружаемых для целей водоснабжения**

**7.1.** В случаях недостаточности расхода воды в водотоке  $1 > K > 0,3$  следует созданием плотины предусмотреть регулирование естественного стока в пределах одного гидрологического года (сезонное регулирование) или многолетнего периода (многолетнее регулирование)  $K = Q_B / Q_{\min}$  ( $K$  - коэффициент водоотбора;  $Q_B$  - расход водозабора, м<sup>3</sup>/с;  $Q_{\min}$  - минимальный межженный расход воды в водотоке, м<sup>3</sup>/с).

**7.2.** Гидроузел, возводимый для целей водоснабжения, должен обеспечить забор расчетного расхода воды заданной категории системы водоснабжения с ее частичным сбросом в нижний бьеф в соответствии со [СНиП 2.04.02-84](#).

**7.3.** В состав плотинного гидроузла могут входить: глухая, водосливная, щитовая или островная плотина.

Плотина, входящая в состав гидроузла, служит для создания и поддержания необходимого объема и уровня воды, обеспечивающих водоотбор в выбранном створе. Наиболее экономичными типами глухих плотин являются плотины из местных материалов - насыпные или намывные. В качестве вариантов решений могут рассматриваться бетонные плотины различных типов. Водосливная плотина или водосбросное сооружение, выполненное в виде быстротока, башенного водовыпуска и т. д., устраиваются в составе гидроузла с учетом обеспечения пропуска паводковых расходов, заданного процента обеспеченности.

**7.4.** Плотинный гидроузел рассчитывается в такой последовательности.

По исходным топографическим, гидрологическим и геологическим данным с учетом месторасположения потребителя выбирают несколько створов, для которых проводят водохозяйственные, гидравлические и гидротехнические расчеты основных сооружений, входящих в состав гидроузла, с использованием [СНиП 2.04.02-84](#) и других

нормативных документов.

В выбранном створе проводят уточненные гидравлические, водохозяйственные, гидротехнические и другие расчеты.

Для плотин, возводимых на горных и предгорных участках рек, характеризующихся обильными влекомыми наносами, необходимо предусматривать регулирующие их движение сооружения в верхнем и нижнем бьефах и промывные конструкции в составе гидроузла.

Определяют пропускную способность водосливов и рассчитывают сопряжение бьефов.

По результатам гидравлических расчетов определяют параметры водопроводящих и подпорных сооружений, которые конструируются на основе статических и динамических расчетов.

Исходя из наихудших гидравлических условий рассчитывают величины местных и общих деформаций нижнего бьефа. В зависимости от величины деформаций предусматривают конструкции, предупреждающие и локализирующие эти деформации.

### Гидроузлы на равнинных водотоках

7.5. На малых водотоках рекомендуется строительство плотин островного типа, обеспечивающих расчетные расходы и уровни как в меженный период, так и в остальное время года. Расходы реки, превышающие расчетные, в том числе и паводковые, пропускают одновременно через плотину и пойму.

7.6. Выбор компоновки гидроузла обуславливается неразмывающей способностью грунтов, слагающих пойму. Если при пропуске паводка скорости потока на пойме не превышают неразмывающие, то компоновку гидроузла следует осуществлять по схеме, представленной на [рис. 126](#). Участок поймы, примыкающий к плотине, необходимо закрепить для предотвращения местных деформаций ложа поймы в опасной близости от плотины.

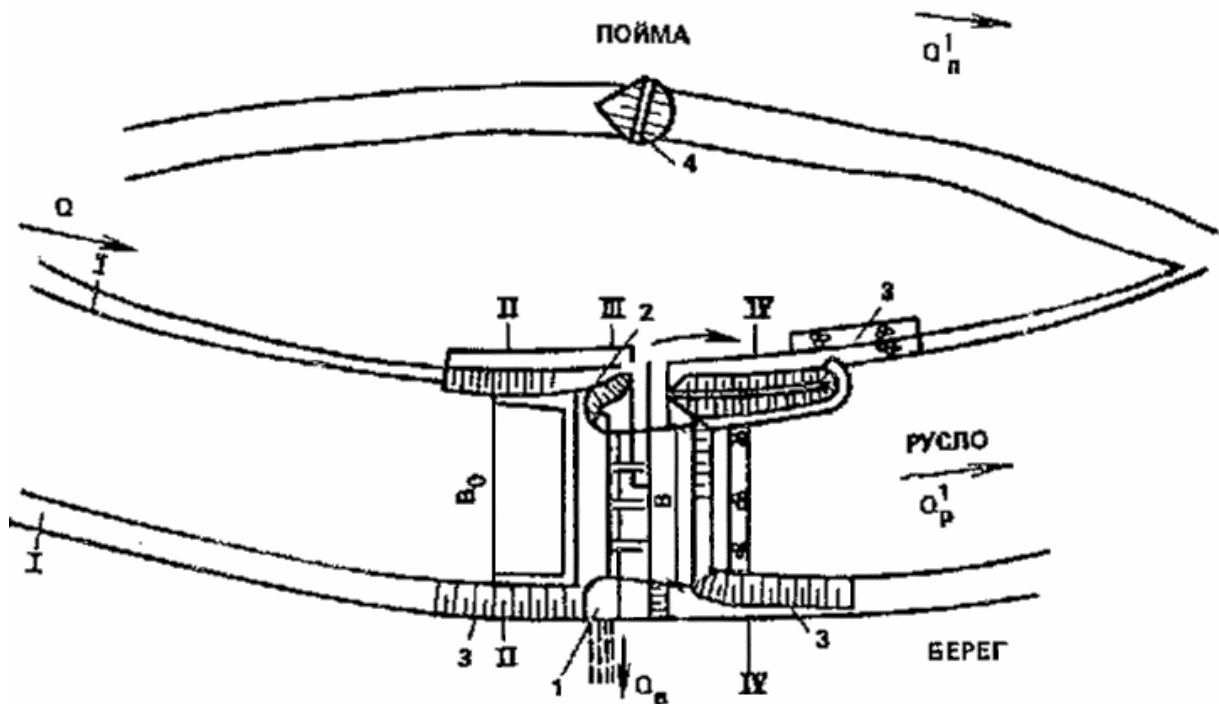


Рис. 126. Компоновка плотинного гидроузла островного типа

1 - водоприемник (или головная часть отстойника отводящего канала); 2 - струенаправляющая затопляемая дамба; 3 - крепление берегов, русла и поймы; 4 - перегородивающая дамба

7.7. При проектировании плотины островного типа выполняют следующее.

1. Плотина рассчитывается как водослив с широким порогом, причем отметку порога водослива желательно назначать равной отметке дна реки.

2. Водоприемник, входящий в состав гидроузла, располагается у берега на вогнутой

части подводящего русла.

3. Конструируются размеры плотины, для чего:

определяется необходимый расчетный удельный расход  $q_p$  из условия промыва наносов перед водоприемником и прохождения в створе плотины руслоформирующего расхода  $Q_p$ , который находится по кривой обеспеченности максимальных расходов и соответствует обычно расходам (5-10 %) обеспеченности

$$q_p = 1,15\sqrt{g}h^{1,25}d^{0,25}; \quad (225)$$

определяется перепад  $\Delta z$  на водопропускной плотине по традиционным формулам гидравлики для водослива с широким порогом;

проверяется работа поймы в паводок, для чего определяется кратчайшее расстояние по пойме между бьефами и вычерчивается профиль по этому направлению, а затем определяется  $i = \Delta z/l$  и для отдельных участков профиля подсчитывается  $q$  по [рис. 127](#);

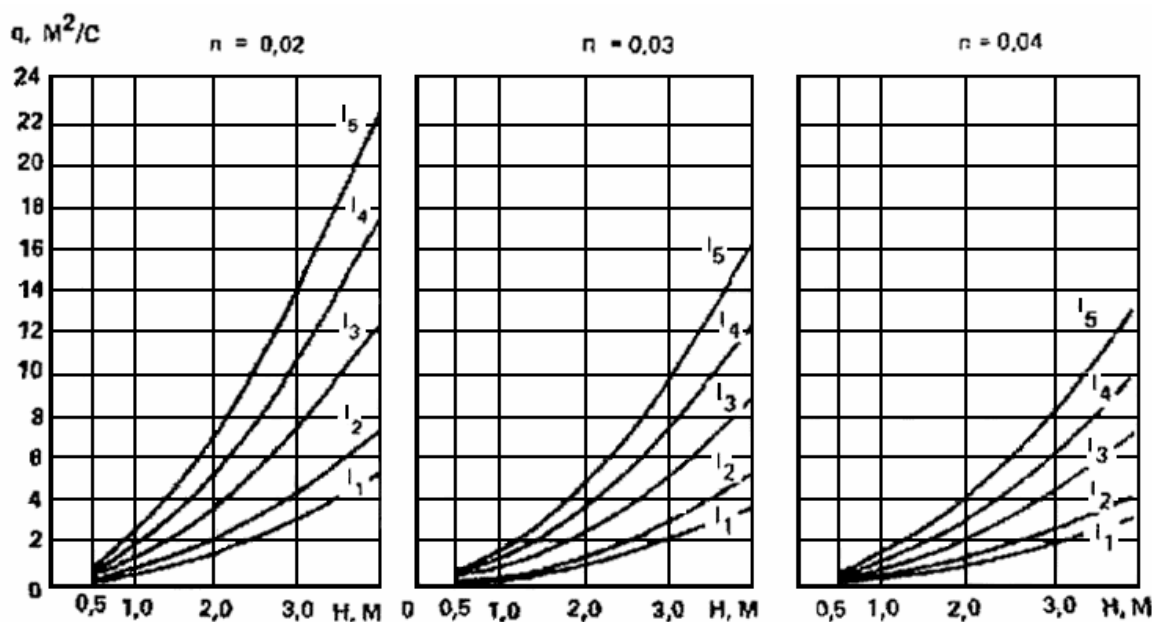


Рис. 127. Графики для определения погонных расходов потока на пойме;  $I_1 = 0,0001$ ;  $I_2 = 0,0002$ ;  $I_3 = 0,0006$ ;  $I_4 = 0,0012$ ;  $I_5 = 0,002$

определяется глубина  $h$  на пойме по [формуле \(225\)](#). Если  $h < H$ , размыв на пойме не произойдет, т. е. возможно сокращение ширины водосливного фронта. Если  $h > H$ , возможен размыв поймы. Для предотвращения размывов необходимо удлинение ограждающей, примыкающей к пойме дамбы. Участок поймы и русла у низового оголовка ограждающей дамбы необходимо крепить камнем или каким-либо гибким креплением во избежание местных деформаций в этой зоне. Диаметр камня определяется по [рис. 128](#).



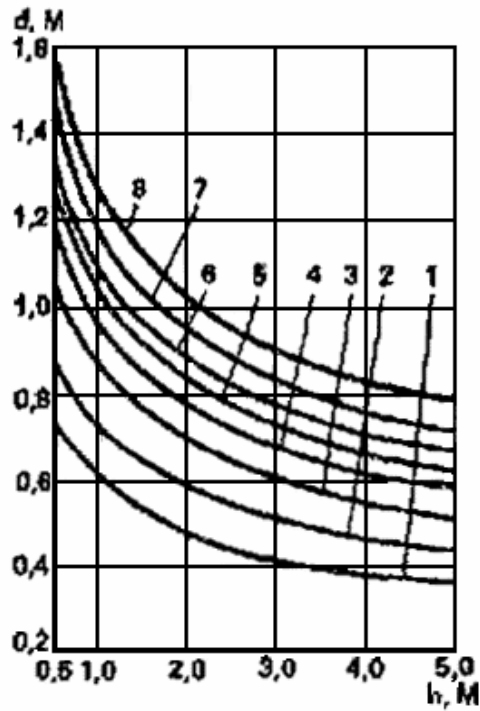


Рис. 128. График для определения диаметров камня при укреплении поймы; 1 -  $q = 0,5$ ; 2 -  $q = 1,0$ ; 3 -  $q = 2,0$ ; 4 -  $q = 3,0$ ; 5 -  $q = 4,0$ ; 6 -  $q = 5,0$ ; 7 -  $q = 7,0$ ; 8 -  $q = 10,0$  (цену деления по ординате уменьшить в 4 раза)

7.8. При проектировании низконапорной плотины на равнинном участке реки может возникнуть необходимость полного перекрытия поймы дамбой в случае, если грунты поймы малопрочны или ширина поймы мала. Причиной полного перекрытия русла может служить и необходимость создания достаточных для обеспечения водозабора глубины или емкости водохранилища.

7.9. При необходимости перекрытия поймы следует применять наиболее экономичную схему компоновки, приведенную на [рис. 129](#). Водосливная плотина устраивается без бычков и затворов, т.е. работает в автоматическом режиме. Гидравлический расчет плотины, выполняемой по этой схеме компоновки, заключается в следующем.

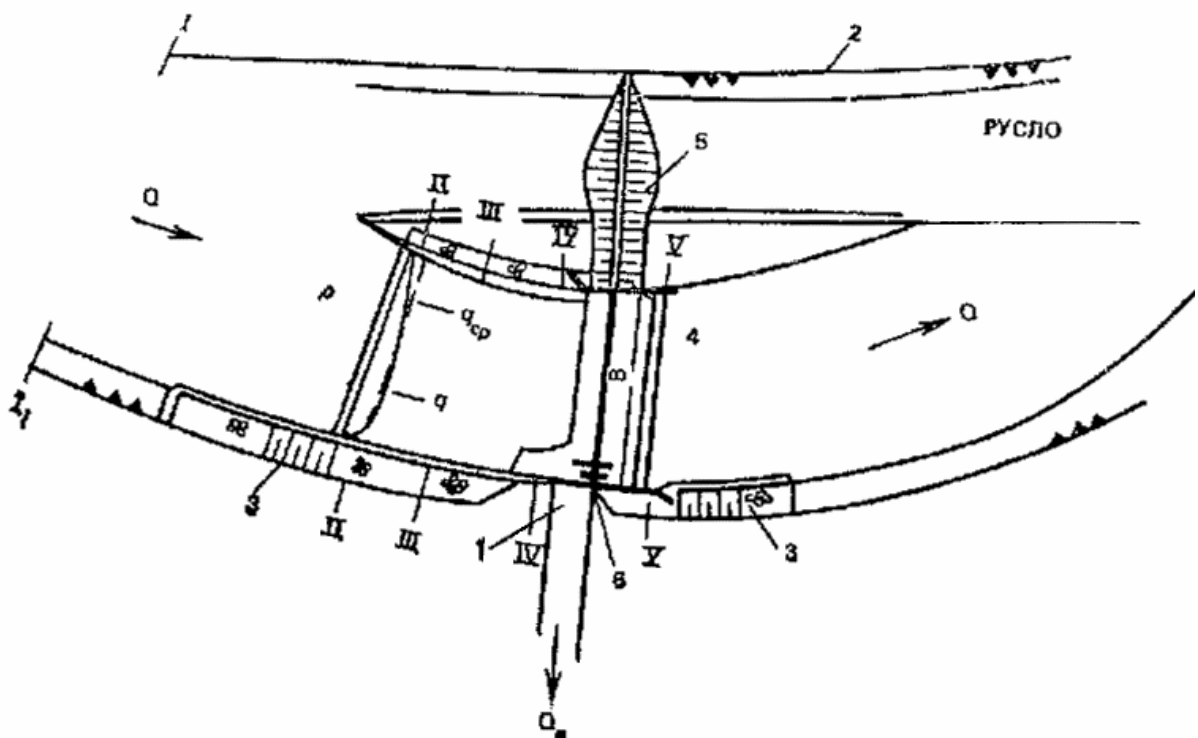


Рис. 129. Пойменная компоновка низконапорного гидроузла с полным перекрытием русла

1 - водоприемник; 2 - берег; 3 - крепление берега; 4 - водосбросная плотина; 5 - перегораживающая дамба; 6 - промывное сооружение

1. Для выбранного расхода  $Q_p$  применительно к исходному варианту компоновки гидроузла в нескольких створах (II, III, IV) верхнего бьефа подсчитывают удельные расходы

$$q_{cp} = Q_p/B_i, \quad (226)$$

где  $B_i$  - ширина рассматриваемого створа, м.

2. Напор над гребнем плотины  $H$ , м, определяется подбором для  $q_{cp}$  по формуле

$$q_{cp} = \frac{0,408K_n}{\sqrt{1 - 0,85\left(\frac{H}{H+P}\right)^2}} \sqrt{2gH^{2/3}} \quad (227)$$

где  $P$  - высота плотины, м;  $K_n$  - коэффициент несвободного истечения, определяемый по [рис. 130](#). Величина  $K_n$  устанавливается методом последовательного приближения. В качестве исходного принимается  $K_n = 1$ , и для него по [рис. 127](#) определяется  $H$ , затем по графику [рис. 130](#) с учетом  $P/H$  и  $H_{нб}/P$  определяется  $K_n$  и т. д.

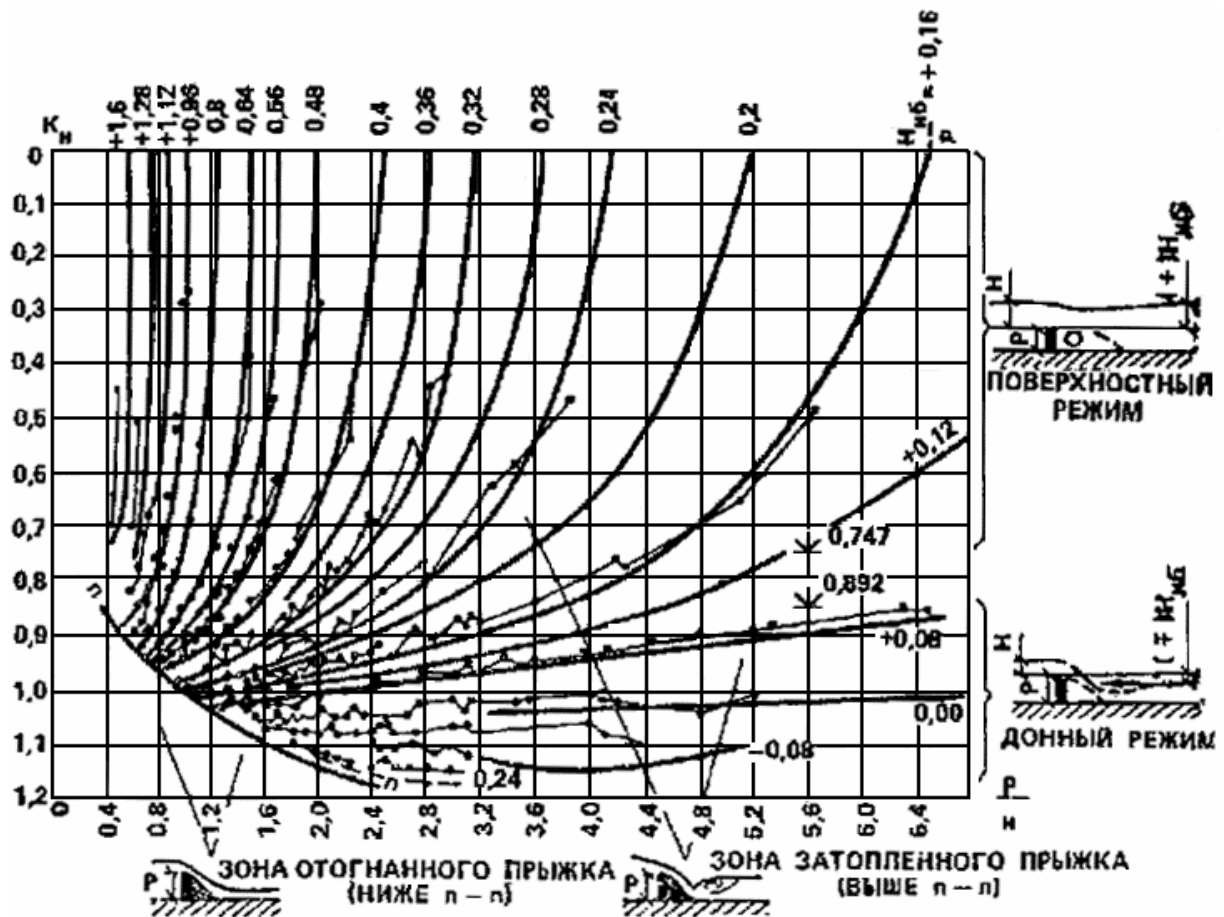


Рис. 130. Вспомогательный график Б. И. Студеничкикова для определения пропускной способности и режимов истечения для водосливов

3. По [рис. 131](#) определяется среднее содержание наносов в начальном створе I при пропуске  $Q_p$  для конечного периода эксплуатации, когда вследствие заиления верхнего бьефа через гидроузел проходит поток, влекущий наносы в количестве, соответствующем бытовому (до устройства гидроузла) режиму реки.

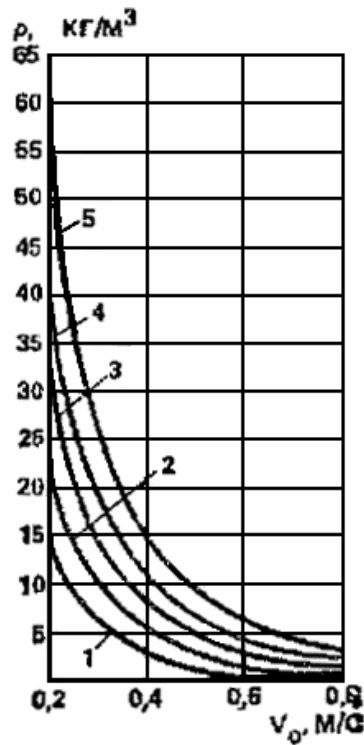


Рис. 131. График для определения мутности воды в реке в паводок до устройства ПЛОТИНЫ

$v_6$  - бытовая скорость в реке;  $v_0$  - средняя скорость потока

1 -  $v_6 = 0,8$  м/с; 2 -  $v_6 = 1,0$  м/с; 3 -  $v_6 = 1,2$  м/с; 4 -  $v_6 = 1,4$  м/с; 5 -  $v_6 = 1,6$  м/с

4. По заданным  $q$ ,  $\rho$ ,  $d$  подсчитывают образуемые потоком глубины  $h$ , используя [формулу \(225\)](#), вводя в нее множитель  $(1 + 3\rho^{2/3})$ , и затем находят отметки русла  $\nabla_p$  в верхнем бьефе

$$\nabla_p = \nabla_{\text{гребня плотины}} + H - h. \quad (228)$$

Полученные глубины потока в верхнем бьефе сопоставляют с необходимыми глубинами на пороге водозабора. Обеспечение необходимых глубин достигается варьированием ширины водосбросного фронта и подводящего русла.

5. Подсчет местных деформаций русла в районе гидроузла следует проводить для начального периода эксплуатации, когда в зону гидроузла будут поступать расходы с наименьшим содержанием наносов при паводочном расходе  $Q > Q_p$ . Глубина воды в воронке размыва  $h$  определяется по формуле

$$h = K_F \beta^{0,8} h_{pp}, \quad (229)$$

где  $K_F = (\alpha/1,1)^{2,5} = h/h_{pp}$  - коэффициент увеличения кинетической энергии потока ( $h$  - глубина воды в воронке размыва;  $h_{pp}$  - глубина, сформированная в русле при спокойном равномерном потоке, определяется по [формуле \(225\)](#);  $\alpha$  - коэффициент Кориолиса, для воронки местного размыва  $\alpha > 1,1$ );  $\beta$  - коэффициент неравномерности распределения удельных расходов в плане,  $\beta = q/q_v$  ( $q$  - удельный расход в воронке местного размыва;  $q_v$  - удельный расход на водобое в сжатом сечении потока).

Коэффициент  $K_F$  определяется по [рис. 132](#). Учет действия гасителей осуществляется по формуле

$$K'_F = 1 + \frac{K_F - 1}{\zeta}, \quad (230)$$

где  $\zeta = 1,4$  - для водобойных стенок;  $\zeta = 1,7$  - для гасителей в виде пирсов, шашек, зубьев Реббока.

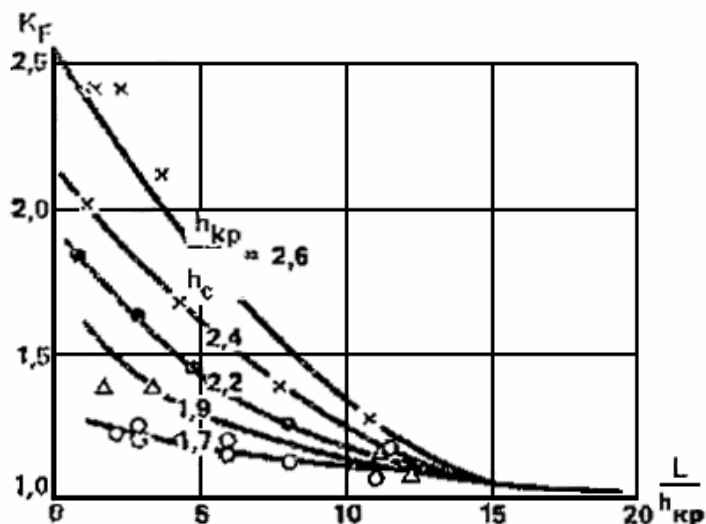


Рис. 132. Зависимость  $K_F$  от высоты плотины и длины крепления

Расчет местных деформаций в этом случае ведется подстановкой в [формулу \(229\)](#) значения  $K'_F$ .

### Гидроузлы на предгорных и горных участках рек

**7.10.** На предгорных участках русло рек обычно сложено из гальки, гравия и крупнозернистого песка. Скорости потока и уклоны близки к критическим  $Fg = 0,2-0,5$ .

**7.11.** На горных участках русла рек представлены скальными породами или сложены из обломков скал, булыжника, гальки. Скорости потока и уклоны могут превышать критические значения  $Fg$  и достигать величин  $Fg = 0,5-1,2$ .

**7.12.** В бьефах гидроузла происходят активные переформирования русел, обусловленные наличием в потоке обильных влекомых наносов. Здесь должны создаваться и автоматически поддерживаться запроектированные режимы движения потока во всем диапазоне расходов, пропускаемых через сооружение.

**7.13.** Проектирование оптимальных плановых очертаний подводящих русел ведется применительно к выбранной компоновке сооружения в зависимости от устойчивой ширины русла  $B_{уст}$ , м, которая определяется по следующим зависимостям:

для прямолинейного русла  
при  $I < 0,01$

$$B_{уст} = \frac{1}{\sqrt{v_{кр}}} \frac{Q_p^{0,5}}{I^{0,2}}, \quad (231)$$

при  $I \geq 0,01$

$$B_{уст} = \frac{2,8}{\sqrt{v_{кр}}} \frac{Q_p^{0,5}}{I^{0,2}}, \quad (232)$$

или

$$B_{уст} = \frac{2,6}{\sqrt{v_{кр}}} \left( \frac{Q_p}{\sqrt{g}} \right)^{0,4}, \quad (233)$$

$I$  - бытовой уклон водной поверхности;  $v_{кр}$  - критическая неразмываемая скорость для грунта, слагающего русло, м/с.

Устойчивая ширина криволинейного русла назначается равной  $0,8 B_{уст}$ , определенной для прямолинейного русла. Элементы зарегулированных русел следует

проектировать согласно схемам, приведенным на [рис. 133](#) и [134](#).

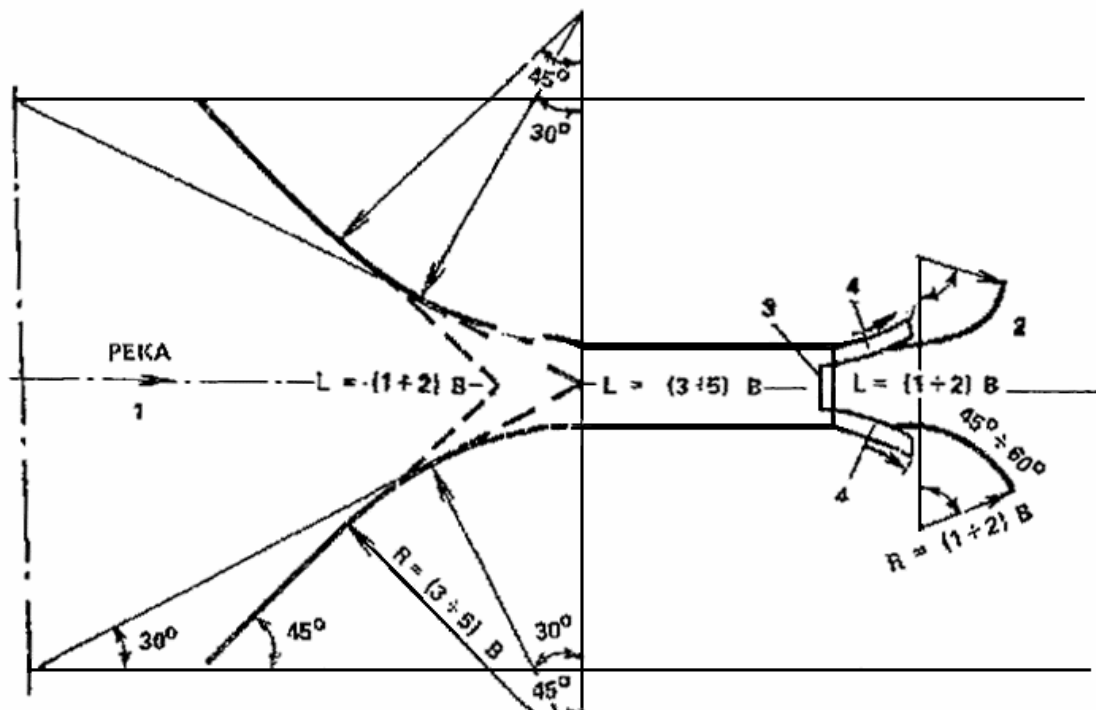


Рис. 133. Элементы прямолинейного зарегулированного русла

1 - подводящее русло; 2 - отводящее русло; 3 - водозаборный гидроузел; 4 - канал

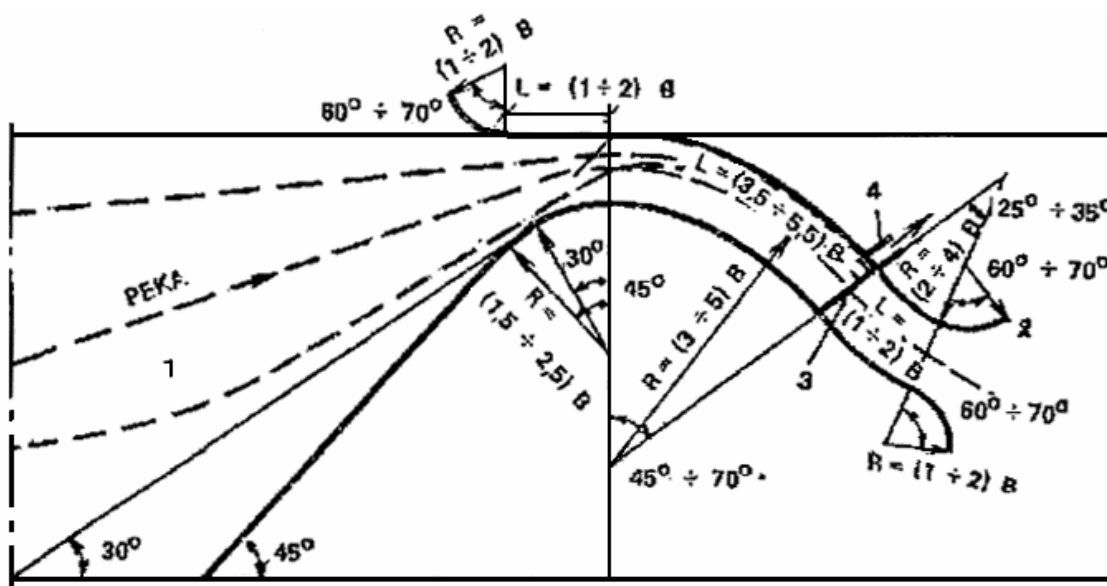


Рис. 134. Элементы криволинейного зарегулированного русла

1 - подводящее русло; 2 - отводящее русло; 3 - водосбросная плотина; 4 - водозаборный регулятор

Общая ширина прямолинейного зарегулированного отрезка русла должна быть равной  $(3,5-5,5) B_{уст}$ .

7.14. Очертания подводящих русел, представленные на [рис. 133](#) и [134](#), обеспечиваются струнаправляющими грунтовыми дамбами с укрепленными напорными откосами. Конструкция крепления дамб должна назначаться с учетом возможных деформаций русла как в верхнем, так и в нижнем бьефах. Величины этих деформаций могут быть определены по [формулам \(225\), \(229\)](#). Крепление напорных откосов дамб выполняется из бетона, из плит сборного железобетона, каменной наброски и т. д.

7.15. Водосливной фронт плотины, входящей в состав гидроузла, не должен превышать  $B_{уст}$ , а промывные пролеты, предназначенные для транспортирования



наносов в нижний бьеф, должны располагаться совместно с водоприемником водозабора.

7.16. Для предгорных участков рек рекомендуется использовать компоновки водозаборов, представленные на [рис. 135-137](#), которые обеспечивают минимальное вовлечение наносов в водоприемники. Этот минимум достигается искусственным созданием и использованием явления поперечной циркуляции в потоке в верхнем бьефе гидроузла перед входом в водоприемник или промывное отверстие.

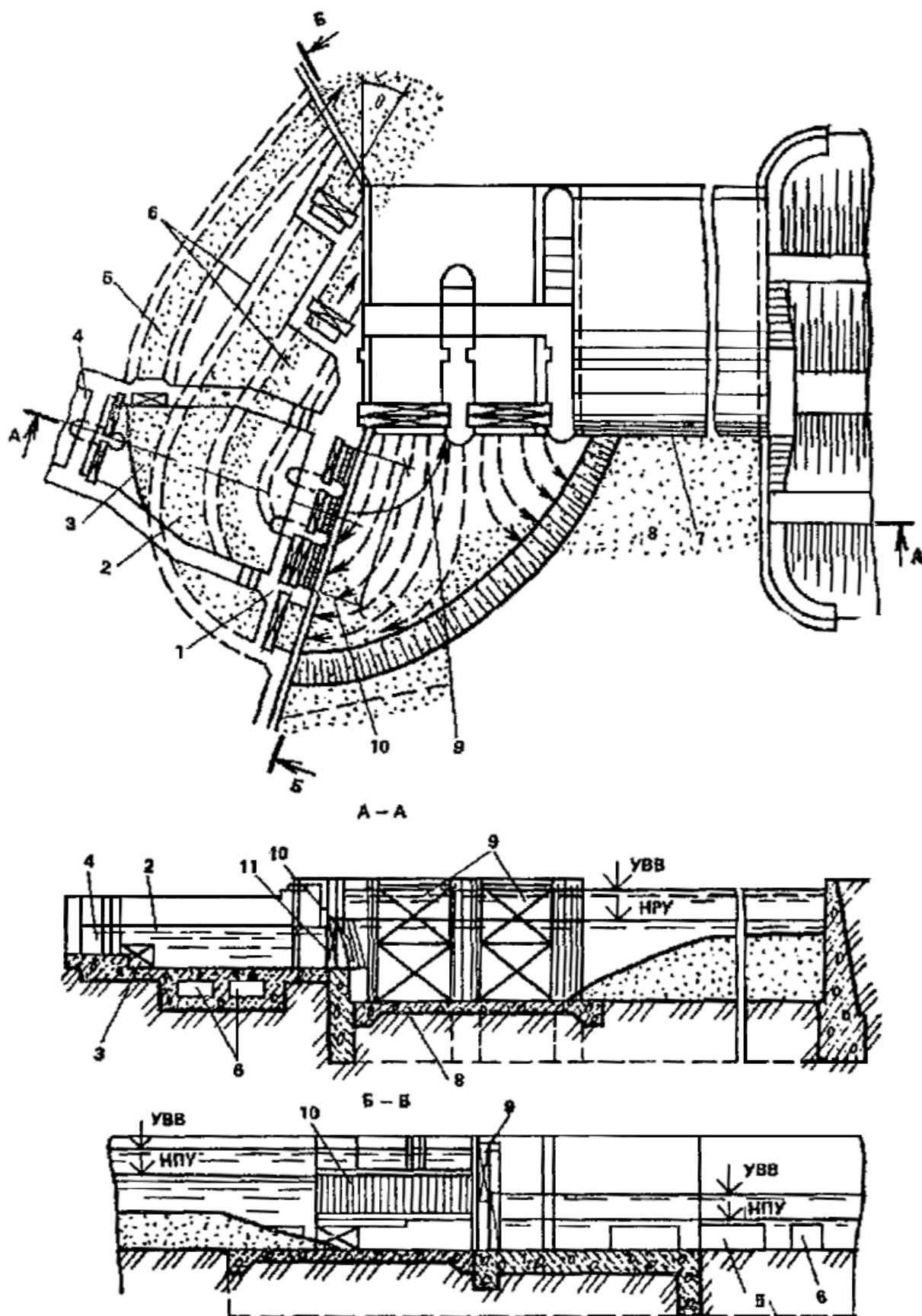


Рис. 135. Водозабор с наносоперехватывающими галереями

1 - головное сооружение; 2 - аванкамера; 3 - криволинейный порог; 4 - канал; 5 - промывник аванкамеры;  
6 - наносоперехватывающие галереи; 7 - водосбросная плотина; 8 - понур; 9 - сдвоенные затворы  
плотины; 10 - решетка; 11 - затвор

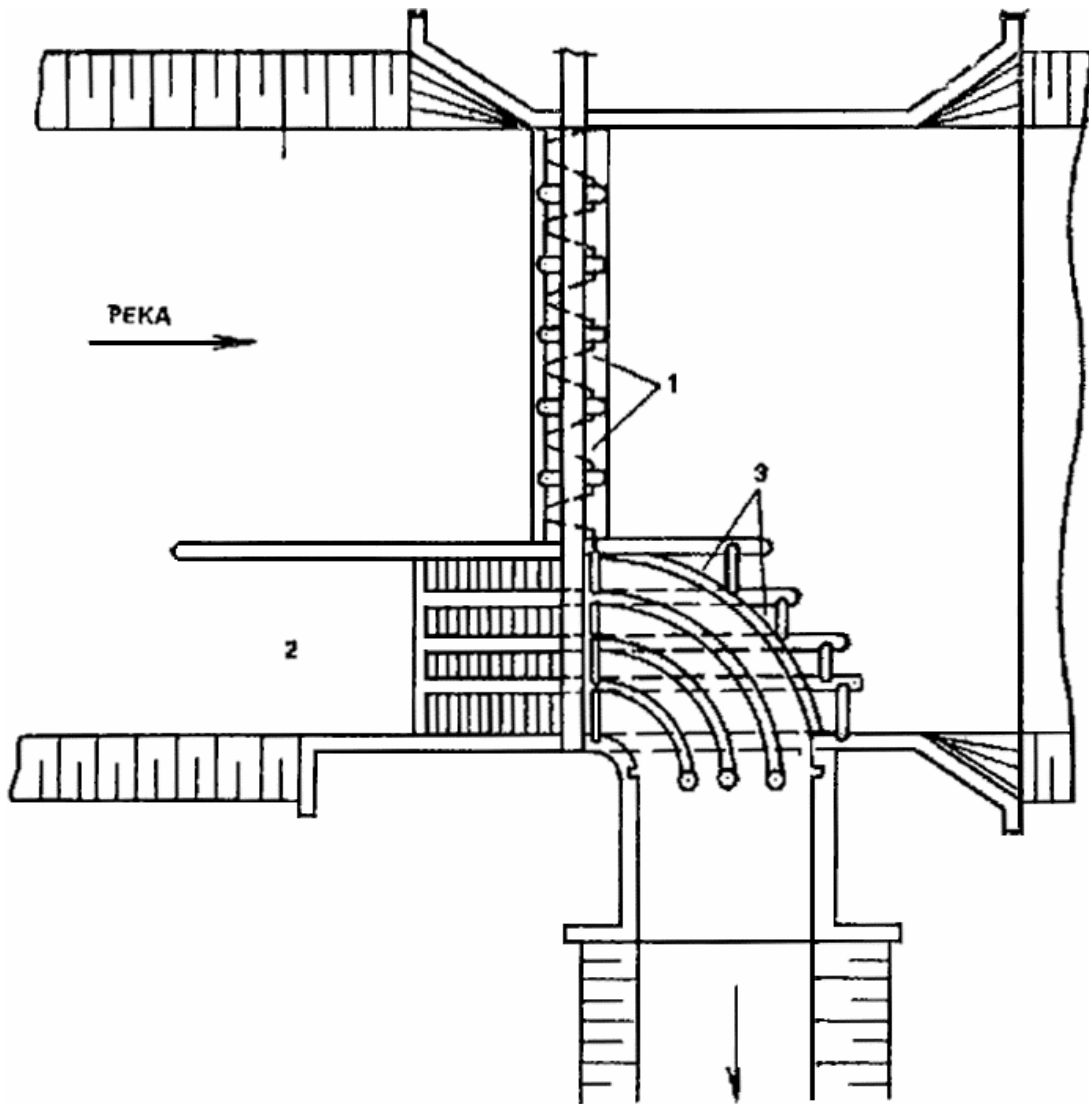


Рис. 136. Фронтальный водозабор (односторонний)

1 - водосбросные пролеты; 2 - карман с решетчатым полом; 3 - галерея

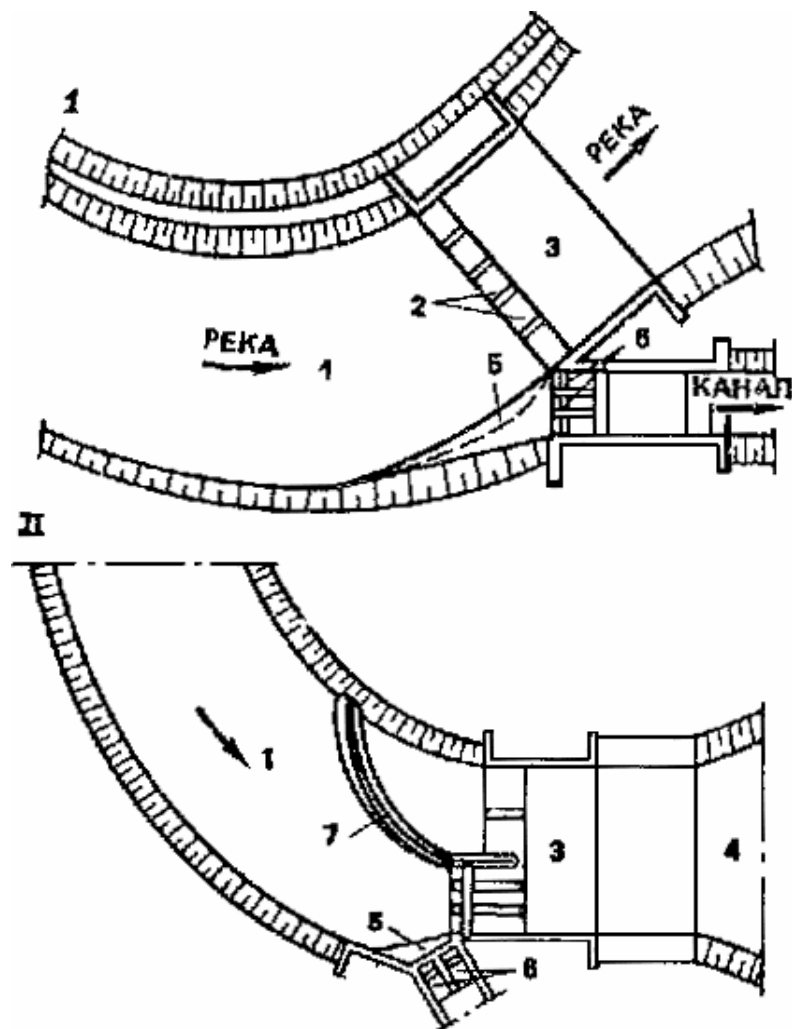


Рис. 137. Водозаборы с поперечной циркуляцией (ферганский - I; с криволинейным автоматическим водосбросом - II)

1 - криволинейное подводящее русло; 2 - водосбросная плотина; 3 - водобой; 4 - отводящее русло; 5 - Г-образный порог; 6 - водовыпуск; 7 - криволинейный автоматический водосброс

7.17. На горных участках рекомендуется использовать различные варианты донно-решетчатых водоприемников, оборудованных донными наносотбойными порогами и наноспромывными галереями (рис. 138 и 139). Расход такого типа водозабора обычно не превышает  $20 \text{ м}^3/\text{с}$ .



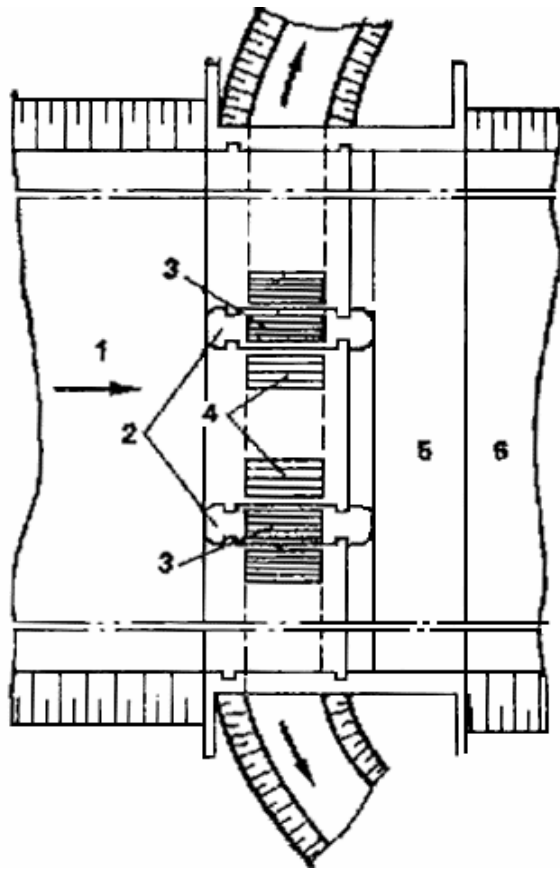


Рис. 138. Послойно-решетчатый водозабор

1 - подводящее русло; 2 - бычки; 3 - верхняя решетка (в бычках); 4 - донная решетка; 5 - водобой; 6 - отводящее русло

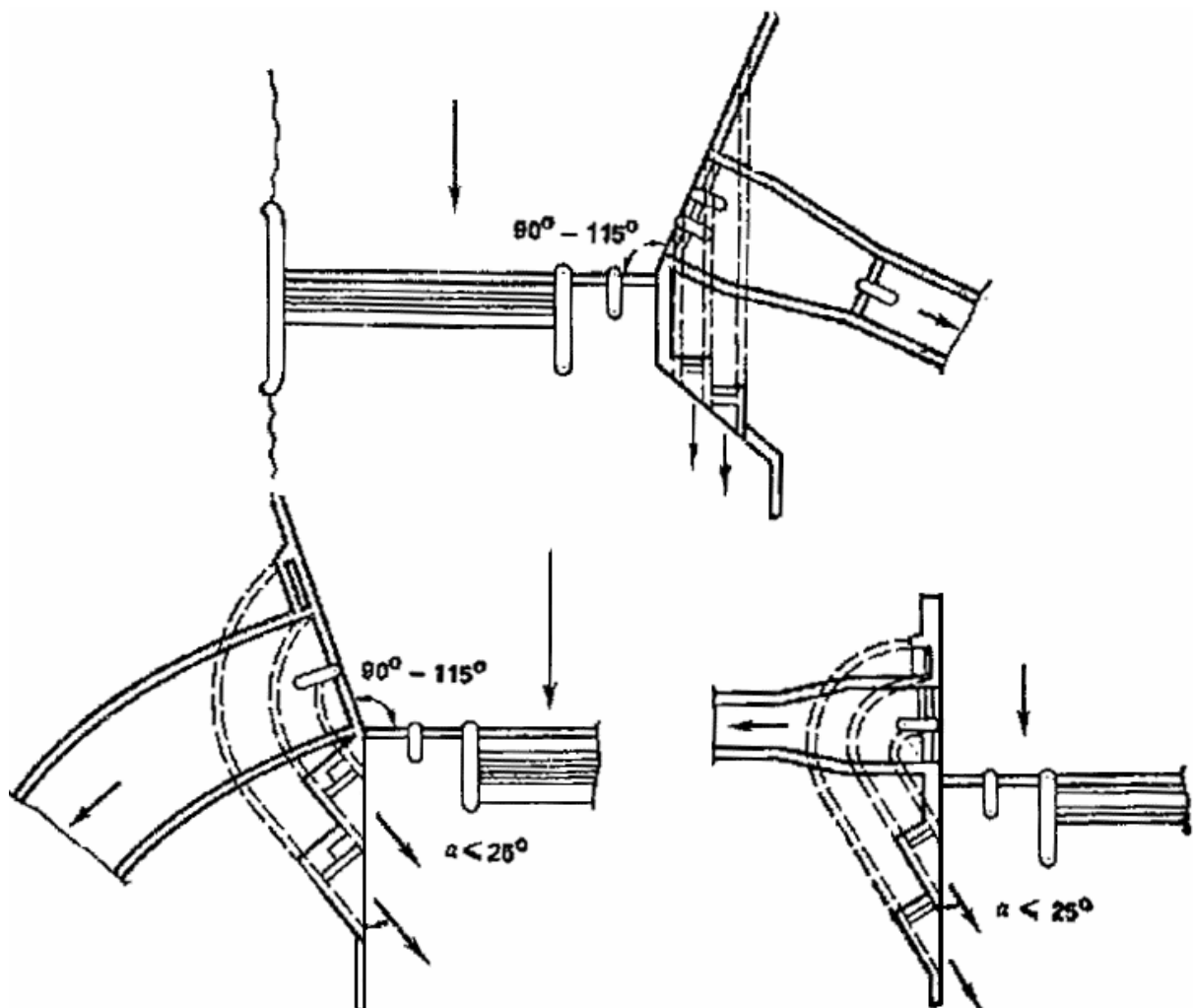


Рис. 139. Рекомендуемое плановое расположение галерей

При необходимости водоотбора в количестве до 50 м<sup>3</sup>/с рекомендуется устройство полойно-решетчатого водозабора (см. [рис. 138](#)). В пороге водоподпорной плотины и в бычках устраивается водоприемник с отверстиями, перекрываемыми накладными решетками.

**7.18.** Гидравлический и гидротехнический расчет водосливной плотины проводится по традиционным формулам инженерной гидравлики и теории гидротехнических сооружений.

### Защита плотинных водозаборов от наносов

**7.19.** Для разработки оптимальной системы управления наносами необходимо определить основные параметры влекомых фракций. Наиболее обоснованные характеристики могут быть получены в результате натурных изысканий. В случае отсутствия таковых фракционный состав пойменных и русловых отложений может быть определен по аналогам, справочным данным или по нижеследующим формулам.

**7.20.** На неселевых участках рек горно-предгорной зоны при  $i = 0,1-0,002$   $d_{отл}$  рассчитывается по формуле

$$d_{отл} = 1,6i^{0,9} \left( \frac{Q}{\sqrt{g}} \right)^{0,4}, \quad (234)$$

где  $i$  - средний продольный уклон по тальвегу русла; 1,6 - коэффициент расхода и неоднородности влекомых наносов.

**7.21.** Средневзвешенный диаметр пойменных отложений определяют по формуле

$$d_{п} = Kd_{отл}, \quad (235)$$

где  $K$  - коэффициент, зависящий от участка реки, для горных участков  $K \approx 0,5-0,7$ ; для предгорных участков  $K \approx 0,3-0,5$ ; для равнинных участков  $K \approx 0,1-0,3$ .

**7.22.** Средневзвешенный диаметр влекомых наносов ориентировочно рассчитывается по формуле

$$d_{ср} = d_{отл} \left( \frac{Q - Q_0}{Q_p - Q_0} \right)^{0,9}, \quad (236)$$

где  $Q$  - бытовой расход воды;  $Q_0$  - расход, соответствующий началу движения влекомых наносов для горно-предгорной зоны,  $Q_0 = (0,1-0,2) Q_p$ .

**7.23.** Максимальный диаметр влекомых наносов и русловых отложений определяют по формуле

$$d_{max} = K_1 d_{ср}, \quad (237)$$

где  $K_1 = 4,5$  - для влекомых наносов и  $K_1 = 3,2$  - для русловых отложений применительно к горно-предгорной зоне рек.

**7.24.** Расход влекомых наносов для горно-предгорной зоны определяют с помощью графиков, представленных на [рис. 140](#), [141](#), пределы применения которых соответствуют зависимостям  $B/H > 10$  и  $H/d_{отл} \leq 30$ . На графиках  $v'$  - средняя скорость, при которой прекращается движение влекомых наносов диаметром  $d_{ср}$ .

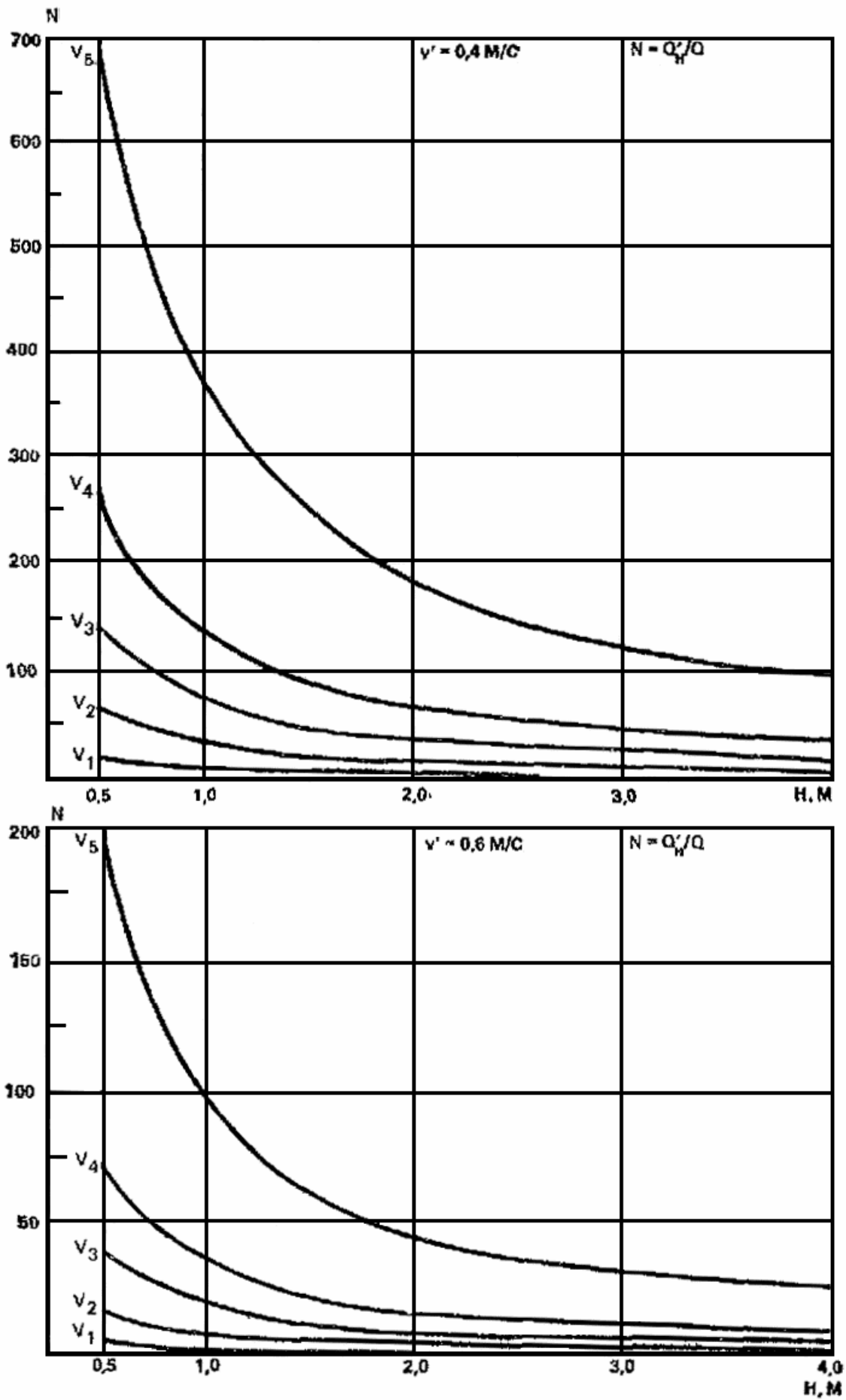


Рис. 140. График для определения расхода влекаемых наносов применительно к

условиям  $\frac{B}{H} > 10$  и  $\frac{H}{d_{отл}} \leq 30$

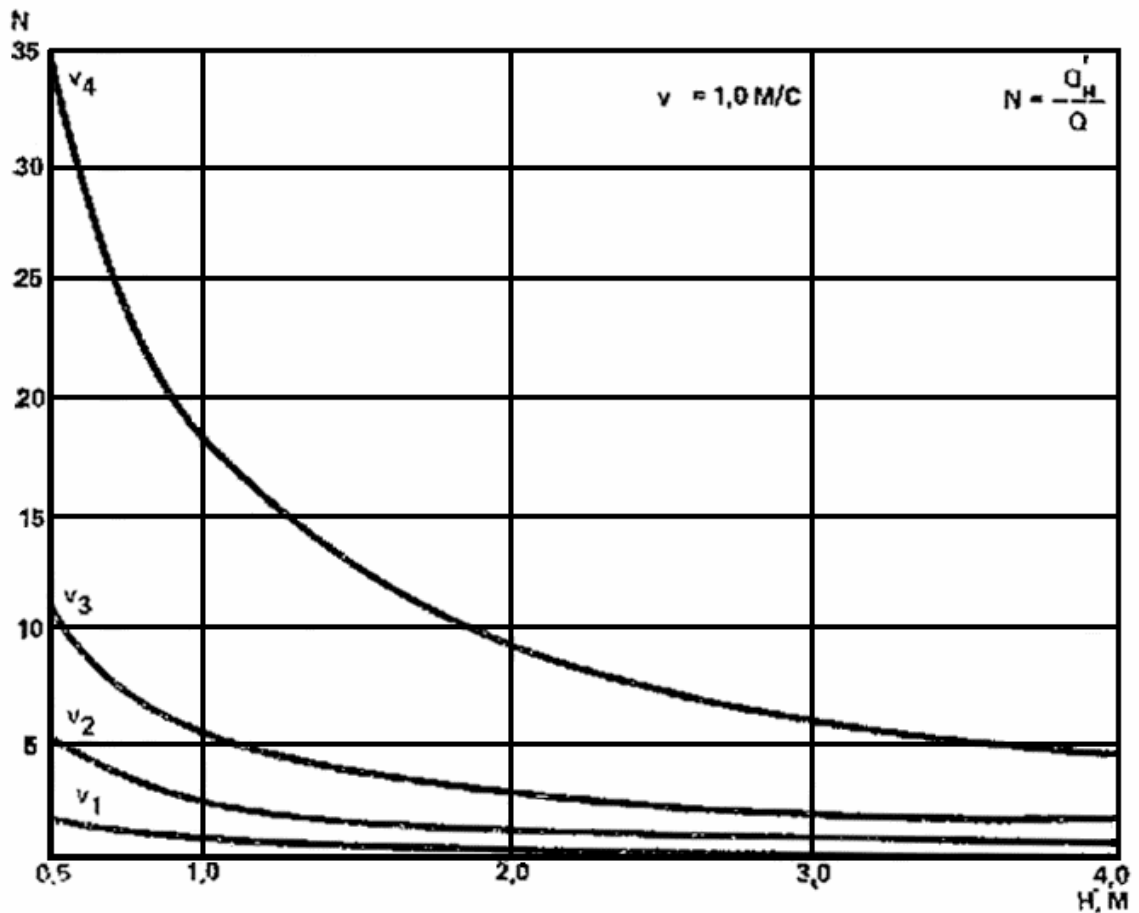
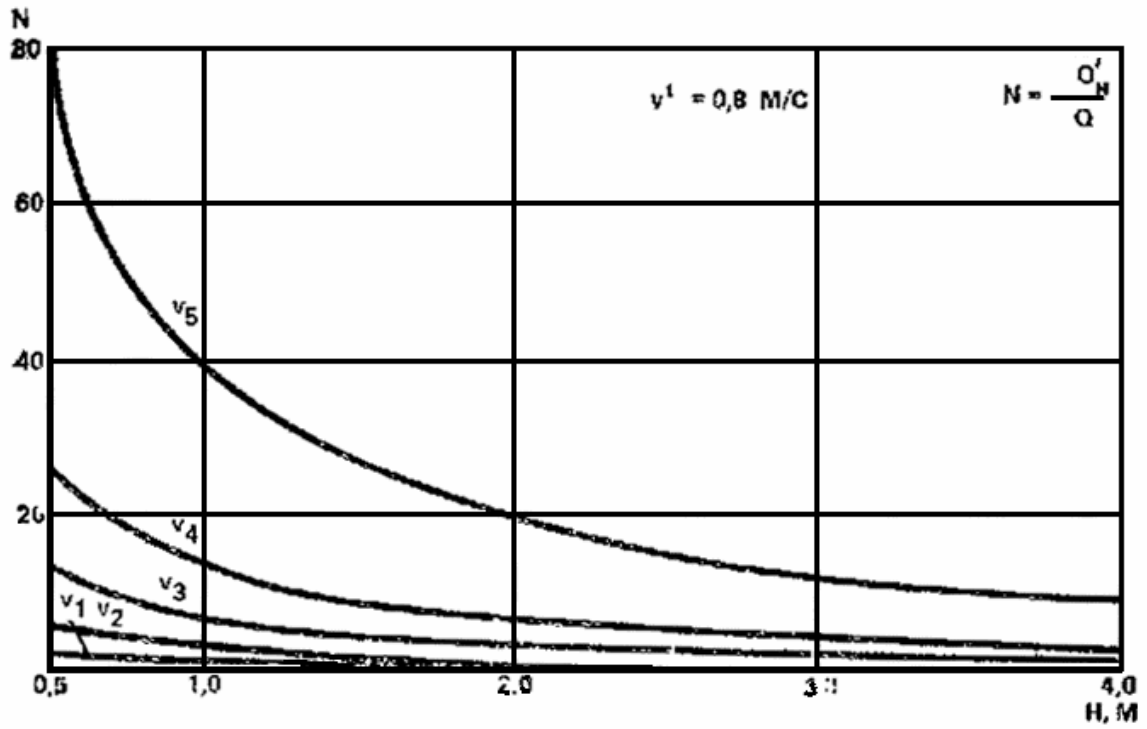


Рис. 141. График для определения расхода влекомых наносов применительно к

условиям  $\frac{B}{H} > 10$  и  $\frac{H}{d_{отл}} \leq 30$  при  $v'_1 = 1$ ;  $v'_2 = 1,4$ ;  $v'_3 = 1,8$ ;  $v'_4 = 2,2$ ;  $v'_5 = 3 \text{ м/с}$

Для заданных  $d_{cp}$ ,  $m$ ,  $\rho_n$ ,  $\rho_c$  в зависимости от  $H$  определяется  $v'$  по формуле

$$v' = 1,4 \frac{m - 1,5}{m + 1} \left( \frac{H}{d_{cp}} \right)^{1/m} \sqrt{\frac{\rho_n - \rho_c}{\rho_n} g d_{cp}}, \quad (238)$$

где  $m$  - показатель, изменяющийся от 3,5 до 5,5 в зависимости от  $H/d_{отл}$ . При  $H/d_{отл} = 3$   $m = 3,5$ , а при  $H/d_{отл} = 30$   $m = 5,5$ . Промежуточные значения  $m$  определяются интерполяцией.

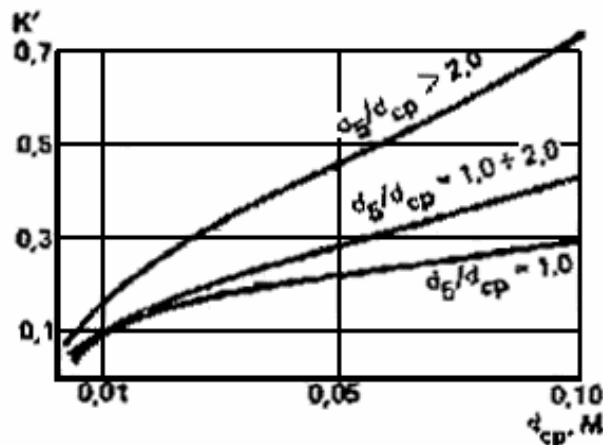
Затем, используя графики (см. [рис. 140, 141](#)), определяют значение  $Q'_n/Q$  и по нему подсчитывают  $Q'_n$ . Найденное значение  $Q'_n$  следует разделить на величину  $\alpha\beta$ . Полученный результат и есть искомое значение  $Q_n$ .

Коэффициент  $\beta$  для первой волны паводка равен 2, для второй - 1, для последующих - 0,4, для стабильных расходов - 1 и на спаде паводка - 0,4. Коэффициент  $\alpha$  определяется по [табл. 25](#).

Таблица 25

Р, %	20	15	10	5	1
$\alpha$	0,06	0,07	0,10	0,12	0,15

**7.25.** Для условий  $B/H > 10$  и  $H/d_{отл} > 30$   $Q_n$  определяется с помощью графиков, представленных на [рис. 142-145](#). По заданным  $d_{cp}$  и  $H$  [рис. 143](#) определяют  $v'$ , затем исходя из  $v'$ ,  $v$  и  $H$  по [рис. 144, 145](#) определяют параметр  $Q_n/K'Q (d_{cp}/H)^{1/4}$ , после чего для заданных  $Q$ ,  $d_{cp}$  и  $H$  с учетом величины  $K'$ , определяемой по [рис. 142](#), подсчитывают искомый расход наносов  $Q_n$ .



$$K' = f\left(\frac{d_5}{d_{cp}}; d_{cp}\right)$$

Рис. 142. Зависимость

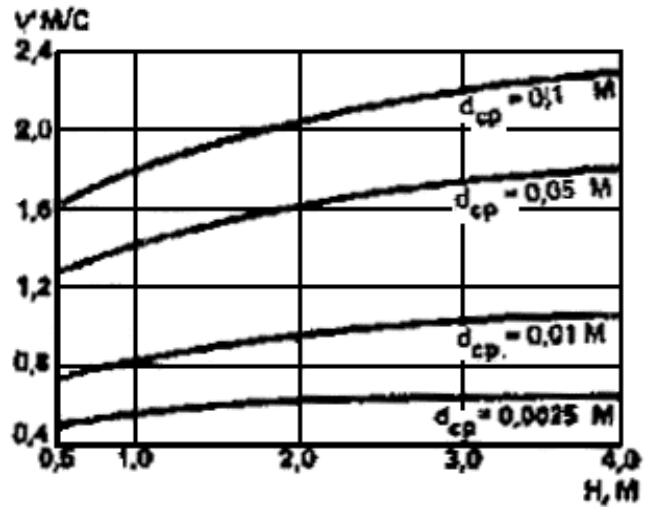


Рис. 143. Зависимость  $v' = f(H; d_{cp})$  для условий  $\frac{B}{H} > 10$  и  $\frac{H}{d_{отл}} > 30$

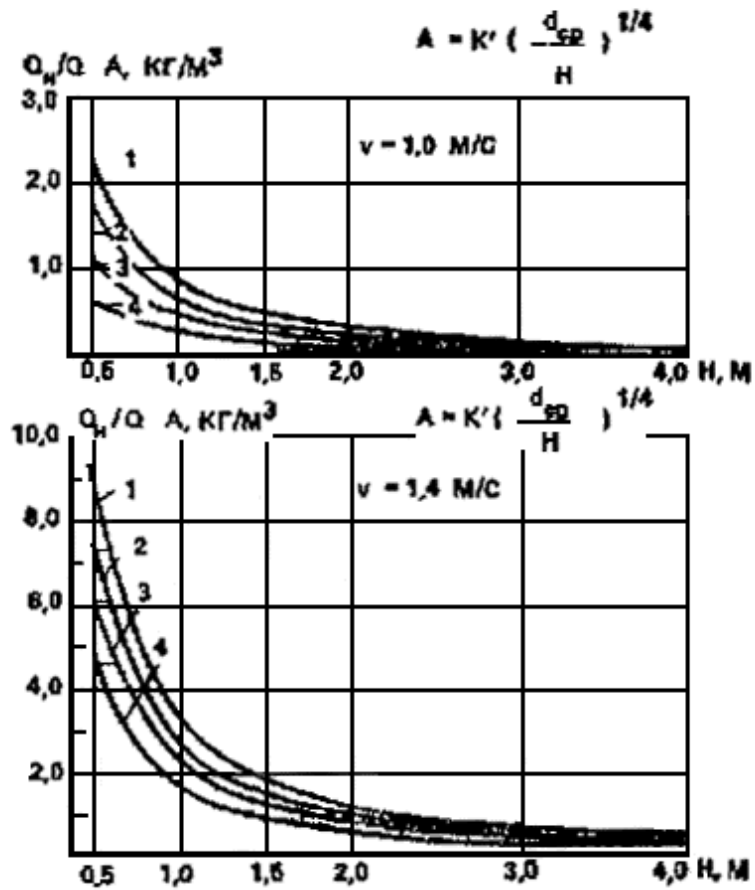


Рис. 144. Зависимость  $Q_n/Q = f(v; H)$  для условий  $\frac{B}{H} > 10$  и  $\frac{H}{d_{отл}} > 30$   
 1 -  $v' = 0,2$ ; 2 -  $v' = 0,4$ ; 3 -  $v' = 0,6$ ; 4 -  $v' = 0,8$  м/с

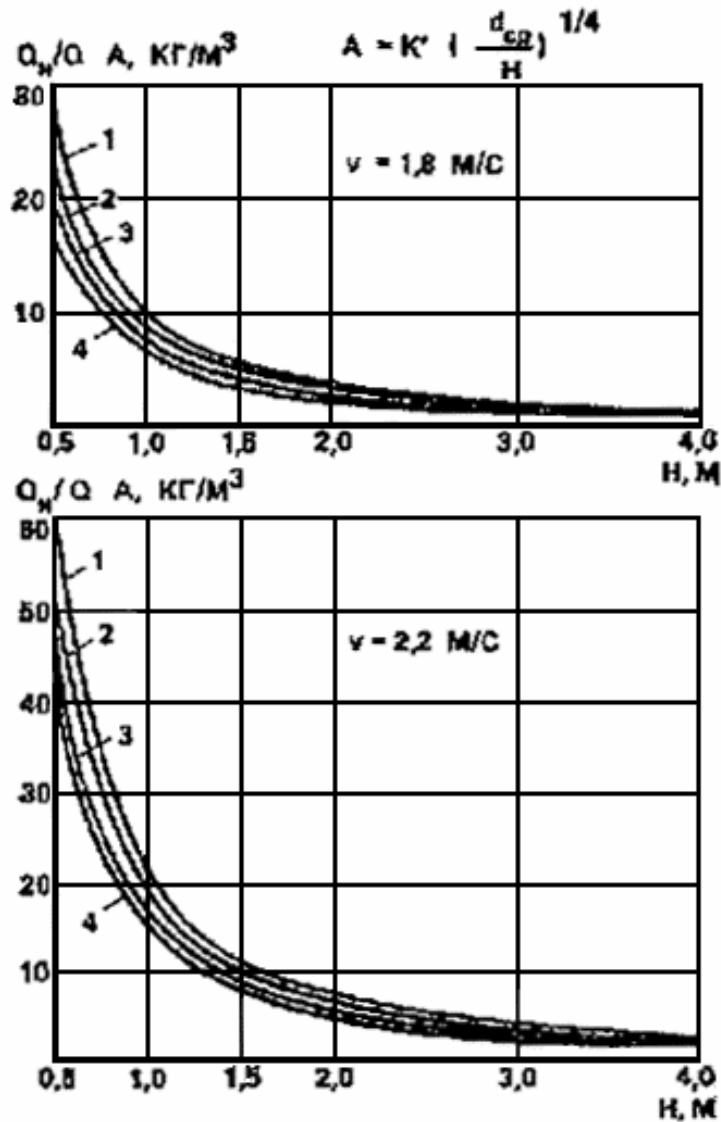


Рис. 145. Зависимость  $Q_n/Q = f(v; H)$  для условий  $\frac{B}{H} > 10$  и  $\frac{H}{d_{отл}} > 30$   
 1 -  $v' = 0,2$ ; 2 -  $v' = 0,4$ ; 3 -  $v' = 0,6$ ; 4 -  $v' = 0,8$  м/с

**7.26.** В условиях, когда  $B/H < 10$  и  $H/d_{отл} > 1$ , а расход воды в реке превышает среднеголетние максимальные,  $Q_n$  определяют по формуле

$$Q_n = K_2 \rho_n Q \frac{d_{cp} v_n}{v H} \left( \frac{v^3}{v_n^3} - 1 \right) \left( \frac{v}{v_n} - 1 \right), \quad (239)$$

где  $K_2 = 0,023$  при  $d_{cp} > 0,001$ ;  
 $\rho$  - плотность наносов,  $\text{кг/м}^3$ ;

$$v_n = \lg \left( \frac{8,8H}{d_{5\%}} \right) \sqrt[3]{\frac{2g(\rho_n - \rho_c)}{3,5\rho_c} d_{cp}}, \quad (240)$$

где  $\rho_c$  - плотность смеси воды и наносов,  $\text{кг/м}^3$ .

Ниже приведены методики расчетов конструкций, используемых для борьбы с наносами, применительно к условиям хозяйственно-питьевого водозабора.

**7.27.** Плановое очертание наносоперехватывающих галерей НПГ, а также их расположение относительно водоприемника и плотинных промывных отверстий приведены на [рис. 135](#) и [139](#). Гидравлический расчет НПГ сводится к определению ее

транспортирующей способности по [пп. 7.19-7.26](#) и сопоставлению  $Q_{\text{нру}}$  с расходом влекомых наносов  $Q_p$ , транспортируемым потоком из верхнего бьефа к галерее.

Расчет ведется подбором до получения неравенства вида  $Q_{\text{нру}} > Q_p$ . Расход наносов, пропускаемых через галерею, определяют по формуле

$$Q_{\text{ннг}} = Q_p \left[ \frac{Q_b + Q_{\text{ннг}}}{Q} \right] K_n, \quad (241)$$

где  $Q_p$  - твердый сток реки, определяемый по [пп. 7.24-7.26](#), кг/с;  $Q_b$  - расход водозабора, м<sup>3</sup>/с;  $Q$  - расход воды в реке, м<sup>3</sup>/с;  $K_n$  - коэффициент захвата наносов, при боковом подходе  $K_n = 1,5 \div 2$ , при фронтальном подходе  $K_n = 1$ ;  $Q_{\text{ннг}}$  - расход воды в напорной галерее

$$Q_{\text{ннг}} = \mu b_{\text{ннг}} h_{\text{ннг}} \sqrt{2gz_0}; \quad (242)$$

$$\mu = 1 / \sqrt{1 + \zeta_{\text{вх}} + \lambda_R \frac{L_{\text{ннг}}}{R_{\text{ннг}}}}; \quad (243)$$

$$\zeta_{\text{вх}} = 0,5; \lambda_R = 0,003 + 1/16 (2 \lg 2R/d + 1,74)^2,$$

$d$  - средний расчетный диаметр донных наносов.

Скорости потока в НПГ назначаются в диапазоне 4-7 м/с и проверяют расчетом по формуле  $v \geq 3\sqrt{gd_{\text{max}}}$ , м/с.

Высоту НПГ принимают в зависимости от глубины воды в верхнем бьефе  $h_{\text{ннг}} = (1/3 - 1/4)H$ .

Расход воды в каждой галерее равен:

$$Q'_{\text{ннг}} = (0,2-0,25)Q_b. \quad (244)$$

Полученные расчетом ширину и высоту НПГ округляют до ближайшего значения, соответствующего стандарту.

Работа НПГ может быть запроектирована в безнапорном и полунпорном режимах движения. Для первого варианта пропускную способность галереи рассчитывают по формуле свободного истечения через водослив с широким порогом, а для второго варианта - по схеме истечения из-под щита. Далее рассчитывают гидравлические элементы галереи  $R$ ,  $\lambda_R$ ,  $i$  по формулам:

$$i = \lambda_R / R \frac{v^2}{2g}; \quad (245)$$

$$\lambda_R = 0,002 + \frac{1}{8 \left( 2 \lg \frac{2R}{d} + 1,74 \right)^2}, \quad (246)$$

где  $d$  - средневзвешенный диаметр влекомых наносов.

**7.28.** Длину промывного кармана определяют по формуле  $L_k = (1,3-1,5)B_b$ , где  $B_b$  - ширина водоприемника.

Ширина кармана -  $B_k = Q_k / v_k \cdot h_k$ , где  $Q_k$  - расчетный расход кармана, м<sup>3</sup>/с. По длине кармана должна обеспечиваться скорость движения потока  $v_k$ , величина которой равна или больше скорости трогания максимальных фракций, отложившихся в верхнем бьефе наносов.

Промывную скорость  $v_{\text{пр}}$ , м/с, в кармане для мелкопесчаных наносов при  $\omega_r \leq 0,003$  м/с следует определять по формуле

$$v_{\text{пр}} = 1,94 \sqrt[4]{\rho \omega_r}, \quad (247)$$



где  $\rho$  - задаваемая мутность потока (2-20), кг/м<sup>3</sup>;  $\omega_r$  - средняя гидравлическая крупность, м/с.

Уклон в кармане, необходимый для промывки, определяют по формуле

$$I_{\text{пр}} = \frac{v_{\text{пр}}^2}{c_{\text{пр}}^2 R_{\text{пр}}} \quad (248)$$

Расход воды, обеспечивающий промыв отложений в кармане,

$$Q_{\text{пр}} = v_{\text{пр}} B_k h_k, \quad (249)$$

где  $h_k$  - средняя глубина в кармане до начала промывки (с учетом величину отложений наносов на дне кармана).

Промыв кармана проводится периодически. Уровень воды в верхнем бьефе может быть постоянным, а водоподача к потребителю не прекращается и во время промывки.

Если график водоподачи потребителя позволяет периодическое отключение водозабора, промыв кармана осуществляется со снижением уровней в верхнем бьефе.

**7.29.** Компоновка водозаборного узла с применением криволинейного промывного кармана, выполненная по [рис. 146](#), позволяет использовать образующуюся на изгибе потока поперечную циркуляцию потока для эффективного отделения наносов из воды и их сброса через галереи или траншеи в нижний бьеф.

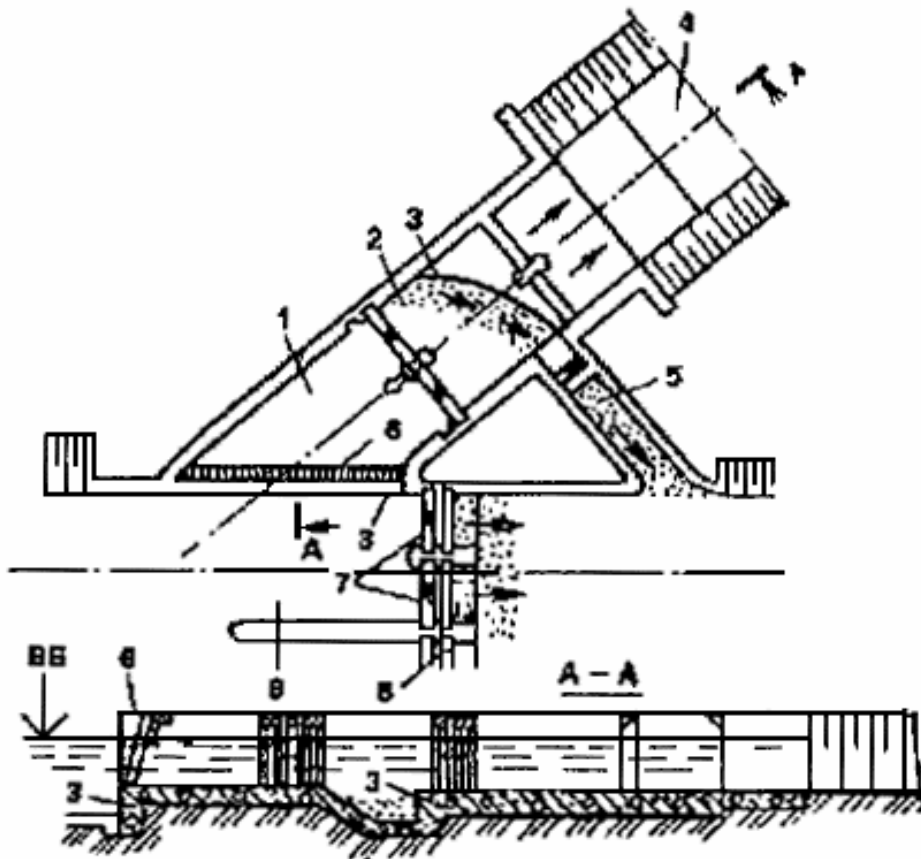


Рис. 146. Водозабор с промывным карманом

1 - водозабор; 2 - гравиеловка; 3 - порог; 4 - водопроводящий тракт; 5 - промывник; 6 - сороудерживающие решетки; 7 - промывные отверстия; 8 - водосбросная плотина; 9 - карман

**7.30.** Габариты водоприемных отверстий бычкового водозабора ([рис. 147](#)) назначают в зависимости от величины входной скорости, пропускаемого расхода и от характеристик местных сопротивлений. Ширину отверстия можно определять по формуле

$$B_{\text{вх}} = \frac{Q(s+t)}{sv_{\text{вх}}H_{\text{вх}}}, \quad (250)$$

где  $v_{\text{вх}}$  - скорость на входе, м/с,  $v_{\text{вх}} = 0,2 \div 0,6$  м/с;  $H_{\text{вх}}$  - высота водоприемника, м;  $s$  - расстояние между стержнями решетки;  $t$  - толщина стержня решетки.

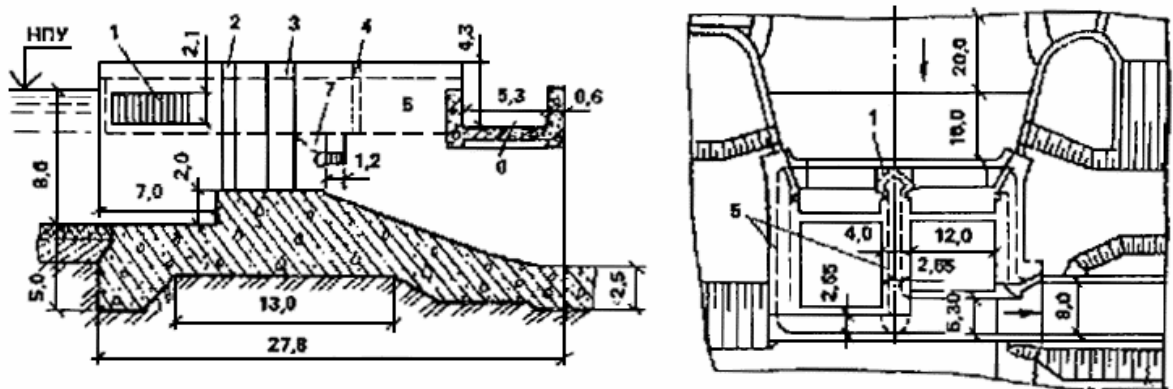


Рис. 147. Горный бычковый водозабор

1 - водоприемное отверстие; 2 - шандорный паз; 3 - паз затвора; 4 - паз затвора водоприемной галереи; 5 - водоприемная галерея; б - лоток; 7 - гравиеловка

В качестве коллектора могут быть использованы галереи или трубопроводы, поперечное сечение и уклоны которых должны обеспечивать транспорт наносов, поскольку их частичное попадание в водоприемник возможно на водотоках с обильными влекомыми наносами.

Коэффициент расхода водоприемника

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \Sigma\zeta}}, \quad (251)$$

где  $\alpha$  - коэффициент кинетической энергии, определяемый по [табл. 26](#).

Таблица 26

$C$	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
$\alpha$	1,25	1,2	1,15	1,12	1,1	1,07	1,05	1,04	1,03	1,02

$$C = \frac{1}{n} R^y$$

;  $\Sigma\zeta$  - суммарный коэффициент местных сопротивлений.

Потери напора, обусловленные входом потока в водоприемник

$$z = \frac{Q_{\Gamma}^2}{\mu^2 b_{\Gamma}^2 h_{\Gamma}^2 2g}, \quad (252)$$

где  $Q_{\Gamma}$ ,  $b_{\Gamma}$ ,  $h_{\Gamma}$  - расход, ширина и высота галереи.

Требуемый уклон галереи определяют по формуле

$$i = \frac{v_{\Gamma}^2}{C_{\Gamma}^2 R_{\Gamma}}, \quad (253)$$

**7.31.** Наносонаправляющие пороги как средство управления донными наносами используют в сочетании с водоприемником или в качестве автономной конструкции. Оптимальное его расположение в плане -  $30-50^{\circ}$  к направлению потока. Ориентировочно высота порога назначается равной  $(0,2-0,4) H$ , где  $H$  - глубина потока в месте установки порога. Усилению эффекта самопромыва порога и его наносонаправляющих свойств способствуют устройство порога переменной высоты и криволинейное плановое очертание.

**7.32.** Для низконапорных гидроузлов целесообразно применение разборчатых плотин с низким порогом и затворами, открываемыми в паводок, которые обеспечивают эффективный промыв отложений наносов в верхнем бьефе.

**7.33.** Пропуск шуги на плотинных гидроузлах осуществляется с помощью сдвоенных или клапанных затворов путем сработки верхних, заполненных шугой слоев воды. Количество затворов, оборудованных для пропуска шуги, определяют компоновкой гидроузла и расположением водоприемника водозабора.

**7.34.** Водоприемник должен ограждаться запанью, отклоняющей шугу к шугосбросным отверстиям. В зависимости от степени шугоносности реки над верхней кромкой окна водоприемника должна обеспечиваться глубина 0,6-1 м. Просвет между нижней кромкой льда и верхом водоприемных окон не должен быть менее 0,3 м.

**7.35.** Улучшение процесса пропуска шуги достигается комплексом эксплуатационных мероприятий (маневрирование затворами плотин, промывных пролетов, затворов НПГ и т. д.).

## **8. РЫБОЗАЩИТНЫЕ, СОРОУДЕРЖИВАЮЩИЕ И ВОДООЧИСТНЫЕ УСТРОЙСТВА ВОДОЗАБОРОВ**

### **Условия выбора рыбозащитных устройств (РЗУ)**

**8.1.** При проектировании гидроузлов и водозаборов на реках рыбохозяйственного значения должна рассматриваться целесообразность строительства рыбопропускных и рыбозащитных сооружений (устройств).

При проектировании рыбопропускных и рыбозащитных сооружений наряду с другими должны быть проведены ихтиологические изыскания и биолого-технические лабораторные и натурные исследования. По результатам этих исследований должна выявляться рыбохозяйственная и экономическая необходимость пропуска рыб через гидроузлы, защиты их на водозаборе, закономерности движения и ската рыб, видовой и количественный состав рыб и другие параметры, необходимые для выбора типа, местоположения и количества рыбопропускных и рыбозащитных сооружений.

*Примечание.* Рекомендации по проектированию рыбопропускных сооружений в данном справочном пособии не рассматриваются. При проектировании рыбопропускных сооружений необходимо пользоваться специальной литературой. В данном пособии рассматриваются РЗУ, относящиеся к системам водоснабжения промышленного и коммунального назначения.

**8.2.** При проектировании рыбозащитных устройств необходимо учитывать наряду с техническими следующие основные биологические характеристики поведения рыб и молоди:

реореакция - ориентация рыб головой на течение и движение против потока воды. С реореакцией у рыб связаны активные и пассивные миграции, питание, защита от хищников, некоторые механизмы стайного поведения и т. п.;

зрение - рецепция, хорошо развитая у большинства пресноводных и проходных рыб, за исключением осетровых и некоторых ночных хищников (сом, налим);

слух - рыбы слышат в широком звуковом диапазоне от 16 до 5000 Гц, а в некоторых случаях до 13 000 Гц. Высокие звуковые и ультразвуковые частоты слухом рыбы не воспринимают;

органы боковой линии - рецептор, которым рыбы воспринимают в основном низкую часть звуковых колебаний с частотой от 1 до 25 Гц, гидродинамические поля и струи воды; это имеет значение при ориентации рыб в потоках с повышенной турбулентностью;

хеморецепция связана с чрезвычайно чувствительными органами обоняния и вкуса. Органы обоняния используются рыбами при сигнализации, обнаружении хищников и пищи, а органы вкуса - в поисках пищи;

минимальные скорости потока, при которых возникает реореакция, называются *пороговыми*. Величины их у рыб разных видов колеблются в пределах 0,4-1,5 л/с, где *l* - длина тела рыбы. Величины пороговых скоростей определяются ихтиологическими исследованиями для конкретных условий и учитываются при применении ряда

способов защиты рыб. Критическая скорость течения - это верхняя граница того интервала скоростей, в котором возможно удержание рыб в потоке. Ее величина равна скорости потока, который сносит рыб, в пределах 6-14 л/с.

Плавательная способность рыб характеризуется временем, в течение которого рыбы способны двигаться с заданной скоростью. Время движения рыб определяется скоростью их плавания: чем, больше скорость, тем меньше время движения. В потоке воды рыбы развивают бросковые скорости движения при преодолении водопадов, стремнин, входных окон в камерах рыбоходов и водоприемников и т. д.; они могут составлять 30-40 длин тела рыб в секунду (л/с). В режиме крейсерских (3-7 л/с) и максимальных (до 15 л/с) рыбы передвигаются в потоке, совершают миграции, удерживаются на участках с определенными гидравлическими условиями и сохраняют места своего постоянного обитания.

**8.3.** Рыбозащита водозаборов должна рассматриваться по двум направлениям:

*первое* направление предусматривает выбор правильного месторасположения водозаборов и их водоприемников и связано с особенностями распределения молоди, ее миграции, сезонным и суточным ритмом попадания в данном конкретном водоеме и водотоке. Определяется район с минимальной концентрацией рыб для устройства водозабора;

*второе* направление связано с защитой рыб, попавших в зону действия водозаборов, и основано на знании приемов управления поведением рыб, их реакций на отдельные раздражители, использующиеся для отпугивания или направления движения молоди, а также на знании скоростей движения рыб. Сезонный ритм попадания молоди рыб в водозаборы различен в разных водоемах и водотоках и может меняться по годам. Наиболее резкое увеличение концентрации молоди в районе водозабора происходит в результате предшествующего нереста производителей и миграции молоди рыб.

**8.4.** При устройстве рыбозащиты следует иметь в виду:

в процессе развития многие виды рыб совершают закономерные перемещения (миграции) из одних мест обитания в другие;

миграционный цикл рыб обычно состоит из нерестовой и нагульной (кормовой, зимовальной миграции). Одной из форм кормовой миграции являются покатные миграции, или скат молоди. Попадание молоди рыб в водоприемные сооружения - это в основном следствие покатных миграций;

в водотоках с достаточной прозрачностью воды в светлое время суток молодь стремится держаться у берегов, где скорости течения соответствуют их плавательной способности;

горизонтальное распределение рыб по ширине реки неравномерно, изменчиво и в значительной степени определяется плавательными способностями рыб. Изменение скоростей течения в реке может приводить к смещению миграционных трасс движения рыб;

перемещение различных рыб происходит в водотоках и водоемах разными путями. Скат личинок осетровых до перехода их к активному питанию совершается в придонных горизонтах реки. В прибрежной зоне, где скатывается молодь полупроходных рыб, молодь осетровых не встречается. Личинки донского судака длиной до 10-12 мм обитают в толще воды, главным образом в верхних слоях, а более крупные - в придонных слоях речных потоков. Ранние личинки леща обитают на мелководье в прибрежной зоне и по мере роста постепенно перемещаются дальше от берегов в придонные слои;

основная масса молоди рыб скатывается вниз по течению после выклева, но молодь некоторых видов задерживается на некоторое время в реках до июня - июля. Чем выше по реке, тем меньше молоди, меньше ее размеры, короче время пребывания;

на водоемах молодь концентрируется в прибрежной зоне с глубинами до 2-5 м.

**8.5.** При проектировании водозаборов нужно пользоваться тремя принципами рыбозащиты:

экологическим - использование закономерностей, связанных с образом жизни (распределением, миграциями и особенностями их попадания в водозабор);

поведенческим - использование реакций рыб на те или иные раздражители (свет, звук, электрическое поле и др.);

физическим - использование ряда физических явлений при условии обеспечения жизнеспособности рыб (задержание механическими преградами, использование разницы плотности воды и рыб и др.).

**8.6.** В отечественной и зарубежной практике наиболее широкое применение получили рыбозащитные устройства, созданные на поведенческом и физическом принципе защиты - различные сетчатые конструкции и фильтры с различным родом заполнителя. В качестве отвода молоди от рыбозащитного устройства (РЗУ) применяются рыбоотводные гидравлические и пневматические устройства, специальные рыбонасосы, кольцевые эжекторы, самотечные каналы.

### Рыбозащитные устройства

**8.7.** Плоские сетки устанавливают в отверстия водоприемников с допустимыми скоростями течения воды сквозь сетку до 0,25 м/с, при скоростях течения в транзитном потоке, обтекающих водоприемник в пределах не менее 0,2-0,5 м/с, и длине водоприемного фронта не более 25 м.

Плоские сетки ([рис. 148](#)) включают следующие основные элементы: несущую конструкцию, сетчатое полотно, очистное устройство, подъемно-транспортное оборудование.

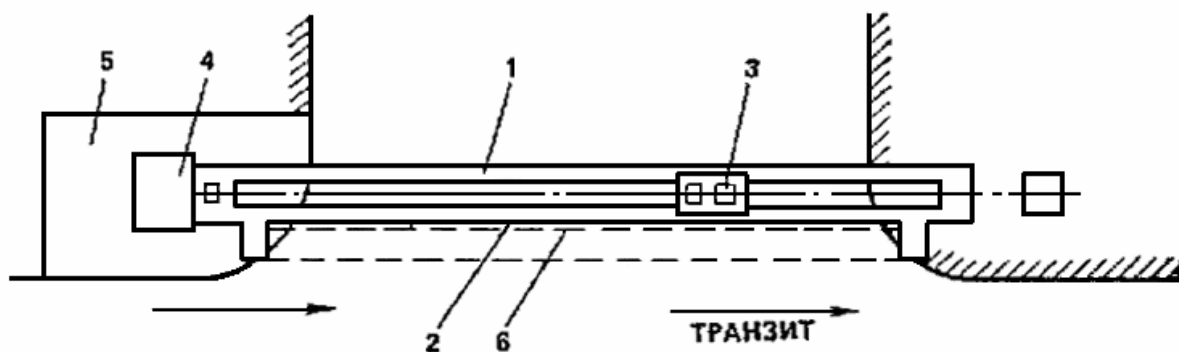


Рис. 148. Схема расположения конструкции рыбозащитного устройства типа плоской сетки

1 - несущая конструкция; 2 - сетчатое полотно; 3 - очистное устройство; 4 - подъемный механизм; 5 - монтажная площадка; 6 - служебный мост

Несущая конструкция предназначена для размещения всех основных элементов плоской сетки. Монтажная площадка несущей конструкции должна возвышаться не менее чем на 1 м над максимальным эксплуатационным уровнем воды.

Сетчатое полотно предназначено для предупреждения попадания рыб, а также мелкого мусора в водоприемник: оно набирается из отдельных сеточных рам или сеточных каркасов. Сетка с ячейкой 1×1 мм предназначается для защиты молоди рыб всех размеров, 2×2 мм - для защиты молоди рыб с длиной тела 15 мм и более, 4×4 мм - для защиты молоди рыб с длиной тела 30 мм и более.

В зависимости от конфигурации оголовка водозаборного сооружения и от других условий сетчатое полотно может быть расположено в плане по прямой линии, по дуге или по окружности, в виде прямоугольника или угла. Ширину отдельных сеточных рам или элементов сеточного каркаса рекомендуется назначать не более 1, высоту не более 1,5 м. Сетчатое полотно устанавливается в вертикальном или наклонном положении.

Очистные устройства служат для очистки сетчатого полотна от мусора, они бывают *гидравлические* и *механические*. В составе конструкции очистного устройства следует предусматривать:

оборудование для водоснабжения водоструйного приспособления;

приспособление для передвижки водоструйных флейт или щеток для очистки всей поверхности сетчатого полотна;

брендспойт для очистки сеток на воздухе, если в этом возникает необходимость;  
средства автоматики для управления работой очистного устройства в зависимости от степени засорения сетчатого полотна;

приспособления для транспортирования мусора, смытого с сетчатого полотна, если транспорт мусора не обеспечивается условиями водотоков и водоемов.

В случае применения для очистки сеток водоструйных флейт их расстояние от сетки не должно превышать 25 см. Скорость движения водоструйных флейт вдоль сетчатого полотна рекомендуется принимать не более 0,2 м/с. При соответствующих условиях возможна очистка плоской сетки обратной промывкой.

Подъемно-транспортное оборудование служит для подъема и посадки на место сеточных рамок и сеточных каркасов и их эвакуации за пределы несущей конструкции, а также для монтажа и демонтажа очистного устройства.

**8.8.** Плоские сетки с рыбоотводами включают следующие основные элементы ([рис. 149](#)): несущую конструкцию, грубую решетку, сетчатое полотно, подъемно-транспортное оборудование, сеточные камеры, рыбоотвод.

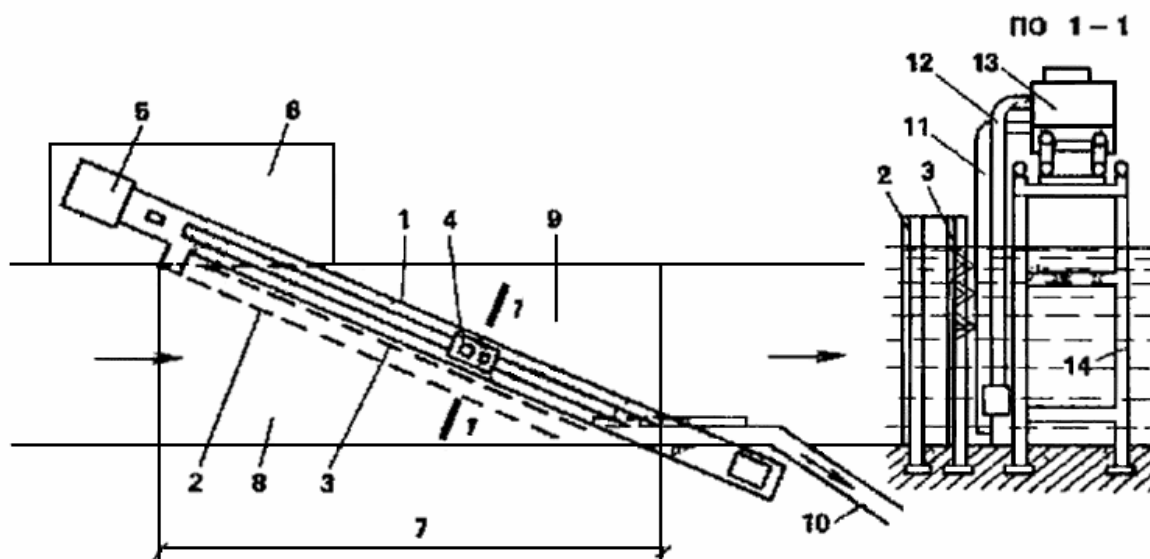


Рис. 149. Схема расположения элементов конструкции рыбозащитного устройства типа плоской сетки с рыбоотводом

1 - несущая конструкция; 2 - грубая решетка; 3 - сетчатое полотно; 4 - очистное устройство; 5 - подъемный механизм; 6 - монтажная площадка; 7 - сеточная камера; 8 - аванкамера; 9 - арьеркамера; 10 - рыбоотвод; 11 - флейта; 12 - всасывающий патрубок; 13 - насос; 14 - опоры пути очистного устройства

Сеточную камеру, служащую для размещения сетки и очистного устройства, рекомендуется выполнять в зависимости от конструкции водозаборного сооружения или в виде открытого лотка прямоугольного либо трапецеидального сечения, или в виде колодца. Размеры аванкамеры (аванкамера - часть сеточной камеры, расположенная перед сетчатым полотном) и арьеркамеры (арьеркамера - часть сеточной камеры, расположенная за сетчатым полотном) определяются габаритами сетчатого полотна и углом его расположения относительно направления потока в камере. Величина скорости течения воды в камере должна быть выше скорости течения на подводящем и отводящем участке сеточной камеры, но ее следует назначать не более 0,7 м/с. Для очистки камеры от отложившихся наносов следует применять специальные механизмы типа эжекторных насосов или другие приспособления. Затворы на входе в камеру следует предусматривать в случае необходимости ее полного осушения с целью очистки и производства ремонта.

Рыбоотвод предназначается для выведения из аванкамеры рыбы и мусора самотечным или машинным способом. Как правило, следует применять один рыбоотвод в камере. При проектировании сетчатых полотен длиной более 25 м следует рассматривать также устройство двух-трех рыбоотводов. Входной участок рыбоотвода следует располагать так, чтобы его ось была параллельна оси общего направления

потока в аванкамере. Ширину входа в рыбоотвод следует назначать в зависимости от крупности, размеров и количества мусора, пропускаемого расхода воды, но не менее 16 см. Вход в рыбоотвод следует выполнять в виде сплошной щели, от поверхности до дна. Расход воды, поступающей в рыбоотвод, регулируется одним или несколькими затворами, устанавливаемыми на входе в рыбоотвод или на другом его участке.

При проектировании рыбоотвода следует рассматривать отвод воды по нему самотеком или с помощью специальных насосов. В рыбоотводе следует выделять участок, оборудованный приспособлениями для установки контрольных ловушек для рыб.

Грубую решетку следует устанавливать на входе в сеточную камеру.

Сетчатое полотно располагается в камере под углом к оси потока от 10 до 25°. Рекомендуется оптимальное расположение сетчатого полотна под углом 15-16°. Нижний участок сетчатого полотна должен примыкать непосредственно к входу в рыбоотвод без промежуточных глухих перекрытий. Сетчатое полотно по условиям конструкции водозаборного сооружения может быть расположено в плане по прямой линии, кругообразно или V-образно. Для водозаборных сооружений, имеющих расходы более 50 м<sup>3</sup>/с, сетчатое полотно устанавливается V-образно в несколько рядов и с несколькими рыбоотводами.

**8.9.** Конусные сетки представляют собой вращающийся усеченный конус, установленный в пазовые конструкции водозаборного сооружения, а также непосредственно в самотечные линии основанием по течению ([рис. 150](#)).

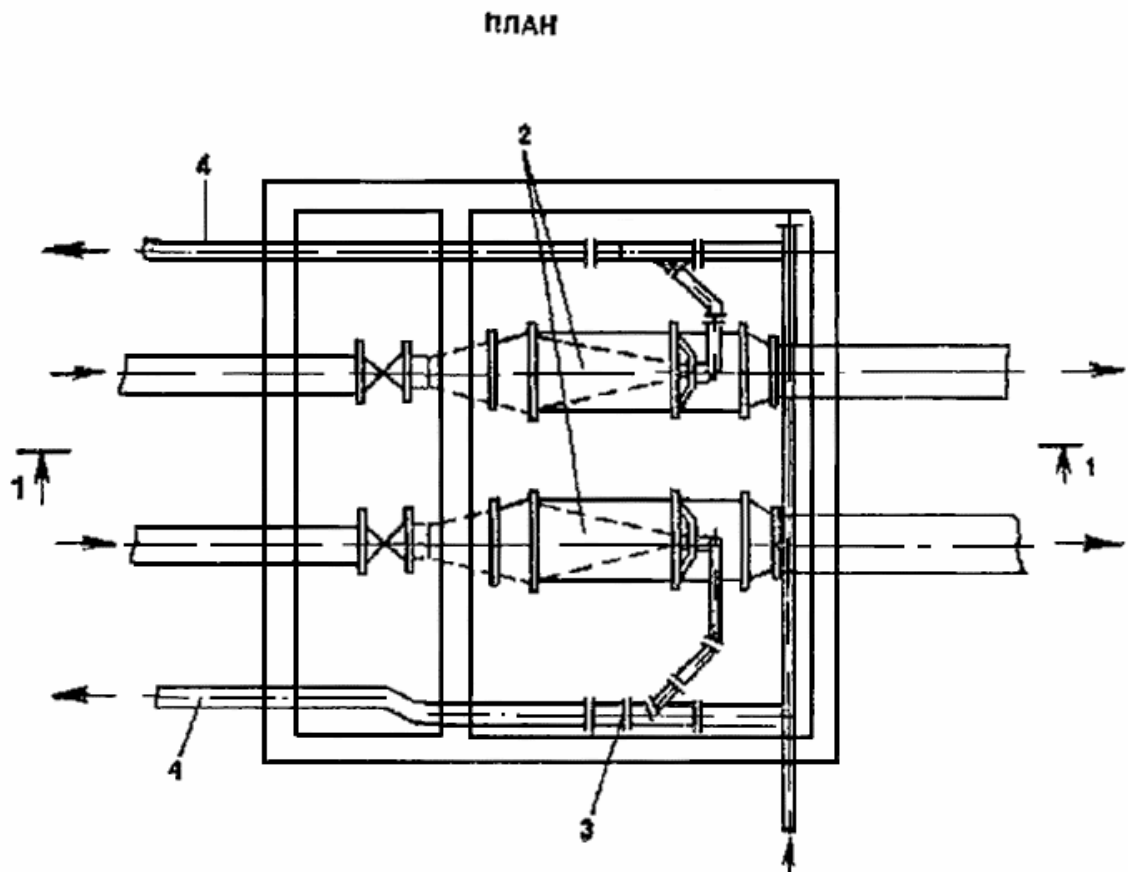
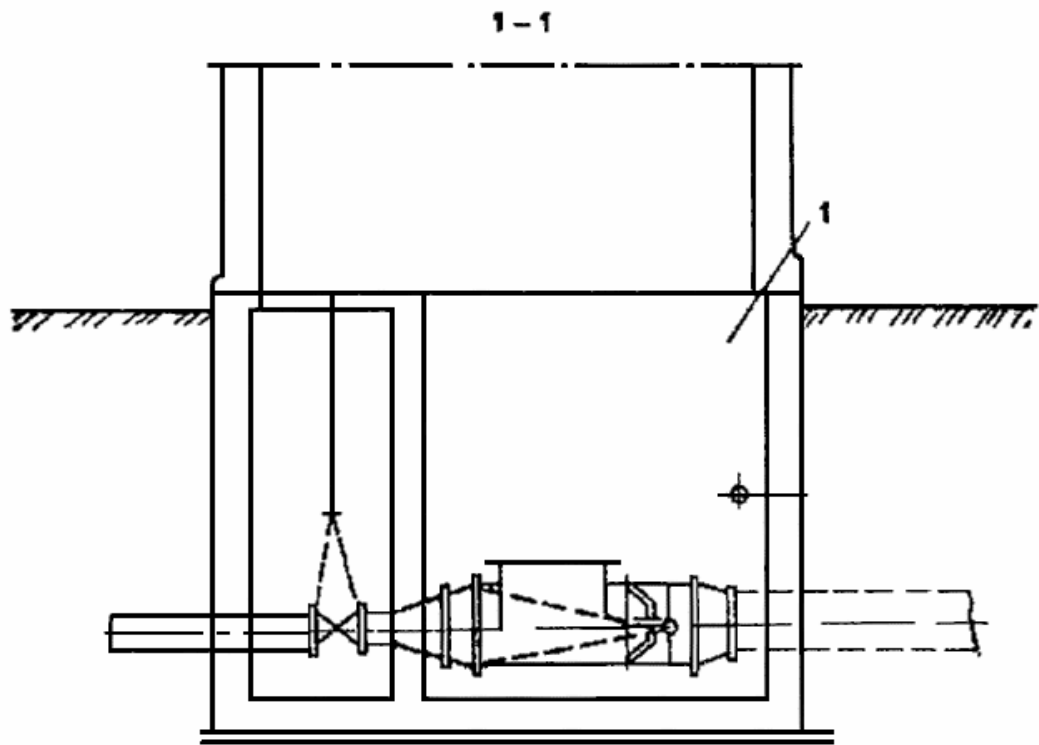


Рис. 150. Схема расположения конусных сеток, установленных в самотечных линиях



1 - камера сеток; 2 - конусные сетки; 3 - водокольцевой эжектор; 4 - рыбоотводные линии

Боковая поверхность конуса обтягивается сеткой, чаще выполненной из отдельных панелей. Вращение конуса осуществляется либо от электродвигателя через редуктор, либо от гидромотора, устанавливаемого под водой на оси конуса. Для смыва прилипшего к сетке мусора с наружной стороны вдоль образующей конуса устанавливается неподвижное промывное устройство.

Вода, очищенная от крупного мусора на грубой сороудерживающей решетке, попадает через большое основание в сетчатый конус и, профильтровавшись сквозь его боковую поверхность поступает в подводящий канал. Попавшие в конус рыба и мусор под влиянием тока воды, вращения конуса и работы очистного устройства перемещаются к его вершине и отводятся с помощью рыбоотводного устройства, рыбонасоса.

**8.10.** Сетчатые рыбозащитные устройства рекомендуется использовать на ирригационных водозаборных сооружениях (ввиду возможности аварийной забивки их шугой и водной растительностью). Основными разработчиками сетчатых рыбозащитных устройств являются: Южгипрпроводхоз, Укргипрпроводхоз, Кубаньгипрпроводхоз, ЛПИ, Запорожский и Ленинградский филиалы института Мосгидросталь.

**8.11.** Учитывая повышенные требования к надежности при постоянном водоотборе в течение всего года, включая шуголедовый период, для водозаборных сооружений промышленно-коммунального назначения предпочтительнее рыбозащитные устройства объемного фильтрующего типа.

**8.12.** В качестве объемных фильтрующих элементов применяют фильтрующие кассеты и контейнеры различных конструкций, которые могут вставляться в пазовые конструкции водоприемников взамен сороудерживающих решеток. Кассета представляет собой металлический каркас, который заполняется фильтром в насыпном или монолитном пористом виде.

**8.13.** На [рис 151](#) представлена схема кассеты, заполненная фильтрующим несвязным материалом (полиэтиленовыми или пластмассовыми шариками, керамзитом, гравием щебнем).

ВИД 1 - 1

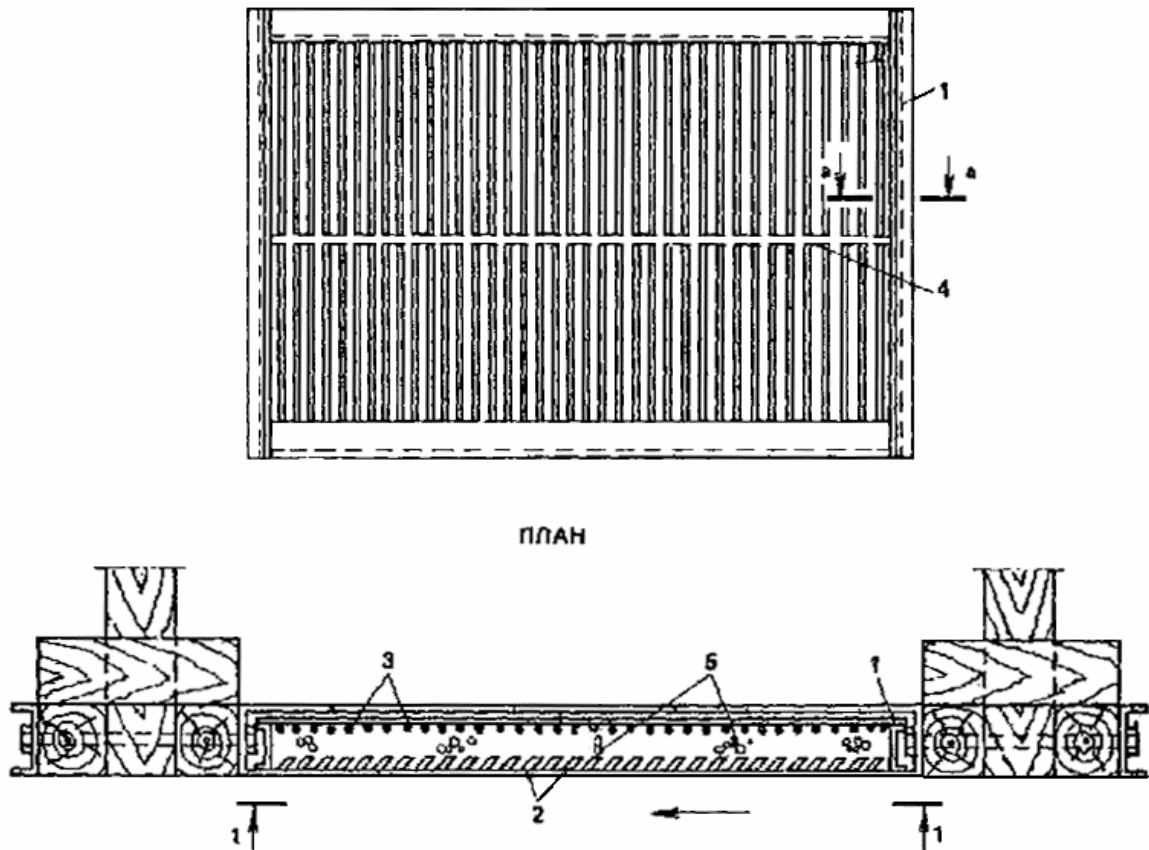


Рис. 151. Плоская кассета с насыпным фильтрующим материалом

1 - металлический каркас; 2 - передние ограничительные ребра; 3 - задние ограничительные стержни; 4 - продольное ребро жесткости; 5 - насыпной наполнитель

Линейные размеры кассет устанавливаются исходя из компоновочных и эксплуатационных условий водоприемника с учетом использования тех или иных подъемных механизмов. Необходимо стремиться к облегчению единичной кассеты (оптимальные линейные размеры кассеты принимаются в пределах 1-2 м).

Передние и задние ограничительные ребра должны обладать жесткостью и устанавливаться с шагом, гарантирующим невыпадение фильтрующего материала. Рекомендуется ребра покрывать гидрофобным материалом.

Толщина кассеты принимается

$$t_k \geq 3d_{cp}, \quad (254)$$

где  $d_{cp}$  - калиброванный диаметр фракций не более 25 мм.

**8.14.** Расчет насыпных фильтрующих кассет следует производить в следующем порядке:

определить площадь водоприемного отверстия (брутто) одной секции

$$\omega_{бр} = 1,25 \frac{q_p}{v_\phi}, \quad (255)$$

где  $v_\phi$  - скорость втекания в водоприемное отверстие, м/с, отнесенная к сечению в свету; по условиям рыбозащиты при расчетах принимается равной 0,04-0,08 м/с;  $q_p$  - расчетный расход одной секции, м<sup>3</sup>/с; 1,25 - коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

рассчитать сопротивление фильтра, выраженное перепадом давления, исходя из зависимости

$$v_\phi = K_T \sqrt{I} \quad (256)$$

по формуле

$$\Delta h = t \left( \frac{v_{\phi}}{K_T} \right)^2 \quad (257)$$

где  $t$  - толщина фильтра, м;  $K_T$  - коэффициент фильтрация для раз личной загрузки фильтра, определяемый приближенно по графику  $v_{\phi} = f(\sqrt{I})$  на [рис. 152](#).

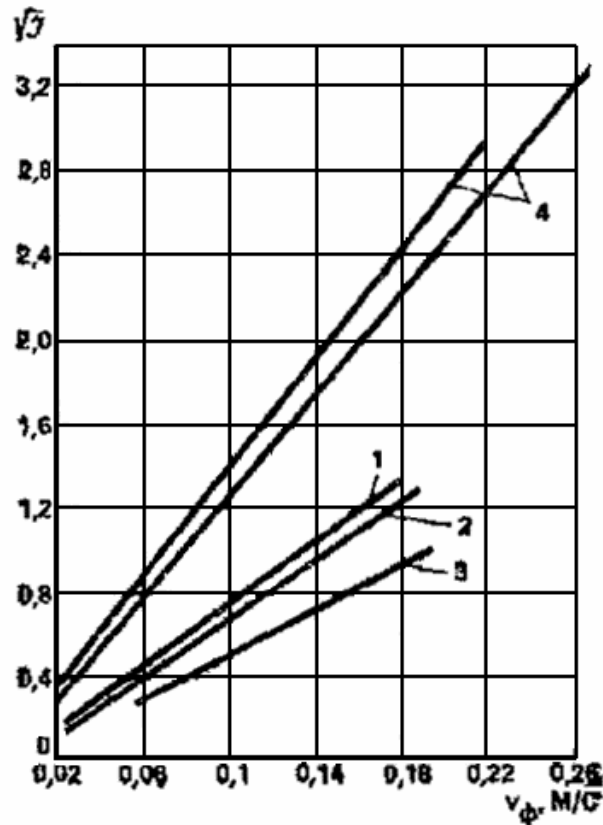


Рис. 152. График зависимости  $v_{\phi} = K_T \sqrt{I}$

1 - кассета с фильтром из щебня  $d = 25-50$  мм; 2 - кассета из шаров  $d = 30$  мм, в двух решетках из стержней  $50 \times 5$  с просветом 23 мм; 3 - кассета с фильтром из керамзита  $d = 20-25$  мм; 4 - кассета из керамзитобетона  $d = 10-20$  мм

**8.15.** Заполнение кассет порозластом производится в виде плит ([рис. 153](#)). Плиты порозластовые фильтрующие изготовляют согласно техническим условиям из порозласта - материала, представляющего собой смесь минерального наполнителя с термопластичным полимерным связующим. В качестве наполнителя должен применяться гравий, керамзит фракций 10-12, 12-16, 16-20 мм. В качестве связующего должен применяться полиэтилен низкой плотности. Содержание полиэтилена должно составлять 4-5 % по массе. Порозласт на керамзите имеет объемный вес 0,75-0,85; порозласт на гравии - 1,5-1,7 т/м<sup>3</sup>.

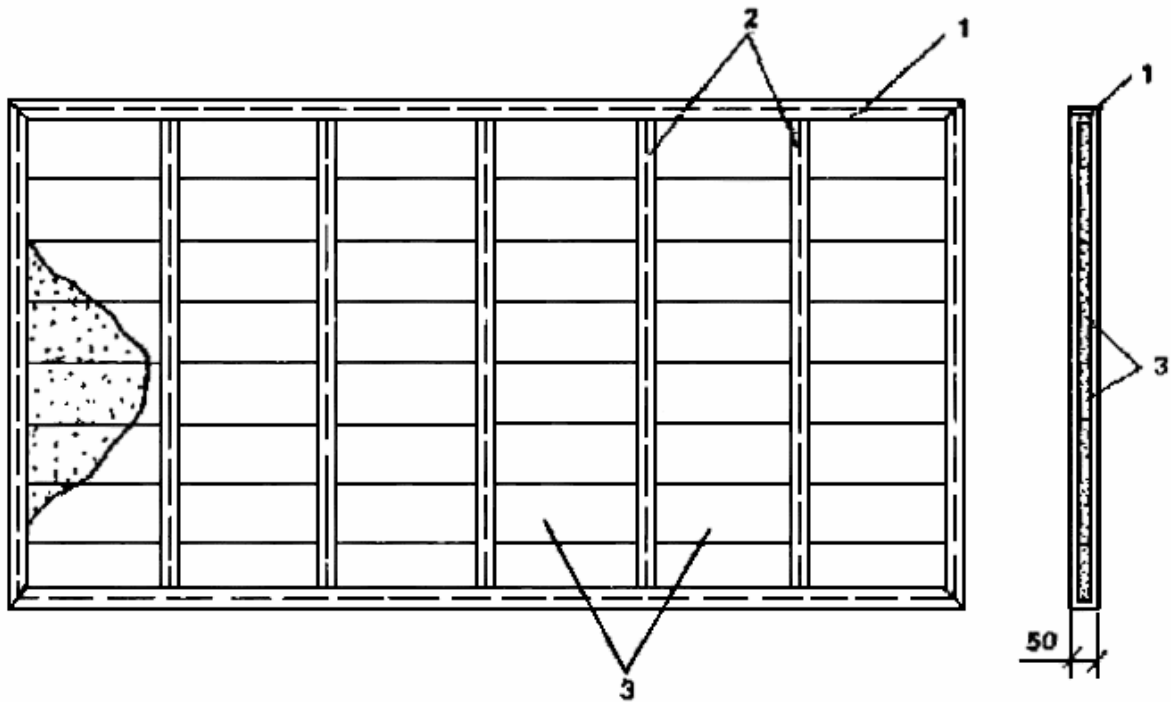


Рис. 153. Схема кассеты, заполненной фильтрующим связным материалом (порозластом)

1 - металлический каркас; 2 - обрамляющие пазовые конструкции; 3 - порозластовые плиты

Пропускная способность одного квадратного метра порозластового фильтра может быть вычислена по формуле

$$q = \frac{0,0668 \sqrt{d_{\text{cp}} H}}{B} K K_3, \quad (258)$$

где  $d_{\text{cp}}$  - средняя крупность зерен наполнителя, м;  $H$  - действующий напор, м;  $B$  - толщина фильтра, м;  $q$  - расход воды, м<sup>3</sup>/с; 0,0668 - числовой коэффициент, учитывающий влияние пористости;  $K$  - коэффициент запаса 0,8-0,9;  $K_3$  - коэффициент засорения 0,3-0,5 без учета промывки.

Величина напора на фильтре проверяется по формуле

$$H = \frac{Q^2 B}{F^2 K_T^2 K_3^2 K^2}, \quad (259)$$

где  $Q$  - расход воды через кассету;  $F$  - площадь кассеты (нетто);  $K_T$  - коэффициент турбулентной фильтрации при средней пористости 28,5 % (табл. 27).

Таблица 27

$d_{\text{cp}}$ , м	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020
$K_T$ , м/с	0,0298	0,0313	0,0328	0,0340	0,0352	0,0367	0,0379	0,0389	0,0400	0,0412	0,0421

Промежуточные значения коэффициента турбулентной фильтрации могут быть подсчитаны по формуле

$$K_T = 0,3 \sqrt{d_{\text{cp}}}. \quad (260)$$

Формула действительна при  $v > 3$  см/с. Необходимо соблюдение условия:  $H' \approx H$ .

**8.16.** Изготовление керамзитобетонных фильтрующих плит производится в оснастке, расположенной горизонтально. Бетонная смесь готовится в бетоносмесителе принудительного действия. Укладка бетонной смеси в оснастку производится вручную. Твердение плит происходит непосредственно в оснастке на поддоне-сетке.

Оснастка представляет собой жесткий металлический каркас или металлическую раму кассеты с приваренной металлической арматурной сеткой. Оснастка устанавливается на поддон-сетку с размером ячеек 3-10 мм для стекания избытка цементного теста и остается так до приобретения бетоном марочной прочности.

Крупность заполнителя рекомендуется применять однофракционной - 10-20 мм. Наибольшая крупность зерен не должна превышать  $1/3-1/5$  наименьшего размера сечения бетонируемой плиты. Водопоглощение зерен керамзита через 1 ч не должно быть более 25 %. Оптимальное отношение цемента к заполнителю 1 : 3. Оптимальное водоцементное отношение 0,4-0,45.

Оптимальное количество портландцемента М400 для армированных плит  $200 \text{ кг/м}^3$ .

Для приготовления крупнопористого бетона на керамзитовом гравии рекомендуется использовать гравитационный смеситель. Порядок загрузки материалов следующий: заполнитель,  $2/3$  необходимого на замес количества воды, цемент, остальное количество воды. Приготовление бетонной смеси для крупнопористого бетона на керамзитовом гравии следует производить, как правило, в непосредственной близости от места ее укладки.

К укладке бетонной смеси следует приступать не позднее 30 мин после ее приготовления. Укладка бетонной смеси должна производиться способами, не допускающими ее расслоения, стекания и перераспределения в ней цементного теста. Уплотнение крупнопористого бетона достигается легким трамбованием или штыкованием.

При естественном твердении крупнопористого бетона необходимо предусматривать меры по предотвращению его преждевременного высыхания - можно укрыть или периодически поливать распыленной водой в течение 3-7 сут после укладки (в зависимости от условий окружающей среды). Нагружение конструкций из крупнопористого бетона допускается в сроки, обеспечивающие соответствующую контролируемую прочность.

Рост прочности крупнопористого бетона на керамзитовом гравии зависит от интенсивности твердения цементного камня только до тех пор, пока прочность цементного камня не достигает прочности заполнителя. Крупнопористый бетон на керамзитовом гравии после формования можно подвергать тепловлажностной обработке без предварительного выдерживания.

Период подъема температуры при пропаривании крупнопористого бетона с учетом его высокой паропроницаемости может быть сокращен (по сравнению с принятыми для других видов бетона режимами): выдерживание при обычной температуре - 34 ч; подъем температуры до  $+60 \text{ }^\circ\text{C}$  - 24; изотермический прогрев - 24; охлаждение - 34 ч.

Контроль качества крупнопористого бетона необходимо обеспечивать на всех этапах производства.

Технологический контроль включает:

- испытание исходных материалов на их соответствие стандартам;
- обеспечение заданной точности дозирования материалов;
- проверку и корректировку состава бетонной смеси;
- обеспечение режимов укладки, уплотнения и твердения бетона;
- испытание контрольных образцов.

Поверхность зерен заполнителя в бетонной смеси должна быть полностью и равномерно покрыта пленкой цементного теста. Скопление в нижней части отформованных изделий излишка цементного теста не допускается.

Разница в объемной массе крупнопористого бетона в верхних и нижних слоях изделия, вызванная различным содержанием цементного теста, не должна превышать 5 %.

Контроль и оценка качества крупнопористого бетона осуществляются в соответствии с техническими условиями на производство бетонных работ.

В качестве вяжущего для приготовления крупнопористого бетона используют цементы, удовлетворяющие требованиям [ГОСТ 10178-85](#).

В качестве заполнителей для крупнопористого бетона используют керамзитовый

гравий, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 9759-83.

Заполнитель необходимо применять во влажном состоянии. Вода для затворения бетонной смеси должна удовлетворять требованиям нормативных документов.

Для армирования крупнопористого керамзитобетона рекомендуется применять все виды арматурной стали, которые допускаются для плотных легких бетонов марок до 100.

При проектировании керамзитобетонных пористых кассет принимаются параметры: фракции керамзита диаметром  $d = 10-20$  мм;  $n$  - пористость (объемная)  $= 0,4$ ;  $K_T$  - коэффициент фильтрации  $= 0,075$  м/с;  $v_{\phi}$  - скорость фильтрации (подходящая)  $0,04-0,06$  м/с.

Определение площади фильтрации (брутто) для водоотбора в одну секцию водоприемника производится по [формуле \(255\)](#). Определение перепада давления на фильтре водоприемника производится по формуле

$$\Delta h = 0,8t, \quad (261)$$

где  $t$  - толщина фильтра, м.

Конструкция кассеты ([рис. 154](#)) рассчитана на давление, возникающее при обратной импульсной промывке и создаваемое столбом жидкости в вакуумной колонне высотой до 2 м.

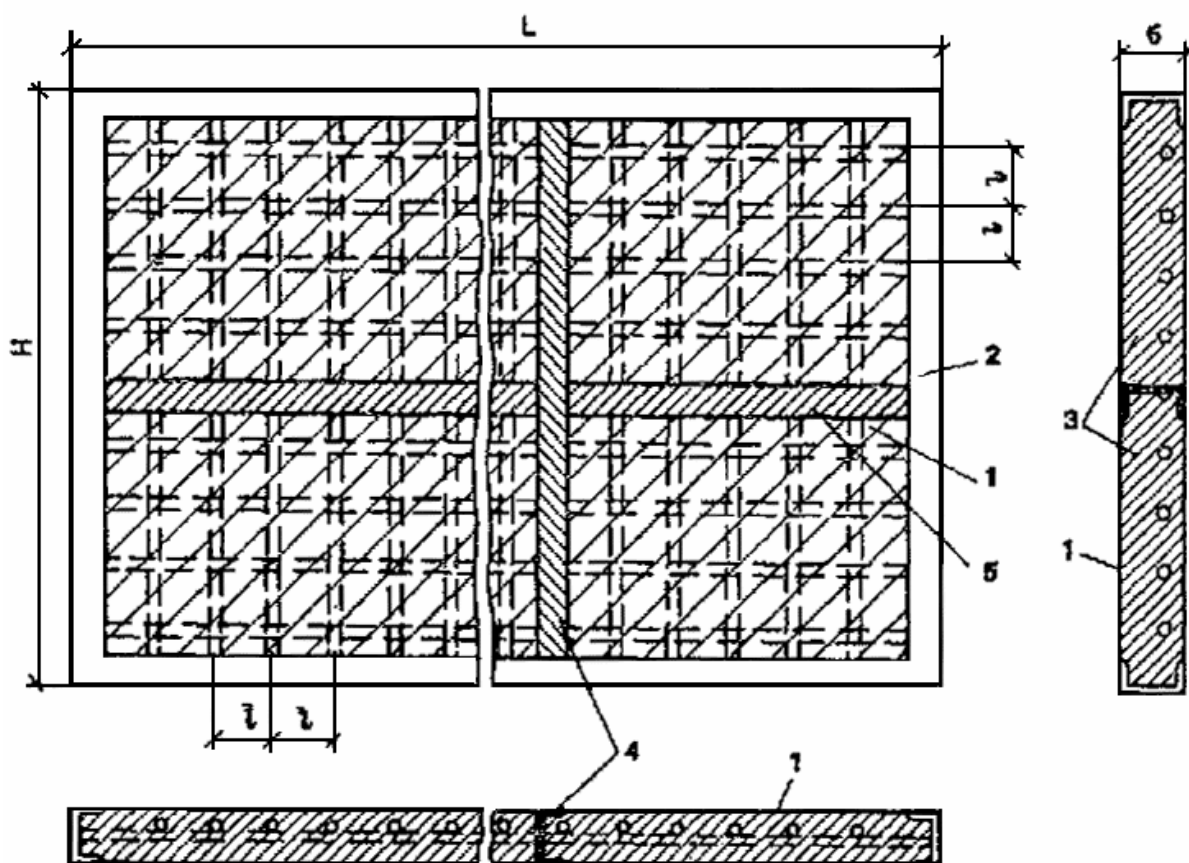


Рис. 154. Конструктивная схема керамзитобетонной кассеты

1 - керамзитобетон; 2 - рама кассеты; 3 - арматура; 4 - поперечная балка; 5 - продольная балка

Толщина кассеты не должна быть менее 3-5 диаметров крупных фракций керамзита. Керамзитобетонная фильтрующая плита обрамляется по контуру металлической рамой, соответствующей пазовым конструкциям и рассчитанной на прочность.

Армированная сетка может быть одинарной и двойной с ячейкой размером 100-200 мм.

Для увеличения прочностных свойств больших по габаритам кассет рекомендуется предусматривать в кассете дополнительное включение поперечных и продольных балок.

8.17. На [рис. 155](#) представлены схемы установки на водоприемниках контейнеров, заполненных щебнем или камнем.

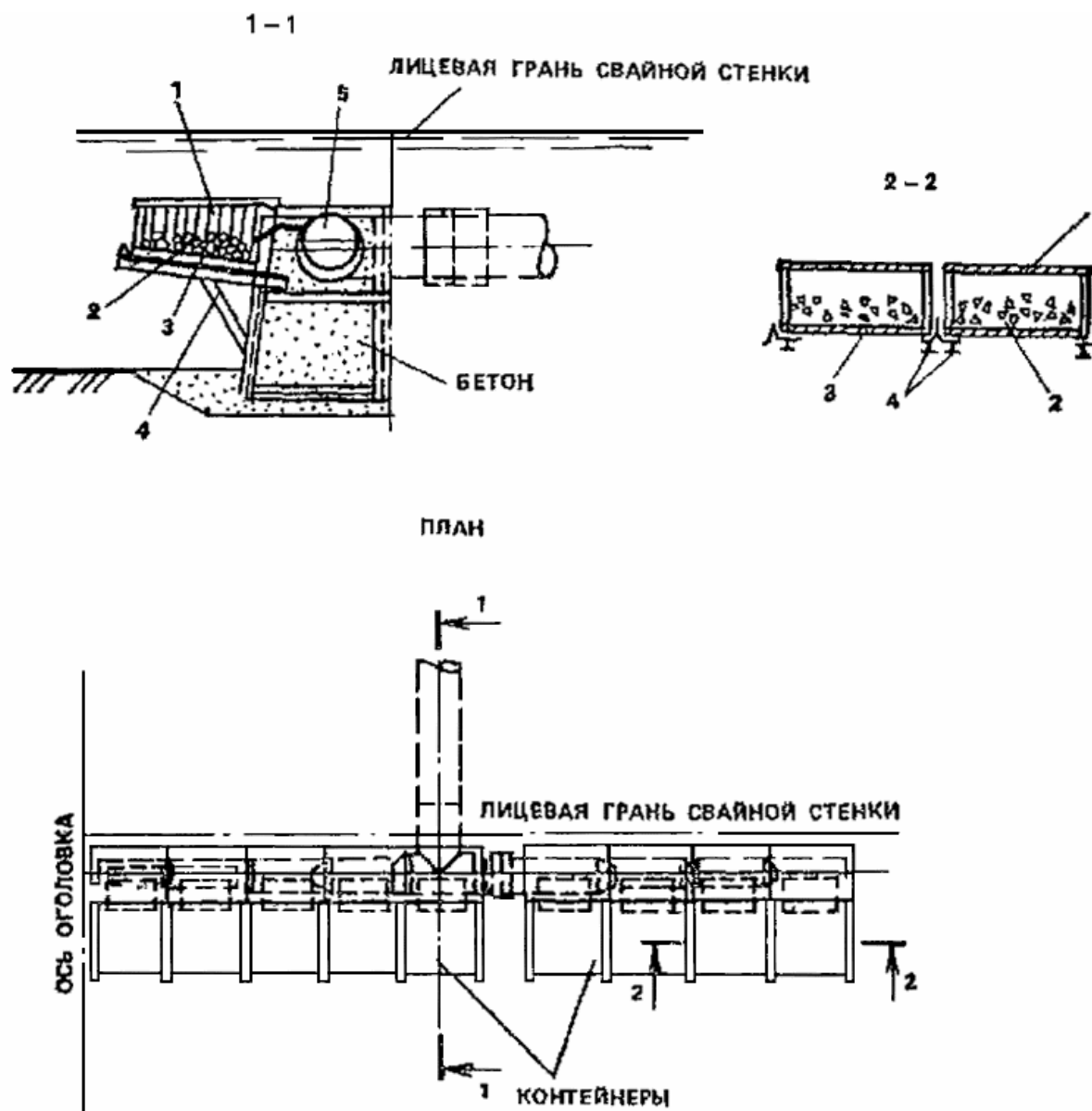


Рис. 155. Схема установки контейнеров на водоприемниках. Контейнеры для консольного водоприемника, заполненные щебнем

1 - контейнер из досок с металлическим каркасом; 2 - заполнитель-щебень; 3 - решетка-ограничитель; 4 - направляющая для установки контейнера; 5 - вихревая камера

Контейнер, заполненный щебнем, с низовым питанием устанавливается на направляющие перед входом в водоприемное отверстие. В контейнер укладывают щебень толщиной 10-20 см.

Промывка заполнителя контейнера возможна или обратной промывкой, или после подъема на специальной площадке. Размеры контейнера выбирают исходя из возможного наличия подъемно-транспортного оборудования при эксплуатации.

8.18. В качестве рыбозащитных устройств на водоприемниках могут применяться пакетно-речные кассеты и жалюзийные решетки ([рис. 156](#)) в качестве экспериментальных.



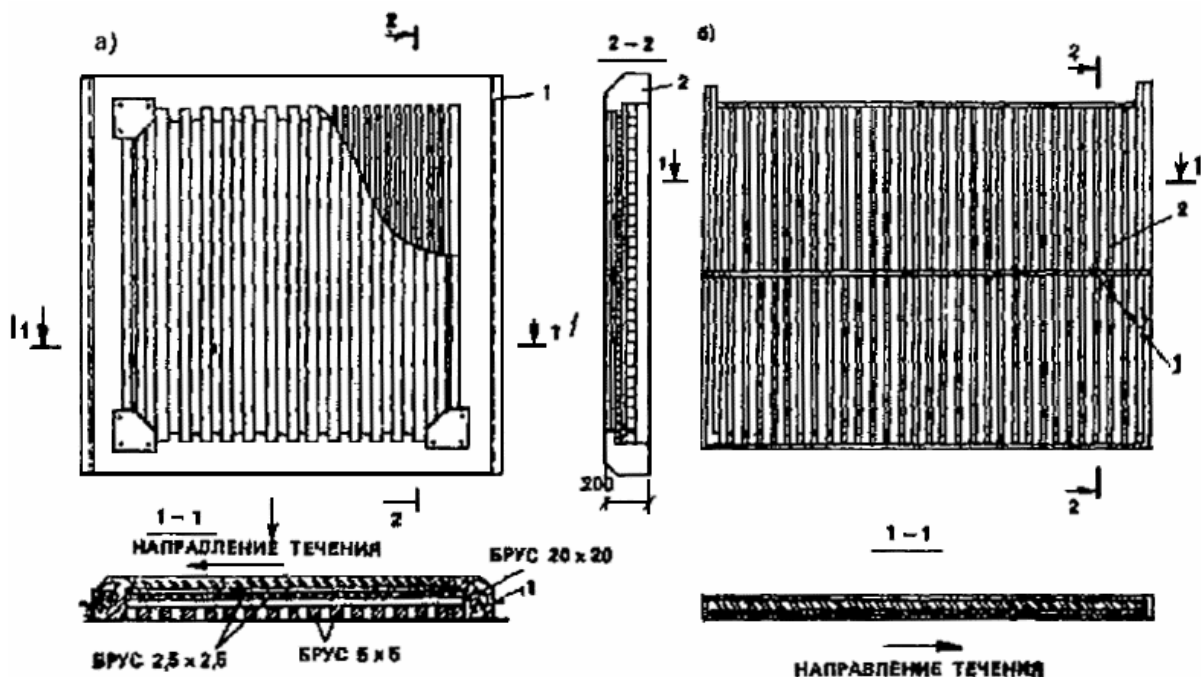


Рис. 156. Пакетно-реечная кассета и жалюзийная решетка

*а* - пакетно-реечная кассета; *1* - контурная металлическая рамка; *2* - деревянная обвязка;  
*б* - жалюзийная решетка; *1* - металлический каркас; *2* - стержни решетки

Пакетно-реечная кассета имеет контурную металлическую раму, приспособленную для опускания в пазы водоприемных отверстий. Отверстие рамы заполнено пакетами реек разного размера и формы. Внутренний пакет кассеты образован рейками прямоугольного сечения, уложенными во взаимно перпендикулярных направлениях. С внешней стороны кассета содержит один ряд косо поставленных к течению деревянных брусков ( $\varphi = 123^\circ$ ). Кассета при необходимости может быть поднята из воды, но в нормальных условиях промывается на месте.

Коэффициент фильтрации рассчитывается по зависимости

$$K_{\phi} \approx 22n\sqrt{d} \quad (262)$$

где  $n$  - пористость кассеты;  $d$  - средний условный поперечный размер реек, см.

Жалюзийные решетки могут выполнять роль рыбозащитных устройств при заборе воды водоприемниками из водотоков со скоростями, в 3-4 раза и более превышающими скорость втекания в водоприемник. Стержни решетки выполняют из полосовой стали, и устанавливают под углом  $135^\circ$  к течению. При таком расположении стержней решетка приобретает свойства самоочищаемости. Ширина стержней принимается в пределах 40-100 мм с расстоянием между ними 20-40 мм.

**8.19.** При установке объемных фильтров в водоприемные отверстия необходимо обеспечивать равномерность отбора воды по всей площади фильтра устройством за фильтром раструбов различной конструкции или телескопических открытых камер (см. [разд. 4](#)).

При укороченных раструбах необходимо устанавливать за фильтрами дополнительное сопротивление по схеме, представленной на [рис. 157](#). В качестве дополнительного сопротивления может быть использован основной объемный фильтр или изготовлена специальная кассета со сквозностью 50-70 %.



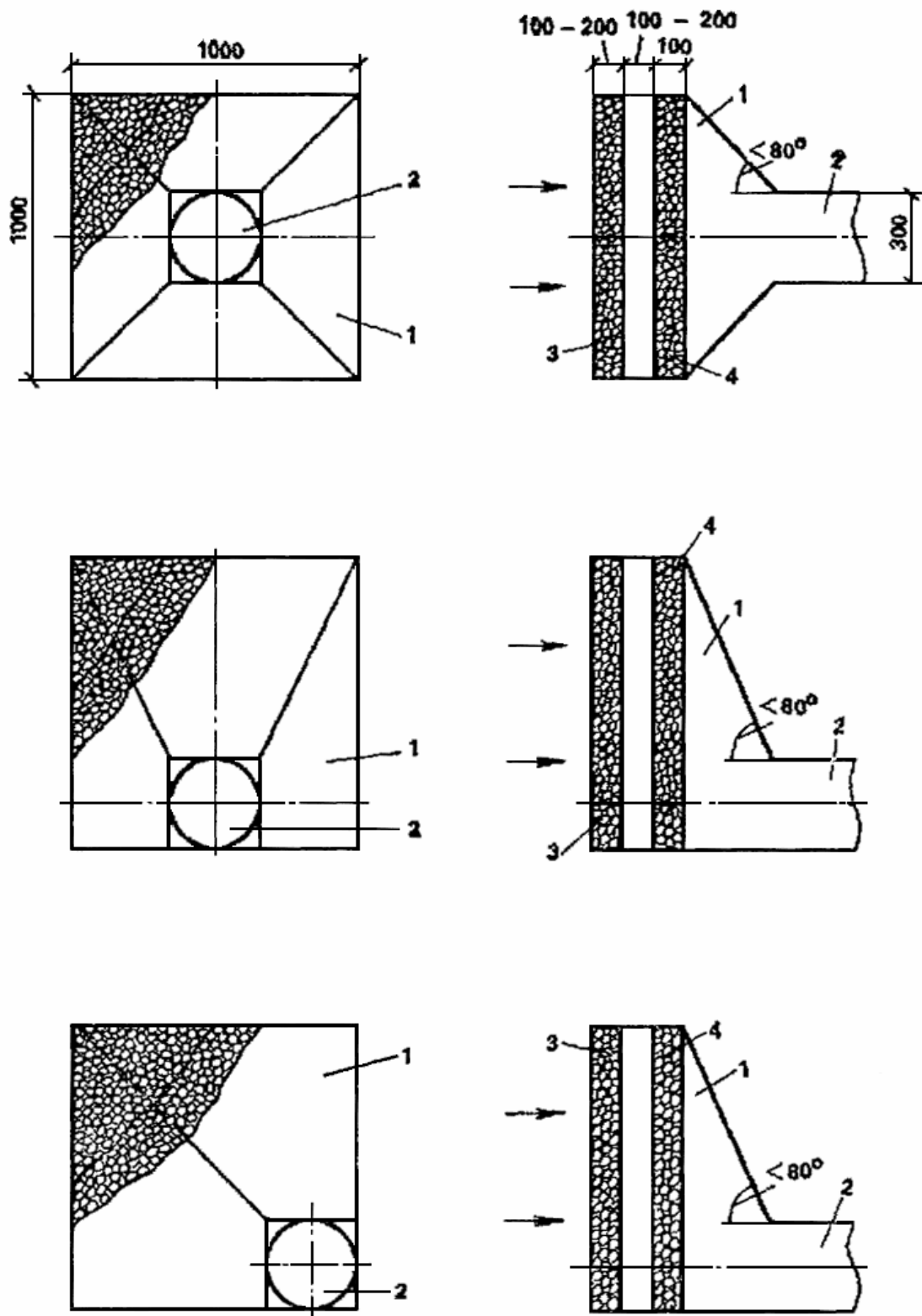


Рис. 157. Схемы укороченных раструбов с дополнительным сопротивлением

1 - корпус раструба; 2 - самотечный водовод; 3 - объемный фильтр; 4 - дополнительное сопротивление

**8.20.** В качестве дополнительных рыбозащитных устройств перед водоприемниками устраивают запани и отбойные козырьки. Они состоят из несущей конструкции и щитов (отбойных полотен). Несущую конструкцию необходимо выполнять стационарной (на сваях и других опорах) или наплавной (на бонах и других плавсредствах). На несущей конструкции следует предусматривать мостики с поручнями для прохода вдоль всей запани и установки контрольных ловушек для рыб. Длину несущей конструкции следует назначать с учетом протяжения фронта водозаборных отверстий, величины отбираемого расхода воды и особенностей гидрологического режима водотока на участке расположения водозаборного

сооружения. Щиты следует заглублять не менее чем на 1 м под горизонт воды. При проектировании запаней и отбойных козырьков следует руководствоваться материалами строительства и эксплуатации мусороотклоняющих запаней и отбойных козырьков. Устройство запаней и отбойных козырьков следует рассматривать совместно с устройством водовоздушной завесы, основные параметры которой определяют, по аналогии с пневмошугозащитой.

### Мероприятия по рыбоотведению

**8.21.** При отсутствии в зоне водоприемных отверстий достаточных по рыбоотведению сносящих скоростей и устойчивой связи токов у водоприемников, размещаемых в глубоко врезанных в берега акваториях (ковши, каналы, врезки) с транзитными потоками, обязательно проведение мероприятий по рыбоотведению молоди рыб.

Их подразделяют на два вида: рыбоотведение с пропуском рыбы через водоподъемные агрегаты и рыбоотвод с интенсификацией бытовых струйных течений.

Для систем промышленно-коммунального водоснабжения наиболее изученным является рыбоотвод с интенсификацией естественных струйных течений, некоторые виды которого рассматриваются в Пособии.

**8.22.** Гидравлическая струенаправляющая рыбоотводная система комплектуется с водоприемной частью водозабора на основе анализа гидравлико-ихтиологических и технических данных по водозабору и при необходимости на основе модельных гидравлических исследований.

Конфигурация береговых врезок-ковшей должна соответствовать наиболее благоприятным структурным течениям потока в бытовых условиях, обеспечивающих надежную связь с транзитными течениями основного потока при минимальной принудительной интенсификации.

На [рис. 158](#) представлена схема СПК для водозабора производительностью до  $6 \text{ м}^3/\text{с}$  с устройством вдоль водоприемника гидравлической напорной струенаправляющей системы, состоящей из двух распределительных водоводов ([рис. 159](#)), установленных по бортам каждой секции водоприемника. Система включается в эксплуатацию при работе СПК в режиме питания по схеме с низовым входом в меженные периоды. Подвод воды к распределительным водоводам осуществляется от основных напорных водоводов водозабора. По длине распределительных водоводов размещаются напорные насадки. Распределительные водоводы устанавливаются таким образом вдоль водоприемного фронта, чтобы относительно равномерными струями создавать локальный транзитный поток, омывающий водоприемные окна с фильтрами и сносящий молодь рыб без травмирования. Струи должны обеспечивать не только отвод молоди рыб от фильтрующей поверхности, где принимаются расчетные скорости на подходе  $0,04\text{-}0,08 \text{ м/с}$ , но и условия для выноса ее из углубления в транзитный поток водотока или безопасную зону водоема. Величина расхода, отбираемая для питания гидравликой струенаправляющей рыбоотводной системы, принимается в пределах  $5\text{-}10 \%$  производительности водозабора.

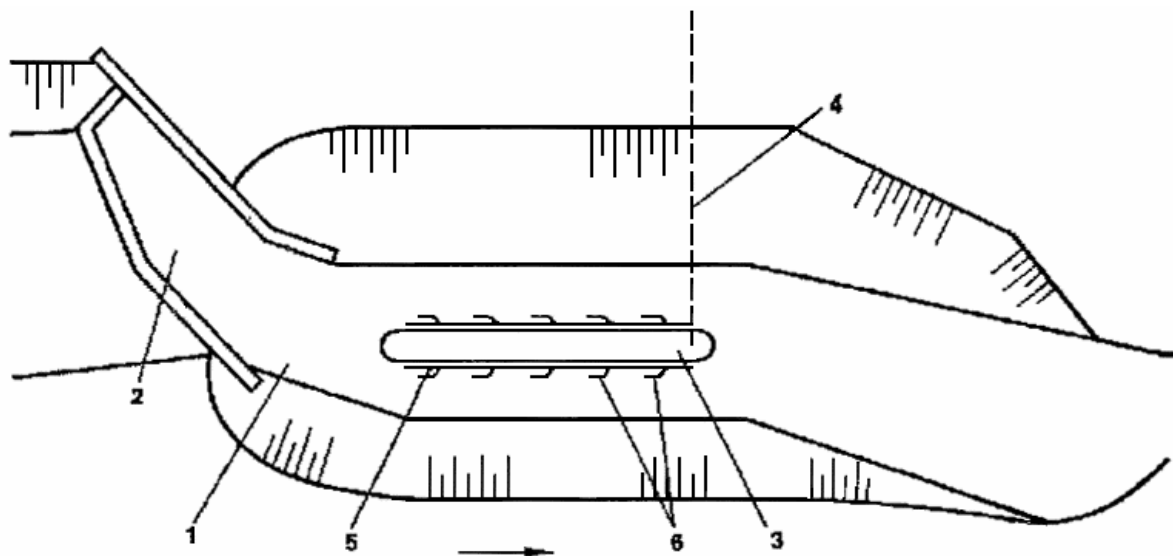


Рис. 158. Схема компоновки гидравлической рыбоотводной системы в СПК  
 1 - СПК; 2 - СФК; 3 - водоприемник; 4 - подводный напорный водовод; 5 - распределительный водовод;  
 6 - насадки

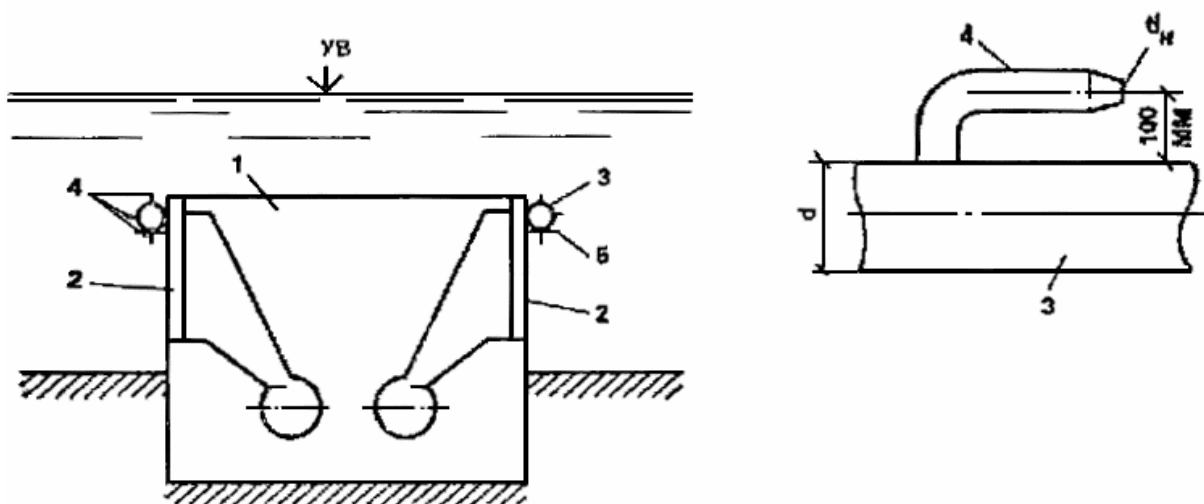


Рис. 159. Схема размещения распределительного водовода на водоприемнике и присоединение насадка

1 - водоприемник; 2 - водоприемное отверстие; 3 - распределительный водовод; 4 - насадки; 5 - крепежный элемент для распределительного водовода

**8.23.** При расчете распределительного водовода определяют диаметр водовода, напор в начале рабочей части, количество напорных насадков и их диаметр.

Определение количества напорных насадков и диаметра проводится методом подбора по принятой допустимой скорости на выходе из насадка  $v_n \leq 10-12$  м/с исходя из условия обеспечения рыбозащиты.

При подборе используют зависимость основных параметров насадков

$$v_n = \mu \sqrt{2gH}, \quad (263)$$

где  $v_n$  - скорость струи на выходе из насадка, м/с;  $\mu = 0,75$  - скоростной коэффициент;  $H$  - напор в водоводе перед насадком, м.

$$q_n = \omega_n \mu \sqrt{2gH}, \quad (264)$$

где  $q_n$  - расход воды через насадок, м<sup>3</sup>/с;  $\omega_n$  - площадь живого сечения насадка, м<sup>2</sup>.

По [формулам \(263\)](#) и [\(264\)](#) производят расчеты и строят вспомогательные графические зависимости. Исходя из принятых пределов  $v_n$  из графика  $v_n = f(H)$

определяют значение  $H$  перед насадком.

Для подбора диаметра насадков и их количества  $n$  выполняют расчеты и графики:  $q_n = f(H)$  при  $d_n = 0,01-0,1$  м;  $n = f(Q_B; q_n)$ ,  $n = f(q_n, H)$ .

Уточнение параметров насадков производится при анализе значений осевых скоростей струй в зависимости от расстояний до выходного сечения, которые определяют по зависимости Г. Н. Абрамовича,

$$v_x = v_n \frac{0,48d_n}{ax + 0,145d_n}, \quad (265)$$

где  $v_x$  - скорость на расстоянии  $x$ , м, от выходного сечения;  $a = 0,075$  - коэффициент турбулентности для круглого выходного сечения.

Из анализа величин  $v_x$  для различных  $x$  и  $d_n$  осуществляется окончательный подбор  $d_n$  и количества насадков по длине рабочей части распределительного водовода.

При определении диаметра распределительного водовода по условиям предотвращения обрастания дрейссеной скорости в нем принимают в пределах 3-5 м/с.

Расположение первого насадка от начала водоприемного фронта предусматривается с таким расчетом, чтобы скорости на границах факела струи были не менее 0,4 м/с.

**8.24.** Пневматическая струенаправляющая рыбоотводная система комплектуется с водоприемной частью водозабора также на основе анализа гидравлико-ихтиологических и технических данных по водозабору и при необходимости на основе модельных гидравлических исследований.

На [рис. 160](#) представлена схема пневматической струенаправляющей рыбоотводной системы, обеспечивающей вынос рыбной молоди; подошедшей к зоне водозабора на поверхность водоема, и отвод ее в безопасную зону. Система состоит из перфорированных труб, соединенных с магистральным подводным трубопроводом для подачи в них сжатого воздуха, струенаправляющих щитов, установленных по периметру водоприемной части, экранов-отражателей, расположенных на поверхности водоема и закрепленных на площадке.

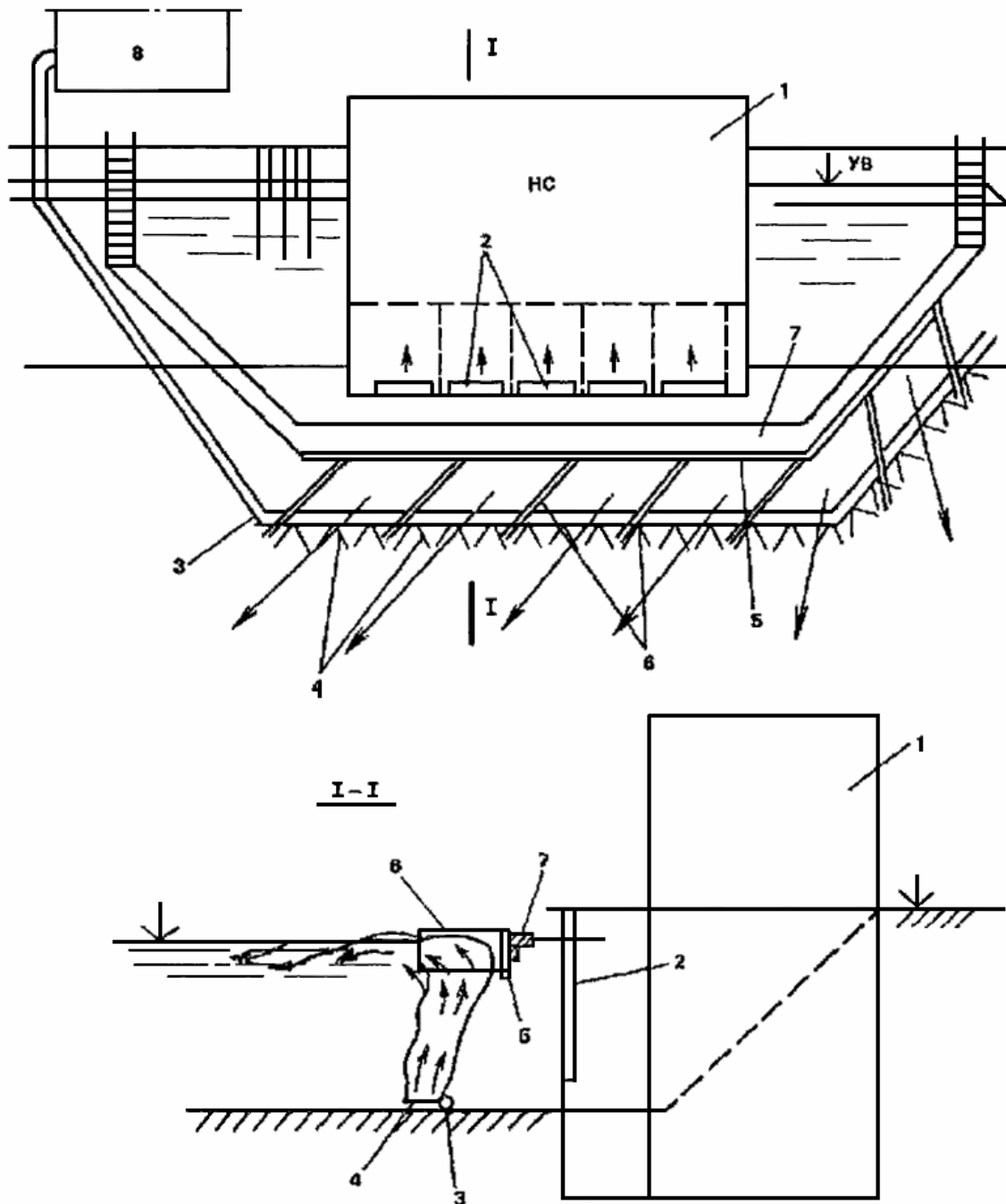


Рис. 160. Схема компоновки пневматической рыбоотводной системы с водозабором берегового типа

1 - водозабор; 2 - водоприемные окна с фильтрами; 3 - коллектор подвода воздуха; 4 - перфорированные трубки; 5 - экран-отражатель; 6 - струенаправляющие щиты; 7 - опорный мостик; 8 - компрессорная

При выпуске сжатого воздуха в водную струю образуются восходящие водовоздушные струи, при набегании которых на струенаправляющие щиты при его переходе в поток поверхностного растекания создается винтообразное течение, отводящее массы воды в сторону от защищаемой зоны.

Основные конструктивные параметры пневматической рыбоотводной системы определяют по аналогии с системой для пневмошугозащиты (см. [п. 8.33](#)).

### Сорудерживающие устройства

**8.25.** При необходимости для предварительной грубой механической очистки воды от относительно крупного мусора водоприемные отверстия оборудуют решетками.

Решетки обычно представляют собой металлическую раму, сваренную из уголкового стали или швеллера с металлическими стержнями из полосовой (50×60 мм) или круглой (8-12 мм) стали. Расстояние между стержнями решетки чаще всего принимают

50-100 мм (рис. 161, а). При предварительных проектных проработках рекомендуются следующие размеры сороудерживающих решеток в зависимости от размеров водоприемных отверстий (табл. 28).

Таблица 28

водоприемного окна	Размеры, мм							Масса решетки, кг
	решетки							
	$H$	$H_1$	$H_2$	$h$	$A$	$L$	$L_2$	
400×600	840	700	600	50	40	500	400	20
600×800	1040	900	800	50	40	700	600	33
800×1000	1255	1130	1000	65	50	930	800	52
1000×1200	1620	1320	1200	80	50	1100	1080	90
1200×1400	1820	1520	1400	80	50	1300	1280	120
1260×2000	2600	2200	1986	120	60	1424	1404	253
1250×2500	3100	2700	2486	120	60	1424	1404	300

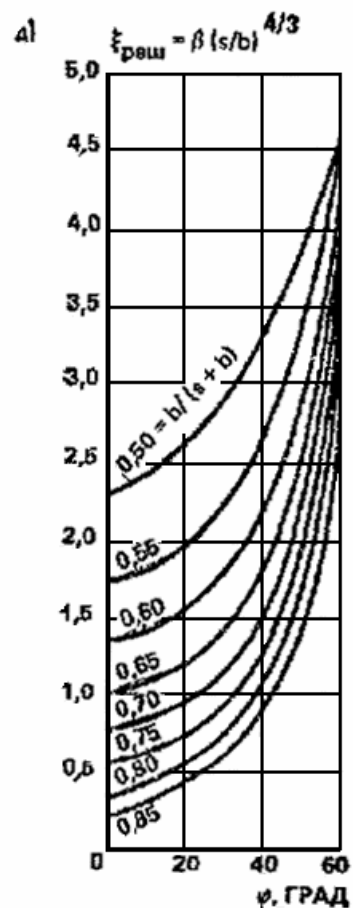
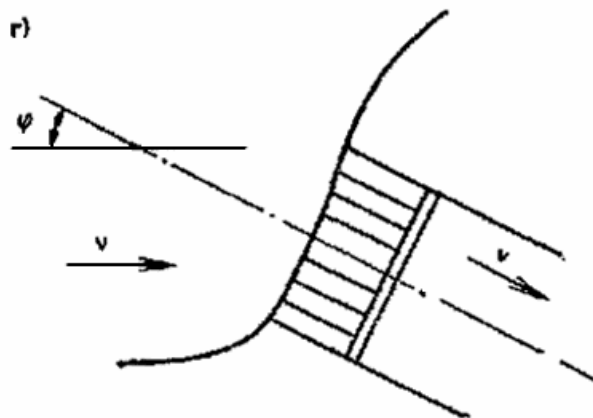
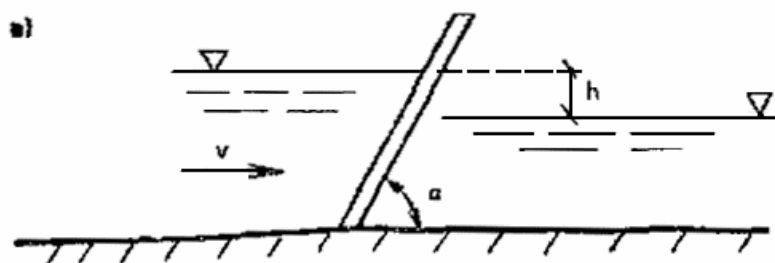
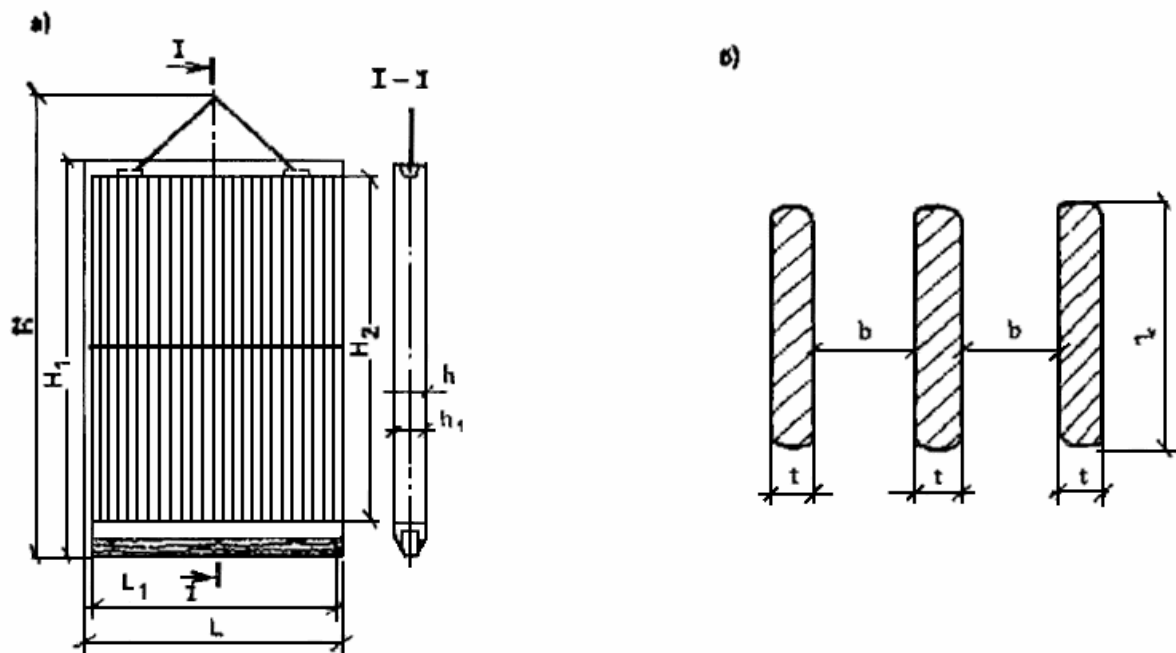


Рис. 161 Сороудерживающая решетка и схема установки устройства в потоке

*a* - сороудерживающая решетка; *б* - сечение и размеры стержней решетки; *в* - расположение решетки с наклоном; *г* - косое расположение решетки; *д* - график зависимости  $\zeta_{resh} = f(\varphi)$

**8.26.** В зависимости от схемы водоприемника и условий эксплуатации сороудерживающие решетки можно устанавливать вертикально или наклонно.

**8.27.** В зависимости от характера засорения решетки (попадания на нее бревен, топляков, торфа, сучьев, водорослей и т. п.) применяют различные очистные механизмы и устройства: грейферы, ковши, механические, свободные и направляемые грабли, специальные тралы, которыми можно перемещать сор вдоль забральной стенки

водоприемника. Оборудование для очистки решеток обычно прикрепляется к тросам кранов, обслуживающих водоприемник станции, или устанавливается на специальных (решеткоочистительных) машинах, передвигающихся вдоль фронта решеток.

**8.28.** Потери напора в решетках определяют по формуле

$$h_{\text{реш}} = \zeta_{\text{реш}} \frac{v^2}{2g}, \quad (266)$$

где  $\zeta_{\text{реш}}$  - коэффициент сопротивления в решетках;  $v$  - средняя скорость перед решеткой

$$\zeta_{\text{реш}} = K \left( \frac{t}{t+b} \right)^{1,6} \left( 2,3 \frac{l}{b} + 8 + 2,4 \frac{b}{l} \right) \sin \alpha, \quad (267)$$

где  $K=0,504$ -для прямоугольных стержней;  $K=0,318$  - для прямоугольных стержней с закругленными входными кромками;  $K=0,182$  для клинообразных стержней с закругленными кромками;  $t$  и  $l$  - соответственно толщина и ширина стержней (рис. 161, б);  $b$  - величина просвета между стержнями;  $\alpha$  - угол наклона решетки к горизонту (рис. 161, в).

Для круглых сечений

$$\zeta_{\text{реш}} = 1,79 \left( \frac{d}{b} \right)^{1/3} \sin \alpha. \quad (268)$$

При косом расположении решетки (рис. 161, з) коэффициент  $\zeta_{\text{реш}}$  для прямоугольных стержней сечением 10×70 мм в зависимости от величины угла  $\varphi$  набегания потока на решетку определяется по графику рис. 161, д.

**8.29.** Для борьбы с обмерзанием решеток применяют покрытие стержней решеток гидрофобными материалами (каучуком, эбонитом, резиной, деревом) или изготавливают их из этих материалов.

Для борьбы с обмерзанием решеток применяют обогрев ее элементов.

Обогрев решеток в окнах водоприемника является эффективной мерой, предотвращающей кристаллизацию переохлажденной воды на стержнях решеток, а также прилипание к ним внутриводного льда. Поэтому обогрев должен осуществляться заблаговременно, до начала переохлаждения воды.

Обогрев не может предохранить решетку от механической забивки комьями шуги и поверхностным льдом.

Для исключения образования на стержнях решеток поверхностного льда надо погрузить решетку в воду или утеплить выступающую из воды часть решетки таким образом, чтобы ее температура была не ниже 0 °С.

Для исключения кристаллизации переохлажденной воды на стержнях решеток необходимо, чтобы все части поверхности решетки, которые подлежат защите от обмерзания, имели температуру несколько более высокую, чем температура кристаллизации воды.

Температура поверхности стержней решетки  $t_p$  определяется по формуле

$$t_p = t_b + P/\alpha, \quad (269)$$

где  $t_p$ ,  $t_b$  - соответственно температура поверхности стержней решетки и воды, °С;  $P$  - мощность, подводимая к стержням решетки, кВт/м<sup>2</sup>;  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи на границе "вода - поверхность стержня".

Расчетные значения  $\alpha$  определяют по формулам:

а) для круглых стержней, с учетом физических параметров воды нулевой температуры

$$\alpha = 1000v^{0,6}/d^{0,4}, \quad (270)$$



где  $v$  - скорость воды в решетке;  $d$  - диаметр стержня.

Наличие шуги повышает значение коэффициента теплоотдачи примерно на 10 %

$$d_{ш} = 1100v^{0,6}/d^{0,4}. \quad (271)$$

Максимальное местное локальное значение коэффициента теплоотдачи повышает среднее значение приблизительно на 80 %;

б) для прямоугольных стержней

$$d = 2200v^{0,8}/b^{0,2}. \quad (272)$$

где  $b$  - длина пути обтекания стержня (половина длины периметра) с учетом влияния шуги в потоке

$$d_{ш} = 2420v^{0,8}/b^{0,2}. \quad (273)$$

При обогреве решеток электрический ток пропускают непосредственно по стержням или, если последние представляют полые трубки, обогрев их производят, закладывая внутрь каждой электрическую грелку или пропуская по трубам нагретый теплоноситель (воду, трансформаторное масло и др.).

При равномерном обогреве в расчет принимают максимальное местное (локальное) значение коэффициента теплоотдачи. При стержнях цилиндрического или прямоугольного сечения с полукруглым оголовком расчетное значение мощности определяют по зависимости

$$P = 0,2v^{0,6}(t_p - t_b)/d^{0,4}. \quad (274)$$

где  $P$  - мощность, кВт на  $1 \text{ м}^2$  поверхности стержней, а не решетки. Мощность обогрева стержней прямоугольного сечения определяют по формуле

$$P = 7,7v^{0,8}(t_p - t_b). \quad (275)$$

Для облегчения пользования формулами приводятся графики [рис. 162](#), а, б.

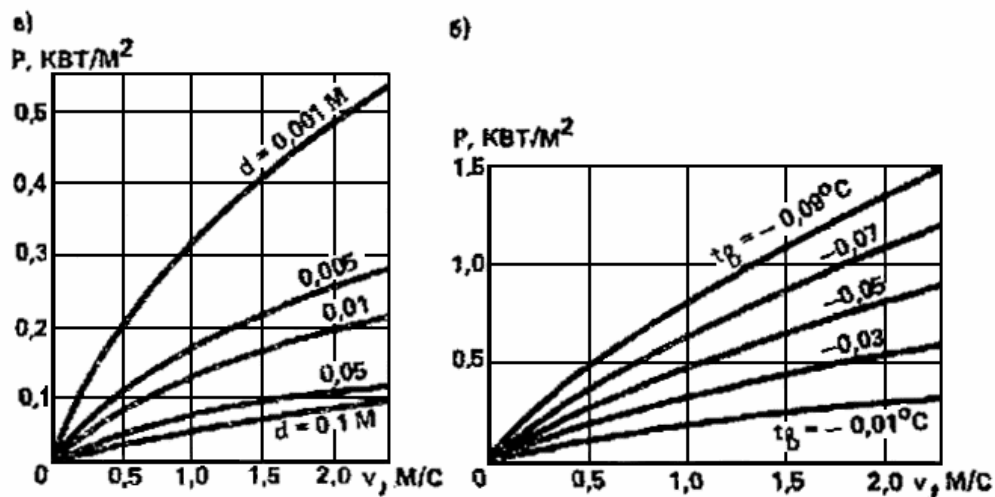


Рис. 162. График для определения необходимой мощности обогрева стержней

а - круглого сечения ( $t_p - t_b$ ) = 0,01 °С; б - прямоугольного сечения

При отсутствии точных данных о переохлаждении воды можно принимать температуру воды, равной  $t_b = -0,04...-0,05$  °С на водотоках с большими глубинными и малыми скоростями и  $t_b = -0,06- -0,08$  °С - на водотоках с малыми глубинными и большими скоростями течения.

При равномерном способе обогрева поверхность стержней оказывается нагретой неравномерно. Если мощность выбрана исходя из среднего значения коэффициента теплоотдачи, то часть поверхности стержня, на которой  $\alpha_x$  больше среднего значения, остается недогретой, а остальная часть стержня, напротив, перегрета.

Одним из возможных способов обеспечения равномерного обогрева стержней

решетки является покрытие их теплоизоляцией различной толщины  $\delta_x \alpha_x = \text{const}$ . Теплоизоляционным покрытием могут быть резина, смеси битума с парафином и канифоли с битумом.

Применение покрытий исключает потери энергии, возникающие от утечек тока через воду, и уменьшает опасность коротких замыканий. При обогреве решеток источником тепла, помещенным внутри полого стержня (горячей водой, паром, электрической грелкой), методы выравнивания температуры могут быть иными. Можно расположить электронагреватели внутри стержня эксцентрично, ближе к передней кромке стержня, или покрыть теплоизоляцией различной толщины внутреннюю сторону полого стержня.

Мощность обогрева, предохраняющего решетку от обмерзания, с неполностью погруженными в воду стержнями окажется достаточной, если все выступающие из воды части решетки окажутся нагретыми до  $0^\circ\text{C}$ .

Для этого должно быть соблюдено условие

$$P_z \geq \alpha_1(-t^\circ), \quad (276)$$

где  $P_z$  - мощность обогрева  $1 \text{ м}^2$  поверхности стержня;  $\alpha_1$  - коэффициент теплоотдачи от стержня к воздуху;  $t^\circ$  - температура воздуха,  $^\circ\text{C}$ .

Для стержней цилиндрического сечения

$$\alpha_1 = 3,7\omega^{0,6}/d^{0,4}, \quad (277)$$

где  $\omega$  - скорость ветра, м/с.

Для стержней прямоугольного сечения

$$\alpha_1 = 7,1\omega^{0,8}/p^{0,2}, \quad (278)$$

где  $p$  - длина периметра поперечного сечения.

**8.30.** Покрытие поверхности решеток криофобными материалами, уменьшающими адгезию льда, является перспективным, но пока находится в стадии разработки.

В [табл. 29](#) приведены результаты определения силы сцепления льда с различными поверхностями.

Таблица 29

Материал	Условия испытания					
	сдвиг	сдвиг	сдвиг	отрыв	отрыв	сдвиг
	При температуре воздуха, $^\circ\text{C}$					
	-80	-20	-1	-10	-4	-10
Железо	5,3	-	2,9	5,8	20	3,4-8,1
Дюраль	6,2	7,6	2,3	-	-	6,2
Стекло	5	8,5	-	-	19	4,5
Дерево	6	-	-	-	-	4,4
Полистирол	1,9	-	-	-	2,2	-
Полиэтилен	2,5	-	-	-	-	0,7
Винипласт	2,2	-	-	1,9	-	-
Бетон	9	-	-	16,2	-	-
Резина	2,8	-	1,2	-	-	1,4-3,5
Плексиглас	3,6	4,4	-	-	-	2,8
Метилполисилоксан на дюрале	-	0,7	-	-	-	0,14-2,1
Полисилоксан на железе	2,1	-	-	-	-	1,8
СКТ на железе	-	-	-	5,5	-	-
КЛС на железе	0,5-1,5	-	-	-	-	-
Герметик на железе	1,1	-	-	-	-	-
СКТ на бетоне	-	-	-	3,6	-	-
Эпоксидная смола на бетоне	3,7	-	-	-	-	-

Наиболее опасным диапазоном температур с точки зрения максимальных значений силы сцепления является диапазон  $-4^\circ\text{C} \dots -12^\circ\text{C}$ . При более низких температурах эта величина существенно падает. При увеличении солёности льда сила сцепления несколько уменьшается.

**8.31.** Для борьбы с образованием льда на решетках может быть использован сброс теплой воды. Расход теплой воды, сбрасываемой в реку выше по течению, определяют по формуле

$$q = \frac{Q(t + \beta\alpha K - t)}{(t_{\eta} + \beta\alpha K - t_1)\eta}, \quad (279)$$

где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий полноту плавления шуги при сосредоточенном сбросе теплой воды,  $\alpha = 0,75-0,80$ ; при подводе теплой воды к решеткам и равномерном распределении ее по поверхности стержней  $\alpha = 0,90$ ;  $\beta$  - коэффициент, учитывающий содержание шуги в речной воде и равный  $0,1-0,4$  в зависимости от балльности шугохода;  $K$  - скрытая теплота плавления льда;  $Q$  - расход воды, поступающей в водоприемник;  $t_1$  - температура речной воды, равная в периоды шугохода -  $0,05$  °С;  $t$  - температура воды, поступающей в водоприемник, равная  $\approx 1$  °С;  $t_{\eta}$  - температура теплой воды, сбрасываемой выше водоприемника;  $\eta$  - коэффициент, зависящий от условий смешения и равный для рек в зависимости от полноты смешения  $0,4-0,6$ .

**8.32.** В ряде случаев по возможности воду для предупреждения обмерзания решеток подогревают паром. Расход пара  $G$ , кг/ч, определяют по формуле

$$G = 1,5Qt_3, \quad (280)$$

где  $Q$  - расчетный расход водозабора, м<sup>3</sup>/ч;  $t_3$  - температура подогрева воды, обычно принимается равной  $0,015-0,04$  °С.

**8.33.** Для защиты водоприемников от механической забивки ледошуговыми образованиями при достаточном обосновании возможно применение пневмозащиты. Расчет параметров пневмозащиты следует вести в следующей последовательности.

Для работоспособности пневмоустановки необходимо, чтобы в активной зоне действия водовоздушного восходящего потока вертикальные составляющие превышали их горизонтальные составляющие в  $K$  раз

$$u > Kv, \quad (281)$$

где  $u, v$  - вертикальные и горизонтальные составляющие абсолютных скоростей  $\omega$  (рис. 163);  $K$  - опытный коэффициент, зависящий от скорости и ледонасыщенности реки.

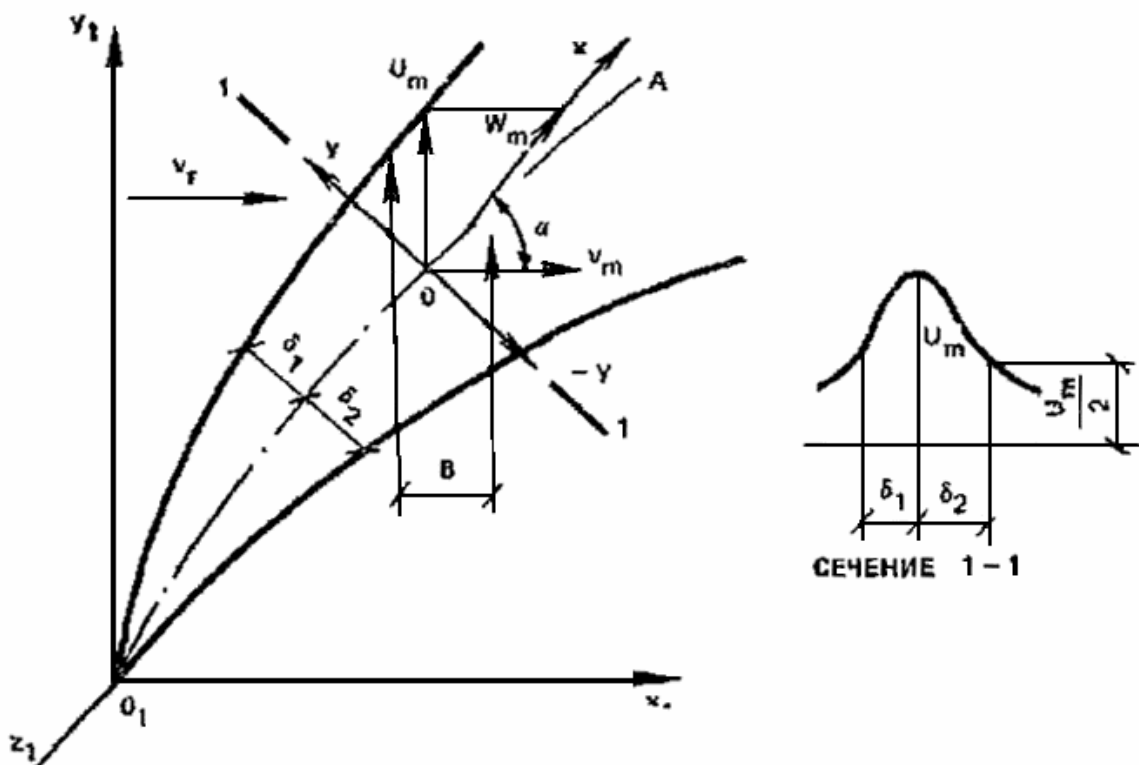


Рис. 163. Схема водовоздушной струи в сносящем речном потоке

$O_1$  - точка истечения воздуха в речной поток;  $\alpha$  - угол наклона траектории струи к горизонтальной плоскости;  $x_1, y_1, z_1$  - текущие координаты;  $x, 0, y$  - дополнительные координаты;  $0_x$  - касательные к траекториям;  $OA$  - траектория струи

Длина активной зоны равна протяженности укладываемых труб, а ширина  $B$  - сумме проекций полутолщин внешней и внутренней сторон струи на ось  $x$ , взятая по половине максимальной вертикальной составляющей скорости на траектории струи

$$B = (\delta_1^B + \delta_2^B) \sin \alpha, \quad (282)$$

где  $\delta_1^B, \delta_2^B$  - полутолщины внешней и внутренней сторон струи, взятые по половине максимальной вертикальной составляющей скорости на траектории струи.

Натурные исследования, проведенные при работе пневмозащиты, используемой в качестве шугозащитного мероприятия, показали, что для максимальных скоростей течения реки  $v_T = 0,5$  м/с - 0,55 м/с для европейской части Советского Союза коэффициент  $K$  можно принимать равным 1,5.

Профили абсолютных скоростей в безразмерных координатах строятся по зависимости

$$\frac{\omega - v_\delta}{\omega_m - v_\delta} = \frac{y}{y_c}, \quad (283)$$

где  $\omega$  - значение абсолютной скорости в рассматриваемой точке;  $\omega_m$  - максимальная скорость в рассматриваемом сечении на траектории струи;  $y$  - координата рассматриваемой точки;  $y_c$  - расстояние от оси струи до точки с абсолютной скоростью:  $y_c = f(\omega_m - v_\delta)/2$  для внешней стороны струи;  $y_c = f(\omega_m/2)$  - для внутренней стороны струи;  $v_\delta = v_T \cos \alpha$  - для внешней стороны струи;  $v_\delta = 0$  - для внутренней стороны струи;  $v_T$  - скорость речного потока;  $\alpha$  - угол наклона траектории струи к горизонтальной плоскости.

Максимальную вертикальную составляющую скорости на траектории водовоздушной струи  $u_{max}$  в определяют по зависимости

$$u_{max} = K \sqrt[3]{\frac{g q_0 u_m}{v_{max}}}, \quad (284)$$

где  $q_0$  - расход воздуха на 1 м перфорированного трубопровода, отнесенный к нормальному давлению;  $g$  - ускорение силы тяжести;  $u_m$  - вертикальная составляющая скорости на оси струи при условии, если скорости в реке отсутствуют;  $K$  - опытный коэффициент  $K = 0,75$  для  $q = 0,008-0,026$  и  $v_{max} \leq 0,55$  м/с.

Вертикальную составляющую скорости на оси водовоздушной струи определяют по зависимости

$$u_m = 1,92 \sqrt[3]{\frac{q_0 g}{\gamma_\omega H_0} (P_0 + \gamma_\omega H_0) \ln \frac{P_0 + \gamma_\omega H_0}{P_0 + 0,22 \gamma_\omega H_0}}, \quad (285)$$

где  $H_0$  - глубина погружения перфорированных труб, м;  $\gamma_\omega$  - объемный вес воды;  $P_0$  - абсолютное давление.

Горизонтальные составляющие на траектории струи определяют по зависимости

$$v = u_m / \operatorname{tg} \alpha. \quad (286)$$

Для создания потока с равномерно распределенными вертикальными составляющими скоростей в активной зоне действия восходящего потока расстояние между отверстиями перфорации соседних труб не должно превышать величину  $l$ . Угол наклона траектории струи к горизонтальной плоскости  $\alpha$  следует брать в сечении струи, где восходящий поток переходит в плановый растекания.

Координаты траектории струи можно определить по графику, приведенному на [рис. 164](#). Этим графиком можно пользоваться до глубины погружения перфорированных труб  $H = 5$  м.

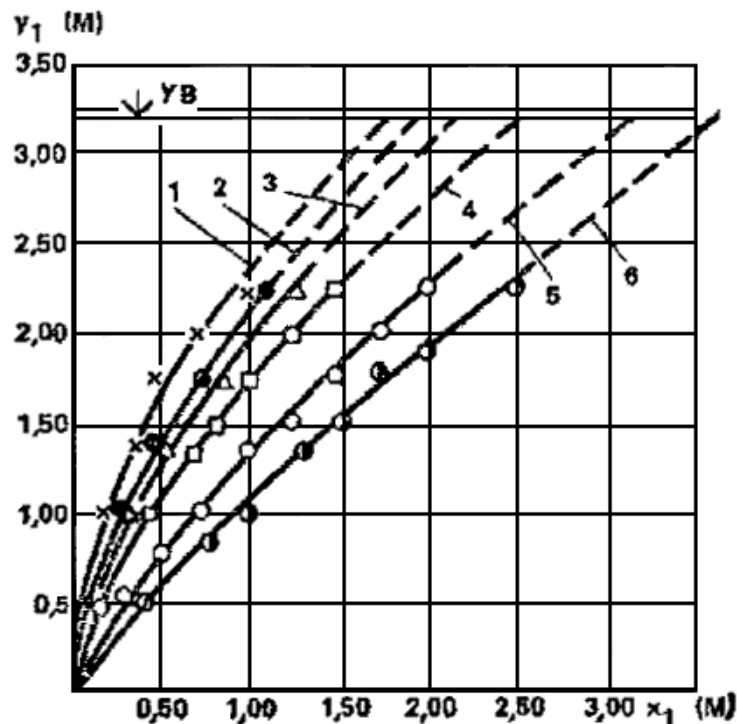


Рис. 164. Траектории водовоздушных струй 1 -  $q_0 = 0,0256$ ; 2 -  $q_0 = 0,0233$ ; 3 -  $q_0 = 0,0216$ ; 4 -  $q_0 = 0,0198$ ; 5 -  $q_0 = 0,0120$ ; 6 -  $q_0 = 0,00835$

Ширину активной зоны следует определять при  $L = H_0/6$  по зависимостям

$$\delta_2 = 1,1L; \quad L = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}; \quad (287)$$

$$\delta_1^B = 0,7\delta_2; \quad \delta_2^B = \delta_2, \quad (288)$$

где  $L$  - расстояние от точки истечения до рассматриваемого сечения;  $x_1, y_1$  - координаты плоскости  $x_1O_1y_1$ ;  $\delta_1, \delta_2$  - полутолщины внешней и внутренней сторон струи, взятые по половине максимальной абсолютной скорости.

### ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В Пособии использованы следующие буквенные обозначения:

$Q_{ср}; Q_{min}; Q_{max}$  и др. - средний, минимальный, максимальный и другие расходы воды или наносов,  $м^3/с$ ;

$q$  - удельный расход воды или наносов,  $м^2/с$ ;

$U_{нр}; U_0; U_{ср}; U_{п}; U_{д}$  и др. - неразмывающая, начальная, средняя, поверхностная, придонная и другие скорости потока,  $м/с$ ;

$u_{п}$  - текущая переменная по вертикали скорость,  $м/с$ ;

$u_x$  - динамическая скорость;

$c_{п}; c_{г}; c_{б}; c_{в}; c_{\alpha}$  - скорости перемещения побочня, гряды, береговой линии, излучины, волны и др.,  $м/сут, м/с$ ;

$H; H_{кр}; H'_{кр}; H_{пл}$  - глубина или напор воды, критическая глубина волны, критическая глубина волны под ложбиной, в плесе,  $м$ ;

$h_{1\%}; h_i; \bar{h}; h'_{пр}; h_{кр}; h_{гр}; h_{пб}; h_{лг}; h_0$  и др. - высота волн соответственно 1 % и  $i$ -той обеспеченности, средней, на глубокой воде, предельно возможной в точке расчета, критической, гребня волны, песчаной гряды, побочня, ленточной гряды, высота конструктивного элемента и др.,  $м$ ;

$\tau; \tau; \tau_{пр}$  и др. - период и средний период волн, перемещения песчаных гряд и др.,  $с$ ;

$\lambda$ ;  $\bar{\lambda}$ ;  $\lambda_{\text{лг}}$ ;  $\lambda_{\text{пб}}$ ;  $\lambda_{\text{н}}$  и др. - длина, средняя длина волны, шаг ленточной гряды, побочня, излучины и др., м;  
 $B_{\text{р}}$ ;  $B_{\text{пр}}$  - ширина реки, прибойной зоны, м;  
 $t^{\circ}$  - начальная температура воды, воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t$ ,  $\Delta t$  - время, интервал времени, с;  
 $\gamma$  - удельный вес,  $\text{т/м}^3$ ;  
 $g$  - ускорение свободного падения;  
 $\rho$  - мутность и плотность воды или воздуха,  $\text{мг/л}$ ,  $\text{т/м}^3$ ;  
 $\omega_{\text{г}}$  - гидравлическая крупность,  $\text{см/с}$ ,  $\text{м/с}$ ;  
 $\omega$  - скорость ветра,  $\text{м/с}$ ;  
 $R$  - гидравлический радиус, м;  
 $I$  - гидравлический или пьезометрический уклон;  
 $L$  - длина участка реки и разгона волн, м;  
 $\alpha^{\circ}$  - угол, образованный между лучом волнения в открытом водоеме и нормалью к берегу, или между избранной осью и направлением потока, град;  
 $\beta^{\circ}$  - угол наклона поверхности откоса или прибрежного склона к горизонту, град;  
 $m = \text{ctg } \beta^{\circ}$  - заложение откоса или прибрежного склона;  
 $\omega$  - площадь сечения потока,  $\text{м}^2$ ;  
 $d$ ;  $\bar{d}$  - диаметр и средний диаметр частиц грунта, мм;  
 $l$  - длина конструктивного элемента, мм, м;  
 $b$  - ширина " " мм, м;  
 $\delta$  - толщина " " мм, м;  
 $D$  - диаметр " " мм, м;  
 $s$  - площадь " "  $\text{мм}^2$ ,  $\text{м}^2$ ;  
 $\eta$  - относительная глубина потока;  
 $z$  - глубина потока от поверхности воды или от ложа источника, м;  
 $\Delta Z$  - местное повышение уровня воды, м;  
 $x$ ,  $y$  - текущие координаты, м;  
 $\mu$  - коэффициент расхода;  
 $p$  - коэффициент пористости;  
 $S_{\text{в}}$  - обобщенный коэффициент, учитывающий потери волновой энергии на возбуждение вдольберегового течения и рефракцию волн)  
 $C$  - коэффициент Шези;  
 $K_3$  - коэффициент засорения конструктивного элемента;  
 $K_{\text{т}}$  - " турбулентной фильтрации;  
 $K_{\text{н}}$  - " потери напора;  
 $K_{\text{то}}$  - " теплообмена между водой и атмосферой ( $\text{м}^2 \cdot \text{к}$ );  
 $K_{\text{тл}}$  - " теплоотдачи;  
 $K_{\text{т}}$  - " теплопроводности;  
 $K_{\text{р}}$  - " рефракции волн;  
 $K_{\text{в}}$  - " учитывающий изменение скорости потока при плановых деформациях ложа реки;  
 $K_{\text{п}}$  - обобщенный коэффициент потерь и перестроения волн;  
 $K_{\text{г}}$  - коэффициент, зависящий от условий волнообразования;  
 $K_{\text{тр}}$  - " трансформации или потери высот волн в процессе первого и последующего разрушений;  
 $K_{\text{д}}$  - " зависящий от крупности наносов;  
 $K_{\beta}$  - " уклона поверхности потока;  
 $K_{\text{ш}}$  - " шероховатости конструктивного элемента;  
 $K_{\lambda}$  - " горизонтальной асимметрии профиля волны;  
 $K_{\text{с}}$  - обобщенный коэффициент потерь в процессе разрушения волн;  
 $\varkappa$  - коэффициент в неплавно изменяющихся течениях;  
 $r$  - радиус кривизны неплавно изменяющегося потока;

$K = 2\pi/\lambda$  - волновое число, рад/м.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
<b>1. Общие вопросы использования поверхностных вод для водоснабжения .....</b>	<b>4</b>
Общие положения.....	4
Общие требования к источнику водоснабжения и водозаборным сооружениям .....	4
Требования к материалам инженерных изысканий.....	6
<b>2. Условия забора воды из водотоков (рек). Характеристика гидрологического режима.....</b>	<b>9</b>
Гидрологические данные .....	9
Русловые деформации .....	10
Оценка деформаций речного русла.....	13
Гидравлическая структура течений .....	17
Местные деформации речного дна .....	28
Классификация условий отбора воды.....	35
<b>3. Условия забора воды из водоемов.....</b>	<b>36</b>
Основные особенности водоемов.....	36
Элементы волн в прибрежной зоне.....	37
Пример расчета элементов ветровых волн.....	43
Течения в водоемах .....	45
Миграция наносов и мутность воды .....	49
Гидротермика водоемов.....	56
Взаимодействие течений с сооружениями.....	58
Классификация условий забора воды .....	62
<b>4. Сооружения для забора поверхностных вод .....</b>	<b>64</b>
Классификация, категории и требования, предъявляемые к водозаборам .....	64
Основные типы водоприемных устройств .....	67
Затопленные водоприемники и водоводы.....	68
Водоприемники с вихревыми камерами.....	71
Щелевые водоприемники.....	79
Фильтрующие водоприемники.....	87
Комбинированные водоприемники.....	91
Промывка водоприемников .....	95
Гидравлическое наносозащитное устройство.....	100
<b>5. Водозаборные сооружения на водотоках .....</b>	<b>109</b>
Выбор места расположения, типа и конструктивной схемы водозаборных сооружений.....	109
Водозаборные сооружения с русловыми водоприемниками .....	111
Водозаборные сооружения берегового типа.....	112
Водоприемные ковши.....	115
Нестационарные водозаборные сооружения .....	126
Водозаборные сооружения на водотоках с неустойчивыми руслами .....	129
Водозаборные сооружения в районах распространения вечномерзлых грунтов.....	130
Водозаборные сооружения в нижних бьефах гидроузлов и устьевых участках водотоков, впадающих в водоемы .....	134
Русловые сооружения для забора воды из водотоков с малыми глубинами .....	136
Самопромывающиеся ковши.....	139
Мероприятия по защите водозаборных сооружений от шуги.....	149
<b>6. Водозаборные сооружения на водоемах, выбор места расположения, типа и компоновки водозаборных сооружений.....</b>	<b>150</b>
Общие требования к водозаборам.....	150
Водозаборы с самотечными или сифонными водоводами .....	151
Водозаборы берегового типа .....	158
Водозаборные сооружения с подводным огражденным каналом .....	159

Водозаборы островного типа.....	165
Комбинированные водозаборы .....	166
Водозаборные сооружения в условиях стратифицированного водоема.....	166
Мероприятия по защите водозаборных сооружений от наносов, мусора, планктона и шугольда .....	168
<b>7. Водозаборные плотинные гидроузлы .....</b>	<b>170</b>
Назначение плотин, сооружаемых для целей водоснабжения.....	170
Гидроузлы на равнинных водотоках.....	171
Гидроузлы на предгорных и горных участках рек .....	176
Защита плотинных водозаборов от наносов .....	182
<b>8. Рыбозащитные, сороудерживающие и водоочистные устройства водозаборов .....</b>	<b>191</b>
Условия выбора рыбозащитных устройств (РЗУ).....	191
Рыбозащитные устройства.....	193
Мероприятия по рыбоотведению .....	206
Сороудерживающие устройства .....	209



**ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ (ВНИИ ВОДГЕО) ГОССТРОЯ СССР**

**ПОСОБИЕ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД  
(К СНИП 2.04.02-84)**

*Утверждено  
приказом ВНИИ ВОДГЕО  
от 26 марта 1986 г. № 46*

Рекомендовано к изданию решением секции “Инженерная гидрогеология” Научно-технического совета ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР.

**ВВЕДЕНИЕ**

Настоящее пособие разработано к СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

В Пособии приведены: основные положения по использованию подземных вод в народном хозяйстве, их охране от загрязнения и истощения, описание применяемых в современной практике водоснабжения типов водозаборов (скважин, шахтных колодцев, горизонтальных и лучевых водозаборов, каптажей источников), их конструктивных особенностей и гидрогеологических условий применения, состав исходных данных для проектирования водозаборов; требования к подготовленности эксплуатационных запасов подземных вод для разработки проектов и рекомендации по использованию материалов о наличии подземных вод для обоснования принятия их на предпроектных стадиях в качестве источника водоснабжения, методы проектирования водозаборных сооружений, условия выбора и технико-экономического обоснования типа водозаборов; методика расчета производительности водозаборов, данные по оборудованию водозаборов фильтрами, водоподъемниками и контрольно-измерительной аппаратурой, способы пополнения запасов подземных вод; необходимые резервы на водозаборах в подаче воды; указания об опробовании водозаборов, наблюдениях за режимом подземных вод на их участках, технические условия и способы восстановления производительности водозаборов.

В Пособии излагаются также основные положения по оценке качества воды и составлению проектов зон санитарной охраны водозаборов подземных вод.

Пособие отражает современный научно-технический и производственный уровни использования подземных вод для водоснабжения, опыт проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов, а также последние научные достижения в области оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

Пособие разработано ВНИИ ВОДГЕО (доктора техн. наук В. С. Алексеев, Н. П. Куранов, А. Ж. Муфтахов, кандидаты техн. наук К. С. Боголюбов, Г. М. Коммунар, Н. Н. Лапшин), А. Е. Орадовская, В. Т. Гребенников, Э. М. Хохлатов), Союзводоканал-проектом (инженеры А. И. Арцев, А. Ф. Бриткин, А. С. Игнатович);

ПНИИИС (канд. техн. наук Г. А. Разумов), ВНИИГС Минмонтажспецстроя СССР (канд. техн. наук В. В. Верстов)

**1 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И ПОДЗАКОННЫЕ НОРМАТИВНЫЕ  
АКТЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НАРОДНОМ  
ХОЗЯЙСТВЕ**

**Основные законодательные акты**

**1.1.** Подземные воды как природный объект в пределах территории СССР находятся в собственности государства и предоставляются хозяйственным, общественным организациям и отдельным гражданам только в пользование.

При использовании подземных вод в народном хозяйстве возникает круг водных отношений, подлежащих регулированию водным законодательством.

Таким единым для всей страны законодательным актом являются “Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик”.

Этим основным законодательным актом, имеющим юридическую силу, регулируются общие водные отношения в СССР по поводу природных запасов воды, их изучения, учета, использования, планирования, освоения, охраны от загрязнения и истощения, предупреждения и ликвидации вредного воздействия вод, устройства и эксплуатации водохозяйственных сооружений, прав и обязанностей

водопользователей-предприятий, организаций, учреждений и граждан, контроля за использованием и охраной вод.

В отношении использования подземных вод статья 21 “Основ водного законодательства” гласит: “Использование подземных вод питьевого качества для нужд, не связанных с питьевым и бытовым водоснабжением, как правило, не допускается. В районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водные источники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, органы по регулированию использования и охране вод могут разрешить использование этих вод для целей, не связанных с питьевым и бытовым водоснабжением”.

В статье 24 указано: “Подземные воды (пресные, минеральные, термальные), не отнесенные к категории питьевых или лечебных вод, могут в установленном порядке использоваться для технического водоснабжения, извлечения содержащихся в них химических элементов, получения тепловой энергии и других производственных нужд с соблюдением требований рационального использования и охраны вод”, а в статье 14 сформулированы понятия о двух видах водопользования: общем - осуществляемом без применения сооружений или технических устройств, влияющих на состояние вод, и специальном - осуществляемом с применением таких сооружений или устройств. К специальному водопользованию в отдельных случаях может быть отнесено пользование водными объектами без применения сооружений и технических устройств, но оказывающее влияние на состояние вод. Отбор подземных вод водозаборами является специальным видом водопользования.

**1.2.** В полном соответствии с “Основами водного законодательства Союза ССР и союзных республик” в каждой союзной республике разработаны и утверждены в законодательном порядке и действуют в качестве республиканских законодательных актов “Водные кодексы”.

В отличие от Основ, регулирующих весь круг водных отношений и содержащих изложенные в общем виде принципиальные установки о правом режиме водных ресурсов, условиях и порядке их учета, использования и охраны применительно к Союзу ССР в целом, Водные кодексы, регулирующие также весь круг водных отношений, имеют силу закона лишь в пределах республик и содержат детальное изложение юридических норм, направленных на использование и охрану водных ресурсов,

Так, в Водном кодексе РСФСР, например в статье 45, имеются прямые указания об обязательном ведении наблюдений за режимом источников водоснабжения при их эксплуатации, а в статье 100 - об оборудовании водозаборов подземных вод “устройствами для систематического наблюдения за уровнем воды и водомерами для измерения дебита в процессе эксплуатации” и др.

### **Подзаконные нормативные акты, регулирующие отдельные стороны водных отношений.**

**1.3.** Наряду с указанными основными законодательными актами имеется и действует ряд подзаконных нормативных актов, изданных на основании и во исполнение закона и также регулирующих те или иные стороны водных отношений как в СССР в целом, так и в союзных республиках.

В п. 1.4 и далее приводятся наименования подзаконных нормативных документов и изложение в них положений, подлежащих учету при проектировании водозаборов подземных вод.

**1.4.** Постановление Совета Министров СССР от 4 сентября 1959 г. “Об усилении государственного контроля за использованием подземных вод и о мероприятиях по их охране” с изменениями и дополнениями от 6 апреля 1982 г. и “Положение об охране подземных вод на территории СССР” (1984 г.).

Согласно Постановлению, бурение эксплуатационных скважин на воду, переоборудование разведочных скважин в эксплуатационные, строительство и переоборудование капотажных сооружений для использования подземных вод производится только с разрешения министерства (управления) геологии союзных республик или производственных геологических объединений и по согласованию с местными органами государственного санитарного надзора и органами по регулированию использования и охране вод.

В Положении указано, что проектирование водозаборов подземных вод осуществляется организациями, имеющими право на проведение этих работ. Проект должен быть согласован с геологическими организациями, органами государственного санитарного надзора, органами по регулированию использования и охраны подземных вод, а также с землепользователем. Согласование проекта проводит генпроектировщик совместно с заказчиком, при необходимости привлекается проектная организация, разрабатывающая проект. В Положении указаны также необходимость оборудования скважин устройствами для наблюдений за уровнем воды в пласте, дебитом скважин и отбора из них проб воды на анализ; меры по охране подземных вод от загрязнения и истощения и меры контроля за их использованием.

**1.5.** Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29 декабря 1972 г. “Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов”. В нем, в частности, указано, что ответственность за организацию рационального использования подземных вод в народном хозяйстве и за охрану их от загрязнения и истощения несет Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР и что это же министерство осуществляет государственный контроль за рациональным использованием вод и их охрану от загрязнения и истощения. Установлено, что функции органов по регулированию использования и охране вод, предусмотренные “Основами водного законодательства СССР и союзных республик”, выполняются Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР, одноименными министерствами и другими союзно-республиканскими органами мелиорации и водного хозяйства

союзных республик, подчиненными им бассейновыми (территориальными) управлениями по регулированию использования и охране вод, а также другими органами системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

Этим же постановлением функции контроля за охраной подземных вод от истощения и загрязнения возложены на Министерство геологии СССР. Введен с 1 июля 1973 г. государственный учет вод и их использования по единой для Союза ССР системе. Возложен учет вод и ведение Государственного водного кадастра на Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды совместно с Министерством геологии СССР (по разделу подземных вод) и Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР (в части учета потребления и распределения воды).

**1.6.** Постановление Совета Министров СССР от 10 марта 1975г. № 197, утвердившее “Положение о государственном учете вод и их использовании”, согласно которому государственный учет вод и их использование осуществляются по единой для Союза ССР системе Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды совместно с Министерством геологии СССР (по разделу подземных вод) и Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР (в части учета использования вод).

**1.7.** Постановление Совета Министров СССР от 2 июня 1976 г. «О порядке разработки и утверждения схем комплексного использования и охраны вод», в котором в соответствии с “Основами водного законодательства Союза ССР и союзных республик” указано, что в целях определения принципиальных направлений водного хозяйства страны и отдельных ее регионов должны разрабатываться генеральные схемы комплексного использования и охраны вод для страны в целом, бассейновые схемы для рек, территориальные схемы для экономических районов союзных республик и автономных республик, краев, областей.

В Постановлении выделяются схемы общесоюзного и республиканского значения и соответственно порядок их утверждения и утверждающие органы.

К схемам общесоюзного значения относятся:

генеральные схемы комплексного использования и охраны вод;

бассейновые схемы комплексного использования и охраны водных объектов, регулирование и пользование которыми отнесено к компетенции Союза ССР;

бассейновые схемы комплексного использования и охраны вод в случаях, когда бассейн расположен на территории двух или более союзных республик, а также в случаях, когда бассейн расположен на территории одной республики, но намечаемые в схеме мероприятия изменяют условия водообеспечения и состояние вод других союзных республик;

территориальные схемы комплексного использования и охраны вод в случаях, когда намечаемые в схеме мероприятия изменяют водообеспечение и состояние вод двух или нескольких союзных республик.

Остальные бассейновые и территориальные схемы комплексного использования и охраны вод относятся к схемам республиканского значения. Схемы комплексного использования и охраны вод общесоюзного значения утверждаются Госпланом СССР по согласованию с Госстроем СССР, а схемы республиканского значения - Советами Министров союзных республик или по их поручению госпланами союзных республик по представлению органов по регулированию использования и охране вод союзных республик.

**1.8.** Постановление Совета Министров СССР от 10 июня 1977 г. “О порядке согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование” (с учетом изменений и дополнений от 11 февраля 1982 г.) и “Инструкция о порядке согласования и выдачи разрешений на спецводопользование” НВН 33-5.1.02-83, утвержденная Минводхозом СССР и согласованная с Госстроем СССР.

Разрешения на специальное водопользование выдаются:

Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР, если специальное водопользование осуществляется на водных объектах, регулирование пользования которыми отнесено к компетенции Союза ССР;

управлением “Каспводнадзор”, если специальное водопользование осуществляется в зоне его деятельности.

Министерствами мелиорации и водного хозяйства и другими союзно-республиканскими органами мелиорации и водного хозяйства союзных республик и их органами на местах при осуществлении специального водопользования на водных объектах, регулирование пользования которыми не отнесено к компетенции Союза ССР, если указанные водные объекты используются в качестве источников для централизованного водоснабжения, отнесены к категории судоходных или лесосплавных путей, либо используются для добычи подземных вод с принудительным понижением уровня воды или для сброса сточных вод.

В остальных случаях разрешение на специальное водопользование выдается исполкомами местных Советов депутатов трудящихся в порядке, определяемом Советами Министров союзных республик.

Специальное водопользование на водных объектах, предоставленных в обособленное пользование предприятиям, организациям и учреждениям - первичным водопользователям, разрешается по согласованию с этими предприятиями, организациями, учреждениями. В случаях, установленных законодательством Союза ССР и союзных республик, разрешения на специальное водопользование на указанных объектах выдаются первичными водопользователями по согласованию с органами по регулированию использования и охране вод.

Разрешения на специальное водопользование для вновь строящихся, реконструируемых предприятий и других объектов представляет заказчик проектов при определении мест строительства объектов.

Разрешения на специальное водопользование выдаются после согласования водопользователем условий этого водопользования с органами, осуществляющими государственный санитарный надзор, во всех случаях (кроме случаев выдачи разрешений на молевой сплав леса, а также на сплав древесины в пучках и кошелях без судовой тяги в соответствии со статьей 26 “Основ водного законодательства Союза ССР и союзных республик”); с органами, осуществляющими охрану рыбных запасов - при выдаче разрешений на пользование рыбохозяйственными водоемами; с органами геологии - при выдаче разрешений на пользование подземными водами, а также на сброс сточных вод в подземные водоносные горизонты, если указанный сброс допускается действующим законодательством; с органами государственного горного надзора - при выдаче разрешений на пользование гидроминеральными ресурсами; с органами государственной ветеринарной службы - при выдаче разрешений на забор воды для нужд животноводства, рыбоводства и предприятий по переработке и хранению продуктов и сырья животного происхождения.

**1.9.** Указ Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1980 г. “Об административной ответственности за нарушение водного законодательства” и “Методические рекомендации о порядке привлечения к административной ответственности лиц, виновных в нарушении водного законодательства в части охраны подземных вод от загрязнения и истощения”, утвержденные Министерством геологии СССР 8 октября 1981 г. В соответствии с Указом предусмотрены штрафы на должностных лиц от 50 до 100 руб. и на граждан от 30 до 50 руб.

**1.10.** Распоряжение Совета Министров СССР от 25 октября 1983 г. об инвентаризации самоизливающихся скважин и “Положение о порядке приемки выполненных работ по дооборудованию и ликвидации самоизливающихся артезианских скважин”, утвержденное Министерством геологии СССР 8 октября 1985 г. По указанному Положению на территории действия соответствующих ПГО создаются постоянно действующие комиссии, которые следят за работой самоизливающихся скважин и при необходимости принимают меры по их ликвидации.

**1.11.** Постановление Совета Министров СССР от 25 февраля 1983 г. № 177 “Об утверждении классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод”, в котором, в частности, указано, что утверждение эксплуатационных запасов подземных вод не требуется при проектировании новых и расширении (реконструкции) действующих предприятий, добывающих и использующих подземные воды, если капитальные вложения на строительство водозаборных сооружений не превышают 500 тыс. руб., а по объектам железнодорожного транспорта - 1 млн. руб.\*.

\* В объем капитальных вложений входит строительная стоимость всех сооружений системы водопровода от сооружений на источнике. До потребителя воды, а также стоимость сооружений энергоснабжения, связи, дорог.

**1.12.** Постановление Госстроя СССР от 23 сентября 1976 г. № 150, в соответствии с которым проекты водозаборов подземных вод подлежат согласованию с организациями Союзводоканалниипроекта (табл. 1).

Таблица 1

Наименование проектных организаций Союзводоканалниипроекта	Наименование республик, краев и областей
Бакинское отделение Союзводоканалпроекта Восточно- Сибирское отделение Союзводоканалпроекта	Азербайджанская ССР Якутская АССР, Бурятская АССР, Красноярский край. Приморский край, Хабаровский край. Иркутская, Амурская, Камчатская, Магаданская, Сахалинская, Читинская области РСФСР
Душанбинское отделение Казводоканалпроекта	Таджикская ССР
Казводоканалпроект	Казахская ССР, Узбекская ССР, Туркменская ССР, Киргизская ССР
Ленинградский Водоканалпроект	Латвийская ССР, Литовская ССР, Эстонская ССР, Карельская АССР, Коми АССР, Ленинградская, Псковская, Новгородская, Вологодская, Архангельская, Мурманская, Калининградская области РСФСР
Минское отделение Союзводоканалпроекта	Белорусская ССР
Ростовский Водоканалпроект	Грузинская ССР, Армянская ССР, Дагестанская АССР, Чечено-Ингушская АССР, Кабардино-Балкарская АССР, Северо-Осетинская АССР, Калмыцкая АССР, Краснодарский край, Ставропольский край, Ростовская, Астраханская, Саратовская, Куйбышевская, Волгоградская области РСФСР
Сибирское отделение Союзводоканалпроекта	Тувинская АССР, Алтайский край. Томская, Новосибирская, Кемеровская области РСФСР

Союзводоканалпроект	Удмуртская АССР, Татарская АССР, Чувашская АССР, Марийская АССР, Мордовская АССР, Башкирская АССР, Московская, Смоленская, Калужская, Калининская, Ярославская, Ивановская, Брянская, Орловская, Ульяновская, Владимирская, Горьковская, Кировская, Пензенская, Рязанская, Тульская, Тюменская области РСФСР
Укрводоканалпроект	Молдавская ССР, Киевская, Кировоградская, Житомирская, Черкасская, Винницкая, Хмельницкая, Тернопольская, Черновицкая, Львовская, Волинская, Закарпатская, Ивано-Франковская, Крымская, Ровенская, Одесская, Николаевская области Украинской ССР.
Уральский Водоканалпроект	Свердловская, Пермская, Курганская, Челябинская области РСФСР
Харьковский Водоканалпроект	Белгородская, Воронежская, Курская Липецкая, Тамбовская области РСФСР, Харьковская, Полтавская, Сумская, Запорожская, Днепропетровская, Донецкая области Украинской ССР

**1.13.** Распоряжение Министерства геологии СССР от 12 декабря 1976 г. № 285-Д, согласно которому заявки на разведку подземных вод должны согласовываться с организациями Союзводоканалниипроекта по табл. 1.

**1.14.** Директивное письмо Госстроя РСФСР и Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР от 17 мая 1979 г. и соответствующие указания госстроев союзных республик о порядке согласовании схем и проектов районной планировки и схем генеральных планов, согласно которому:

схемы районной планировки автономных, республик, краев и областей, а также проекты районной планировки групп административных районов согласовываются с Минводхозом РСФСР;

проекты районной планировки отдельных административных районов согласовываются с бассейновыми (территориальными) управлениями по регулированию использования и охране вод Минводхоза РСФСР и управлением “Каспводнадзор” Минводхоза СССР;

схемы генеральных планов промышленных узлов, упорядочения промышленной застройки районов городов и размещения промышленных предприятий согласовываются:

а) при стоимости водопроводно-канализационных сооружений до 1 млн. руб. - с бассейновыми (территориальными) управлениями по регулированию использования и охране вод Минводхоза РСФСР и управлением “Каспводнадзор” Минводхоза СССР;

б) при стоимости водопроводно-канализационных сооружений свыше 1 млн. руб. - с Минводхозом РСФСР.

**1.15.** В СНиП 2.04.02-84 централизованные системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды подразделяются на три категории:

I - допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 сут. Перерыв подачи воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов, но не более чем на 10 мин;

II - величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч.;

III - величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов следует относить при числе жителей более 50 тыс. чел. - к I категории; от 5 до 50 тыс. чел. - ко II категории; менее 5 тыс. чел. - к III категории. При необходимости повышения обеспеченности подачи воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий (производств, цехов, установок) следует предусматривать локальные системы водоснабжения. Проекты локальных систем, обеспечивающих технологические требования объектов, должны рассматриваться и утверждаться совместно с проектами этих объектов.

**1.16.** “Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод”, утвержденная Постановлением Совета Министров СССР 25 февраля 1983 г. и устанавливающая единые для Союза ССР принципы подсчета и государственного учета эксплуатационных запасов подземных вод по степени их изученности и народнохозяйственному значению, условия, определяющие подготовленность месторождений подземных вод для промышленного освоения, а также основные принципы оценки прогнозных ресурсов подземных вод.

Эксплуатационные запасы подземных вод по степени изученности подразделяются на разведанные - категории *A*, *B*, *C*<sub>1</sub> и предварительно оцененные - категория *C*<sub>2</sub>. Прогнозные ресурсы подземных вод по степени обоснованности относятся к категории *P*.

Целесообразная степень изученности месторождений, подготовленных для промышленного освоения, определяется в зависимости от сложности гидрогеологических условий, а также экономических факторов - затрат средств и времени, требуемых на производство разведочных гидрогеологических работ.

С учетом этого, месторождения или участки крупных месторождений (объекты самостоятельного промышленного освоения) подразделяются на следующие группы:

1 - месторождения (участки) с простыми гидрогеологическими, гидрохимическими или геотермальными условиями со спокойным залеганием водоносных горизонтов, выдержанных по мощности и однородных по фильтрационным свойствам водовмещающих пород, что определяет возможность экономически эффективной разведки на месторождениях (участках) этой группы запасов категории *A*;

2 - месторождения (участки) со сложными гидрогеологическими условиями вследствие невыдержанности мощности и строения водоносных горизонтов и неоднородности фильтрационных свойств водовмещающих пород, либо со сложными гидрохимическими или геотермическими условиями. На месторождениях (участках) этой группы разведка запасов категории *A* в большом количестве нецелесообразна из-за недостаточной эффективности и высокой стоимости геологоразведочных работ. Запасы месторождений (участков) этой группы разведуются в основном по категории *B* и частично по категории *A*;

3 - месторождения (участки) с очень сложными гидрогеологическими условиями вследствие высокой изменчивости мощности и строения водоносных горизонтов и фильтрационных свойств водовмещающих пород или ограниченного (очагового) распространения водоносных горизонтов, а также месторождения (участки) с весьма сложными гидрохимическими или геотермическими условиями. К этой же группе относятся месторождения (участки) питьевых и технических вод, эффективная разработка которых возможна при искусственном подпитывании водозаборов или применении сложных систем водозаборов (горизонтальных, лучевых), что требует осуществления при разведке строительства разведочно-эксплуатационного водозабора. На месторождениях (участках) этой группы выявление при детальной разведке запасов категории *A* нецелесообразно вследствие высокой стоимости и низкой эффективности разведки. Запасы месторождений (участков) этой группы разведуются в основном по категории *B* и частично по категории *C<sub>1</sub>*.

Разведанные месторождения (участки месторождений самостоятельного промышленного освоения) считаются подготовленными для промышленного освоения при, соблюдении следующих условий:

а) балансовые запасы подземных вод утверждены ГКЗ СССР или в соответствующих случаях территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) производственных объединений Министерства геологии СССР;

б) утвержденные в установленном порядке балансовые запасы подземных вод, используемые при проектировании новых и реконструкции действующих водозаборных сооружений и предприятий, добывающих и потребляющих подземные воды, должны иметь соотношение различных категорий по табл. 2.

Таблица 2

Категории запасов	Балансовый запас воды, %, по группам месторождений		
	1	2	3
A+B	80	80	70
В том числе категории A,	40	20	-
не менее <i>C<sub>1</sub></i>	20	20	30

Указанные в табл. 2 соотношения различных категорий запасов воды должны быть достигнуты на участках водозаборов, намечаемых к строительству для удовлетворения заявленной первоочередной потребности.

Запасы для удовлетворения перспективной потребности в воде должны быть разведаны не ниже категории *C<sub>1</sub>*.

Возможность промышленного освоения разведанных месторождений (участков) всех групп при меньших соотношениях балансовых запасов различных категорий по сравнению с указанными, устанавливается ГКЗ СССР (ТКЗ) при утверждении запасов воды на основе экспертизы материалов подсчета запасов.

При проектировании водозаборных сооружений и предприятий, добывающих и использующих подземные воды, учитываются балансовые запасы подземных вод, утвержденные в соответствии с классификацией (п. 1.16). В исключительных случаях с разрешения Совета Министров СССР проектирование таких объектов может производиться до утверждения запасов воды с обязательным последующим утверждением.

Разведанные в пределах месторождений (участков) запасы категории *C<sub>1</sub>* сверх соотношения, указанного в табл. 2, в процессе проектирования должны учитываться при определении возможных перспектив расширения водозаборных сооружений (при выборе сечений водоводов, мощности насосных станций, определении глубины и конструкций эксплуатационных скважин, установлении зон санитарной охраны и разработке мероприятий по охране водозаборных участков от засорения и загрязнения).

Выявленные в процессе поисков запасы категории  $C_2$  учитываются при составлении схем комплексного использования и охраны вод, водохозяйственных балансов и при планировании дальнейших разведочных работ на подземные воды.

**1.17.** В “Инструкции по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод”, утвержденной ГКЗ СССР 19 января 1984 г., даны основные понятия о запасах и ресурсах подземных вод по их генетическим признакам, а именно:

**естественные запасы** - объем гравитационной воды, заключенный в порах, трещинах, карстовых и других пустотах горных пород, а также упругие запасы-объем воды, высвобождающейся из напорного водоносного горизонта при понижении в нем пластового давления;

**естественные ресурсы** - величина питания водоносного горизонта в ненарушенных эксплуатацией подземных вод гидрогеологических условиях.

Эксплуатационные запасы подземных вод обеспечиваются естественными запасами, естественными ресурсами, привлекаемыми в процессе эксплуатации поверхностными водами, а также искусственными запасами и ресурсами, формирующимися в результате гидротехнического строительства, орошения земель, искусственного подпитывания водозаборов и т. п.

В Инструкции приведена формулировка понятия “месторождение подземных вод”; под месторождением подземных вод подразумевается пространственно ограниченная часть водоносной системы, в пределах которой под влиянием естественных или искусственных факторов создаются благоприятные по сравнению с окружающими площадями условия для отбора подземных вод в количестве, достаточном для целевого использования их в народном хозяйстве.

По геолого-гидрогеологическим условиям, определяющим закономерности формирования запасов подземных вод, выделяются следующие основные типы геологических структур и образований и соответственно типы месторождений подземных вод: месторождения в современных и погребенных речных долинах; в артезианских бассейнах, в конусах выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин;

в массивах трещиноватых и трещинно-карстовых пород и в зонах тектонических нарушений; в песчаных массивах пустынь и полупустынь; в надморенных и межморенных водно-ледниковых отложениях, в таликовых зонах области развития вечномерзлых пород.

В Инструкции приведены также группы месторождений подземных вод по сложности гидрогеологических условий.

К 1-й группе относятся месторождения с простыми гидрогеологическими и гидрохимическими условиями, со спокойным залеганием водоносных горизонтов, выдержанных по мощности, строению и фильтрационным свойствам водовмещающих пород: месторождения артезианских бассейнов, конусов выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин, частично надморенных и межморенных водно-ледниковых отложений, а также расположенные в речных долинах при условии обеспеченного восполнения эксплуатационных запасов за счет поверхностных вод.

Ко 2-й группе относятся месторождения: со сложными гидрогеологическими условиями вследствие невыдержанности мощности, строения или фильтрационных свойств водовмещающих пород при простых гидрохимических условиях (в артезианских бассейнах, связанных с водоносными горизонтами трещиноватых пород, в надморенных и межморенных водно-ледниковых отложениях невыдержанной мощности и неоднородных по фильтрационным свойствам водовмещающих пород и др.); со сложными гидрохимическими условиями, характерными для многих месторождений в песчаных массивах пустынь, полупустынь и в артезианских бассейнах.

К этой же группе относятся месторождения, эксплуатационные запасы подземных вод в которых периодически восполняются за счет поверхностных: в подрусловых таликах области развития вечномерзлых пород, в речных долинах, в ограниченных по площади структурах или массивах трещинных или трещинно-карстовых пород.

К 3-й группе относятся месторождения: с очень сложными условиями вследствие высокой изменчивости мощности и строения водоносных горизонтов и фильтрационных свойств водовмещающих пород: месторождения в краевых частях артезианских бассейнов платформенного типа с неявно выраженными источниками формирования эксплуатационных запасов подземных вод; с ограниченным распространением водоносных горизонтов (месторождения трещинно-карстовых и трещинно-жильных вод, не связанные с поверхностными водами, сквозных таликов в областях развития многолетнемерзлых пород); с очень сложными гидрохимическими условиями.

К этой же группе относятся месторождения питьевых и технических вод, эффективная разработка которых возможна только при искусственном подпитывании водозаборов или применении сложных систем водозаборов (горизонтальных, лучевых), когда при их разведке необходимо строительство разведочно-экспериментального водозабора.

**1.18.** В “Инструкции о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР и территориальные комиссии по запасам полезных ископаемых Министерства геологии СССР материалов по подсчету эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод”, утвержденной ГКЗ СССР 30 сентября 1983 г., установлено, в частности, разграничение функций ГКЗ СССР и ТКЗ по утверждению эксплуатационных запасов подземных вод.

ТКЗ утверждают эксплуатационные запасы месторождений питьевых и технических подземных вод, предназначенных для использования небольшими объектами местного значения, а именно: для централизованного питьевого водоснабжения районных центров, городов и населенных пунктов

районного подчинения, поселков городского типа, совхозов, колхозов; для питьевого и технического водоснабжения небольших промышленных предприятий с дополнительной или общей потребностью в воде до 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут; для орошения земель и обводнения пастбищ с потребностью в воде (в пересчете на круглогодичный водоотбор) до 25 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В отдельных случаях, по поручению ГКЗ СССР, ТКЗ могут рассматривать материалы подсчета запасов питьевых и технических вод и по другим объектам.

В этой же Инструкции указаны и предпосылки качественного, количественного и временного порядка, при наличии которых эксплуатационные запасы подземных вод могут и должны быть переутверждены, а именно: “Эксплуатационные запасы месторождений (участков) питьевых и технических вод подлежат переутверждению в ГКЗ СССР (ТКЗ) в случаях:

пересмотра требований стандартов или технических условий к качеству подземных вод, нарушения водохозяйственных, природных или санитарных условий, применительно к которым были утверждены запасы, если это существенно отражается на целевом использовании подземных вод в народном хозяйстве, экономичности или масштабах их эксплуатации;

увеличения или уменьшения балансовых запасов категорий  $A+B+C_1$  по сравнению с ранее утвержденными более чем на 20% в результате дополнительных геологоразведочных работ или наблюдений за режимом подземных вод, проведенных на разрабатываемом месторождении (участке);

превышения фактического срока эксплуатации подземных вод месторождения (участка) над принятым при утверждении запасов расчетным сроком водопотребления, если при этом возникает необходимость реконструкции водозаборных сооружений в связи с изменением условий эксплуатации”.

**1.19.** В “Положении о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения”, утвержденном 18 декабря 1982 г. Главным государственным врачом Союза ССР, даны основные Принципы выделения зон санитарной охраны водозаборов подземных вод и определены основные санитарно-защитные мероприятия в их пределах. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ зон санитарной охраны водозаборов подземных вод приведены в главе 13.

**1.20.** В Приказе Министерства геологии СССР от 01.03.78 об утверждении “Подразделения геологоразведочного процесса на стадии (подземные воды)” и в “Методических указаниях о проведении геологоразведочных работ по стадиям (подземные воды)” приводятся стадии и подстадии геологоразведочных работ на воду от начальной до конечной, а именно:

I - гидрогеологическая съемка масштаба 1:200000; II - поиски; II-1 - общие поиски; II-2 - детальные поиски; III - предварительная разведка; IV - детальная разведка; IV-1 - детальная разведка нового месторождения; IV-2 - детальная разведка эксплуатируемого месторождения; V - эксплуатационная разведка.

Для каждой стадии определены: назначение работ, основное содержание работ, результаты работ. В частности, на стадии “эксплуатационная разведка” назначение работ состоит в выяснении соответствия режима эксплуатации прогнозным расчетам, выполненным по материалам разведочных работ; переоценка запасов подземных вод по данным эксплуатации; обоснование рационального режима эксплуатации; текущее планирование разработки (для промышленных вод);

получение материалов для оценки эксплуатационных запасов на других месторождениях и участках, находящихся в аналогичных условиях.

Основное содержание работ на этой стадии: наблюдения за дебитом эксплуатационных скважин, уровнем воды в наблюдательных и эксплуатационных скважинах, изменением качества воды и техническим состоянием скважин; бурение дополнительных наблюдательных и разведочных скважин (при необходимости); опробование отдельных эксплуатационных скважин.

Результаты работ - уточнение эксплуатационных запасов и технико-экономических показателей эксплуатации подземных вод; разработка рекомендаций по необходимой реконструкции водозабора и рационализации его режима; обоснование возможного расширения водозабора; при необходимости - переоценка запасов, утвержденных в ГКЗ СССР (ТКЗ). В этом случае для промышленных и термальных вод составляются и утверждаются новые кондиции. Работы на стадии “эксплуатационная разведка” выполняются силами гидрогеологической службы организации, эксплуатирующей водозабор, либо организациями системы Мингео СССР по договору с водопотребителем.

## **2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**2.1.** К числу общих вопросов проектирования использования подземных вод для водоснабжения относятся:

условия выбора для проектирования подземных вод как источника водоснабжения;  
типы, состав водозаборных сооружений, область применения и их общая компоновка;  
стадии проектирования;

исходные данные для проектирования;

степень подготовленности эксплуатационных запасов подземных вод, необходимая для данной стадии проектирования;

резервы водозаборных сооружений в заборе и в подаче воды потребителю.



## Условия выбора для проектирования подземных вод в качестве источника водоснабжения

**2.2.** Выбор источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения должен производиться в соответствии с ГОСТ 2761-84. Выбор источника производственного водоснабжения, а также орошения следует проводить в соответствии с Основами водного законодательства Союза ССР и союзных республик и с учетом требований, предъявляемых потребителями к качеству воды и условиям эксплуатации (постоянный или периодический водоотбор, допустимые понижения напоров и т. д.).

**2.3.** Подземные воды как источник водоснабжения могут быть приняты для проектирования:

**а) хозяйственно-питьевого водоснабжения:**

если запасы подземных вод удовлетворяют потребность в воде, а при недостаточных запасах - если возможно их увеличение до расчетной потребности путем искусственного пополнения;

если качество воды удовлетворяет ГОСТ 2874-82;

если качество воды при его отклонении от указанных государственных стандартов может быть доведено до требуемой кондиции способами обработки, предусмотренными СНиП 2.04.02-84;

если вода с отклонением от государственных стандартов по отдельным ингредиентам своего химического состава по разрешению органов здравоохранения может быть подана водопотребителям;

если имеется возможность создать зону санитарной охраны водозабора в соответствии с Положением (см. п. 1.19);

если использование подземных вод для водоснабжения в каждом конкретном случае наиболее экономично по сравнению с использованием других источников (рек, каналов, озер, водохранилищ), в том числе и по сравнению с возможной подачей воды от уже существующей в районе системы водоснабжения;

если независимо от технико-экономических соображений использование подземных вод задано специальными условиями водоснабжения;

**б) производственного водоснабжения или орошения сельскохозяйственных угодий:**

если использование подземных вод для этих целей разрешено в соответствии со статьей 21 “Основ водного законодательства Союза ССР и союзных республик” и согласовано с государственными органами в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 10 июня 1977 г.;

если качество воды соответствует требованиям технологии данного производства и обеспечивает надлежащие санитарно-гигиенические условия работы.

### Типы, состав водозаборных сооружений, область применения и их общая компоновка

**2.4.** Для отбора подземных вод из водоносного пласта применяются:

скважины; шахтные колодцы; горизонтальные линейные открытые или закрытые дрены, галереи, штольни (горизонтальные водозаборы);

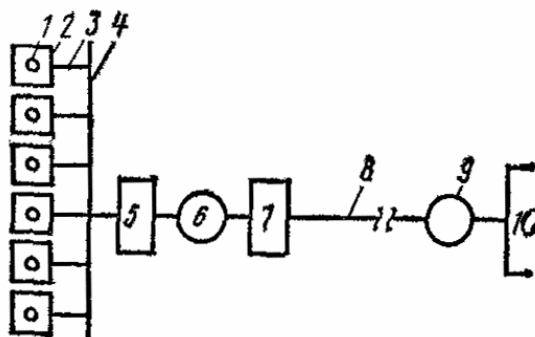
горизонтальные скважины-лучи (лучевые водозаборы);

комбинированные водозаборы (горизонтальные дрены, галереи, штольни, шахтные колодцы с вертикальными скважинами, проходимыми со дна этих сооружений в расчете на самоизлив воды из напорного водоносного горизонта);

каптаж источников (родников).

**2.5.** В зависимости от типа водозахватных устройств определяется общий состав сооружений водозабора и схема их размещения на местности.

В общем случае внеплощадочная система водоснабжения из подземных вод состоит из следующих сооружений (рис. 1):



**Рис. 1.** Состав и схема расположения сооружений внеплощадочной системы водоснабжения из подземных вод

1 - водоприемные (каптажные) сооружения; 2 - насосные станции I подъема; 3 - трубопроводы от насосных станций I подъема к сборному водоводу; 4 - сборный водовод; 5 - сооружения очистки и подготовки воды; 6 - резервуары для очищенной и подготовленной воды; 7 - насосная станция II подъема; 8 - магистральный водовод; 9 - сооружения, регулирующие напор и расход воды, подаваемой в водопроводную сеть потребителя; 10 - потребитель воды

- а) водоприемные (каптажные) сооружения - для приема воды из источника (водоносного пласта);
- б) насосные станции первого подъема воды из каптажных устройств;
- в) сборные водоводы - для сбора воды из каптажных устройств и подачи ее на сооружения по подготовке и улучшению качества воды (при необходимости) или в резервуары для дальнейшего транспортирования к потребителям;
- г) сооружения по подготовке и улучшению качества воды;
- д) насосные станции и магистральные водоводы для транспортирования воды к потребителю;
- е) сооружения, регулирующие напор и расход воды перед подачей ее во внутриплощадочную сеть.

Эта схема относится к наиболее часто встречающемуся в практике водозаборов подземных вод составу сооружений, когда в качестве водоприемных (каптажных) устройств применяются скважины или шахтные колодцы и когда извлекаемая из водоносного пласта вода нуждается в улучшении качества.

**2.6.** Показанная на рис. 1 схема водопроводных сооружений и взаимное расположение отдельных ее элементов могут существенно меняться в зависимости от природных и других местных условий (глубины залегания подземных вод, качества воды, мощности водозабора, удаленности источника водоснабжения от потребителя, количества водопотребителей и др.). Так, при сифонном способе отбора воды скважинами, шахтными колодцами насосные станции первого и второго подъема обычно совмещаются в одном здании; при отсутствии необходимости в улучшении качества воды и ее подготовки отпадает надобность в соответствующих сооружениях, а при необходимости более глубокой обработки воды, например, обезжелезивания и фторирования, комплекс этих сооружений расширяется. При значительном удалении водопотребителей от источника водоснабжения и относительно большом перепаде высот в рельефе разделяющей их местности на линии магистральных водоводов после насосной станции второго подъема сооружаются насосные станции третьего, четвертого подъема и т. д.

**2.7.** В состав сооружений горизонтального водозабора (когда не требуется обработка воды) входят: линейная вытянутая в плане, проложенная под некоторым уклоном к водосборному колодцу дрена (или несколько дрен), смотровые колодцы над ней, водосборный колодец; насосная станция, обычно совмещенная с водосборным колодцем.

**2.8.** Сооружения лучевого водозабора состоят из водонепроницаемого шахтного колодца, горизонтальных скважин-лучей, выводимых из колодца в водоносный пласт веерообразно в одной горизонтальной плоскости на одном или двух уровнях, и насосной станции, монтируемой в шахтном колодце.

**2.9.** Для приема естественных выходов на дневную поверхность подземных вод в виде источников (родников) сооружаются каптажи-камеры или колодцы, работающие дном (на восходящих источниках) или стенкой (на нисходящих источниках). Каптажи нескольких источников на одном участке соединяются трубами, по которым вода самотеком поступает в одну общую камеру-колодец.

При пластовом слабо выраженном выходе подземных вод сбор их и слив в камеру-колодец осуществляются с помощью горизонтальной дрены той или иной конструкции.

Из сборной камеры-колодца вода подается к потребителю по водоводу самотеком, если позволяют условия рельефа, или с помощью насоса.

**2.10.** При необходимости обработки воды состав сооружений горизонтальных лучевых водозаборов и каптажей родников дополняется соответствующими устройствами.

**2.11.** При искусственном пополнении запасов подземных вод к указанному выше составу сооружений водозабора (с водозахватными устройствами из скважин, шахтных колодцев, горизонтальных или лучевых водозаборов) добавляются сооружения для забора воды из источника восполнения запасов, предварительной подготовки воды (освобождение от взвешенных веществ) и инфильтрационные сооружения (открытые или закрытые, см. гл. 11) для перевода подготовленной воды в эксплуатируемый водоносный пласт.

**2.12.** Выбор типа водозахватных сооружений определяется геологическими и гидрогеологическими условиями, заданной производительностью водозабора и величиной приведенных затрат на их строительство и эксплуатацию.

**2.13.** Водозаборные скважины, являющиеся наиболее распространенным типом водозахватных устройств, применяются для добычи подземных вод в самых разнообразных гидрогеологических условиях из водоносных пластов, залегающих на глубинах 10-1000 м и более. Водозаборные скважины можно применять и при залегании водоносного пласта на глубине менее 10 м, если его мощность не менее 5-6 м.

**2.14.** Шахтные колодцы можно применять для добычи воды из водоносных пластов, залегающих на глубинах до 30 м:

из первых от поверхности земли безнапорных водоносных горизонтов мощностью до 5 м, сложенных рыхлыми (от песков до крупных галечников с валунами) водообильными отложениями - для водоснабжения крупных, средних и мелких водопотребителей;

из безнапорных водоносных горизонтов мощностью более 5 м с низкой водоотдачей (тонкозернистых пылеватых песков, пльвунов, супесей, суглинков), когда потребность в воде может быть удовлетворена лишь путем создания в самих колодцах некоторого запаса воды с периодическим ее отбором - для водоснабжения мелких водопотребителей: небольших населенных пунктов, полевых станов, отгонных пастбищ, а также насосных станций и жилых поселков при них на магистральных нефте- и газопроводах, подстанций линий электропередачи, постов железных дорог и др., если в районах размещения таких потребителей отсутствуют иные источники воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

из напорных водоносных пластов мощностью до 5 м и более с низкой водоотдачей - для водоснабжения мелких водопотребителей.

**2.15.** Горизонтальные водозаборы применяются:

трубчатые с укладкой в открытой траншее - для получения подземных вод из первого от дневной поверхности безнапорного водоносного горизонта, имеющего подошву на глубине до 8 м;

галерейные или в виде штольни - для получения воды из водоносных горизонтов, залегающих на любой глубине при соответствующем технико-экономическом обосновании.

**2.16.** Лучевые водозаборы целесообразно применять для добычи воды из водоносных пластов мощностью 3-20 м, залегающих как непосредственно вблизи поверхности земли или под дном водотока (водоема), так и на глубине до 15-20 м, от дневной поверхности. Лучевые водозаборы устраиваются в песчано-галечниковых отложениях, не содержащих валунов (или содержащих их менее 10 %), имеющих в своем составе менее 60 % фракций размером 70 мм и более, в гидрхимической среде, исключающей возможность интенсивной коагуляции пород водоносного пласта в прифильтровой зоне и самих фильтров солями различного состава.

**2.17.** Капжаи источников (родников) могут быть применены для использования естественных выходов подземных вод на дневную поверхность из различных пород.

**2.18.** Наряду с выбором типа водозабора важной частью проекта является определение схемы размещения водозахватных сооружений на местности, наиболее эффективной в гидрогеологическом отношении и экономичной по протяженности коммуникаций.

При размещении скважин или шахтных колодцев для отбора воды из водоносных горизонтов, имеющих региональное распространение, феодально выдержанных, характеризующихся в естественных условиях малыми уклонами поверхности подземных вод (водоносные пласты крупных артезианских бассейнов, обширных междуречных массивов, древних речных террас шириной в десятки километров), учет направления потока подземных вод принципиального значения не имеет. Схема размещения может быть линейной или дискретной, но, насколько это позволяют гидрогеологические условия, наиболее компактной.

**2.19.** На месторождениях с выраженной фильтрационной неоднородностью водоносных пластов группы любым образом расположенных скважин или ряды скважин следует размещать в местах, где эти пласты имеют наибольшую водопроницаемость (например, большую мощность, водопроницаемость, наибольшую закарстованность, трещиноватость пород, например вдоль линий их тектонических нарушений, на крыльях синклиналей, на сводовых частях антиклиналей и т. д.).

**2.20.** На конусах выноса предгорных равнин скважины следует располагать в виде линейных или дугообразных рядов нормально к направлению потока подземных вод. Наилучшим по гидрогеологическим условиям и условиям эксплуатации (высота подъема воды) местом размещения скважин на конусе выноса является линия выше начала области разгрузки подземных вод.

**2.21.** В долинах рек с постоянным поверхностным стоком при прямой связи реки с водоносным горизонтом, в расчете на питание водозабора из реки, скважины располагаются вдоль ее берега. Расстояние от уреза воды в реке до ряда скважин принимается в зависимости от многих факторов. Следует учитывать мощность водоносного горизонта, качество речной воды (с оценкой, при необходимости, ее очищения на пути фильтрации из русла реки к скважинам), размываемость берегов, изменения уровня воды в реке, уровень, соответствующий расходу реки - 95 % обеспеченности, промерзание донных и береговых участков русла, степень заcolmатированности русла и возможность увеличения коагуляции русловых отложений при эксплуатации водозабора.

**2.22.** В долинах рек с непостоянным поверхностным стоком, когда в расчете водозабора учитывается периодическая сработка естественных запасов подземных вод и их восполнение, скважины следует располагать на участках с наибольшей емкостью водовмещающих пород и наличием благоприятных естественных условий восполнения запасов в паводок.

**2.23.** На линзах пресных вод скважины должны быть удалены от границ соленых вод на максимально возможное расстояние. В общем случае схема размещения скважин в плане определяется расчетом времени подтягивания соленых вод к водозабору при его эксплуатации.

**2.24.** Горизонтальные водозаборы в долинах рек следует размещать параллельно линии уреза воды в реке; вне долин рек перпендикулярно к направлению потока подземных вод, а в отдельных случаях по потоку, если это целесообразно по условиям производства работ.

**2.25.** Лучевые водозаборы в долинах рек размещаются вблизи уреза воды в реке; лучи-скважины располагаются только на берегу, только под руслом реки или на берегу и под руслом, что определяется гидрогеологическими условиями места расположения водозабора и расчетом получения заданной производительности водозабора.

**2.26.** На участках с искусственным пополнением запасов подземных вод водозахватные сооружения любого типа (скважины, шахтные колодцы, горизонтальные, лучевые водозаборы) следует располагать по отношению к инфильтрационным устройствам так, как и в долинах рек с постоянным поверхностным стоком.

**2.27.** При размещении водозахватных сооружений водозабора на местности необходимо учитывать существующие требования в отношении расположения этих сооружений от магистральных газо- и нефтепроводов (СНиП 20506-85), от автомобильных дорог общегосударственного и республиканского значения и от линий электропередачи - ГОСТ 12.1.013-78 (табл. 3), а также расположение заповедных и заказных зон.

Условный диаметр, мм	Расстояние, м					
	Магистральные					
	газопроводы класса		нефтепроводы и нефтепродуктопроводы класса			
	I	II	IV	III	II	I
300 и менее	30	30	30	-	-	-
Св. 300	-	50	-	-	-	-
≥ 300 до 500	-	-	-	30	-	-
≥ 300 ≥ 600	50	-	-	-	-	-
≥ 500 ≥ 1000	-	-	-	-	30	-
≥ 600 ≥ 800	100	-	-	-	-	-
≥ 800 ≥ 1000	150	-	-	-	-	-
≥ 1000 ≥ 1200	175	-	-	-	-	-
≥ 1000 ≥ 1400	-	-	-	-	-	50
≥ 1200 ≥ 1400	200	-	-	-	-	-

Расстояние до водозаборных скважин от автодорог приведено в табл. 3а

Таблица 3а

Участки дороги	Расстояние, м
Построенные в обход городов с перспективной численностью населения свыше 250 тыс. чел.	150
То же, численностью до 250 тыс. чел. и на подъездах к столицам автономных республик, краевым, областным и крупным промышленным центрам	100
На остальном протяжении дорог	50

Расстояние от водозаборных скважин до линий электропередачи приведено в табл. 3б.

Таблица 3б

Напряжение в линиях электропередачи, кВ	Расстояние, м	Напряжение в линиях электропередачи, кВ	Расстояние, м
До 1	2	150-220	25
1-20	10	330-500	30
35	15	750-800	40
110	20		

### Стадии проектирования

**2.28.** В соответствии с “Инструкцией о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений” (СНиП 1.02.01-85) проектирование нового строительства, расширение, реконструкция проводятся на основании утвержденных технико-экономических обоснований (ТЭО) или технико-экономических расчетов (ТЭР) в одну или две стадии:

в одну стадию - рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости - для предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов;

в две стадии - проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами - для других объектов строительства, в том числе крупных и сложных.

**2.29.** Наряду с указанными двумя стадиями проектирования предприятий, зданий и сооружений проектирование использования и охраны подземных вод осуществляется и в составе ряда проектных работ, предшествующих проектным стадиям и условно называемым предпроектными стадиями:

а) схем генеральных планов промышленных узлов, разрабатываемых в соответствии со СНиП 1.02.25-87 “Правила выполнения работ по осуществлению функций территориальной проектной организации Госстроя СССР”. В схемах генеральных планов наряду с перспективным проектированием предусматриваются реальное проектирование и строительство объектов в текущем пятилетнем плане развития народного хозяйства;

б) схем размещения группы предприятий в промышленных районах городов и других населенных пунктов. В этих схемах реальное осуществление принятых в них решений намечается на время за пределами текущего пятилетнего плана развития народного хозяйства;

в) схем районной планировки, разрабатываемых на расчетный срок в 20 лет с выделением первой очереди строительства, включающей период завершения плана экономического и социального развития СССР текущего пятилетия и следующее пятилетие.

В числе основных задач схем и проектов районной планировки наряду с другими входит определение перспектив и масштабов развития городских, сельских поселений и оптимальных условий эффективного и комплексного использования природных, энергетических, материальных и трудовых ресурсов;

г) проектов районной планировки, разрабатываемых на основе принципиальных решений схем районной планировки и содержащих конкретные решения по размещению объектов промышленности и сельского хозяйства о перспективе на 20 лет, и на первую очередь-период текущего и следующего за текущим пятилетия экономического и социального развития СССР;

д) генеральных планов городов и других населенных пунктов, разрабатываемых на срок в 20 лет и на первую очередь - текущую и следующую за текущей пятилетку. Цель генерального плана населенного пункта - уточнение перспективы развития его градообразующей базы и расчетной численности населения. Генеральный план города служит основой для разработки проектов размещения строительства на очередные пятилетки;

е) проектов детальной планировки, разрабатываемых на срок, соответствующий расчетному сроку генерального плана города (населенного пункта), и содержащих уточнения планировочной структуры застраиваемой территории, установление красных линий, этажности домов, потребности в инженерном оборудовании и др.

**2.30.** Проектирование использования и охраны подземных вод осуществляется и в более широком плане, вне ближайшей связи с реальным проектированием и строительством предприятий и населенных пунктов, для определения принципиальных направлений развития водного хозяйства СССР. С этой целью разрабатываются:

а) генеральные схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов - для страны в целом;

б) бассейновые схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов - для бассейнов рек и других водных объектов на основе генеральной схемы;

в) территориальные схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов - для экономических районов страны, союзных и автономных республик, краев и областей на основе генеральных и бассейновых схем.

Решения, принятые в указанных схемах, подлежат обязательному учету при последующей разработке проектно-сметной документации по использованию и охране подземных вод.

### **Исходные данные для проектирования**

**2.31.** Состав исходных данных для проектирования использования подземных вод для водоснабжения определяется в зависимости от стадии проектирования.

При разработке проектов на стадиях "проект" и "рабочий проект" исходными являются следующие материалы:

а) техническое задание, выданное проектной организацией заказчиком (водопотребителем или генеральным проектировщиком) и служащее юридической основой для проектирования.

В техническом задании должны быть указаны: вид водопотребления - хозяйственно-питьевое, производственное, для орошения;

в последних двух случаях - требования к качеству воды, ее температуре и др.; объем водопотребления - общий с учетом перспективы, на проектный срок и по очередям в пределах проектного срока;

сроки ввода водозабора в эксплуатацию;

б) материалы разведки подземных вод в районе размещения водопотребителя, выполненной в соответствии с пп. 1.17 и 1.18, и при необходимости (см. п. 1.4) материалы утверждения эксплуатационных запасов в ГКЗ СССР или в соответствующих случаях в ТКЗ; для водозаборных сооружений стоимостью менее 500 тыс. руб. - материалы оценки запасов на НТС организации, выполнившей разведку подземных вод.

Утверждение ГКЗ СССР (ТКЗ) эксплуатационных запасов подземных вод, а также и их принятие на НТС производится применительно к определенной схеме водозабора, определенному шагу между скважинами, их дебиту, допустимому понижению уровня воды в водоносном пласте и часто на определенный срок эксплуатации месторождения подземных вод. Эти данные, являясь исходными для проектирования, в то же время не являются обязательными для неизменного воплощения их в проекте водозабора. Проектная организация, персонально отвечающая за качество проекта, может по техническим и технико-экономическим соображениям и расчетам изменить против принятых ГКЗ СССР (ТКЗ), НТС схему водозабора, количество скважин, шаг между ними, их дебит, не выходя из пределов эксплуатационных запасов и допустимых понижений, утвержденных ГКЗ СССР (ТКЗ), НТС. Эксплуатационные запасы должны быть выявлены по категориям в соотношении, указанном в табл.2;

в) разрешение на использование подземных вод для данного вида водоснабжения, получаемое заказчиком в установленном порядке (см. п. 1.4) и представляемое проектной организацией вместе с техническим заданием на проектирование;

г) топографический план участка будущего водозабора для решения задач по размещению головных сооружений, их компоновке, взаимному расположению связывающих сооружения коммуникаций (трубопроводов, подъездных дорог, линий электроснабжения, связи и управления) и по общей вертикальной планировке участка водозабора.

Для проектирования линейных водозаборов топографический план может быть представлен в виде полосы шириной 200-500 м в масштабе 1:2000-1:1000. При расположении водозахватных сооружений в виде отдельных скважин или их групп представляется общий план всего участка в масштабах 1:5000-1:2000-для участка площадью более 5км<sup>2</sup>; 1:2000-1:1000-для участка площадью от 1 до 5км<sup>2</sup>; 1:1000-для участка площадью от 0,5 до 1 км<sup>2</sup> и 1:500 - для участка площадью менее 0,5 км<sup>2</sup>.

Наряду с указанными рабочими топографическими планами для общего обзора местности и учета сложившейся на ней природной и хозяйственной ситуации используется топооснова более мелкого масштаба 1 : 10000-1 : 50000;

д) материалы для оценки возможных изменений качества подземных вод под влиянием природных или техногенных факторов - привлечение минерализованных вод снизу или со стороны, условия канализации и складирования стоков и отходов ближайших к водозабору промышленных предприятий. В этих материалах должны быть достаточно полные данные об имеющихся шламохранилищах, накопителях, испарительных бассейнах, составе складываемых в них стоков и отходов, режиме их эксплуатации, конструктивных особенностях этих сооружений - наличии в них экранов, дренажей и других противофильтрационных и защитных устройств; геолого-литологических и гидрогеологических условиях размещения этих сооружений; наличии в данное время фильтрации стоков и отходов в водоносный горизонт, принятый для водоснабжения, или возможности ее возникновения при эксплуатации проектируемого водозабора;

е) данные о возможном влиянии отбора подземных вод проектируемым водозабором на экологические, в том числе почвенно-ботанические и гидромелиоративные условия прилегающей к водозабору местности;

ж) данные об инженерно-геологических условиях участка размещения водозабора и отдельных его сооружений - характеристики физического состояния, физико-механических и водных свойств грунтов, агрессивности среды, в которой будут находиться сооружения при эксплуатации;

з) сведения о наличии в районе размещения проектируемого водозабора современных физико-геологических явлений и процессов (карста, оползней, обвалов, селей, подмыва, обрушения берегов), а также особых инженерно-геологических условий (вечномерзлые породы, сейсмичность, просадочность, набухаемость, пучение грунтов, подтопление, подработка территории); указания о возможном их негативном влиянии на сооружения водозабора, необходимости учета их в проекте и разработки мероприятий, исключающих это влияние;

и) сведения о местных строительных материалах, их запасах и качестве.

**2.32.** Для проектных работ, предшествующих собственно стадиям проектирования, в качестве исходных данных для разработки проектно-сметной документации по использованию и охране подземных вод служат:

а) техническое задание с указанием в нем водопотребителей и мест их размещения, а также (при возможности) потребного количества воды для их водоснабжения на расчетный срок и на перспективу, требований к качеству воды;

б) плановый материал - топографические карты и планы различных масштабов: от 1:10000 до 1:100000 и крупнее 1:10000 для отдельных объектов - при разработке генеральных планов промышленных узлов, схем упорядочения существующей застройки в промышленных районах городов и других населенных пунктов, схем размещения проектируемых промышленных предприятий; от 1:1000 до 1:10000 - при разработке проектов детальной планировки; от 1:10000 до 1:25000 - при составлении генеральных планов планировки городов и других населенных пунктов; от 1:25 000 до 1:100000 - при разработке проектов районной планировки; от 1:100000 до 1:300 000 - при разработке схем районной планировки и от 1:100000 до 1:1000000 - при разработке генеральных, бассейновых и территориальных схем использования и охраны вод;

в) данные о наличии подземных вод для использования по заданному назначению. При отсутствии таких данных проектная организация выдает задание геологическим организациям на разведку подземных вод.

### **Необходимая степень разведанности подземных вод для проектирования водозаборов**

**2.33.** Для разработки проектно-сметной документации на строительство водозаборных сооружений в одну стадию (рабочий проект) или в две стадии (проект и рабочая документация) подземные воды участка предполагаемого размещения водозабора на месторождениях любой группы должны быть разведаны детально в полном соответствии с Инструкцией ГКЗ СССР, а эксплуатационные запасы выявлены по промышленным категориям в соотношении, указанном в табл. 2, и при необходимости пп. (1.11, 1.18) утверждены ГКЗ СССР или в соответствующих случаях ТКЗ (см. п. 1.16).

**2.34.** При разработке проектно-сметной документации на предшествующих проекту стадиях, когда разведочных работ для оценки эксплуатационных запасов подземных вод, выполненных специально для данной предпроектной стадии, как правило, не имеется, выбор источника водоснабжения и его обоснование могут быть произведены:

по имеющимся материалам различных стадий разведки подземных вод, а также разведки, выполненной для любого другого назначения;

по гидрогеологическим данным о возможности расширения действующих водозаборов. Под гидрогеологическими данными, подтверждающими возможность расширения действующих водозаборов, понимается наличие не полностью используемых по площади или по глубине (по понижению уровня) эксплуатационных запасов подземных вод действующим водозабором на разведанном месторождении, устанавливаемое путем сопоставления материалов оценки и утверждения эксплуатационных запасов подземных вод с материалами наблюдений за эксплуатацией водозабора

(количеством отбираемой воды скважинами, понижениями уровня в них, качеством воды) и за режимом водоносного горизонта в зоне влияния действующего водозабора и на площадях, прилегающих к этой зоне.

Гидрогеологические данные о возможности расширения действующих водозаборов получают в результате работ, выполняемых на стадии “эксплуатационная разведка” (см. п. 1.20):

по материалам изучения результатов длительной эксплуатации существующих водозаборов в аналогичных гидрогеологических условиях;

по данным об общем геологическом и гидрогеологическом строении.

Утверждение запасов в ГКЗ СССР или в ТКЗ на предшествующих проекту стадиях не является обязательным.

**2.35.** Для схем генеральных планов промышленных узлов обоснованием выбора подземных вод в качестве источника водоснабжения могут служить любые имеющиеся данные из перечисленных ниже по различным группам месторождений:

1-й группы - данные детальной разведки подземных вод; гидрогеологические данные о возможном расширении действующих водозаборов в пределах промышленного узла с обоснованием увеличения отбора подземных вод до требуемого объема водопотребления;

данные поисков или предварительной разведки подземных вод; заключение о возможном отборе подземных вод на участке размещения намечаемого водозабора по результатам обследования и изучения данных эксплуатации длительно действующих водозаборов в аналогичных гидрогеологических условиях;

2-й группы - данные поисков; предварительной или детальной разведки подземных вод; данные о возможном расширении действующих водозаборов;

3-й группы - данные предварительной или детальной разведки; данные о возможном расширении действующих водозаборов.

**2.36.** При отсутствии детально разведанных запасов, когда подземные воды в качестве источника выбраны по данным поисков, предварительной разведки, по данным возможного расширения действующих водозаборов или по аналогии с действующими водозаборами, проектная организация должна выдать соответствующей организации Мингео СССР, производственному геологическому объединению (ПГО) задание на детальную разведку подземных вод на намечаемом участке размещения водозабора 1-й очереди водопотребления и при необходимости утверждение эксплуатационных запасов ГКЗ СССР или ТКЗ.

**2.37.** При составлении схем размещения группы предприятий в промышленных районах городов и других населенных пунктов обоснованием выбора источника водоснабжения могут служить данные, указанные для обоснования схем генеральных планов промышленных узлов, а при их отсутствии - прогнозные ресурсы подземных вод с выдачей соответствующих заданий на разведку подземных вод и оценку их эксплуатационных запасов.

**2.38.** При разработке схем (проектов) районной планировки для обоснования выбора источника водоснабжения могут быть использованы те же данные, что и для обоснования схем генеральных планов промышленных узлов, а при отсутствии таких данных - прогнозные ресурсы подземных вод с выдачей задания на детальную разведку и при необходимости утверждения запасов подземных вод - для объектов первой очереди строительства.

**2.39.** Для обоснования генеральных планов городов и других населенных пунктов, а также проектов детальной планировки в части водоснабжения могут быть использованы данные о возможном расширении действующей системы водоснабжения, а также имеющиеся материалы поисков подземных вод в данном районе с выдачей при необходимости задания на детальную разведку и утверждение запасов подземных вод - для объектов первой очередности строительства.

**2.40.** При разработке отраслевых схем обеспеченность производства водными ресурсами принимается в соответствии с балансами вод, составляемыми в территориальном разрезе Минводхозом СССР и его территориальными подразделениями.

При разработке территориальных схем оценка водных ресурсов производится в сопоставлении с потребностью в воде хозяйства и населения республики (района). Эксплуатационные водные ресурсы определяются как остаток между реально возможным расходом воды и фактическим отбором ее в пределах водного бассейна (створа) республики (района) или населенного пункта. При этом используются все имеющиеся гидрогеологические и гидрологические данные по региону.

**2.41.** При составлении генеральной, бассейновой, территориальной схем комплексного использования и охраны вод учитываются запасы подземных вод обеих групп - балансовые запасы и забалансовые запасы, а также прогнозные ресурсы.

## **Проектирование резерва в заборе и подача воды потребителям**

**2.42.** Системы хозяйственно-питьевого, производственного и сельскохозяйственного водоснабжения по степени надежности подачи ими воды для обеспечения непрерывной, без особого ущерба работы предприятий и условий проживания населения при критической ситуации на сооружениях системы и на источнике водоснабжения делятся на три категории.

Для каждой категории надежности установлены объем и срок допустимого снижения подачи воды, а также допустимый срок перерыва в подаче воды (см. п. 1.15).

**2.43.** При водоснабжении из подземных вод снижение подачи воды или перерыв в ее подаче потребителю могут возникнуть в результате неполадок на водозаборе:

из скважин - вследствие внезапного засорения фильтра скважины при обвале или оседании глинистых пород, лежащих над водоносным пластом, прорыва фильтрующей поверхности на каркасе фильтра и интенсивного пескования скважины, обрыва водоподъемных труб, поломки насоса или двигателя, а также при необходимости отключения (по плану ремонта или вне плана) одной или нескольких (по очереди) скважин для регенерации фильтров и пород прифильтровой зоны с целью восстановления производительности скважин;

из шахтных колодцев - вследствие обвала крепления и нарушения целостности фильтра, поломки насоса, двигателя;

горизонтальном - вследствие засорения на отдельных участках водоприемной или водопроводящей части водозабора, поломки насоса, двигателя в водосборном колодце;

лучевом - вследствие засорения фильтров-лучей, заиливания русловых отложений над фильтрами-лучами, поломки водоподъемного оборудования в шахте.

**2.44.** При возникновении на водозаборе аварийной ситуации или при плановом выключении из работы отдельных скважин для их ремонта снижение подачи воды потребителю не должно превышать 3 % расчетного расхода, а полный расчетный расход должен быть восстановлен в указанные выше сроки (см. п. 1.15) соответственно категориям надежности. Для этого водозабор должен иметь резерв (запас) в водозахватных сооружениях (резерв по источнику) или в водоподъемном оборудовании ("горячий" резерв), или и в том и в другом одновременно.

**2.45.** Величина резерва определяется категорией системы водоснабжения, а средства резерва - типом водозабора и гидрогеологическими условиями.

Резерв на водозаборе подземных вод из скважин предусмотрен в СНиП 2.04.02-84 (табл. 4).

Таблица 4

Количество рабочих скважин на водозаборе	Категория систем водоснабжения					
	количество резервных скважин на водозаборе			количество резервных насосов на складе		
	I	II	III	I	II	III
От 1 до 4	1	1	-	1	1	1
От 5 до 12	2	1	-	1	1	1
От 13 и более*	20	10	-	10	10	10

\* Исчисляется в % количества рабочих скважин.

**2.46.** В зависимости от гидрогеологических условий и при необходимом обосновании количество резервных скважин может быть увеличено (СНиП 2.04.02-84). При этом вместо увеличения числа резервных скважин в отдельных случаях возможно выбрать из общего количества скважин на водозаборе такие, которые при необходимости могут быть временно переведены на форсированный режим работы, - на большее понижение динамического уровня в них и больший их дебит. В этом случае на складе должны быть насосы с несколько большей производительностью, чем те, которыми оборудованы скважины для эксплуатации водозабора в нормальных условиях. При этом должен быть резерв мощности в электроснабжении.

**2.47.** Расположение резервных скважин на водозаборе определяется в зависимости от схемы водозабора и гидрогеологических условий.

При линейной схеме водозабора резервные скважины могут быть расположены или на его флангах с общим для водозабора шагом между скважинами, или в пределах ряда (что экономичнее) между скважинами (или ближе к скважинам), находящимися в лучших гидрогеологических условиях, допускающих временную эксплуатацию одновременно рабочей и резервной скважин с их проектным дебитом при большем, против проектного понижении в них уровня воды.

При группе различным образом расположенных рабочих скважин на водозаборе резервные могут быть размещены в любом месте в пределах водозабора с учетом гидрогеологических условий по указанному выше принципу.

Резервными могут быть любые из общего числа скважин, пробуренных на водозаборе.

Сказанное о проектировании резервных скважин в равной степени относится и к проектированию резервных шахтных колодцев.

**2.48.** Резерв на горизонтальных водозаборах следует предусматривать в его производительности на величину до 25 % больше расчетного расхода. При этом регулирование поступления в водозаборный колодец расчетного расхода воды при нормальных условиях работы водозабора может осуществляться щитком на сливе воды в водосборный колодец.

**2.49.** Резерв на лучевых водозаборах с размещением скважин-лучей на берегу и под руслом реки для водоснабжения крупных водопотребителей при двух и более рабочих водозаборах может быть запроектирован или целиком в виде одного резервного водозабора, или в виде резервных скважин-лучей в каждом водозаборе.

При водоснабжении не крупных водопотребителей одним рабочим лучевым водозабором резерв в нем следует предусматривать в виде резервных скважин-лучей,

Количество резервных скважин-лучей можно принимать по табл. 4а.



Количество рабочих скважин-лучей на водозаборе	Число резервных скважин-лучей	Количество рабочих скважин-лучей на водозаборе	Число резервных скважин-лучей
3-4	1	5-7	2

Резервные скважины-лучи целесообразно располагать под руслом реки (их производительность больше береговых скважин-лучей) и обязательно выше рабочих скважин-лучей по потоку с тем, чтобы при регенерации донных отложений над рабочими скважинами-лучами (которые на это время должны быть закрыты на входе в шахту) вода, поступающая в шахту по резервным скважинам-лучам, была бы свободной от взвешенных веществ.

**2.50.** Резервные скважины, шахтные колодцы, скважины-лучи на водозаборах подземных вод должны периодически включаться на короткий срок в работу для поддержания их в рабочем состоянии, о чем в проекте водозабора (в инструкции по его эксплуатации) должны быть специальные указания.

### 3. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

#### Способы бурения водозаборных скважин.

##### Конструкции. Общие данные

**3.1.** Бурение водозаборных скважин производится в основном двумя способами - ударно-канатным и вращательным с прямой или обратной промывкой. Кроме того, применяют комбинированный, колонковый и реактивно-турбинный способы.

При проектировании водозаборных скважин способ бурения выбирают исходя из общих геологических и гидрогеологических условий участка размещения водозабора - глубин залегания водоносных горизонтов, подлежащих вскрытию и эксплуатации, литологии пород, слагающих водоносный горизонт, а также из необходимого диаметра скважины и наибольшей технико-экономической целесообразности способа бурения в данных конкретных условиях.

Технико-экономическая целесообразность применения того или иного способа бурения скважин определяется по совокупности трех показателей: качество и долговечность скважины, продолжительность ее сооружения, стоимость сооружения. В случаях, когда не представляется возможным согласовать все три показателя, решающим должен быть, как правило, первый показатель.

При выборе способа бурения водозаборных скважин необходимо руководствоваться рекомендациями, приведенными в табл. 5.

Таблица 5

Способ бурения	Условия применения
Ударно-канатный Роторный с прямой промывкой	В рыхлых и скальных породах при глубине скважин до 150 м 1. В рыхлых и скальных породах при любой глубине скважин с начальным диаметром до 500 мм на горизонты подземных вод, обладающие большими напорами, с промывкой глинистым или водогипановым раствором. 2. В скальных породах на ненапорные водоносные горизонты при условии применения в качестве промывной жидкости чистой воды
Комбинированный (ударно-канатный и роторный с прямой промывкой)	При глубине скважин более 150 м на ненапорные или слабонапорные водоносные горизонты, представленные рыхлыми отложениями. До кровли водоносного горизонта - роторный с глинистым раствором; по водоносному горизонту - ударно-канатный
Роторный с обратной промывкой	В породах I-IV категорий с содержанием в рыхлых и связных отложениях при глубине скважин до 200 м
Колонковый	В скальных породах диаметром до 150- 200 мм при глубине бурения до 150м
Реактивно-турбинный	При больших глубинах (500-1000 м и более) и больших диаметрах скважин

**3.2.** При вращательном способе бурения скважин следует предусматривать промывку, при этом:

а) при прямой промывке забоя в скальных и полускальных породах применять чистую воду, а в песчаных породах - безглинистые промывочные жидкости, например водогипановый раствор. Глинистый раствор допускается применять при бурении по напорному водоносному горизонту и по непродуктивным интервалам; необходимость его применения должна быть обоснована проектом. Параметры промывочной жидкости надлежит подбирать с учетом гидрогеологических условий проходимых пород;

б) при обратной промывке забоя буровую установку обеспечивать водой на весь период бурения в количестве, определяемом мощностью и проницаемостью проходимых пород. Разность отметок между установившимся уровнем воды в скважине и поверхностью земли должна быть не менее 3 м. При залегании уровня воды на глубине менее 3 м от поверхности земли проходку скважин следует

осуществлять буровыми станками с поднимающимся ротором и выводом кондуктора выше поверхности земли, чтобы обеспечить необходимое превышение полного гидростатического давления столба в скважине над пластовым.

Глина и вода, используемые при бурении, должны удовлетворять санитарным требованиям.

**3.3.** Типы станков для бурения скважин на воду, и некоторые их технические показатели приведены в табл. 6.

Таблица 6

Способ бурения	Тип станка	Глубина бурения, м	Начальный диаметр, мм	Завод-изготовитель
Ударно-канатный	УГБ-3УК	100	600	Новочеркасский завод им. Никольского
	УГБ-4УК	200*	900	
	БС-1М	300	300	
Вращательно роторный	УРБ-3АМ	500	243	Кунгурский машиностроительный завод
	1БА-15В	500	394	Ишимбаевский машзавод
Колонковый	УБВ-600	600	490	
	УГБ-1ВПП-УГБ-5ВПП	100-600	-	-
Реактивно-турбинный	БУ-75БрД(Э)	2400	560	Волгоградский завод буровой техники

\* Допускается изменение номинальной глубины в зависимости от изменения конечного диаметра скважины.

Для бурения водозаборных скважин необходимо отведение земли в следующих минимальных размерах (табл. 7).

Таблица 7

Тип станка	УГБ-3УК	УГБ-4УК	УРБ-3АМ	УБВ-610	1БА-15В	СБУ ДМ-150; ЗИВ
Площадь, га	0,04	0,12	0,06	0,12	0,09	0,02

**3.4.** При бурении скважин роторным способом в качестве породоразрушающего органа применяются долота лопастные (ОСТ 26-02-1282) и шарошечные (ГОСТ 20692-75\*) и каталог “Шарошечные долота и бурильные головки”, изданный ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ в 1987 г.), а при бурении ударно-канатным способом - желонки и долота крестовые округленные и двутавровые (ТУ 24-8 805-75) Выбор типа бурового инструмента проводится с учетом крепости буримых пород.

Классификация горных пород в зависимости от трудности проходки и способа бурения указана в СНиП IV-2-82, т. 1.

Диаметр долота при бурении водозаборных скважин следует принимать

а) при вращательном способе бурения - на 100 мм больше диаметра обсадных труб; для создания уширенного контура гравийной обсыпки в песках следует применять различные типы расширителей, размер каверны определяется проектом. Серийно выпускаемые долота имеют диаметры 98,4-490 мм;

б) при ударно-канатном способе бурения в устойчивых грунтах - на 100 мм больше диаметра обсадных труб; в неустойчивых грунтах - на 6 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб. При проходке водоносных песков диаметр желонки должен быть на 100 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб.

При реактивно-турбинном бурении применяют двухтурбинные буры диаметром 394-1020 мм, изготавливаемые в соответствии с ТУ 26-02-367-79

**3.5.** При необходимости увеличить диаметр скважины в песчаных породах в каком-либо интервале по ее глубине (например, в интервале установки рабочей части фильтра для увеличения толщины его обсыпки) можно пользоваться расширителями системы Востокбурвод (ТУ 200-81) или конусными башмаками-расширителями системы Промбурвод (ТУ 200-81) Диаметры обсадных труб, в которые можно опустить башмаки-расширители, приведены в табл. 8

Таблица 8

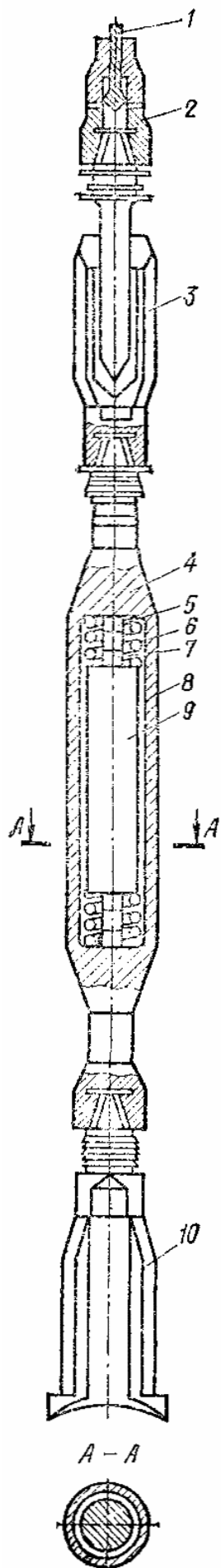
Диаметр обсадной трубы, мм	168	219	273	324	377	426	530
Диаметр конусного башмака-расширителя, мм	240 - 290	290 - 342	342 - 394	394 - 442	442 - 492	492	590

**3.6.** Для повышения эффективности проходки крепких пород ударно-канатными станками рекомендуется применять виброударные буровые снаряды ВС-1 и ВС-2 (рис. 2), разработанные ВНИИГСом и трестом Промбурвод (табл. 9).

Виброударные буровые снаряды обеспечивают нанесение по забою посредством подпружиненного ударника серии дополнительных ударов в момент контакта долота с породой в промежутке между основными ударами, что дает возможность увеличить интенсивность динамического воздействия на

забой благодаря более эффективному использованию кинетической энергии снаряда. Такой режим работы позволяет рационально использовать усталостные свойства разбуриваемой твердой породы и увеличить скорость ее бурения в 1,5-2 раза. Кроме того, применение виброударных снарядов исключает возможность прихвата долота породой. Особенности бурения скважин с применением виброударных снарядов изложены в руководстве

**3.7.** Для крепления стенок скважин при бурении и на период их эксплуатации применяют обсадные стальные трубы, изготавливаемые по ГОСТ 10704-76\* Трубы с тонкими стенками 7-8 мм следует применять при свободной посадке их в скважину, а с толщиной стенок 10-12 мм-при принудительной посадке.



**Рис. 2. Виброударный буровой снаряд ВС для ударно-канатных станков**

1 - трос; 2 - канатный замок; 3 - ножницы; 4 - виброударная штанга; 5 - наковальня; 6 - боек; 7 - пружина; 8 - корпус; 9 - дополнительный ударник; 10 - долото

Таблица 9

Показатель	Марка снаряда	
	ВС-1	ВС-2
Диаметр бурения, мм	250-300	350-400
Масса снаряда, кг	935 с долотом, Ø 250 мм	1500 с долотом Ø 350 мм
Высота снаряда без канатного замка, мм	6050	5430

Проектная глубина скважины назначается в зависимости от глубины и мощности водоносного горизонта, принятого для эксплуатации подземных вод, а ее начальный и конечный диаметры - в зависимости от размеров и конструкции фильтра, насоса, намечаемых к установке, и от способа бурения. При этом следует учитывать, что насосы с погружным двигателем (ЭЦВ) могут быть установлены в трубах, диаметр которых соответствует номинальному диаметру насоса, а насосы с двигателем на устье скважины (АТН) - в трубах, диаметр которых на 50 мм больше номинального диаметра насоса.

**3.8.** Скважины крепятся обычно несколькими колоннами обсадных труб в зависимости от глубины скважин, необходимого конечного их диаметра, способа бурения и гидрогеологических условий места их заложения. Разница в диаметрах между предыдущей и последующей колоннами обсадных труб должна быть не менее 100 мм.

**3.9.** Выход колонн обсадных труб (максимальная длина одной колонны) в зависимости от их диаметра и устойчивости проходных пород при принудительной посадке приведен в табл. 10.

При свободном спуске обсадных труб в породах разных типов выход колонны может быть более 1000 м.

При наличии агрессивных вод в используемых и гидравлически связанных с ними водоносных горизонтах должна предусматриваться антикоррозионная защита обсадных труб.

Таблица 10

Породы связные, рыхлые и полускальные	Диаметр обсадных труб, мм				
	1520-1220	1120-720	620-426	377-219	меньше 219
Сухие	15	20	25	30	45
Водоносные	20	25	30	35	40

Для крепления стенок скважин глубиной до 250 м при свободной посадке колонны труб можно применять пластмассовые трубы с затрубной цементацией. Указания по применению этих труб изложены в "Инструкции по креплению скважин пластмассовыми трубами при бурении скважин на воду", ВСН 01-80 Минсельстроя УССР.

При использовании для крепления стенок скважин пластмассовых труб соотношение между их диаметром и диаметром скважины (по диаметру долота) должно соответствовать указанному в таблице 11.

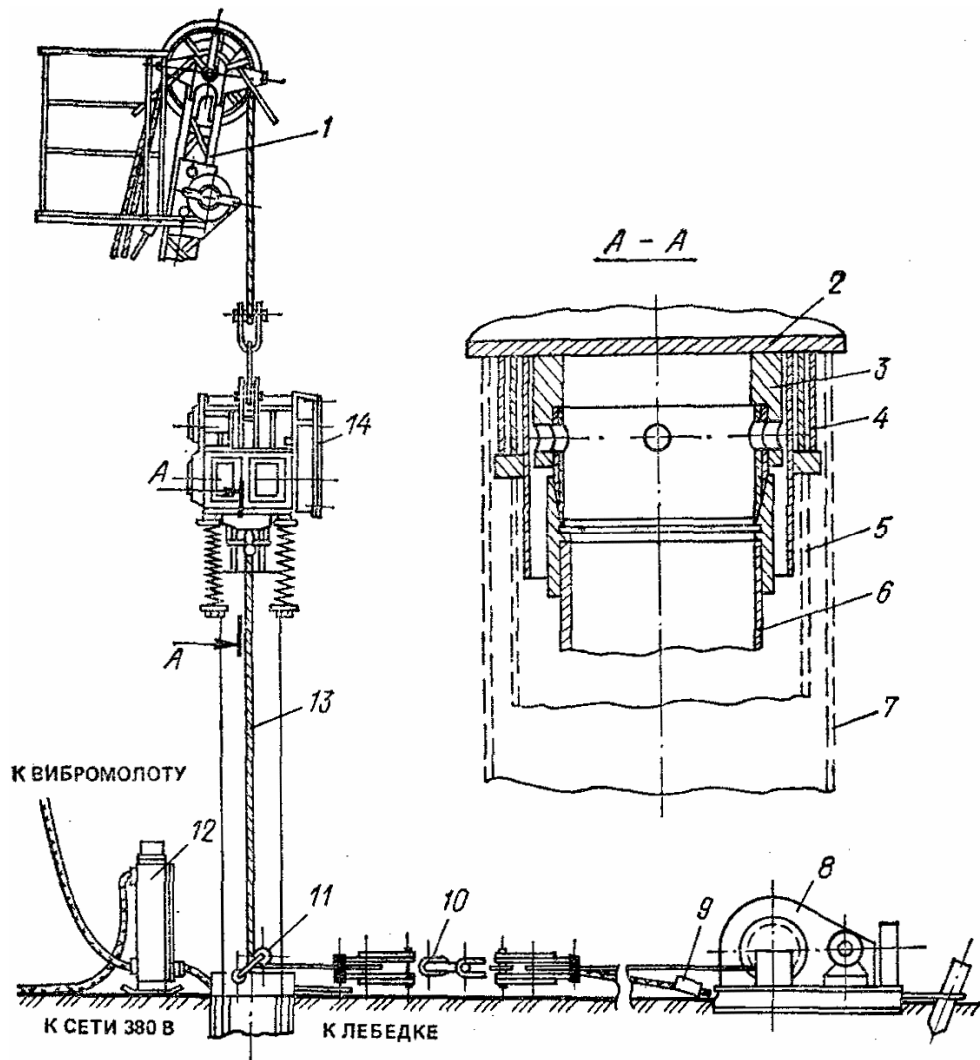
Таблица 11

Диаметр скважины (по диаметру долота), мм	345	445	495
Диаметр пластмассовой трубы, мм	225	315	400

**3.10.** Для уменьшения металлоемкости конструкций скважин, сокращения расхода обсадных труб, а также для повышения выработки на станок целесообразно посадку обсадных труб при ударно-канатном бурении осуществлять вибромолотом БВС-1 (рис. 3) конструкции ВНИИГС и треста Промбурвод (табл. 12).

Таблица 12

Техническая характеристика вибромашин	Вибромашины		
	БВС-1	ВПФ-1	ВПФ-2
Диаметр погружаемых (извлекаемых) труб, мм	219-630	168-426	219-426
Предельная глубина скважин, м	130	60	100
Диаметр проходного отверстия, мм	-	250	350
Мощность привода, кВт	2	15	24
Масса, кг	2400	900	1500



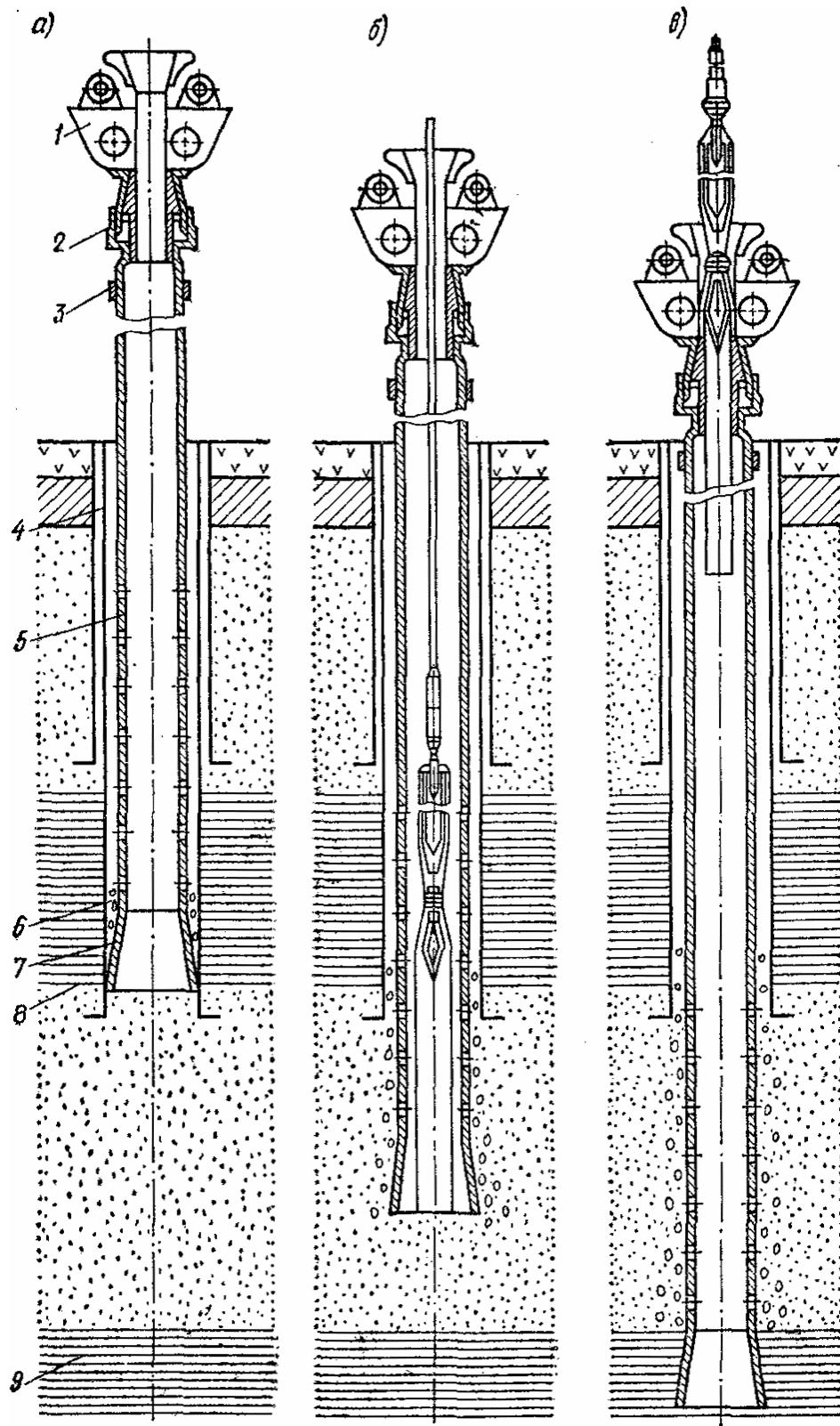
**Рис. 3. Вибромолот БВС-1 для погружения и извлечения обсадных труб при ударно-канатном бурении скважин на воду**

1 - мачта бурового станка; 2 - днище вибромолота; 3 - забавная головка; 4 - ударный стакан; 5, 6, 7 - забиваемые трубы, 8 - тяговая лебедка; 9 - ограничитель натяжения троса; 10, 11 - блоки; 12 - пульт управления; 13 - натяжной трос; 14 - вибромеханизм

При забивке вибромолот не требует жесткого крепления на трубе, высокая погружающая способность вибромолота достигается виброударным режимом работы с натяжением рабочих пружин в ходе забивки отдельной тяговой лебедкой или полиспастной системой бурового станка. Для извлечения промежуточных колонн при обнажении фильтров вибромолот с помощью самозаклинивающего захвата жестко соединяется с трубой и перенастраивается таким образом на эффективный для этого вида работ вибрационный режим. Вибромолот БВС-1 позволяет довести выход в породу обсадных труб до 50-60 м, повысить более чем в два раза скорость посадки труб, сократить в среднем в три раза число переходов от желонирования к посадке, исключить отбор из ствола скважины лишнего объема водоносных песков вследствие опережающей обсадки всей их толщи, избегать возникновения в ходе работ аварийных ситуаций, связанных с прихватом труб, невозможностью обнажения фильтра и т. п. Применение вибромолота, конструкция которого отвечает специфике ударно-канатного бурения, требует минимальных затрат времени на вспомогательные операции. Правила работ с вибромолотом БВС-1, методика выбора оптимальных параметров для конкретных условий применения регламентированы ВСН 388-77/ММСС СССР.

**3.11.** Интервал установки рабочей части фильтра определяется проектом и уточняется в процессе проходки скважины в соответствии с документацией и геофизическими исследованиями. При определении длины рабочей части фильтра соединительные муфты в секции не учитываются.

Для погружения в процессе ударно-канатного бурения фильтровых колонн труб при устройстве гравийно-проволочных фильтров с конусным башмаком-расширителем рационально использовать созданные ВНИИГС и трестом Промбурвод вибраторы ВПФ с центральным проходным отверстием (рис. 4).



**Рис. 4. Вибратор ВПФ для погружения фильтровых колонн при устройстве гравийно-проволочных фильтров с конусным башмаком-расширителем**

*а, б, в* - соответственно начальный, промежуточный и окончательный этапы работы; *1* - вибратор; *2* - захват; *3* - муфта фильтровой колонны; *4, 5* - эксплуатационная и фильтровая колонна; *6* - гравийная засыпка; *7* - конусный башмак-расширитель; *8* - кровля водоносного горизонта; *9* - водоупорная порода

Вибраторы ВПФ-1 и ВПФ-2 (см. табл. 12) аналогичны по конструкции, но различны по мощности и диаметрам погружаемых труб. Достоинством этих машин является возможность работы на забое скважины породоразрушающего инструмента или желонки с одновременным вибрационным погружением трубы. Вибраторы позволяют эффективно преодолевать встречающиеся в водоносном слое - плотные прослойки пород, осуществлять надежную посадку фильтра в требуемый интервал и устранять возникновение прихвата фильтра в ходе бурения скважины и засыпки гравия. Вибраторы ВПФ-1 и ВПФ-2 можно применять также для вибрационного погружения и извлечения обсадных труб соответствующих размеров.

**3.12.** Для изоляции скважин от проникновения в них поверхностных вод, вод используемых водоносных горизонтов, песка из вышележащих пластов и др. могут применяться следующие способы. При ударном бурении: а) забивка или задавливание колонны труб в слой естественной глины; б) подбашмачная цементация обсадной колонны труб при условии создания каверны; в) цементация пространства между двумя колоннами обсадных труб.

При роторном способе бурения - затрубная цементация колонн труб с доведением цементного раствора до отметок, предусмотренных проектом.

Для цементации скважин следует применять портландцементы тампонажные (ГОСТ 25597-83). Для герметичного заполнения затрубного пространства, скважины цементным раствором следует применять смеси цемента с расширителями:

а) 75-85% портландцемента тампонажного и 25-15% гипсо-глиноземного расширителя (ГОСТ 11052-74);

б) 58-80 % портландцемента тампонажного, 10-25 % молотой негашеной извести (ГОСТ 9179-77) и 10-20% активной кремнеземной добавки (например, гранулированного доменного шлака, трепела, опоки).

Цементацию следует проводить одноступенчатым способом с двумя разделительными пробками.

Для производства работ следует применять цементировочную головку 2ГУЦ-400. Для приготовления цементной смеси рекомендуется использовать цементно-смесительные машины СМ-50, 2СМН-20, СМП-20 или цементировочные агрегаты 1 АС-20, ЭАС-20 и ЗАС-30.

Качество тампонажных работ можно проверять нагнетанием воды в скважину, геофизическими методами или запуском в затрубное пространство индикатора (поваренной соли или красителя) с последующим наблюдением за составом воды или цветом при откачке из скважины.

**3.13.** Водозаборные скважины, непригодные к эксплуатации, подлежат ликвидационному тампонажу или, по согласованию с территориальными организациями Мингео СССР, переоборудованию в наблюдательные. Проект тампонажа разрабатывается специализированной проектной организацией согласно "Правилам ликвидационного тампонажа буровых скважин различного назначения, засыпки горных выработок и заброшенных колодцев для предотвращения загрязнения и истощения подземных вод" и подлежит согласованию с органами Государственного санитарного надзора. Рекомендуется использовать также рекомендации ПГО "Центргеология" Мингео РСФСР "Ликвидация скважин" (ТП 31-12.03-85).

В соответствии с Правилами подлежащая ликвидационному тампонажу водозаборная скважина прочищается до забоя, хлорируется.

Ствол скважины в пределах водоносного слоя засыпается чистым песком, а вышележащая часть забрасывается глиной, заливается глинистым раствором или цементом.

Обсадные трубы по возможности извлекаются. На ликвидационный тампонаж составляется акт с участием представителя СЭС.

**3.14.** В скважинах, пробуренных роторным способом или ударно-канатным способом без обсадки скважины трубами, необходимо проводить электрический каротаж - измерение кажущегося сопротивления (КС) и потенциала самопроизвольно возникающего электрического поля (ПС) вдоль ствола скважины - для определения литологического состава пород, пройденных скважиной (расчленение разреза), и выделения водоносных горизонтов (уточнения глубины их залегания и мощности по разрезу скважины).

Необходимо также отбирать боковым грунтоносом (изготавливаемым по ГОСТ 25735-83) пробы грунта из выделенных с помощью КС и ПС водоносных пластов для контроля соответствия принятой конструкции фильтра составу пород.

Для более надежной интерпретации результатов КС и ПС целесообразно проведение по скважине резистивиметрии и расходомерии, с помощью которых выявляются также места притока воды в скважину.

В скважинах, пробуренных и обсаженных трубами, для литологического расчленения разреза и выделения водоносных горизонтов следует применять радиоактивный каротаж-определение изменения интенсивности естественного гамма-излучения пород, пересеченных скважиной (гамма-каротаж - ГК), или нейтронный гамма-каротаж (НГС).

**3.15.** При необходимости определения технического состояния скважин можно применять: термокаротаж - для определения высоты подъема цемента после тампонажа обсадных колонн труб, мест затрубного движения воды, температурных условий в скважине; инклинometriю - для определения угла искривления и азимута наклона ствола скважины; кавернометрию - для определения фактического диаметра скважины.

**3.16.** В отдельных случаях (например, при значительной изменчивости мощности и состава водоносного горизонта в рыхлых осадочных породах) при отсутствии разведочных скважин на месте проектируемых эксплуатационных скважин целесообразно бурить пилотные скважины малого диаметра (до 100 мм) с отбором проб и выполнением в них комплекса геофизических исследований, что позволит корректировать конструкцию скважины и фильтра.

**3.17.** Конструкции скважин состоят из следующих основных элементов: кондуктора, технических колонн труб, эксплуатационной колонны, цементной защиты, фильтра скважины - водоприемной части с отстойником и надфильтровой колонной. Эти элементы принимаются в том или ином сочетании при бурении скважин в зависимости от способа бурения, глубины скважины и гидрогеологических условий



места ее заложения. Если породы устойчивы или если в кровле водоносных песков залегают устойчивые породы, то допускается проектирование бесфильтровых скважин.

**3.18.** При неполном извлечении из скважин технических колонн труб (при вырезке на определенной глубине) верх обрезанной трубы должен быть выше башмака предыдущей колонны труб, оставляемой в конструкции скважины на эксплуатацию, не менее чем на 3 м и закрепляться сальником.

**3.19.** Диаметр фильтра для скважин ударно-канатного бурения при его спуске в обсадные трубы (при неустойчивых породах) или в не обсаженный трубами интервал скважины (в скальных или полускальных устойчивых породах) должен быть меньше внутреннего: диаметра обсадных труб или долота не менее чем на 50 мм; для скважин роторного бурения - не менее чем на 100 мм.

При установке фильтра впотай верх его надфильтровой трубы должен быть на 3-5 м выше башмака эксплуатационной колонны труб и при необходимости закрепляться сальником.

**3.20.** Конструкции скважин должны разрабатываться на бурение и на эксплуатацию. Их изображения на чертеже могут быть: раздельными при сложных конструкциях или совмещенными в одном - рисунке при простых конструкциях.

**3.21.** При разработке конструкций водозаборных скважин следует исходить из гидрогеологических условий места их заложения - литологического состава пород водоносного горизонта, глубины его залегания и мощности, состава и характера обводненности пород, покрывающих водоносный горизонт, проектного дебита скважин и соответствующего ему насосного оборудования, способа бурения и учитывать положения, изложенные в пп. 3.7, 3.8.

**3.22.** В проектах водозаборных скважин наряду с разработкой их конструкций указываются требования к бурению, оборудованию и опробованию; даются конструкции фильтров, спецификации труб и других материалов, необходимых для осуществления проекта.

**3.23.** При проектировании глубоких скважин, для сооружения которых требуются мощные буровые установки (например, УВБ-600, БУ-75), наряду с проектом собственно скважин составляется проект производства работ. В нем указываются:

состав и объем подготовительных работ (доставка оборудования на площадку, планировка площадки, сооружение земляных амбаров для промывной жидкости, водоснабжение, энергоснабжение, теплоснабжение, топливоснабжение, строительство фундаментов под буровую установку, подсобных сооружений - складов, конторы и др.);

технология бурения, оборудования и опробования скважины;

мероприятия по технике безопасности.

К проекту производства работ составляется строительный генеральный план и технологическая карта работ.

**3.24.** При проектировании бурения самоизливающихся скважин кондуктор следует оборудовать отводом для слива воды и последующего отведения за пределы участка; при этом должны быть приняты меры к недопущению размыва поверхности земли.

Цементацию всех обсадных колонн и качество цементации надлежит проверять геофизическим методом или способом нагнетания воды; для тампонажа необходимо применять расширяющийся цемент. Устье скважины по окончании бурения следует оборудовать задвижкой и штуцером для манометра. Если до наступления отрицательных температур скважина не будет оборудована для эксплуатации, то она должна быть утеплена местным материалом.

**3.25.** Бурение скважин в условиях вечномерзлых пород производится в соответствии с имеющимися специальными инструкциями.

**3.26.** Бурение эксплуатационных (разведочно-эксплуатационных) водозаборных скважин начинают при наличии: разрешения геологических организаций Министерства геологии СССР, решения об отводе земельного участка для бурения скважин и акта на заложение скважины; проекта производства работ и геолого-технического наряда.

Примечание. К бурению скважин в песчаном водоносном горизонте рекомендуется приступать при условии, если скважины будут введены в эксплуатацию не позднее шести месяцев после окончания бурения и опробования. При вводе скважин в эксплуатацию по истечении шести месяцев следует не реже одного раза в три месяца производить периодическую прокачку скважин, осуществляемую силами заказчика.

Запроектированные скважины следует выносить в натуру путем закрепления их устья реперами. На них должны быть составлены акт и схема, в которой указывается привязка скважины к имеющимся на местности трем постоянным ориентирам (строения, существующие скважины), расположенным вблизи или в координатах.

До начала буровых работ на территории возможного расположения существующих подземных коммуникаций местоположение намечаемых скважин должно быть согласовано с организациями, эксплуатирующими коммуникации, и выполнены мероприятия, обеспечивающие технику безопасности при проведении работ.

**3.27.** В процессе бурения скважин все виды работ должны отражаться в буровом журнале по мере их выполнения (проходка, диаметр бурового инструмента, обсадка и извлечение труб, цементация, замеры уровней воды и другие операции). При этом следует отмечать наименование пройденных пород, их классификацию, цвет, плотность (крепость), трещиноватость, гранулометрический состав пород, водоносность, величину пробки, появившийся и установившийся уровни воды всех встреченных водоносных горизонтов, поглощение промывочной жидкости. Замер уровня воды в скважинах следует

производить перед началом работ и в процессе их выполнения не менее одного раза в смену. При фонтанирующих скважинах уровень воды следует определять после наращивания труб или манометром. Правильность выполнения хода работ должна периодически проверяться работниками гидрогеологической буровой организации, а также начальником (прорабом) участка, о чем делается соответствующая запись в буровом журнале. 48

Образцы пород следует отбирать по одному из каждого слоя, при однородном слое - через 10 м.

При бурении ударно-канатным способом в песчаных породах в интервале отбора образца вся порода из желонки должна выливаться в специальный сосуд; после отстоя воду следует слить, породу тщательно перемешать, сократить объем образца до нужных размеров.

По заключению проектной организации на детально изученных участках водозабора образцы допускается отбирать не из всех скважин.

По окончании бурения и опробования скважины верх эксплуатационной трубы должен быть заварен металлической крышкой и иметь отверстие диаметром 10-15 мм с резьбой под болт-пробку (для временного замера уровня воды). На трубе должны быть нанесены: проектный и буровой номер скважины, сокращенное наименование буровой организации и год бурения.

Для последующей эксплуатации скважина в соответствии с проектом должна быть оборудована приборами для замера уровней воды и дебита. Если скважина оборудуется фильтром с обсыпкой, следует до обсыпки фильтра песчано-гравийной смесью опустить между фильтровой и обсадной колоннами пьезометрическую трубку внутренним диаметром не менее 15 мм, перфорированную в интервале водоносного горизонта; трубка в верхней части приваривается к обсадной колонне, а сверху закрывается резьбовой пробкой.

**3.28.** Буровая организация при сдаче скважины передает заказчику образцы пройденных пород и, согласно СНиП 3.05.04-85, - исполнительную геолого-техническую документацию - паспорт скважины, к которому прилагается: геолого-литологический разрез с конструкцией скважины, откорректированный по данным геофизических исследований; акты на заложение скважины, установку фильтра, цементацию обсадных колонн; сводную каротажную диаграмму с результатами ее расшифровки, подписанную организацией, выполнившей геофизические работы, данные о результатах химических, бактериологических анализов и органолептических показателях воды по ГОСТ 2874-82, заключение санитарно-эпидемиологической службы.

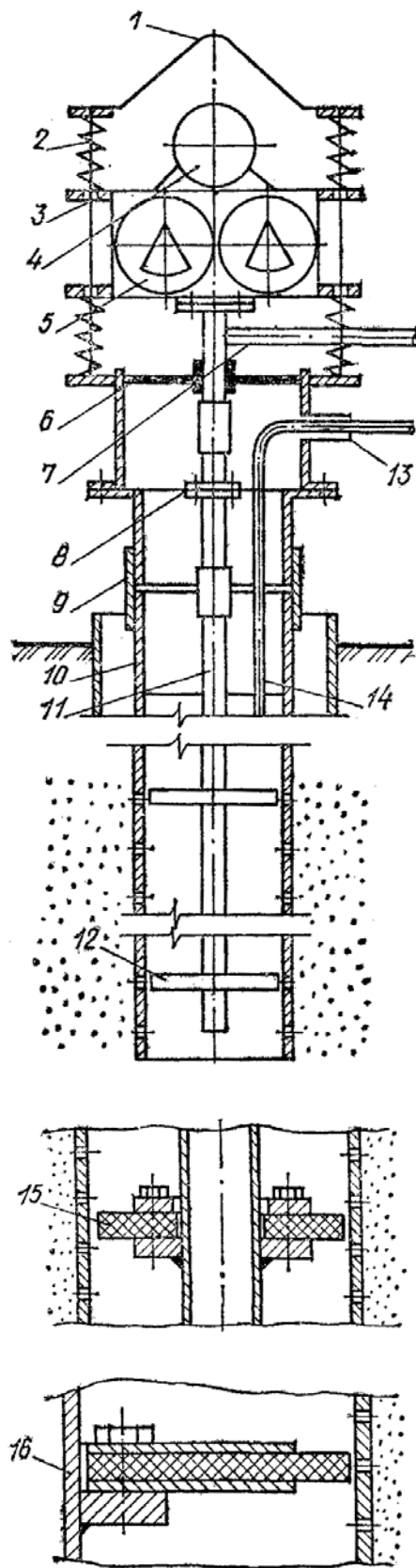
Паспорта скважин со всеми приложениями до сдачи их заказчику должны быть проверены и подписаны проектной организацией.

Глубина скважины принимается по данным каротажной диаграммы или по контрольному спуску бурового снаряда.

### **Способы освоения скважин**

**3.29.** В практике освоения скважин нашли применение гидростатические (прямая, обратная, поинтервальная и комбинированная промывка, нагнетание воды в пласт, продувка воздухом), гидроимпульсные (виброимпульсная обработка, взрывная и пневмоимпульсная обработка), химические и комбинированные (виброреагентная обработка, взрывная или пневмоимпульсная обработка в реагенте) способы. Способы освоения скважин требуют применения специального оборудования, монтаж которого и последовательность технологических операций даны в специальных руководствах и инструкциях. Необходимо учитывать, что применение гидростатических и гидроимпульсных способов не обеспечивает в полной мере удаление глинистых колюматизирующих образований из прифильтровой зоны скважин.

**3.30.** Среди гидроимпульсных способов наибольшая эффективность достигается при виброимпульсном способе разглинизации скважин, разработанном ВНИИГС и трестом Промбурвод, при котором одновременно с прокачкой скважины осуществляют гидродинамическую обработку фильтра и призабойной зоны вибрирующим вдоль продольной оси скважины рабочим органом с дисками (рис. 5). Для колебаний рабочего органа используют виброустановки ВУР (табл. 13).



**Рис. 5. Вибрационная гидродинамическая обработка скважин при разглинзации или восстановлении их производительности виброустановкой ВУР**

1 - подвеска; 2 - пружины; 3 - направляющие стержни; 4 - электродвигатель; 5 - вибромеханизм; 6 - герметизатор устья скважины; 7 - патрубок для отвода воды; 8 - фланцы; 9 - переходник; 10 - эксплуатационная колонна; 11 - труба; 12 - рабочий орган; 13 - отвод; 14 - шланг для подачи воздуха; 15, 16 - резино-металлические диски для фильтров малого и большого диаметра

Техническая характеристика	Виброустановка	
	ВУР-2	ВУР-3
Предельная глубина обрабатываемой скважины, м	120	250
Минимальный диаметр эксплуатационной колонны, мм	168	168
Диаметр фильтровой колонны, мм	114-325	114-426
Максимальная масса рабочего органа, кг	1000	2000
Масса установки (без рабочего органа), кг	800	1300
Мощность привода, кВт	7,5	13

Комбинированное действие гидродинамического давления и потока откачиваемой воды обеспечивает эффективное разрушение глинистой корки на стенках скважины и фильтра, а также вынос глинистых частиц из призабойной зоны. Вибрационная гидродинамическая обработка скважины в течение одного-двух часов позволяет сократить время освоения скважин до одной-двух рабочих смен при достижении в период этого срока полного осветления откачиваемой воды.

При освоении скважин на воду виброустановки ВУР целесообразно применять со специализированными самоходными агрегатами, позволяющими комплексно решать все вопросы этого вида работ и сократить до минимума вспомогательные операции и ручной труд (табл. 14).

Таблица 14

Техническая характеристика самоходных агрегатов для освоения и ремонта скважин на воду	Самоходные агрегаты	
	АВР-2	АВР-1
Предельная глубина обслуживаемых скважин, м	120	300
Высота мачты от поверхности земли до оси кран-блока, мм	9000	14000
Расстояние от оси мачты до отвеса рабочего каната, мм	1500	2200
Рабочая грузоподъемность, кг	2000	5000
Общая транспортная масса с прицепом и виброустановкой, кг	7000	7000

Особенности технологии работ при вибрационной гидродинамической обработке скважин с помощью виброустановок ВУР и специализированных самоходных агрегатов приведены в ВСН 219-79/ММСС СССР.

**3.31.** В отличие от гидравлических и гидроимпульсных способов разглинизации скважин применение реагентных способов позволяет наиболее полно произвести удаление кольматирующих образований не только с фильтра скважины, но и из ее прифильтровой зоны.

Освоение скважин с применением солянокислотной обработки пласта производится в карбонатных породах или при использовании меловых растворов.

При освоении скважин, каптирующих песчаные водонасыщенные породы, используют так называемые глино-кислотные растворы, представленные смесями соляной кислоты и плавиковой или ее солями, например 10-15% HCl+3-5% NH<sub>4</sub>F·HF. Для стабилизации раствора рекомендуется вводить в него до 2 % уксусной кислоты CH<sub>3</sub>COOH. Процесс растворения глинистых образований интенсифицируется при нагреве раствора не свыше 50 °С.

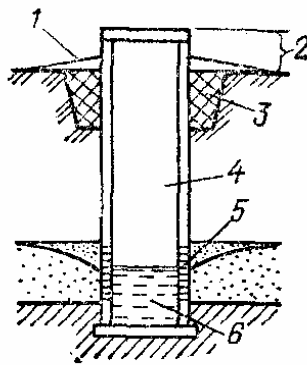
Эффективное разрушение глинистых кольматирующих образований на фильтре и в прифильтровой зоне производят раствором гидразина солянокислого N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>·2HCl с концентрацией 8-10 %, композицией реагентов, состоящих из бисульфата натрия водного NaHSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O (5-7%) и гидразина сернокислого N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1,5-3%), карбоната натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (10-12%) и перекиси водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1,5-3 %), солей аммония (1,5-3 %) и перекиси водорода (1,5- 3 %). Процесс разрушения глинистых образований этими растворами интенсифицируется в диапазоне температур 40-60°С. Технология реагентной обработки скважин рассмотрена в разд. 19. При правильной технологии реагентной разглинизации скважин время обработки не превышает трех часов.

**3.32.** Среди комбинированных способов освоения скважин наиболее совершенным является способ виброреагентной разглинизации скважин с использованием раствора гидразина солянокислого и бисульфата натрия с добавкой гидразина сернокислого. Общее время обработки скважин этим способом находится в пределах 1,5-2 ч.

### Шахтные колодцы

**3.33.** Шахтные колодцы представляют собой вертикальные выработки с большими размерами поперечного сечения по сравнению с водозаборными скважинами. Их применение, как уже отмечалось, должно быть ограничено эксплуатацией подземных вод водоносных горизонтов, залегающих на сравнительно небольших глубинах, обычно до 30 м.

Шахтные колодцы состоят из следующих конструктивных элементов: надземной части - оголовка, ствола, водоприемной части, водосборной части-зумпфа (рис. 6).



**Рис. 6. Общая схема шахтного колодца**

1 - отмостка; 2 - оголовок; 3 - замок; 4 - ствол шахты; 5 - водоприемная часть; 6 - зумпф

Оголовок предназначен для защиты от попадания в колодец загрязненных поверхностных вод сверху, а также для создания удобных в эксплуатации условий (подъема и разбора воды, наблюдений за состоянием колодца и т.п.). В местах с низкими температурами устройство оголовка в сравнительно неглубоких колодцах необходимо также и для защиты от промерзания. Для предохранения колодца от обрушения и загрязнения его стенки укрепляют.

Возвышение оголовка колодца над поверхностью земли по санитарным условиям должно приниматься не менее 0,8 м. Для предохранения от загрязнений оголовок перекрывается крышкой, над ним устраивают навесы или будки. Вокруг колодца (в земле) укладывают глиняный замок, а поверхность земли для лучшего отвода воды замазывается или асфальтируется с уклоном в сторону от колодца.

Оголовок и ствол должны быть непроницаемы, чтобы вода (поверхностная или грунтовая) из самых верхних водоносных горизонтов не могла проникать в колодец.

**3.34.** Водоприемная часть шахтных колодцев в зависимости от гидрогеологических условий и глубины устраивается только в дне или стенках или же в дне и стенках колодца. Дно колодца при приеме воды через него должно быть снабжено гравийным фильтром или оборудовано плитой из пористого бетона. В стенках при приеме воды через них должны быть устроены специальные окна из пористого бетона или окна, заполненные гравийным фильтром.

Зумпф устраивается в том случае, когда в колодцах необходимо иметь некоторый запас воды; его размеры определяются величиной необходимого запаса воды.

В зависимости от рода материала, используемого для крепления стенок, существующие конструкции шахтных колодцев могут быть подразделены на деревянные, из каменной и кирпичной кладки, бетонные и железобетонные.

В настоящее время наиболее перспективны шахтные колодцы из сборных железобетонных элементов (колец, панцирных плит).

Шахтные колодцы для глубин 10, 20 и 30 м сооружаются из сборных железобетонных колец с фальцами высотой 1,05 м и внутренним диаметром 1 м при толщине стенок 8 см (рис. 7).

В устойчивых грунтах стык колец в стволе заделывается цементным раствором, а в песчаных грунтах (когда благодаря заклиниванию может происходить нависание колонны) применяются специальные конструкции стыка, работающие на разрыв.

Водоприемная часть принята в виде кольца из пористого бетона, армированного такой же сеткой, как и обсадные железобетонные кольца ствола колодца, причем для придания большей прочности в кольцах верхней и нижней частей имеются пояса из бетона. В нижней части колодца укладывается трехслойный обратный фильтр (см. рис. 7).

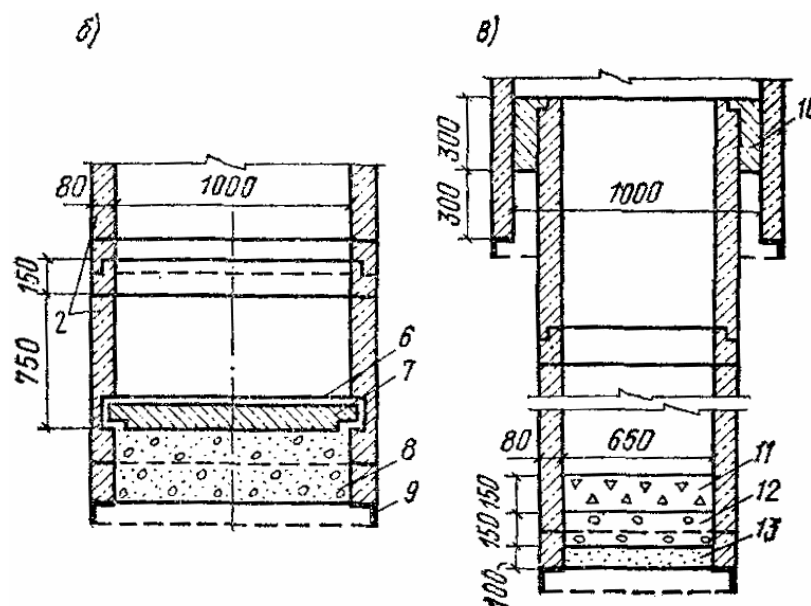
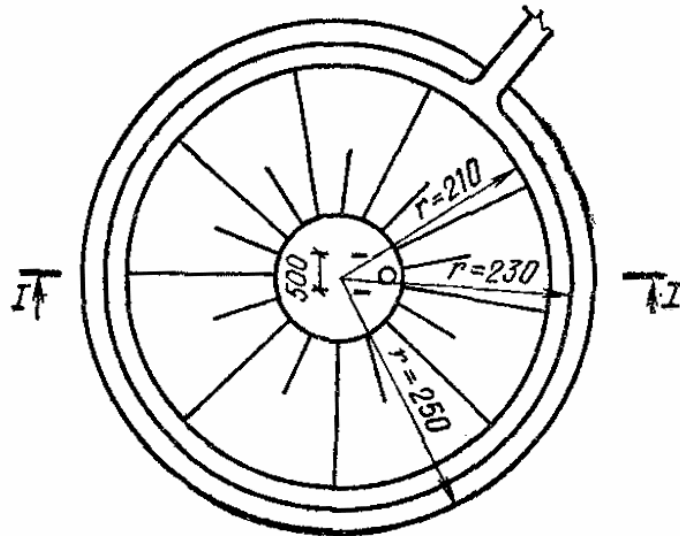
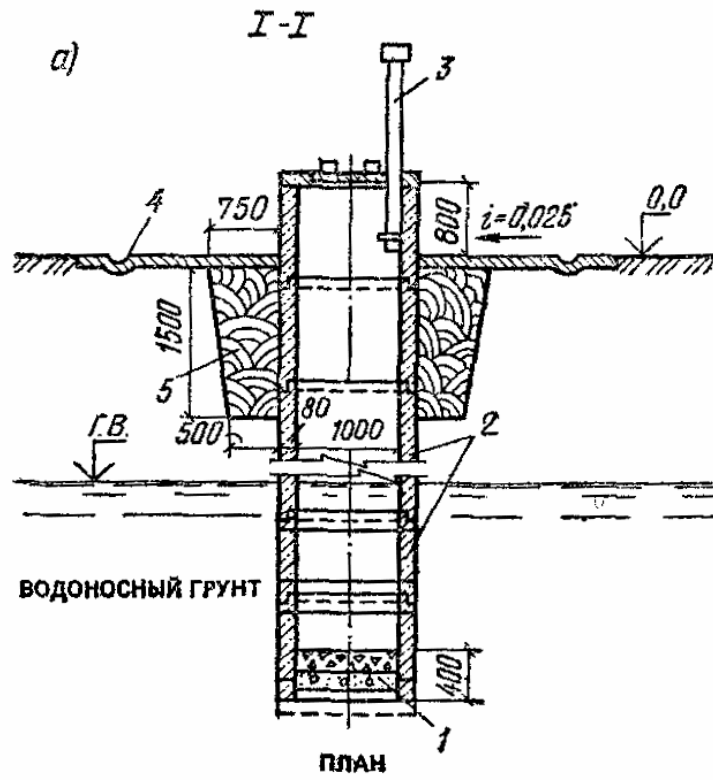
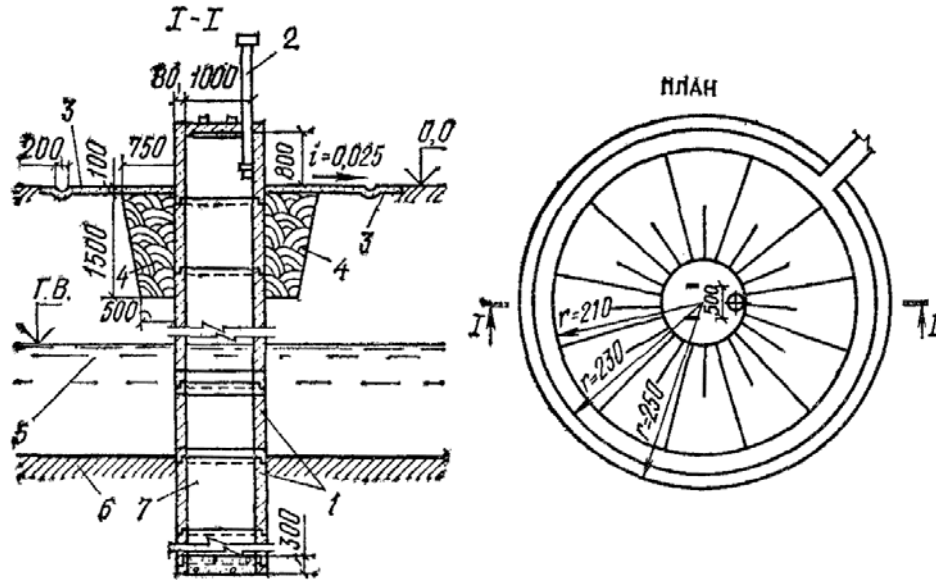


Рис. 7. Конструкция несовершенного шахтного колодца из сборных железобетонных колец

а - план и разрез; б - деталь водоприемной части; в - телескопическая конструкция колодца; 1 - фильтр; 2 - кольца; 3 - вентиляционная труба; 4 - щебеночное крепление; 5 - глиняный замок; 6 - донная плита из пористого бетона; 7 - вкладыши из пористого бетона; 8 - гравийная подсыпка; 9 - металлическое кольцо опускного приспособления; 10 - тампон из бетона; 11 - щебень; 12 - гравий; 13 - песок

При вскрытии песчаных и плавунных грунтов крепление колодца осуществляется кольцами диаметром 0,65 м. В этом случае в несовершенных колодцах донный фильтр устраивается в виде бетонной армированной плиты, укладываемой на щебеночно-гравийную обсыпку, толщина которой принимается равной 30 см.

Совершенные колодцы глубиной 20 и 30 м имеют несколько иную конструкцию, включающую устройство зумпфа из железобетонных колец (рис. 8).



**Рис. 8. Конструкция совершенного шахтного колодца из сборных железобетонных колец**

1 - кольца; 2 - вентиляционная труба; 3 - щебеночное крепление; 4 - глиняный замок; 5 - водоносный грунт; 6 - водоупорный грунт; 7 - зумпф

**3.35.** Проходка шахтных колодцев с креплением их железобетонными кольцами может быть механизирована с помощью агрегатов КШК-25 и КШК-30 и др.

Технические данные агрегата КШК-25:

Длина .....	6700 мм
Ширина .....	2149 мм
Высота .....	3200 мм
Масса .....	5250 кг
Диаметр шахты до установки обсадных колец .....	1230 мм
Наибольшая глубина бурения .....	30 м
Мощность машины от двигателя ГАЗ-МК .....	22,1 кВт
Средняя производительность на глубину до 25 м .....	1-165 м/ч
Расход горючего на 1 ч работы .....	10 кг
Высота вышки .....	5500 мм
Численность обслуживающего персонала .....	1 моторист и 2 рабочих

В связных грунтах диаметр проходки шахты таким агрегатом составляет 1230 мм. В песчаных и плавунных грунтах колодец приходится разрабатывать телескопическим способом (см. рис. 7), при этом (в случае заклинивания колонны из колец диаметром 1 м) дальнейшая проходка ствола шахты производится буром диаметром 560 мм с уширителем диаметром до 850 мм и закрепляется железобетонными кольцами диаметром 650 мм (последние опускаются на тросах с помощью ручных лебедок и наращиваются на суженную колонну по мере углубления шахты). Донную плиту опускают моторной лебедкой агрегата без предварительного понижения уровня воды в колодце. По окончании спуска ее прижимают буровыми штангами и производят откачку воды (бадьей агрегата), после чего плиту закрепляют вручную с помощью четырех вкладышей.

## 4. ФИЛЬТРЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

### Типы и конструкции фильтров

**4.1.** При отборе воды из рыхлых и неустойчивых полускальных и скальных пород в скважинах устанавливают фильтры.

Фильтр состоит из водоприемной (рабочей) части, надфильтровых труб и отстойников.

**4.2.** Длина надфильтровых труб зависит от конструкции скважины. Когда фильтр находится на колонне, то расположенные выше него надфильтровые трубы являются одновременно и эксплуатационной колонной.

В случае, когда эксплуатационная колонна имеет больший диаметр, чем фильтр, последний устанавливается впотай, причем верхняя часть надфильтровой трубы должна находиться выше башмака эксплуатационной колонны труб не менее чем на 3 м при глубине скважины до 50 м и не менее чем, на 5 м при большей глубине скважины.

В плавунных и мелкозернистых песках и при установке фильтров впотай длина надфильтровой трубы должна приниматься не менее 5 м при любой глубине скважины.

Между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой должен быть установлен сальник.

Применяются сальники из различных материалов: резиновые, пеньковые, свинцовые, цементные и др. При установке гравийных фильтров роль сальника выполняет слой гравия высотой 3-5 м, засыпаемого между эксплуатационной колонной и фильтром.

**4.3.** Длина отстойников в фильтрах, как правило, должна приниматься 0,5-1 и не более 2 м. При этом также отстойники следует устраивать в основном для установки фонарей-центраторов и подъема фильтров с закреплением приспособлений для извлечения в его нижней части.

**4.4.** Конструкции фильтров должны отвечать следующим требованиям:

1) обладать необходимой механической прочностью и достаточной устойчивостью против коррозии и эрозионного воздействия воды;

2) диаметры фильтровых каркасов должны быть рассчитаны на максимальный пропуск воды со скоростью, не превышающей 1,5- 2 м/с;

3) водопроницаемость фильтров должна быть значительно выше водопроницаемости водоносных пород, в которых они устанавливаются, и для данных гидрогеологических условий должна предусматриваться максимальной с учетом возможного химического и биологического коагулятажа при эксплуатации водозаборов.

4) фильтры должны быть доступны для проведения мероприятий по восстановлению производительности скважин химическими реагентами и быть устойчивы к воздействию импульсных (взрыв ТДШ, пневмовзрыв и др.) и комбинированных методов (виброреагентных, пневморреагентных и др.).

**4.5.** Фильтры состоят из каркаса и водоприемной поверхности. Выпускаются следующие типы каркасов: стержневые; трубчатые с круглыми или щелевыми отверстиями; каркасы из штампованного листа; спирально-проволочные. Каркасы являются основой для водоприемной поверхности, которая устраивается из: проволочной обмотки, штампованного листа, металлических и неметаллических сеток.

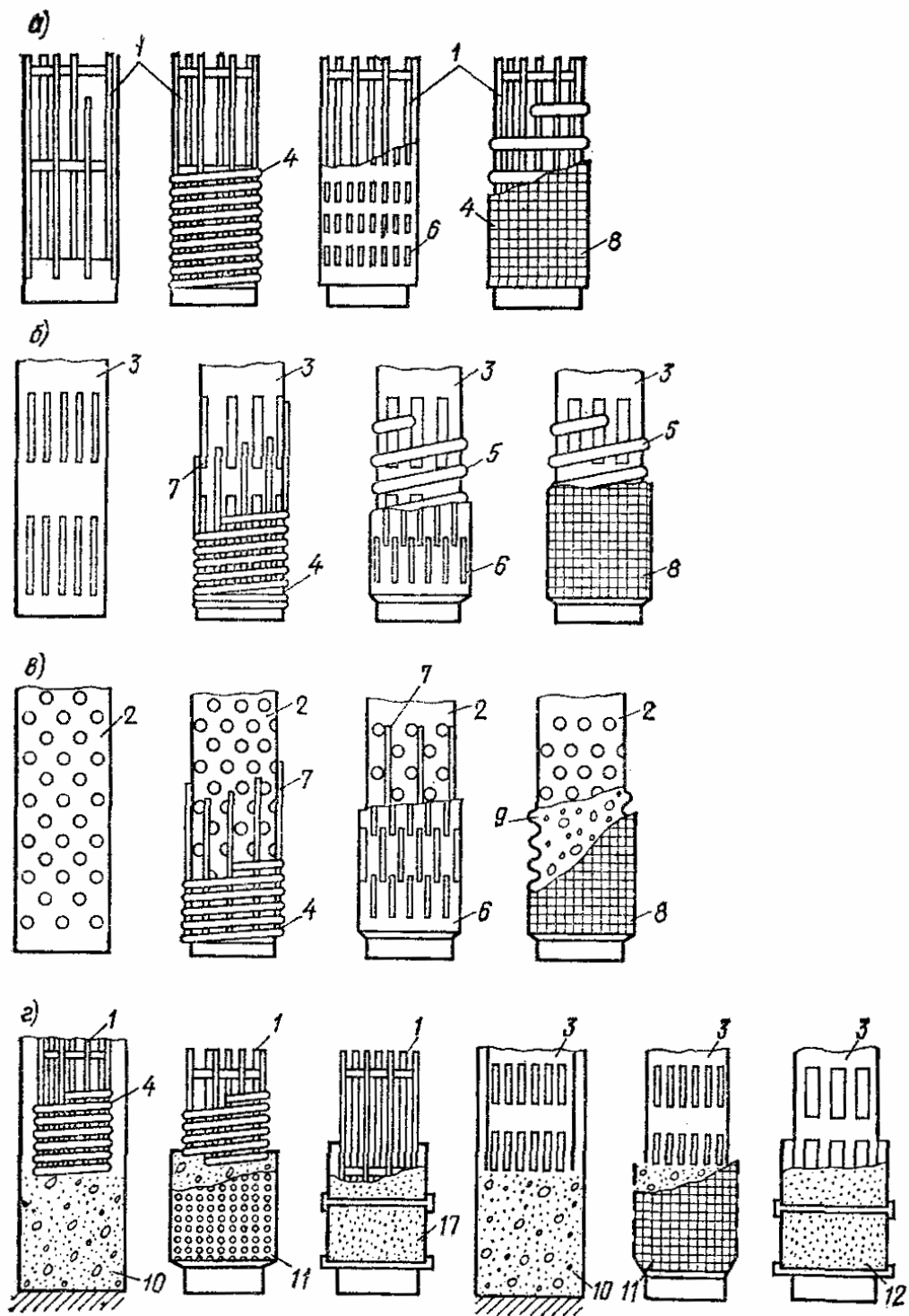
В гравийно-галечниковых отклонениях, а также в неустойчивых полускальных и скальных породах указанные типы каркасов могут использоваться без дополнительной водоприемной поверхности.

**4.6.** Наиболее распространенным и эффективным типом фильтров с точки зрения обеспечения длительной и устойчивой эксплуатации скважин являются гравийные фильтры, которые, в свою очередь, подразделяются на засыпные, кожуховые, блочные. Кожуховые и блочные фильтры собираются на поверхности и в готовом виде устанавливаются в скважинах.

Гравийные фильтры могут иметь в качестве поддерживающей основы непосредственно фильтры-каркасы (стержневые, трубчатые и др.) или различные водоприемные поверхности - проволочные обмотки, сетки и т. д.

Основные конструктивные схемы фильтров представлены на рис. 9, и в табл. 15-18 дана их краткая характеристика.





**Рис. 9. Основные схемы конструкций фильтров водозаборных скважин**

*a* - на основе стержневых каркасов; *б* - на основе трубчатых каркасов со щелевой перфорацией; *в* - на основе трубчатых каркасов с круглой перфорацией; *г* - гравийные фильтры; 1 - стержневой каркас на опорных кольцах; 2 - трубчатый каркас с круглой перфорацией; 3 - щелевой трубчатый каркас; 4 - проволочная обмотка из нержавеющей стали; 5 - опорная проволочная спираль; 6 - лист, штампованный из нержавеющей стали; 7 - опорные проволочные стержни под проволочную обмотку и лист; 8 - сетка из нержавеющей стали или латуни; 9 - сетка подкладная, синтетическая; 10 - рыхлая обсыпка; 11 - гравийная обсыпка в кожухе; 12 - гравийный блок

Таблица 15

Фильтры на каркасах из стержней	Конструктивные особенности	Материалы для изготовления
Без дополнительной водоприемной поверхности	Скважность фильтра до 60 %; ширина просвета между стержнями зависит от характера окружающих фильтр рыхлых или трещиноватых скальных пород (известняков, песчаников)	Сталь прутковая Ст3, Ст5, Ст7 диаметрами 12, 14, 16 мм. Патрубки соединительные и кольца опорные из горячекатаных труб. Защита опорных каркасов против коррозии производится кремнийорганической краской ВН-30 или нанесением полиэтилена
С водоприемной поверхностью из проволоочной обмотки	Скважность водоприемной поверхности в зависимости от толщины проволоки и просвета составляет 30-60 %. Крепление проволоочных спиралей производится на основе эпоксидных смол	Опорные каркасы из стержней обматываются проволокой из нержавеющей стали диаметром 2-4 мм. Крепление проволоочной обмотки производится эпоксидной смолой ЭД-5 и ЭД-6
С водоприемной поверхностью из штампованного (просечного) листа	Скважность штампованного (просечного) листа из нержавеющей стали в зависимости от ширины и высоты щели 18-30 %	Штампованный лист из нержавеющей стали (ГОСТ 5282-82) толщиной 0,8-1 мм
С водоприемной поверхностью из сеток	Подбор сетки производится по расчету в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта	Проволоочная обмотка под сетку из нержавеющей стали с шагом 10- 15 мм. Сетка из нержавеющей стали или латуни гладкого плетения (ГОСТ 3187-76*) и квадратного плетения (ГОСТ 6613-86)

Таблица 16

Фильтры на спирально-проволоочных каркасах	Конструктивные особенное™	Материалы для изготовления
Без дополнительной водоприемной поверхности	Скважность фильтра до 60 %; ширина просвета между витками проволоочного каркаса зависит от характера окружающих фильтр рыхлых или трещиноватых скальных пород (известняков, песчаников)	Сталь прутковая Ст3, Ст5, Ст7 диаметрами 2, 4, 6, 8 мм. Патрубки соединительные из горячекатаных труб. Защита опорных каркасов против коррозии производится кремнийорганической краской ВН-30
С водоприемной поверхностью из проволоочной обмотки	Скважность водоприемной поверхности в зависимости от толщины проволоки и просвета составляет 30-60 %. Крепление проволоочных спиралей производится на основе эпоксидных смол	Опорные каркасы обматываются проволокой из нержавеющей стали диаметром 2-4 мм. Крепление проволоочной обмотки производится эпоксидной смолой ЭД-5 или ЭД-6
С водоприемной поверхностью из штампованного (просечного) листа	Скважность штампованного (просечного) листа из нержавеющей стали в зависимости от высоты и ширины щели 18-30 %	Штампованный лист из нержавеющей стали толщиной 0,8-1 мм
С водоприемной поверхностью из сеток	Скважность сеток 30-50 %; подбор сетки производится в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта	Сетка из нержавеющей стали или латуни гладкого плетения (ГОСТ 3187- 76) и квадратного плетения (ГОСТ 6613-86)

Таблица 17

Фильтры на трубчатых каркасах	Конструктивные особенности	Материалы для изготовления
С круглой или щелевой перфорацией без дополнительной водоприемной поверхности	Скважность каркаса 20-25 %; диаметр отверстий при установке в скальных и галечниковых породах 15-25 мм, а других породах - по расчету. Размер щелей: ширина 10-30 мм, длина 200-300 мм	Трубы горячекатаные, электросварочные (ГОСТ 10706-76*), полиэтиленовые (ГОСТ 18599-83*); поливинилхлоридные (ТУ МХП 6-05-1573-72); асбестоцементные (ГОСТ 539- 80)
С водоприемной поверхностью из проволочной обмотки	Скважность водоприемной поверхности из проволочной обмотки до 30- 60 %. Зазор между витками проволоки определяется по расчету в зависимости от крупности частиц пород или обсыпки. Намотка проволоки производится по стержням и закрепляется эпоксидной смолой	Подкладочная проволока из стали Ст3, Ст5. диаметром 5-10 мм. Проволочная обмотка из нержавеющей стали (ГОСТ 5632-72*) диаметром 2-4 мм. Эпоксидная смола ЭД-6 и ЭД-5.
С водоприемной поверхностью из штампованного стального листа с отверстиями различной конфигурации	Скважность штампованного просечного листа в зависимости от ширины и высоты щели 18-30 %. Между опорным каркасом и листом создается дренажное пространство, отводящее воду внутрь фильтра	Штампованный лист из нержавеющей стали (ГОСТ 5282-82) толщиной 0,8-1 мм. Проволока подкладочная диаметром 5-10 мм, резиновый или хлорвиниловый шнур
С водоприемной поверхностью из сеток	Подбор сеток производится по расчету в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта	Подкладочные стержни из нержавеющей стали и синтетических сеток. Сетки гладкого (ГОСТ 6613-80) и квадратного (ГОСТ 3187- 76") плетения

Таблица 18

Гравийные фильтры	Конструктивные элементы	Материалы для изготовления
С обсыпкой на забое скважины	Проходные отверстия на фильтрах устраиваются с учетом гранулометрического состава гравийной обсыпки. В зависимости от гранулометрического состава пород и химического состава подземных вод гравийные обсыпки могут быть однослойными или двухслойными, реже трехслойными	Каркасно-стержневые и спирально-проволочные и трубчатые фильтры с водоприемными поверхностями из проволоки, нержавеющей стали и штампованного листа с использованием материалов
Гравийные кожуховые, собираемые на поверхности земли	Кожуховые фильтры устанавливаются в скважинах ограниченного диаметра с минимальной толщиной обсыпки 35-50 мм. Обсыпка не должна содержать пылевато-глинистых частиц	Опорные каркасы те же. Гравийная обсыпка вокруг каркасов удерживается простой стальной сеткой квадратного плетения 2х2 см или 3х3 см. При устройстве кожухов возможно применение сеток квадратного плетения из полистирола, из штампованной пленки из винипласта или из металлического листа толщиной 0,8-1 мм
Блочного типа, собираемые на поверхности земли	Гранулометрический состав гравия в блочных фильтрах подбирается с учетом добавок цемента и водоцементного фактора или других вяжущих полимерных материалов	Каркасы стержневые и трубчатые. Блоки гравийные из пористого бетона

4.7. Рекомендации по применению различных типов фильтров в зависимости от гидрогеологических условий приведены в табл. 19.

Породы водоносных пластов	Конструкции фильтров
1. Скальные и полускальные неустойчивые породы, щебенистые и галечниковые отложения с преобладающей крупностью частиц 20- 100 мм (более 50 % по массе)	Фильтры-каркасы (без дополнительной фильтрующей поверхности) стержневые, спирально-проволочные, трубчатые с круглой и щелевой перфорацией, штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием
2. Гравий, гравелистый песок с преобладающей крупностью частиц от 2 до 5 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые, спирально-проволочные и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки или штампованного листа из нержавеющей стали. Фильтры штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием
3. Пески крупные с преобладающим размером частиц 1-2 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые, спирально-проволочные и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, штампованного листа и сеток квадратного плетения из нержавеющей стали. Фильтры штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием
4. Пески среднезернистые с преобладающей крупностью частиц 0,25-0,50 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые, спирально-проволочные и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток квадратного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с песчано-гравийной обсыпкой
5. Пески мелкозернистые с преобладающей крупностью частиц 0,1-0,25 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые, спирально-проволочные и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток галунного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с однослойной или двухслойной песчано-гравийной обсыпкой

Примечания: 1. При применении фильтров на стержневых каркасах снижается расход металла. Стержневые и спирально-проволочные фильтры обладают лучшими гидравлическими свойствами и обеспечивают более эффективную работу скважин при длительной эксплуатации в водах неустойчивого химического состава, когда возникает опасность зарастания фильтров железистыми и карбонатными отложениями, в результате чего уменьшается производительность скважин. Фильтры на стержневых каркасах рекомендуется применять в скважинах глубиной до 200 м. 2. Фильтры из стальных труб предпочтительнее применять при больших глубинах скважин (более 200м). 3. Фильтры щелевые штампованные из листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием могут устанавливаться в скважинах глубиной до 100 м. 4. Применение сеток из латуни на стальных каркасах без антикоррозионной защиты не рекомендуется из-за возможности электрохимической коррозии. 5. Применение сеток и проволоки из простых и оцинкованных сталей в фильтрах, рассчитанных на длительный срок эксплуатации, не допускается. 6. Блочные фильтры, как правило, предназначены для отбора небольшого количества воды. 7. Для антикоррозионной защиты фильтров допустимо применение следующих видов покрытий: полиэтиленовых; эмалевых; этиленовых; резиновых на основе жидких наиритов; перхлорвиниловых; кремнийорганических.

### Подбор и расчет фильтров

**4.8.** Конструкция и размеры фильтра принимаются в зависимости от гидрогеологических условий, дебита и режима эксплуатации с учетом требований п. 4.4.

**4.9.** Прочностные показатели, характеризующие статическую устойчивость фильтров и определяющие предельно возможную глубину их установки, указываются в соответствующих технических условиях заводов-изготовителей.

**4.10.** Степень химической коррозии фильтров зависит от содержания в воде некоторых компонентов, обуславливающих растворение металлов. Такими компонентами являются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . При каптаже вод питьевого качества с небольшой минерализацией возможность коррозии за счет нарушения углекислотного равновесия можно прогнозировать, используя показатель Ризнера -  $R_i$ ,

$$R_i = 2pH_s - pH, \quad (1)$$

где  $pH_s$  - показатель водородных ионов, отвечающий равновесному содержанию в воде углекислых соединений.

При  $R_i < 9$  вода коррозионная, если  $7 < R_i < 9$ , то возможно развитие процессов коррозии с малой скоростью. При  $R_i < 7$  вода склонна к выделению кольматирующих образований. Фильтры из низкоуглеродистой стали без антикоррозионных покрытий применимы при  $R_i = 7-8$ , при наличии в конструкции латунных материалов следует иметь в виду, что оптимальная область их применения находится при  $R_i = 6,5-8,5$ ; нержавеющая сталь характеризуется максимальной устойчивостью и применима даже при  $R_i = 12-15$ .

При каптаже скважинами подземных вод, содержащих сероводород, скорость коррозии стальных водоподъемных и обсадных труб может достигать значительных величин-8-10 мм/год, поэтому в этих случаях обязательно применение антикоррозионных конструкций.

Электрохимическую коррозию следует предотвращать, используя ; в конструкции фильтров металлы с близкими электродными потенциалами.

Если в процессе эксплуатации скважин возможно привлечение грунтовых вод с заболоченных участков, следует учитывать наиболее вероятное уменьшение величины рН отбираемых вод и увеличение концентрации  $H_2S$ , что способствует более интенсивному проявлению коррозионных свойств подземных вод.

**4.11.** Диаметр фильтра-каркаса устанавливается исходя из проектного дебита скважины, параметров водоподъемного оборудования и с учетом возможности устройства гравийной обсыпки. По условиям ремонта скважин минимальный диаметр каркаса фильтра следует принимать не менее 100-150 мм. Скорость движения воды в водоподъемных трубах не должна превышать 1,5-2 м/с.

**4.12.** Длина фильтра в однородных водоносных пластах мощностью  $m = 10-15$  м принимается равной 0,8-0,9 от (фильтр должен устанавливаться на расстоянии не менее 0,5-1 м от кровли и подошвы пласта).

При мощности  $m > 10-15$  м длина фильтра определяется в зависимости от производительности скважин, изменения водопроницаемости пород и гидрохимических условий.

Теоретически в однородных пластах величина гидравлических потерь в фильтре растет до определенных пределов, и при некоторых соотношениях размеров фильтра (его диаметра, длины, скважности) "гидравлические потери и приток к скважине должны оставаться постоянными.

Тем не менее в реальных условиях, учитывая неоднородность водоносного горизонта и возможность интенсивного химического зарастания фильтров, следует увеличивать длину и размеры отверстий фильтров. При этом в первую очередь фильтры должны устанавливаться в наиболее водопроницаемых зонах водоносного горизонта.

В безнапорных водоносных горизонтах длина фильтра определяется с учетом понижения динамического уровня в скважине: в этом случае мощность  $m \approx h_e - S_0/2$ , где  $h_e$  - первоначальная мощность безнапорного горизонта;  $S_0$  - проектное понижение уровня в скважине.

**4.13.** При выборе типа фильтра для оборудования скважины необходимо исходить из применения конструкции, коэффициент водопроницаемости которой равен или превышает коэффициент водопроницаемости водоносных пород или гравийных обсыпок, контактирующих с фильтром. Наиболее предпочтительно использование фильтров-каркасов. Сравнительные данные о проницаемости различных фильтров приведены на рис. 10. Коэффициент водопроницаемости каркасно-стержневых фильтров изменяется от 1,5 до 2,15 см/с, проволочных конструкций на трубчатом каркасе - от 0,42 до 1,8 см/с, фильтра с водоприемной поверхностью из штампованного листа - от 0,23 до 0,52 см/с, сетчатых фильтров с сеткой галунного плетения - от 0,08 до 0,37 см/с.

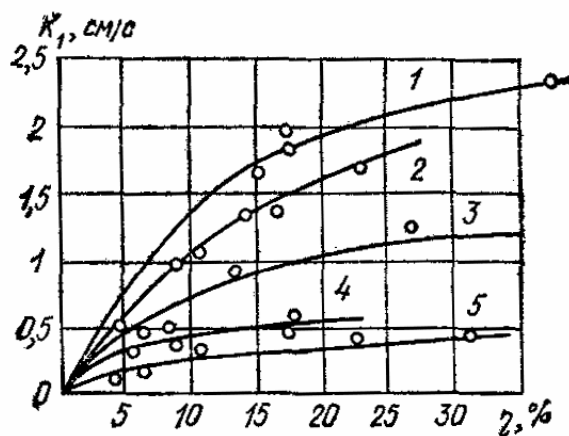


Рис. 10. Изменение проницаемости различных фильтров от скважности

1 - каркасно-стержневого; 2 - проволочного на трубчатом каркасе; 3 - с мостообразными отверстиями; 4 - с водоприемной поверхностью из штампованного листа; 5 - с сеткой галунного плетения

Фильтрационные характеристики существенно ухудшаются в блочных конструкциях и при усложнении водоприемной поверхности. Величина коэффициента водопроницаемости новых модификаций рекомендованных фильтров устанавливается индикаторным методом.

**4.14.** Размер проходных отверстий фильтра назначают с учетом гранулометрического состава пород, слагающих водоносный горн-зонт, и соответствующего размера частиц гравийной обсыпки. Для подбора размера отверстий фильтров рекомендуются следующие эмпирические соотношения (табл. 20).

Фильтр	Рекомендуемые размеры отверстий фильтров	
	в однородных породах $K_n \leq 2$	в неоднородных породах $K_n > 2$
С круглой перфорацией	2,5-3 $d_{50}$	3-4 $d_{50}$
Сетчатый	1,5-2 $d_{50}$	2-2,5 $d_{50}$
С щелевой перфорацией	1,25-1 $d_{50}$	1,5-2 $d_{50}$
Проволочный	1,25 $d_{50}$	1,5 $d_{50}$

Примечания: 1.  $K_n = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{60}$ ,  $d_{10}$ -размеры частиц, меньше которых в водоносном пласте содержится соответственно 10, 50 и 60 % (определяется по графику гранулометрического состава). 2. Меньшие значения численных коэффициентов при  $d_{50}$  относятся к мелкозернистым породам, большие - к крупнозернистым.

**4.15.** Размеры проходных отверстий фильтров при устройстве гравийной обсыпки должны приниматься равными среднему диаметру частиц слоя обсыпки  $d_{50}$ , примыкающего к стенкам фильтра.

Основным требованием к подбору гравийных обсыпок является обеспечение суффозионной устойчивости пород в прискважинной зоне при сохранении относительно небольших контактных потерь напора.

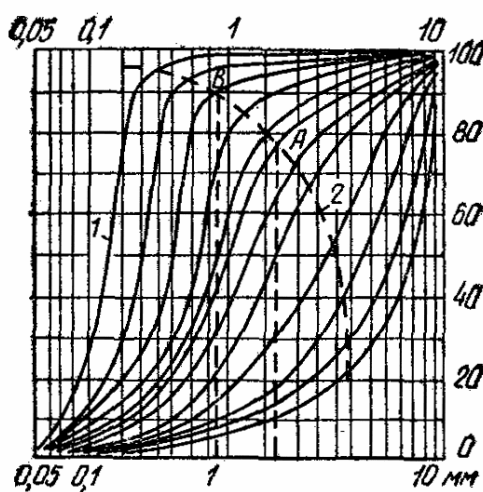
При подборе гравийного фильтра в относительно однородных грунтах ( $K_n < 5$ ) должно выдерживаться соотношение

$$D_{50} / d_{50} \approx 8-12, \quad (2)$$

где  $d_{50}$  и  $D_{50}$  - средний диаметр частиц соответственно водоносных пород и материала обсыпки.

Для подбора размера частиц обсыпки в существенно суффозионных породах, при значительной их неоднородности ( $K_n < 5$ ) можно пользоваться диаграммой рис. 11. Расчетную величину среднего диаметра обсыпки получают умножением на 5 найденной по графику величины характерного диаметра (на пересечении с кривой зернового состава).

Например, точке *A* на рис. 11 на пересечении кривой гранулометрического состава водоносных пород с кривой характерного диаметра (пунктирная линия) соответствует расчетный диаметр 2,6 мм. Следовательно,  $d_{50}$  гравия обсыпки будет  $2,6 \times 5 = 13$  мм.



**Рис. 11.** График для определения состава гравийной обсыпки

1 - кривые зернового состава песков; 2 - кривая характерного диаметра

Подбор механического состава материала при устройстве двух и трехслойных гравийных обсыпок фильтров надлежит производить по соотношению  $D_{50}^1 / D_{50}^2 = 4-6$ , где  $D_{50}^1$  и  $D_{50}^2$  - средние диаметры частиц материала соседних слоев обсыпки.

**4.16.** Материал обсыпки должен быть однородным. Во всех случаях количество частиц максимального и минимального диаметра в составе обсыпки не должно превышать 10 %.

Оптимальная толщина обсыпки должна составлять 150-200 мм. Минимальную ее величину следует выбирать в зависимости от размера зерен гравия и песка (табл. 20а).

Таблица 20а

Размер зерен обсыпки, мм	До 4	4-12	12-35
Толщина слоя обсыпки, мм	60	70	80

В скважинах с многослойной обсыпкой толщина слоя из мелкого гравия (песка) не должна приниматься меньше толщины опорного слоя гравия. Применение для гравийных фильтров гравия неоднородного состава нецелесообразно из-за существенного расслоения его в процессе засыпки.

Примечание. Материал, используемый для гравийных фильтров, должен быть незагрязненным, не содержать глинистых, пылеватых частиц и быть надежным в санитарном отношении.

## 5. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН И ШАХТНЫХ КОЛОДЦЕВ

### Общие положения

5.1. Основными задачами гидрогеологических расчетов водозаборных скважин и шахтных колодцев являются:

а) определение дебита скважин и колодцев и понижения уровня подземных вод в процессе эксплуатации водозаборного сооружения;

б) оценка возможного влияния данного водозабора на существующие или намечаемые к строительству водозаборы на других участках;

в) оценка влияния проектируемого водозабора на окружающую природную обстановку (поверхностный сток, растительность и др.).

Одновременно с решением этих задач на основе гидрогеологических расчетов уточняют схему расположения водозаборных скважин и колодцев, их количество и размеры (глубину, диаметр).

5.2. При гидрогеологических расчетах водозаборов обычно в качестве исходной величины принимается дебит  $Q$ , соответствующий проектируемому водопотреблению. Довольно часто, однако, приходится определять максимальный дебит  $Q_{\text{макс}}$ , который может быть получен на рассматриваемом участке водоносного пласта или на всей площади его распространения. В обоих случаях расчетами устанавливаются размеры водозаборного сооружения, количество, расположение и дебиты скважин и колодцев при заданном времени эксплуатации и максимально допустимых понижениях уровня  $S_{\text{доп}}$ .

Гидрогеологические расчеты выполняются обычно для нескольких вариантов расположения водозаборов, по которым производится технико-экономическое сопоставление и выбор оптимальной схемы водозабора.

Во всех вариантах расчетные понижения уровня сопоставляются с допустимыми понижениями.

При  $S_{\text{рас}} > S_{\text{доп}}$  проектируемый дебит водозабора не может считаться обеспеченным. В этом случае необходимо увеличить число скважин (колодцев), уменьшив дебит каждой из них, или распределить их на большей площади.

При  $S_{\text{рас}} < S_{\text{доп}}$  дебит водозабора может быть увеличен, а если в этом нет надобности, то может быть сокращено количество скважин (колодцев) и уменьшено расстояние между ними.

Приблизительно величина допустимого понижения уровня может быть определена следующим образом:

для безнапорных вод

$$S_{\text{доп}} \approx (0,5 \div 0,7)h_e - \Delta h_{\text{нас}} - \Delta h_{\text{ф}}, \quad (3)$$

для напорных вод

$$S_{\text{доп}} \approx H_e - [(0,5 \div 0,7)m_e + \Delta H_{\text{нас}} + \Delta H_{\text{ф}}], \quad (4)$$

где  $h_e$  и  $H_e$  - соответственно первоначальная глубина воды до водоупора (в безнапорных пластах) и напор над подошвой горизонта (в напорных пластах);  $\Delta h_{\text{нас}}$  и  $\Delta H_{\text{нас}}$  - максимальная глубина погружения насоса (нижней его кромки) под динамический уровень воды в скважине;  $\Delta h_{\text{ф}}$  и  $\Delta H_{\text{ф}}$  - потери напора на входе в скважину;  $m$  - мощность напорного пласта.

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений могут быть сделаны при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки различными методами, используемыми при оценке запасов подземных вод, а именно; гидродинамическими, гидравлическими, балансовыми, гидрогеологической аналогии, а также комбинированными.

Гидродинамические методы расчетов водозаборов основаны на аналитическом или численном решении краевых задач теории фильтрации. подземных вод. Соответственно они подразделяются на аналитические методы и методы моделирования на аналоговых (АВМ), электронных цифровых (ЭВМ) или гибридных (АЦВМ) вычислительных машинах. При достаточно простых гидрогеологических условиях (однородные фильтрационные и емкостные свойства, прямолинейные границы водоносных пластов, неизменяющиеся условия на границах) целесообразнее всего применять аналитические методы, обеспечивающие достаточную для решения практических задач точность.

В сложных гидрогеологических условиях, характеризующихся существенной неоднородностью гидрогеологических параметров, сложной конфигурацией границ пласта и контуров некондиционных вод, изменяющимися во времени источниками формирования эксплуатационных запасов, наличием нескольких взаимосвязанных водоносных горизонтов, а также при значительном количестве

проектируемых водозаборов и большом числе вариантов их размещения следует применять методы моделирования.

Гидравлические методы заключаются в определении расчетного дебита водозабора или прогнозных понижений уровней в скважинах по эмпирическим данным, непосредственно полученным в процессе проведения опыта и комплексно учитывающим влияние различных факторов, определяющих режим работы водозабора.

Балансовый метод применяется при определении величины сработки естественных запасов подземных вод, а также частичного или полного перехвата водозабором расхода естественного потока и привлекаемых источников питания. Балансовый метод является приближенным методом расчета, поэтому он используется, главным образом, как дополнительный в сочетании с гидродинамическим и гидравлическим методами.

Метод гидрогеологической аналогии заключается в определении модуля эксплуатационных запасов (или отдельных его составляющих) оцениваемого водоносного горизонта, устанавливаемого в пределах наиболее изученных участков по данным детальных разведочных работ или эксплуатации действующих водозаборов. Метод основан на переносе данных о режиме эксплуатации подземных вод на участках действующих водозаборов на оцениваемые участки, находящиеся в аналогичных условиях с эксплуатируемыми.

Все указанные методы расчетов производительности водозаборов подземных вод имеют свои достоинства и недостатки. Поэтому иногда целесообразным является применение комбинированных методов, т. е. совместного использования при расчетах одновременно нескольких методов.

Основные расчетные зависимости, полученные аналитическими методами для оценки производительности водозаборных скважин и колодцев, работающих в относительно простых и наиболее часто встречающихся гидрогеологических условиях, приведены для:

- а) долин рек (полуограниченные пласты с прямолинейным контуром питания и пласты-полосы);
- б) артезианских бассейнов (в частности, в неограниченных по площади распространения изолированных и слоистых водоносных горизонтах);
- в) ограниченных по площади распространения пластов (для некоторых схем закрытых и полужакрытых водоносных структур).

Аналитические решения для расчета водозаборов в более сложных природных условиях приведены в ряде специальных монографий и статей. При весьма сложных природных условиях или недостаточно полной гидрогеологической информации следует применять другие методы расчета (аналоговое или численное моделирование, гидравлические методы и др.).

**5.3.** Общая расчетная зависимость для определения понижений уровней подземных вод в любой точке водоносного горизонта может быть представлена следующим образом:

для безнапорных водоносных горизонтов

$$S = h_e - \sqrt{h_e^2 - \frac{Q}{\pi k} R}; \quad (5)$$

для напорных водоносных горизонтов

$$S = \frac{Q}{2\pi km} R. \quad (6)$$

Здесь  $Q$  - суммарный дебит водозабора;  $k$  - коэффициент фильтрации водовмещающих пород,  $m$  - мощность водоносного горизонта;  $km$  - водопроводимость водоносного горизонта,  $h_e$  - естественная (до начала откачки) мощность грунтового потока, гидравлическое сопротивление, зависящее от гидрогеологических условий и типа водозаборного сооружения.

При определении понижения уровня подземных вод непосредственно в скважине или шахтном колодце в формулах (5) и (6) следует принимать

$$R = R_0 + \beta \zeta, \quad (7)$$

где  $R_0$  - значения гидравлического сопротивления  $R$  в точке расположения скважины (колодца);  $\zeta$  - дополнительное сопротивление, учитывающее фильтрационное несовершенство скважины или колодца,  $\beta = Q_0/Q$  - отношение расхода рассматриваемой скважины  $Q_0$  к суммарному расходу водозабора  $Q$ .

Расход водозаборного сооружения определяется по следующим зависимостям:

для безнапорных водоносных горизонтов

$$Q = \frac{\pi k S_{дон} (2h_e - S_{дон})}{R_0 + \beta \zeta}; \quad (8)$$

для напорных водоносных горизонтов

$$Q = \frac{2\pi km S_{дон}}{R_0 + \beta \zeta}. \quad (9)$$



Здесь  $S_{\text{доп}}$  - максимально допустимое понижение уровня подземных вод.

Указания по методике определения величин  $R$ ,  $R_0$  даны в табл. 21, 23 и др.;  $\zeta$  в формулах (8) и (9) должна определяться для скважин (колодцев), работающих на наиболее нагруженном участке водозабора, где ожидается наибольшее понижение уровня подземных вод.

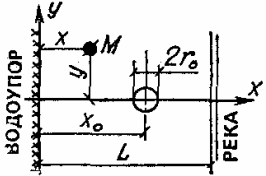
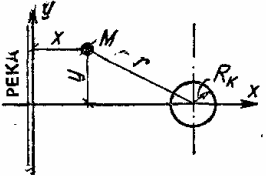
### **Расчеты береговых водозаборов (в долинах рек)**

**5.4.** Важнейшим фактором, определяющим условия эксплуатации береговых водозаборов, является наличие постоянных поверхностных водотоков, с которыми гидравлически связаны водоносные горизонты. Благодаря этому производительность береговых водозаборов обеспечивается, в основном, за счет инфильтрации речных вод в эксплуатируемые водоносные горизонты. Привлечение поверхностного стока приводит к быстрой стабилизации уровней подземных вод в скважинах береговых водозаборов.

В табл. 21 приведены расчетные зависимости для определения гидравлических сопротивлений  $R$  и  $R_0$  при работе водозаборов различного типа вблизи совершенных рек в условиях установившейся фильтрации. Под совершенными в фильтрационном отношении реками понимаются такие, в которых фильтрация поверхностных вод в водоносный пласт через русловые отложения происходит без существенных потерь напора и деформации потока в подрусовой зоне, в связи с чем уровни подземных и поверхностных вод на урете реки практически совпадают. К совершенным рекам можно отнести реки значительной ширины (ширина больше мощности водоносного горизонта под руслом реки) без илистого или кольматированного донного слоя, препятствующего инфильтрации речных вод в водоносные горизонты. Условные обозначения к формулам приведены в табл. 21.

Таблица 21

Тип водозабора	Зависимости для расчета водозаборов в долинах рек					
	Схема пласта	Сопротивление	№ формулы	Сопротивление	№ формулы	Дополнительные данные
скважина		$R = \ln \frac{\rho}{r}$	(10)	$R_0 = n \frac{2x_0}{r_0}$	(11)	$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}$ $\rho = \sqrt{(x + x_0)^2 + y^2}$
Линейный ряд		$R = \begin{cases} \pi \frac{x}{l}, & x < x_0 \\ \pi \frac{x_0}{l}, & x > x_0 \end{cases}$	(12)	$R_0 = \pi \frac{x_0}{l} + \frac{1}{n} \ln \frac{l}{\pi r_0 n}$	(13)	$l > (3-4)x_0$ $n - \text{количество скважин}$
Линейный ряд		$R = \ln \frac{\rho_{np}}{r_{np}} + f(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}', \bar{y})$	(14)	$R_0 = \frac{1}{2} \times \ln \frac{4x_0^2 + l^2}{l} + \frac{2x_0}{l} \cdot \arctg \frac{l}{2x_0} + \frac{1}{n} \ln \frac{l}{\pi r_0}$	(15)	$l < (3-4)x_0$ $r_{np} = \sqrt{(x_0 - x)^2 + y^2 + l^2}$ $\rho_{np} = \sqrt{(x_0 + x)^2 + y^2 + l^2}$ $\bar{x} = \frac{ x_0 - x }{l}$ $\bar{y} = \frac{ y }{l}$ $\bar{x} = \frac{x_0 - x}{l}$
скважина		$R = \frac{1}{2} \times \ln \left[ \frac{ch 2\xi - \cos 2(\eta + \lambda)}{ch 2\xi - \cos 2(\eta - \lambda)} \right]$	(16)	$R_0 = \ln \frac{0,64L \sin 2\lambda}{r_0}$	(17)	$\xi = \frac{\pi y}{2L}$ $\eta = \frac{\pi x}{2L}$ $\lambda = \frac{\pi x_0}{2L}$

Скважина		$R = \frac{1}{2} \times \left\{ \begin{aligned} & \left[ \frac{ch2\xi - \cos 2(\eta + \lambda)}{ch2\xi - \cos 2(\eta - \lambda)} \right] \times \\ & \times \frac{ch2\xi - \cos 2(\eta + \lambda)}{ch2\xi - \cos 2(\eta - \lambda)} \end{aligned} \right\}$	(18)	$R_0 = \ln \frac{1,27Lctg\lambda}{r_0}$	(19)	$\xi = \frac{\pi y}{2L}$ $\eta = \frac{\pi x}{2L}$ $\lambda = \frac{\pi x_0}{2L}$
		$R = \ln \frac{\rho}{r}$	(20)	$R_0 = n \frac{3,3x_0}{R_k}$	(21)	$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}$ $\rho = \sqrt{(x + x_0)^2 + y^2}$

Численные значения функции  $f(\bar{x}, \bar{y})$ , используемой в формуле 14 табл. 21, даны в табл. 22.

Таблица 22

$\bar{x}$	Значения функции $f(\bar{x}, \bar{y})$ , при $\bar{y}$ , равном					
	0	1	1,2	1,5	2	2,6
0	1	0,65	0,42	0,23	0,16	0,1
0,5	0,46	0,35	0,3	0,22	0,14	0,09
1	0,21	0,19	0,18	0,15	0,11	0,08
1,5	0,12	0,11	0,11	0,1	0,08	0,06
2	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,00
2,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04

Приведенные в табл. 21 зависимости можно использовать также для расчета нескольких взаимодействующих водозаборов при различном их расположении. В этом случае суммарное понижение уровня можно найти по формулам:

для безнапорных водоносных горизонтов

$$S_{\text{сум}} = h_e \sqrt{h_e^2 - \sum_{i=1}^n (2h_e - S_i) S_i} \quad (22)$$

для напорных водоносных горизонтов

$$S_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n S_i \quad (23)$$

где  $S_i$  - понижение, обусловленное действием отдельного  $i$ -го водозабора ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),  $n$  - общее количество водозаборов.

*Пример расчета.* Водозабор состоит из трех скважин, расположение которых указано на рис. 12. Требуется найти понижение уровня воды в скважине 2. Дебиты скважин одинаковы и равны  $Q = 2$  тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ . Величина водопроницаемости напорного водоносного горизонта равна  $km = 500 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Радиус скважины  $2r_0 = 0,2 \text{ м}$ , скважина совершенная.

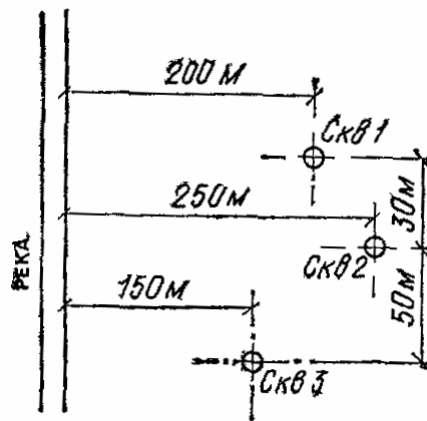


Рис. 12. Схема к примеру расчета

Общее понижение уровня в скважине 2 найдено по формуле (23), которая в данном случае будет иметь вид

$$S_{\text{сум}} = S_1 + S_2 + S_3,$$

где  $S_1$  и  $S_3$  - срезка уровня на скважине 2 соответственно от скважины 1 и 3;  $S_2$  - понижение уровня, обусловленное действием скважины 2.

Находим соответствующие гидравлические сопротивления для скважин 1 и 3 по формуле (10) табл. 21:

$$R_1 = \ln \frac{\sqrt{(250 + 200)^2 + 30^2}}{\sqrt{(250 - 200)^2 + 30^2}} = 2,05;$$

$$R_3 = \ln \frac{\sqrt{(250 + 150)^2 + 50^2}}{\sqrt{(250 - 150)^2 + 50^2}} = 1,28;$$

для скважины 2 - по формуле (11) табл. 21:

$$R_2 = \ln \frac{2 \cdot 250}{0,2} = 7,82.$$

Отсюда по формуле (6):

$$S_1 = \frac{2000}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} 2,05 = 1,3 \text{ м};$$

$$S_2 = \frac{2000}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} 7,82 = 4,6 \text{ м};$$

$$S_3 = \frac{2000}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} 1,28 = 0,8 \text{ м}.$$

Следовательно,

$$S_{\text{сум}} = 1,3 + 4,6 + 0,8 = 6,7 \text{ м}.$$

### **Расчеты водозаборов в артезианских бассейнах (неограниченные пласты)**

**5.5.** Для артезианских бассейнов характерно этажное строение водоносной толщи. Хорошо проницаемые водоносные отложения чередуются здесь с водоупорными или слабопроницаемыми раздельными слоями. В соответствии с этим можно выделить следующие расчетные схемы: изолированные, неограниченные по площади водоносные горизонты; слоистые водоносные горизонты.

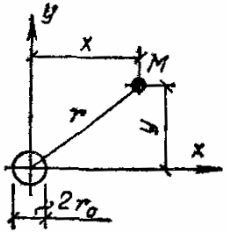
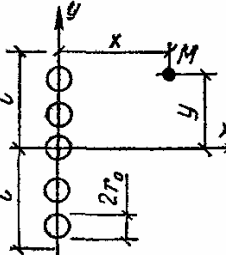
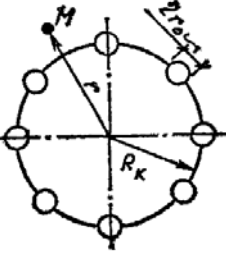
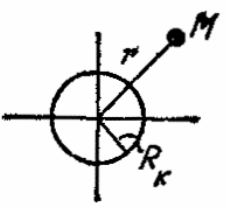
**5.6.** Изолированные неограниченные пласты характеризуются отсутствием внешних источников питания подземных вод. Дебиты водозаборов обеспечивают притоком воды за счет осушения водоносных пород и сбросом напоров подземных вод. В связи с этим при эксплуатации водозаборных сооружений даже в течение весьма длительного времени имеет место неустановившаяся фильтрация, т. е. уровни подземных вод при работе водозаборов непрерывно снижаются.

Эксплуатация водозаборов в изолированных неограниченных пластах сопровождается обычно образованием обширных воронок депрессии, захватывающих площади в десятки и даже сотни квадратных километров. При проектировании водозаборов здесь необходимо учитывать возможное влияние намечаемого водоотбора на существующие водозаборные сооружения.

Основные расчетные зависимости для определения гидравлических сопротивлений  $R$  и  $R_0$  при работе водозаборов в изолированных неограниченных пластах приведены в табл. 23.

Обозначения, используемые в табл. 23, даны на соответствующих схемах. Кроме того, используются следующие обозначения:  $t$  - время, на которое рассчитывается понижение уровня подземных вод;  $a$  - коэффициент пьезопроводности пласта,  $a = km/\mu$ ;  $\mu$  - водоотдача пород;  $r_{\text{вл}} = 1,5\sqrt{at}$ ;  $f(x, y)$  - функция, численные значения которой даны в табл. 22.

Таблица 23

Тип водозабора	Зависимости для расчета водозаборов в изолированных неограниченных пластах					
	Схема водозабора	Сопротивление	№ формулы	Сопротивление	№ формулы	Дополнительные данные
скважина		$R = \ln \frac{r_{вл}}{r}$	(24)	$R_0 = \ln \frac{r_{вл}}{r}$	(25)	$r = \sqrt{x^2 + y^2}$ $\frac{r^2}{4at} < 0,1$
Линейный ряд		$R = \ln \frac{r_{вл}}{r_{np}} + f(\bar{x}, \bar{y})$	(26)	$R_0 = \ln \frac{2,7r_{вл}}{l} + \frac{1}{n} \ln \frac{l}{\pi r_0 n}$	(27)	$\frac{(x+l)^2 + y^2}{4at} < 0,1$ $r_{np} = \sqrt{x^2 + y^2 + l^2}$ $\bar{x} = \frac{x}{l}; \bar{y} = \frac{y}{l}$ , $n$ - количество скважин
Линейный ряд		$R = \ln \frac{r_{вл}}{r}$	(28)	$R_0 = \ln \frac{r_{вл}}{R_k} + \frac{1}{n} \ln \frac{R_k}{r_0 n}$	(29)	$\frac{r^2}{4at} < 0,1$
скважина		$R = \ln \frac{r_{вл}}{r}$	(30)	$R_0 = \ln \frac{1,65r_{вл}}{R_k}$	(31)	$\frac{r^2}{4at} < 0,1$

5.7. Все приведенные в табл. 21-24 расчетные зависимости справедливы при постоянном расходе водозаборных сооружений. В случае если дебит водозабора изменяется во времени, следует представить действительный график изменения расхода водозабора ступенчатой линией. Тогда понижения уровня подземных вод находятся по формулам, указанным в таблицах, в которых величина  $Q$  принимается равной начальному значению дебита водозабора  $Q_1$ , а вместо гидравлического сопротивления подставляется величина  $R$ , равная:

$$\bar{R} = \sum_{j=1}^k \beta_j R(t - t_j) \quad (32)$$

где  $R(t-t_j)$  - гидравлическое сопротивление при постоянном расходе (см. табл. 23), которое определяется на момент времени  $(t-t_j)$ ;  $t_j$  - время начала действия  $j$ -й ступени;  $j$  - номер ступени с постоянным средним значением расхода водозабора:

$$\beta_j = \frac{Q_j - Q_{j-1}}{Q_1}; \quad \beta_1 = 1,$$

$k$  - количество выделенных ступеней изменения дебита водозабора.

5.8. Расчет понижений уровня в пласте при заданном постоянном уровне на водозаборе при достаточно большом времени ( $at/r_0^2 > 500$ ;  $r_0$  - размеры водозабора в плане) приближенно может быть проведен по следующим формулам:

$$S = \frac{Q(t)}{4\pi km} R; \quad Q(t) = \frac{4\pi k S_0}{R_0} \quad (33)$$

Здесь  $R$  - гидравлическое сопротивление водозабора при постоянном расходе;  $R_0$  - значение этого сопротивления в точке расположения водозабора;  $Q(t)$  - изменяющийся во времени расход водозабора;  $S_0$  - заданное понижение уровня на водозаборе.

Понижения уровня при действии нескольких водозаборов находятся по рекомендациям, изложенным в п. 5.4, формулы (22) и (23).

5.9. В слоистых водоносных пластах формирование запасов подземных вод происходит под влиянием перетекания подземных вод в эксплуатируемый горизонт из соседних питающих пластов через слабопроницаемые раздельные слои в кровле или подошве горизонта. Режим работы водозабора в общем случае неустановившийся, но при больших запасах воды в питающих пластах и интенсивном перетекании понижения уровней на водозаборе могут стабилизироваться.

Основные расчетные зависимости для определения гидравлических сопротивлений  $R$  и  $R_y$  приведены в табл. 24. Формулы (34) и (35) табл., 24 относятся к случаю, когда верхний слой имеет весьма слабую проницаемость ( $k_0 \ll k$ ), содержит воды со свободной поверхностью и обладает значительной водоотдачей ( $\mu \gg \mu^*$ ). Нижний эксплуатируемый пласт сложен хорошо проницаемыми породами. Такая схема характерна для неглубоко залегающих артезианских водоносных пластов.

В схеме трехслойной толщине эксплуатируемый пласт гидравлически связан с соседним питающим водоносным горизонтом с параметрами  $(km)_n$  и  $\mu_n$ . Эта связь осуществляется путем перетекания подземных вод из питающего пласта в эксплуатируемый через раздельный слой с параметрами  $k_0 m_0$ . Если при этом понижения уровня воды в питающем водоносном горизонте невелики ( $S \approx 0$ ), то по истечении некоторого времени фильтрация подземных вод к водозабору приобретает установившийся характер, формулы (37) и (39) табл. 24. Численные значения функции  $K_0(z)$  даны в табл. 25.

Расчетные зависимости, приведенные в табл. 24, характеризуют работу одиночной скважины. При расчете системы взаимодействующих скважин следует использовать рекомендации, данные в п. 5.4, формулы (22) и (23).

*Пример расчета.* Напорный водоносный горизонт (коэффициент фильтрации  $k = 20$  м/сут, мощность  $m = 50$  м, упругая водоотдача  $\mu^* = 10^{-4}$ ) перекрыт сверху слоем суглинка мощностью  $m_0 = 10$  м с коэффициентом фильтрации  $k_0 = 0,1$  м/сут и водоотдачей  $\mu = 0,08$ . В суглинках развит безнапорный водоносный горизонт, гидравлически связанный с нижележащим напорным горизонтом. Требуется найти понижение уровня воды в совершенной скважине ( $r_0 = 0,2$  м) при отборе  $Q = 4$  тыс. м<sup>3</sup>/сут в течение 25 лет  $\approx 10^4$  сут.

Для расчета используем формулу (35) табл. 24.

Обобщенный коэффициент пьезопроводности в данном случае равен:

$$a^* = \frac{20 \cdot 50}{0,08 + 10^{-4}} = 1,25 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Следовательно,

$$r_{\text{вл}} = 1,51 \sqrt{1,25 \cdot 10^4 \cdot 10^4} = 1,68 \cdot 10^4 \text{ м.}$$

Тогда

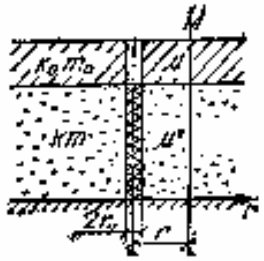
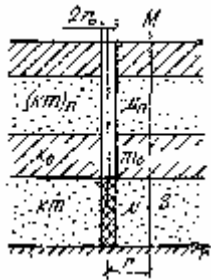
$$R_0 = \ln \frac{1,68 \cdot 10^4}{0,2} = 11,3,$$

а понижение уровня по формуле (6)

$$S = \frac{4000}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 50} 11,3 = 72 \text{ м.}$$



Таблица 24

Тип водозабора	Зависимости для расчета водозаборов в слоистых пластах					
	Схема водозабора	Сопротивление	№ формулы	Сопротивление	№ формулы	Дополнительные данные
двухслойный		$R = \ln \frac{r_{6л}}{r}$	(34)	$R_0 = \ln \frac{r_{6л}}{r_0}$	(35)	$\frac{r^2}{4at} < 0,1$ $\frac{k_0 t}{m_0 \mu} > 3 \div 5$ $r_{6л} = 1,5 \sqrt{a^* t}$ $a^* = \frac{km}{\mu + \mu^*}$
трехслойный		<p>a) <math>S_{II} &gt; 0</math></p> $R = \frac{1}{1+v} \left[ v \ln \frac{r_{6л}}{r} + K_0 \left( \frac{r}{B} \right) \right]$	(36)	<p>a) <math>S_{II} &gt; 0</math></p> $R_0 = \ln \frac{r_{6л}}{r_0} + \frac{1}{1+v} \ln \frac{1,12B}{r_{6л}}$	(37)	$\frac{kmt}{B^2 \mu} >  1-0  \frac{v}{(1+v)^2}$ $r_{6л} = 1,5 \sqrt{a^* t}$ $a^* = \frac{km + (km)_{II}}{\mu + \mu_{II}}$ $\frac{1}{B^2} = \frac{k_0}{m_0} \left[ \frac{1}{km} + \frac{1}{(km)_{II}} \right]$
		<p>б) <math>S_{II} \approx 0</math></p> $R \approx K_0 \left( \frac{r}{B} \right)$	(38)	<p>б) <math>S_{II} \approx 0</math></p> $R_0 = \ln \frac{1,12B}{r_0}$	(39)	$v = \frac{km}{(km)_{II}}; \theta = \frac{km \mu_{II}}{(km)_{II} \mu}$

z	Значения функций $K_0(z)$ , $erfc(z)$ и $ierfc(z)$						
	$K_0(z)$	$erfc(z)$	$ierfc(z)$	z	$K_0(z)$	$erfc(z)$	$ierfc(z)$
1	2	3	4	5	6	7	8
0		1	0,56	0,6	0,78	0,4	0,16
0,02	4,03	0,98	0,54	0,7	0,66	0,34	0,12
0,04	3,34	0,95	0,53	0,8	0,57	0,26	0,09
0,06	2,93	0,93	0,51	0,9	0,49	0,2	0,07
0,08	2,65	0,91	0,49	1	0,42	0,16	0,05
0,1	2,43	0,89	0,47	1,1	0,37	0,12	0,04
0,15	2,03	0,83	0,43	1,2	0,32	0,09	0,03
0,2	1,75	0,78	0,39	1,3	0,28	0,07	0,02
0,25	1,54	0,73	0,35	0,4	0,24	0,05	0,01
0,3	1,37	0,67	0,31	0,5	0,21	0,03	0,01
0,35	1,23	0,62	0,28	0,6	0,19	0,02	0,01
0,4	1,11	0,57	0,25	0,7	0,17	0,02	0
0,45	1,01	0,52	0,22	0,8	0,15	0,01	
0,5	0,92	0,48	0,2	0,2	0,11	0	

### Расчеты водозаборов в ограниченных (закрытых, полужакрытых) водоносных пластах

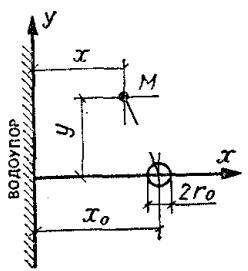
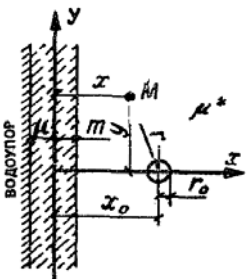
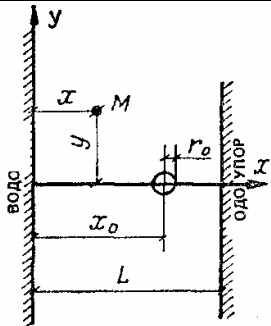
**5.10.** Под закрытыми пластами понимаются структуры, ограниченные со всех сторон непроницаемыми контурами, через которые приток воды в эксплуатируемый пласт можно считать практически равным нулю. В полужакрытых структурах непроницаемые границы лишь частично закрывают пласт.

Основными источниками питания водозабора здесь являются статические и упругие запасы подземных вод в центральных, а также статические запасы воды в краевых частях структуры, где водоносные горизонты выходят на поверхность. При эксплуатации водозаборов в закрытых и полужакрытых структурах обычно имеет место неустановившийся режим фильтрации.

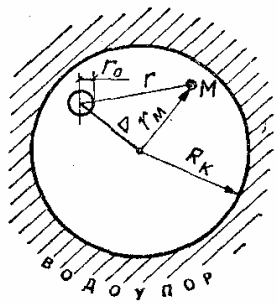
В табл. 26 приведены формулы для определения гидравлических сопротивлений  $R$  и  $R_0$ . Рассмотрены ограниченные пласты с 1-2 непроницаемыми границами и полностью закрытые водоносные горизонты.

В табл. 26 дан такой случай, когда при работе водозабора, располагающегося в области напорных вод (водоотдача  $\mu^*$ ), происходит осушение пласта на участке выхода его на поверхность (водоотдача  $\mu$ ), формулы (42) и (43). Численные значения специальных функций  $erfc(z)$  и  $ierfc(z)$ , входящих в некоторые формулы табл. 26, даны в табл. 25.

Таблица 26

Тип водозабора	Зависимости для расчета водозабора в ограниченных пластах					
	Схема водозабора	Сопротивление	№ формулы	Сопротивление	№ формулы	Дополнительные данные
полуограниченный		$R = 2 \ln \frac{r_{эл}}{\sqrt{r\rho}}$	(40)	$R_0 = 2 \ln \frac{r_{эл}}{\sqrt{2xr_0}}$	(41)	$\frac{\rho^2}{4at} < 0,1$ $r = \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}$ $\rho = \sqrt{(x + x_0)^2 + y^2}$ $r_{эл} = 1,5\sqrt{a} t$
Полуограниченный с осушением		$R = 2 \ln \frac{r_{эл}}{\sqrt{r\rho}} - \mu \sqrt{\frac{\pi m}{k\mu^* t}} \times$ $\times e^{-y^2/4a^* t} \cdot \operatorname{erfc} \frac{x + x_0}{2\sqrt{a^* t}}$	(42)	$R_0 = 2 \ln \frac{r_{эл}}{\sqrt{2x_0 r_0}} - \mu \sqrt{\frac{\pi m}{k\mu^* t}} \times$ $\times \operatorname{erfc} \frac{x_0}{2\sqrt{a^* t}}$	(43)	$\frac{\sqrt{a^* t}}{x_0} > 2 \frac{\mu m}{\mu^* x_0}$ $\frac{\sqrt{a^* t}}{x_0} > 3$ $r = \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}$ $r_{эл} = 1,5\sqrt{a^* t}$ $a^* = \frac{km}{\mu^*}$
Пласт-полоса		$R = 2\pi \frac{\sqrt{at}}{L} \cdot \operatorname{ierfc} \frac{y}{2\sqrt{at}} +$ $+ \xi - \frac{1}{2} \ln 4 [ch\xi - \cos(\eta + \lambda)] /$ $/[ch\xi - \cos(\eta - \lambda)]$	(44)	$R = 3,55 \frac{\sqrt{at}}{L} +$ $+ \ln \frac{0,16L}{r_0 \sin \lambda}$	(45)	$\frac{at}{L^2} > 1$ $\xi = \frac{\pi y}{L}; \eta = \frac{\pi x}{L}$ $\lambda = \frac{\pi x_0}{L}$

Пласт-круг



$$R = 2 \frac{at}{R_k^2} + \ln \frac{R_k}{r^*}$$

(46)

$$R = 2 \frac{at}{R_k^2} + \ln \frac{R_k}{r_0^*}$$

(47)

$$\frac{a^* t}{R_k^2} > 1 - 1,5; r^* = \psi r;$$

$$\psi = \frac{e^v}{R_k^2} \times$$

$$\times \sqrt{(R_k^2 - \Delta^2)(R_k^2 - r_M^2) + R_k^2 r^2}$$

$$v = \frac{3}{4} - \frac{1}{2} \cdot \frac{r_M^2 - \Delta^2}{R_k^2}$$

$$r_0^* = 2,1 r_0 \frac{R_k^2 - \Delta^2}{R_k^2}$$

Расчет взаимодействующих скважин в ограниченных пластах может быть выполнен по формулам (22) и (23) п. 5.4.

### Периодически действующие водозаборы подземных вод

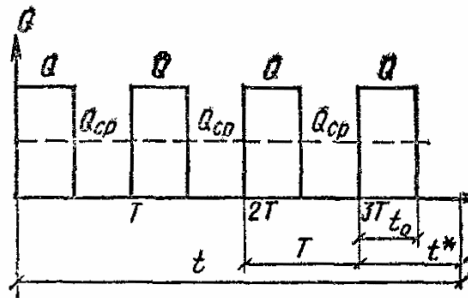
5.11. Водозаборы при таком режиме устраиваются в случае периодически изменяющегося водопотребления. В частности, это имеет место при использовании подземных вод для орошения, когда водозаборы включаются в эксплуатацию только в вегетационный период. График водоотбора при этом имеет циклический характер и повторяется из года в год (рис. 13). Аналогично и уровни подземных вод на водозаборе испытывают периодические колебания. Понижения уровня могут быть найдены по формуле

$$S = S_{cp} + \Delta S, \quad (48)$$

где  $S_{cp}$  - среднее понижение уровня, обусловленное постоянным во времени средним водоотбором  $Q_{cp}$ , причем

$$Q_{cp} = \frac{Qt_0}{T}, \quad (49)$$

где  $Q_{cp}$  - средний расход водозабора в период его эксплуатации;  $t_0$  - длительность периода работы водозабора (при орошении - продолжительность поливного периода);  $T$  - длительность полного цикла работы водозабора (обычно год).



### 13. График периодического водоотбора

Понижение  $S_{cp}$  находится по соотношениям, в которых  $Q = Q_{cp}$ . Гидравлические сопротивления  $R$  или  $R_0$  в зависимости от строения водоносного пласта рассчитываются на момент времени  $t$  от начала первого включения водозабора.

Величина  $\Delta S$ , в формуле (48) представляет собой дополнительные колебания уровня относительно среднего положения. Приближенно она может быть оценена по следующей формуле

$$\Delta S = \frac{Q}{2\pi km} \left[ \left( 1 - \frac{t_0}{T} \right) R(t^*) - R(t^* - t_0) \right], \quad (50)$$

здесь  $R(t^*)$  - гидравлическое сопротивление  $R$  (или  $R_0$ ) при  $t = t^*$ ;  $t^*$  - время от начала последнего включения водозабора;  $R(t^* - t_0)$  - гидравлическое сопротивление при  $t = t^* - t_0$ . Максимальное понижение уровня будет при  $t^* = t_0$ . Тогда второй член в квадратных скобках в формуле (50) равен нулю.

Таким образом, при периодической эксплуатации водозабора темп сработки уровня и использования запасов подземных вод определяются в значительной мере средним расходом водозабора за все время эксплуатации.

*Пример расчета.* В напорном водоносном горизонте с параметрами  $km = 300 \text{ м}^2/\text{сут}$ ,  $a = 10^5 \text{ м}^2/\text{сут}$  работает водозаборная скважина ( $r_0 = 0,2 \text{ м}$ ). Отбираемая вода используется для орошения, в связи с чем скважина эксплуатируется лишь 4 мес в году с расходом  $Q = 3 \text{ тыс. м}^2/\text{сут}$ . Требуется определить максимальное понижение уровня на скважине при эксплуатации ее в течение 25 лет  $= 10^4 \text{ сут}$ .

Так как скважина работает в изолированном неограниченном пласте, для расчетов используем формулу (25) табл. 23.

Прежде всего найдем среднее понижение уровня  $S_{cp}$ . Для этого по формуле (49) определяем среднюю величину водоотбора  $Q_{cp}$ . В данном случае  $t_0 = 4 \text{ мес} \approx 120 \text{ сут}$ ,  $T = 365 \text{ сут}$ , следовательно,

$$Q_{cp} = 300 \frac{120}{365} = 986 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Радиус влияния равен:  $r_{вл} = 1,5 \sqrt{10^5 \cdot 10^4} = 4,5 \cdot 10^4$  м. При этом по формуле (25) табл. 23 находим

$$R_0 = \ln \frac{4,5 \cdot 10^4}{0,2} = 12,3.$$

Следовательно, по формуле (6)

$$S = \frac{986}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} = 6,4 \text{ м.}$$

Дополнительное колебание уровня  $\Delta S$  будет наибольшим в конце периода эксплуатации скважины, т. е. при  $t^* = t = 120$  сут, поэтому гидравлическое сопротивление  $R(t^*)$  в формуле (50) определяем именно на этот момент времени. Радиус влияния, соответствующий  $t = t_0$ , равен:

$$r_{вл} = 1,5 \sqrt{10^5 \cdot 120} = 5,2 \cdot 10^3 \text{ м,}$$

и по формуле (35) табл. 24 получаем

$$R_0(t^*) = \ln \frac{1,2 \cdot 10^3}{0,2} = 10,2.$$

Следовательно формула (50),

$$\Delta S = \frac{3000}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \left( 1 - \frac{120}{365} \right) = 10,9 \text{ м.}$$

Таким образом, максимальное понижение уровня в водозаборной скважине составит

$$S = 6,4 + 10,9 = 17,3 \text{ м.}$$

### **Оценка “плановой” (по площади распространения) фильтрационной неоднородности водоносных пластов**

**5.12.** Плановая неоднородность водоносных пластов обусловлена изменением фильтрационных параметров (водопроницаемости и коэффициента пьезопроводности) по простиранию водоносных горизонтов. Выделяются следующие типовые схемы неоднородного в плане пласта, состоящего из двух зон:

- 1) с прямолинейной границей раздела;
- 2) с круговой границей раздела.

Понижения уровня в случае неоднородного строения водоносного пласта для зоны расположения скважины находятся по формулам (5) и (6), в которых следует принимать  $km = (km)_1$ , а гидравлическое сопротивление  $R = R_1$ .

Если исследуемая точка находится в соседней зоне II (см. схемы в табл. 27), то  $R = R_2$ .

Расчетные зависимости для определения сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  а также  $R_0$ , характеризующего уровни на скважине, приведены в табл. 27. Значения функции  $\Delta$ , используемой в формулах (51)- (53) табл. 27, даны в табл. 28 в зависимости от параметров

$$v = \frac{(km)_1}{(km)_2} \quad \theta = \frac{a_1}{a_2}.$$

Взаимодействующие скважины в неоднородном пласте могут быть рассчитаны по формулам (22) и (23) п. 5.4.

**5.13.** Реальные неоднородные водоносные горизонты обычно имеют более сложное строение, чем представленные в табл. 27. Это относится прежде всего к величине водопроницаемости пласта, которая подвержена гораздо большим изменениям, чем коэффициент пьезопроводности.

Таблица 27

Граница раздела	Зависимости для расчета водозаборов в неоднородных пластах					
	Схема пласта	Сопротивление	№ формулы	Сопротивление	№ формулы	Дополнительные данные
прямолинейная		$R_1 = \ln \frac{r_{в1}}{r} + \lambda \ln \frac{r_{в1}}{\rho} + \frac{1}{2} \Delta$	(51)	$R_0 = \ln \frac{r_{в1}}{r} + \lambda \ln \frac{r_{в1}}{2x_0} + \frac{1}{2} \Delta$	(53)	$\frac{a_1 t}{\rho^2} > 100;$ $r_{в1} = 1,5 \sqrt{a_1 t}$ $r = \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}$
		$R_2 = \frac{2\nu}{1+\nu} \ln \frac{r_{в1}}{r} + \frac{1}{2} \Delta$	(52)			$\rho = \sqrt{(x + x_0)^2 + y^2}$ $\lambda = \frac{\nu - 1}{\nu + 2}; \nu = \frac{(km)_1}{(km)_2}$
круговая		$R_1 = \ln \frac{R_k}{r} + \nu \ln \frac{r_{в1}}{R_k}$	(54)	$R_0 = \ln \frac{R_k}{r_0} + \nu \ln \frac{r_{в1}}{R_k}$	(56)	$\frac{a_2 t}{R_k^2} > 1$ $r_{в1} = 1,5 \sqrt{a_2 t}$
		$R_2 = \nu \ln \frac{r_{в1}}{r}$	(55)			$\nu = \frac{(km)_1}{(km)_2}$

Для приближенной оценки производительности водозаборов в сложных условиях можно использовать следующие практические приемы.

Вся исследуемая область в пределах зоны влияния водозабора схематично представляется в виде двух областей. В первой, в которой располагается водозабор, сохраняется присущее этой области значение водопроницаемости; во второй, соседней области, величина водопроницаемости осредняется

$$(km)_{cp} = \frac{(km)_1 F_1 + (km)_2 F_2 + \dots + (km)_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}, \quad (57)$$

где  $(km)_1, (km)_2, \dots, (km)_n$  - водопроницаемости пласта в различных зонах;  $F_1, F_2, \dots, F_n$  - площади этих зон в области влияния водозабора.

Дальнейший расчет водозаборного сооружения проводится в зависимости от вида полученной таким образом схематизированной области по формулам (51)-(53) или (54)-(56) табл. 27.

При этом, если водоносный пласт в пределах области влияния водозаборного сооружения всюду имеет напорный характер или всюду является безнапорным, то коэффициент проницаемости пласта можно принята одинаковым (средним) для всей области. Тогда функция  $\Delta$  в формулах (52)-(53) будет равна нулю. Если же в пределах исследуемой области имеет место напорно-безнапорная фильтрация, величина поправки  $\Delta$  может быть оценена по табл. 28.

Таблица 28

$\theta = \frac{a_1}{a_2}$	Значения функции $\Delta$ при $\nu = (km)_1/(km)_2$ , равном								
	0,01	0,03	0,1	0,3	1	3	10	30	100
$10^{-3}$	0,12	0,3	0,65	0,99	0,9	0,6	0,24	0,09	0,03
$10^{-2}$	0,09	0,23	0,56	0,92	0,95	0,58	0,23	0,09	0,03
$10^{-1}$	0,04	0,12	0,34	0,64	0,74	0,48	0,20	0,07	0,02
10	0,05	0,13	0,39	0,91	1,53	1,42	0,75	0,31	0,1
$10^3$	0,09	0,26	0,79	1,9	3,55	3,96	2,65	1,27	0,45
$10^3$	0,13	0,37	1,15	2,84	5,6	6,98	5,77	3,46	1,45

Примечание. При  $\theta < 1$   $\Delta > 0$ ; при  $\theta = 1$   $\Delta = 0$ ; при  $\theta > 1$   $\Delta < 0$ .

### Учет фильтрационного несовершенства водозаборных скважин и колодцев

**5.14.** При расчете понижения уровня на водозаборах следует учитывать дополнительное фильтрационное сопротивление  $\xi$ , обусловленное неполнотой вскрытия скважиной (колодцем) водоносного пласта. Значения коэффициента  $\xi$  в зависимости от параметров  $m/r_0$  и  $l_\phi/m$  ( $m$  - мощность водоносного горизонта;  $r_0$  - радиус скважины или колодца;  $l_\phi$  - длина фильтра или вскрытая колодцем мощность водоносного пласта) приведены в табл. 29. Для безнапорных потоков следует принимать  $m \approx h_e - S_0/2$ ;  $l_\phi = l_{\phi,н} - S_0/2$ , где  $h_e$  - бытовая мощность грунтового потока;  $S_0$  - понижение уровня в скважине;  $l_{\phi,н}$  - общая длина незатопленного фильтра.

Табл. 29 отвечает наиболее распространенному случаю, когда фильтр скважины примыкает к кровле или к подошве водоносного пласта. При расположении фильтра в средней части пласта величины  $\xi_1$  должны быть увеличены примерно в 1,8-2 раза по сравнению со значениями табл. 29.



Таблица 29

$l_{\phi}/m$	Значения сопротивления $\xi$ при $m/r_0$ , равном							
	3	10	30	100	200	500	1000	2000
0,05	1,2	6,3	17,8	40	47	63	74,5	84,5
0,1	1	5,2	12,2	21,8	27,4	35,1	40,9	46,8
0,3	0,65	2,4	4,6	7,2	8,8	10,9	12,4	14,1
0,5	0,33	1,1	2,1	3,2	3,9	4,8	5,5	6,2
0,7	0,12	0,44	0,84	1,3	1,6	2	2,3	2,6
0,9	0,01	0,06	0,15	0,27	0,34	0,43	0,5	0,58

### Учет фильтрационного несовершенства поверхностных водотоков

**5.15.** Под фильтрационным несовершенством рек понимается неполная врезка русел в водоносный пласт, а также заиленность русловых отложений и наличие в них слабопроницаемых глинистых прослоев и линз, затрудняющих фильтрацию воды из реки в водоносный пласт.

При относительно невысокой степени кольматированности русловых отложений несовершенство русла реки может быть учтено с помощью “дополнительного слоя”  $\Delta L$ . При этом в расчеты вместо истинного расстояния от водозабора до русла реки или другой какой-либо точки пласта с координатой  $x_0$  вводятся соответственно величины  $x_0 + \Delta L$  или  $x + \Delta L$ . Указанный метод применим в случаях, когда водозабор подземных вод представляет собой линейный ряд скважин. В случае одиночной скважины (колодца) он применим при  $b > 0,1 \Delta L$  ( $b$

- половина ширины реки;  $\Delta L = \text{cth}(2b\alpha)/\alpha$ ;  $\alpha = \sqrt{\frac{k_0}{kmm_0}}$ ;  $k_0$  - проницаемость илистых отложений в русле и слабопроницаемых отложений под руслом реки,  $m_0$  - мощность этих

слоев). При  $ab > 0,6 \div 0,7$   $\Delta L = 1/\alpha = \sqrt{\frac{kmm_0}{k_0}}$ .

При весьма значительной кольматированности речного русла и малой его ширине ( $b < 0,1 \Delta L$ ) метод “дополнительного слоя” может дать значительную ошибку. В этом случае к определяемому по расчетным зависимостям для совершенной реки (см. табл. 21) понижению следует добавить величину  $\Delta S_p$ , которая находится по следующему соотношению:

$$\Delta S_p = \frac{Q}{2\pi km} \ln[1,78(x + x_0)\alpha^2 b], \quad (58)$$

где  $Q$  - суммарный расход скважин водозабора.

Параметры  $\Delta L$ , и  $\alpha$  определяются по данным опытно-фильтрационных работ и режимных наблюдений.

## 6. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ВОДОЗАБОРЫ

### Область применения горизонтальных водозаборов

**6.1.** Горизонтальные водозаборы наиболее эффективны в тех случаях, когда следует перехватить широкий поток подземных вод при небольшой (до 8-10 м) его мощности (например, при использовании подземных вод аллювиальных отложений в речных долинах).

Траншейные водозаборы (каменно-щебеночные, трубчатые, галерейные) устраиваются при залегании подошвы водоносного пласта до 8 м. При необходимости эксплуатации водоносных горизонтов, залегающих на большей глубине, возможно применение водозаборов бестраншейного типа (водосборных галерей и штолен), для чего, в общем случае, требуется соответствующее обоснование. В скальных породах водозаборы бестраншейного типа могут применяться при любой глубине залегания подземных вод.

**6.2.** Выбор того или иного типа горизонтального водозабора и плановое его расположение определяются гидрогеологическими условиями, производительностью водозабора и технико-экономическими показателями.

При питании водоносного горизонта из открытого водотока или водоема горизонтальный водозабор следует располагать параллельно урезу воды. При наличии выраженного потока подземных вод со склонов балки (оврага) водозабор необходимо трассировать вдоль ее тальвега, а при эксплуатации подруслового потока - поперек оврага (балки) или речной долины.

При благоприятных гидрогеологических и гидрологических условиях с целью получения большого расхода воды следует отдавать предпочтение горизонтальному подрусловому водозабору, расположенному под дном водотока.

Проектирование водозаборов должно осуществляться с учетом качества речной воды, размываемости берегов открытых водотоков, изменения уровня воды в них во времени, промерзания донных и береговых участков русла, степени их заcolmатированности и возможности усиленияcolmатации при эксплуатации.

**6.3.** В состав горизонтального водозабора входят (рис. 14):

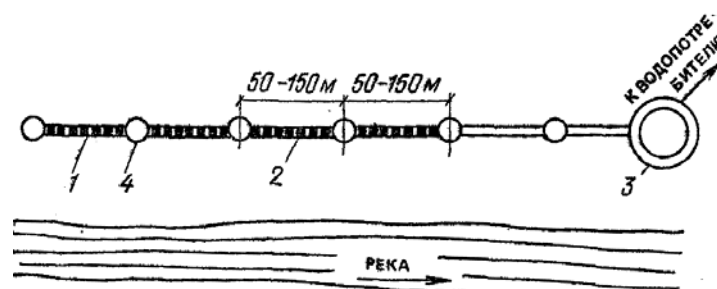
а) водоприемная часть, предназначенная для приема воды из водоносного горизонта (собственно водозабор);

б) водопроводящая (коллекторная) часть, служащая для отвода воды в водосборный колодец (в некоторых водозаборах водоотводящая часть может отсутствовать, тогда вода поступает в водосборный колодец непосредственно из водоприемной части);

в) водосборный колодец;

г) смотровые колодцы, служащие для осмотра, вентиляции и ремонта водоприемной и водоотводящей частей горизонтальных водозаборов;

д) насосная станция первого подъема, которую целесообразно совмещать с водосборным колодцем. В отдельных случаях (например, высоко в горах) насосная станция может отсутствовать, и вода из водосборного колодца будет поступать в сеть самотеком.



**Рис. 14.** Схема горизонтального водозабора

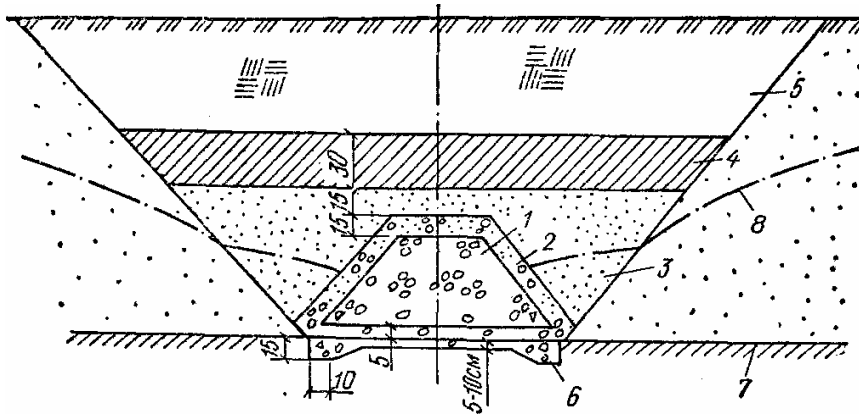
1 - водоприемная часть; 2 - водопроводящая (коллекторная) часть; 3 - водосборный колодец с насосной станцией; 4 - смотровые колодцы

### **Конструкции и способы устройства горизонтальных водозаборов**

**6.4.** В зависимости от гидрогеологических условий и категории надежности могут применяться следующие виды водоприемных устройств горизонтальных водозаборов:

- каменно-щебеночный;
- трубчатый;
- водосборная галерея;
- водосборная штольня;
- комбинированный (галерея со скважинами-усилителями).

**6.5.** Каменно-щебеночные водозаборы (рис. 15) наименее совершенны, их применяют лишь при захвате подземных вод на глубине до 3-4 м от поверхности земли преимущественно для водоснабжения мелких водопотребителей (сельскохозяйственное, пастбищное), а также при временном водоснабжении.



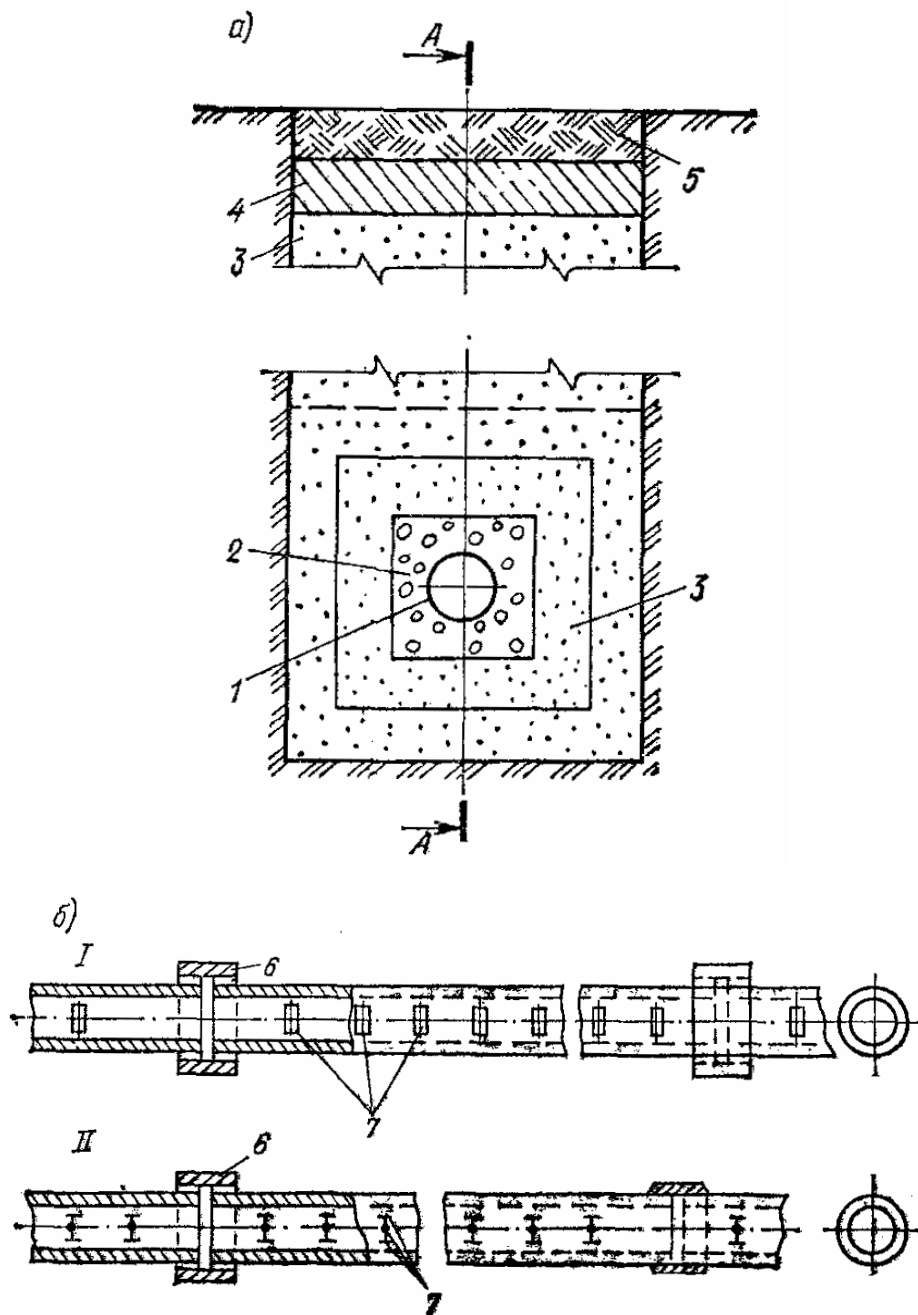
**Рис. 15. Каменно-щебеночный водозабор**

1 - каменно-щебеночная призма; 2 - первый слой обратного фильтра из гравия средней крупности; 3 - обсыпка из крупнозернистого песка; 4 - экран из утрамбованной глины; 5 - обратная засыпка местным грунтом; 6 - бетонная подготовка; 7 - водонепроницаемые слои; 8 - депрессионная кривая грунтовых вод

Каменно-щебеночный водозабор выполняется путем устройства траншеи, на дно которой укладывается каменно-щебеночная призма. Эта призма окружается двухслойной обсыпкой в виде обратного фильтра. В питьевых водозаборах фильтрующая обсыпка сверху закрывается экранирующим слоем глинистого грунта. Высота каменно-щебеночной призмы принимается равной  $(0,3-0,4) \Delta$ , где  $\Delta$  - вскрытая дреной мощность водоносного горизонта. Каменно-щебеночная призма укладывается с уклоном 0,01-0,05 в сторону водосборного колодца (камеры), из которого производится водоотбор.

Обратная засыпка траншеи горизонтального водозабора после укладки фильтра в пределах водоносной толщи и экранирующего слоя производится вынутым ранее, но незагрязненным грунтом. Поверхность земли на участке расположения горизонтального водозабора планируется с обеспечением стока воды за его пределы.

**6.6.** Трубчатые горизонтальные водозаборы (рис. 16) устраиваются на глубине 5-8 м от поверхности и применяются для жилищно-коммунального и сельскохозяйственного водоснабжения мелких и средних потребителей в системах водоснабжения II-III категории надежности. Конструктивно они представляют собой водоприемную трубу, уложенную в траншею и окруженную фильтрующей обсыпкой (обратным фильтром).



**Рис. 16. Трубчатый водозабор в траншее с вертикальными стенками**

*a* - поперечный и продольный разрезы по оси водозабора; *б* - схема стыковки асбоцементных труб (I - с щелевыми отверстиями, II - с круглой или продольной перфорацией); 1 - водоприемная труба; 2 - песчано-гравийный фильтр; 3 - песчаная засыпка; 4 - глинистый экран; 5 - обратная засыпка местным грунтом; 6 - муфты стыковые; 7 - водоприемные отверстия

В трубчатых водозаборах в качестве водоприемных используются керамические, асбоцементные, железобетонные и пластмассовые трубы. Прием воды в керамических трубах осуществляется через зазоры на их стыках, остальные трубы для этого снабжаются круглыми или щелевидными отверстиями. Отверстия делают в верхней и боковой части труб.

Для предотвращения выноса частиц водоносных пород вокруг водоприемных труб устраивается фильтрующая обсыпка из одного или нескольких слоев песчано-гравийного материала, состав которого подбирается по специальной методике в соответствии с гранулометрическим составом грунта.

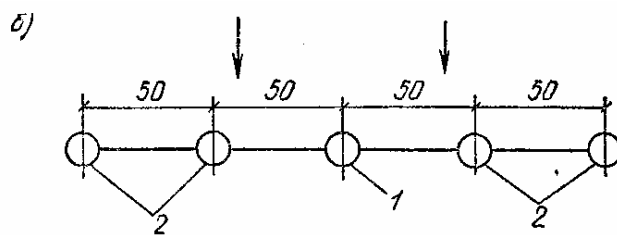
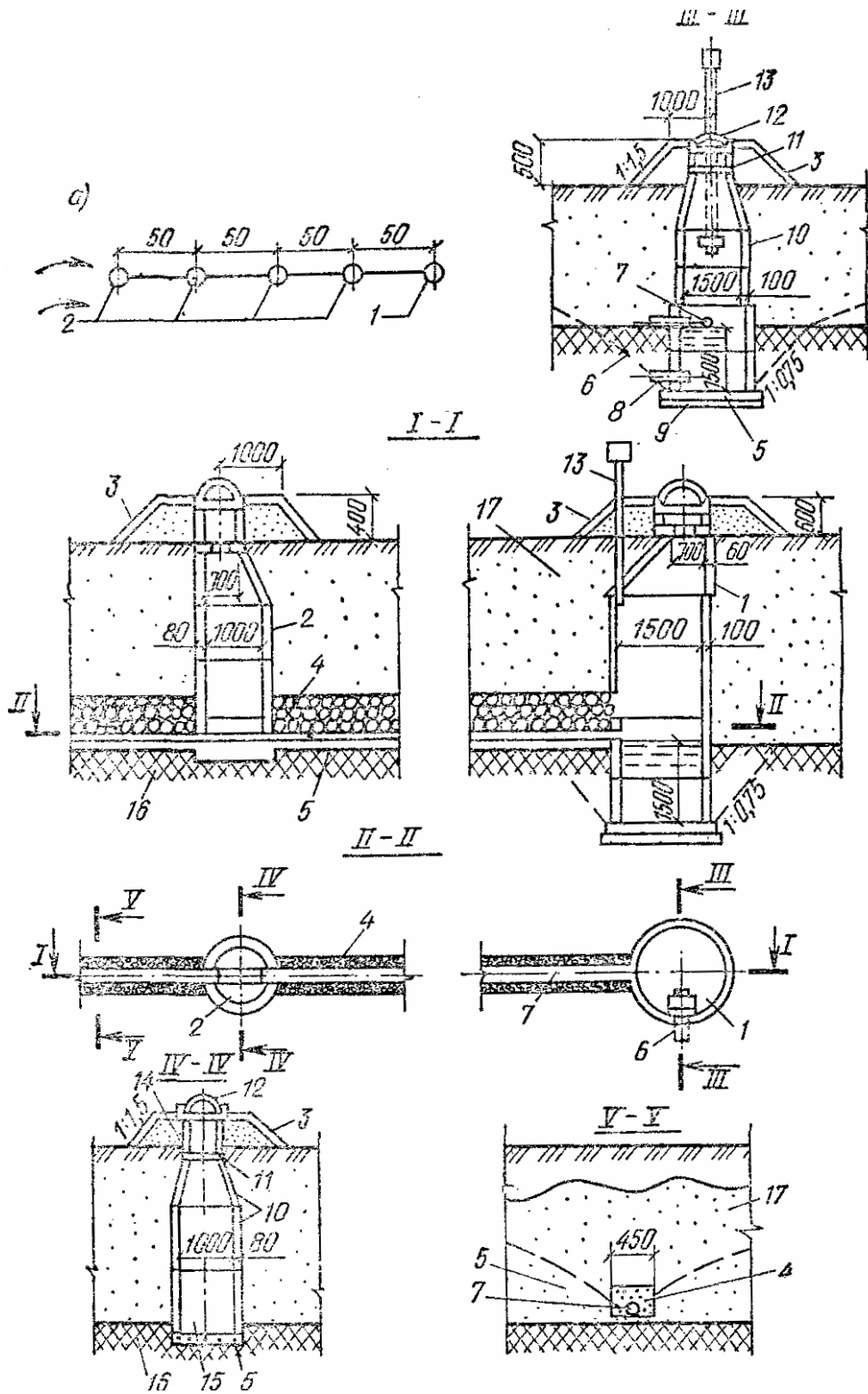
Минимальный внутренний диаметр труб принимается равным 150 мм.

Уклоны водоприемных труб водозабора должны быть при диаметрах, мм:

150	.	.	.	.	.	.	.	.	.	не	менее
0,007											
200	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
0,005											
250	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
0,004											
300	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
0,003											
350	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
0,002											
500	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
0,001											

Скорость течения воды в трубах должна обеспечивать перемещение водой в водосборный колодец частиц водовмещающих пород, вымытых в водоприемные трубы. Водоприемные трубы укладываются в траншеи по песчано-гравийной подготовке и лишь при слабых грунтах основания - на специальном основании, принимаемом в соответствии с нагрузкой от трубы.

На рис. 17 представлены типовые конструкции горизонтального водозабора трубчатого типа для двухстороннего (рис. 17, а) и одностороннего (рис. 17,б) приема воды.



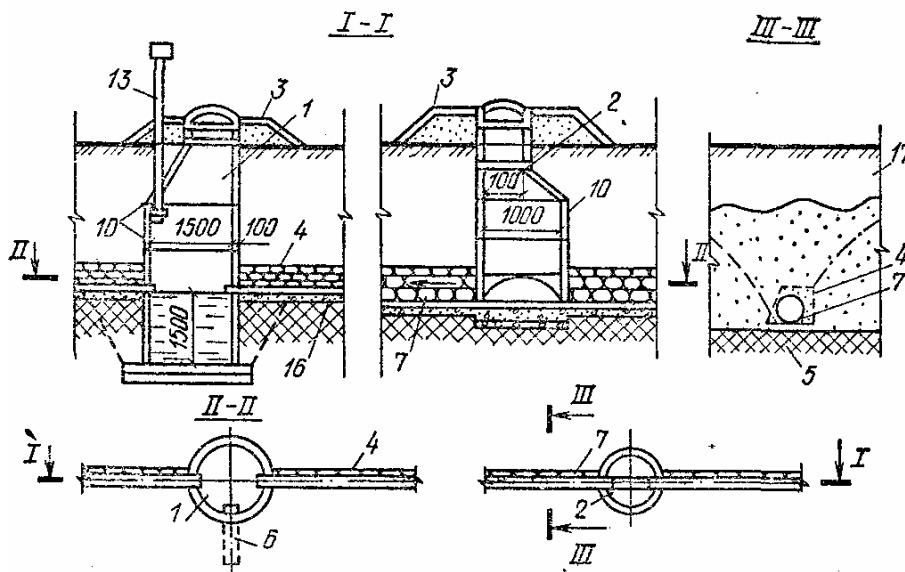


Рис. 17. Горизонтальные водозаборы трубчатого типа

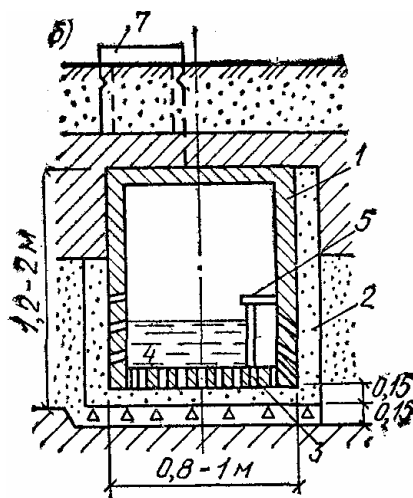
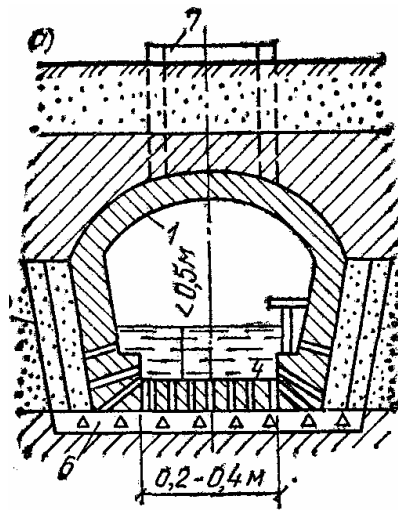
*a* - при двустороннем притоке воды; *б* - при одностороннем притоке воды; 1 - водосборный колодец; 2 - смотровые колодцы; 3 - одерновка; 4 - дренажная обсыпка; 5 - щебень, втрамбованный в грунт; 6 - переливная труба; 7 - водоприемная труба; 8 - расходная труба; 9 - железобетонная плита; 10 - железобетонные кольца; 11 - кольцо опорное; 12 - железобетонный люк; 13 - вентиляционная труба; 14 - крышка из досок; 15 - лотковая часть; 16 - водоупор; 17 - водоносный пласт.

6.7. Водосборные галереи применяются в любых геолого-литологических и гидрогеологических условиях для крупных систем водоснабжения (I-II категории надежности подачи воды), а также в тех случаях, когда по гидрогеологическим или другим условиям необходимо обеспечить проходимость водоприемной части для наблюдения в период эксплуатации.

При глубине заложения галереи не более 8 м они устраиваются открытым способом, для чего вначале разрабатывают траншею, а затем на ее дне возводят галерею, обычно проходную или полупроходную.

Водоприемная часть галереи (рис. 18) выполняется из сборных железобетонных звеньев оваловидной (18, д) или прямоугольной (18, б) формы. Габариты принимаются с учетом эксплуатации; ширина 0,8-1 м, высота в непроходных галереях 1,2-1,7 м, в проходных для обеспечения возможности прохода по галерее 1,8-2,2 м.

В нижней части галереи устраивается лоток, обеспечивающий сток воды к водосборному колодцу с незаияющей скоростью. Глубина лотка, как правило, должна быть не более 0,5 м, ширина 0,2 - 0,4 м. Для прохода эксплуатационного персонала в галереях предусматривается устройство мостика или полки. В стенках нижней части галереи размещаются водоприемные щелевые (круглые) отверстия или окна-ниши с фильтровыми вставками (например, из пористого бетона). В пределах водоприемной части галерея обсыпается песчано-гравийным обратным фильтром.



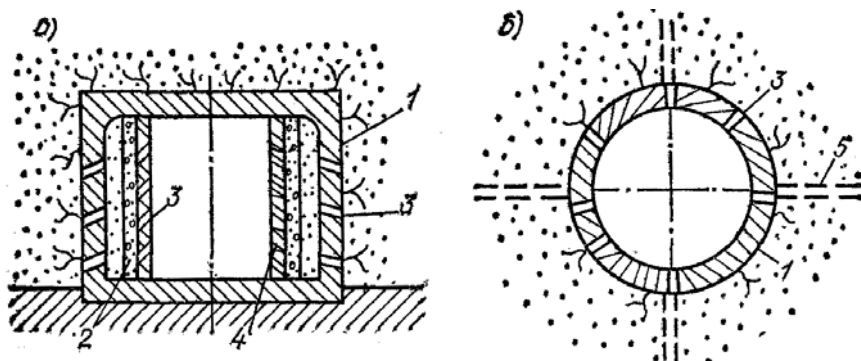
**Рис. 18. Водосборная галерея**

*a* - оваловидной формы; *б* - прямоугольной формы; 1 - железобетонные сборные звенья галереи; 2 - песчано-гравийный обратный фильтр; 3 - водоприемные отверстия; 4 - лотковая часть галереи; 5 - мостик для прохода эксплуатационного персонала; 6 - песчано-гравийная подготовка основания галереи; 7 - смотровой (вентиляционный) колодец

Звенья галереи устанавливаются на специально подготовленное основание, исключающее осадку их относительно друг друга.

При глубине залегания подземных вод более 8 м на крупных системах водоснабжения I-II категории надежности также возможно применение горизонтальных водосборных галерей, проходимых подземным (тоннельным) способом.

**6.8.** При благоприятных орографических условиях (например, на крутых склонах речных долин) применяются водосборные штольни, проходимые подземным способом (рис. 19).





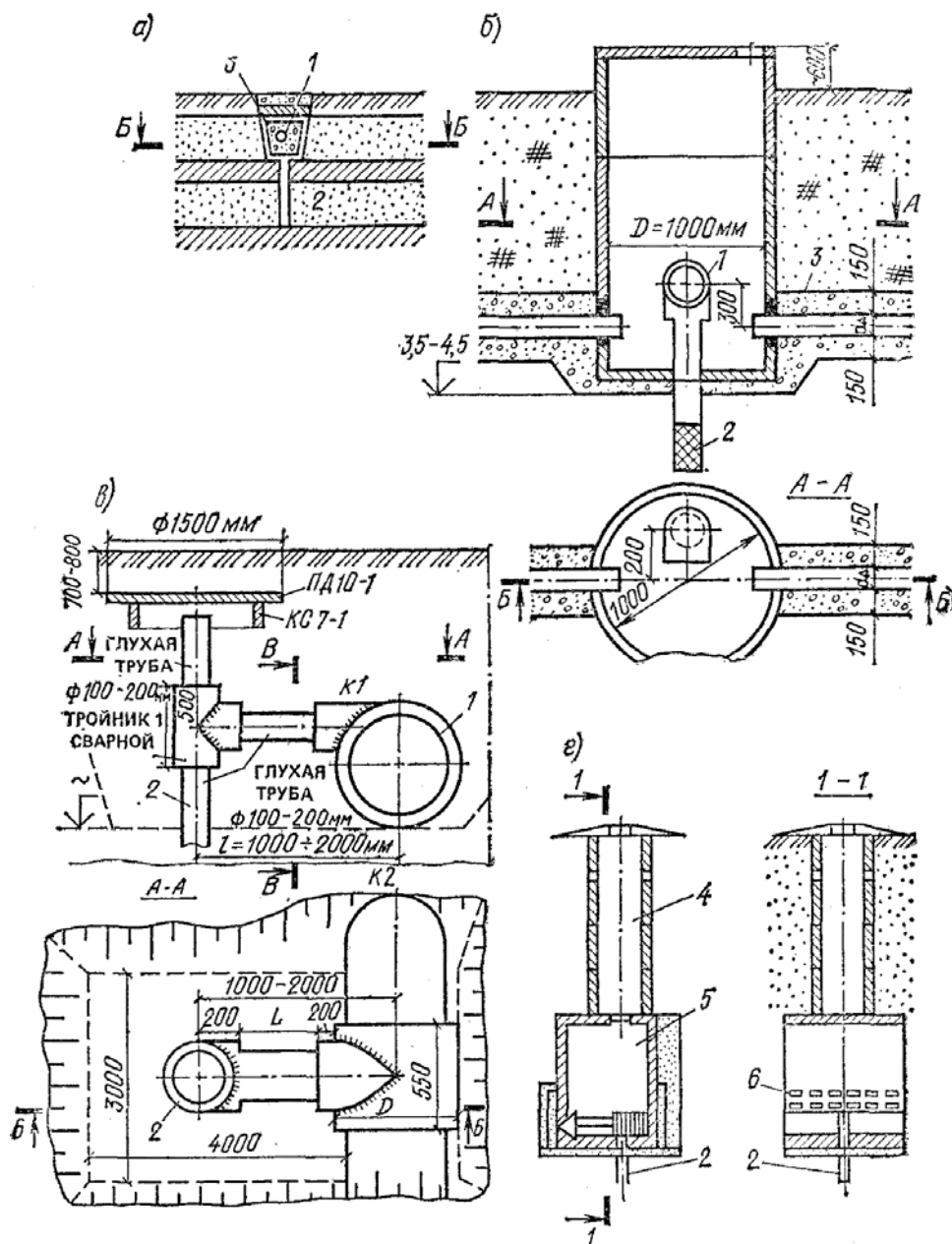
**Рис. 19. Водосборная штольня**

*a* - прямоугольной формы с внутренним песчано-гравийным фильтром; *б* - круглой (овальной) формы с радиальными скважинами-усилителями; 1 - железобетонная обделка штольни; 2 - песчано-гравийный обратный фильтр; 3 - водоприемные окна; 4 - удерживающая стенка (решетка) с сеткой; 5 - скважины, оборудованные фильтром для приема воды из пласта

Штольня выполняется прямоугольной, оваловидной или круглой в сечении конфигурации. Водоприемные отверстия в обделке, так же, как и в водосборной галерее, могут иметь щелевую или круглую форму или представлять собой окна с фильтровыми вставками.

В мелкозернистых грунтах может устанавливаться внутренний гравийно-песчаный обратный фильтр с щелевыми плитами. В устойчивых скальных породах штольня может осуществляться без обделки. В случае необходимости увеличения водопритока из штольни бурятся радиальные скважины, оборудуемые фильтрами.

**6.9.** В двухпластовых гидрогеологических системах с верхним безнапорным и нижним водоносными горизонтами целесообразно применение комбинированного водозабора с горизонтальным элементом в верхнем горизонте и вертикальными скважинами, пройденными в нижний (рис. 20). При этом горизонтальный элемент по отношению к скважинам играет роль водосборного и водоотводного коллектора.



**Рис. 20. Комбинированный горизонтальный водозабор с вертикальными скважинами-усилителями**

*a* - схема водозабора; *б* - схема подсоединения скважины-усилителя к горизонтальной дрене в смотровом колодце: *в* - то же, непосредственно в грунте с применением тройника; *г* - подключение скважин-усилителей к водозаборной галерее; *1* - горизонтальная трубчатая дрена; *2* - вертикальная скважина-усилитель; *3* - песчано-гравийный обратный фильтр; *4* - смотровой колодец; *5* - водозаборная галерея; *6* - водоприемные окна

Комбинированный водозабор представляет горизонтальный трубчатый водозабор, устраиваемый в верхнем горизонте, к которому снизу или сбоку подключены патрубки фильтровых колонн скважин. Устья скважин целесообразно совмещать со смотровыми колодцами и оборудовать задвижками. Водозабор сооружается с предварительным бурением скважин на нижний водоносный слой, установкой задвижек на устьях скважин. После прокладки в траншеях водоприемных труб горизонтального водозабора осуществляется врезка в них (снизу или сбоку) патрубков эксплуатационных колонн скважин. В случае устройства скважин в эксплуатационный период бурение производится через смотровые колодцы или специально вскрытые шурфы с последующим подключением скважин к водоприемной трубе.

**6.10.** Для наблюдения за работой горизонтальных водозаборов, их вентиляции, профилактической прочистки и ремонта устраиваются смотровые колодцы (рис. 21).

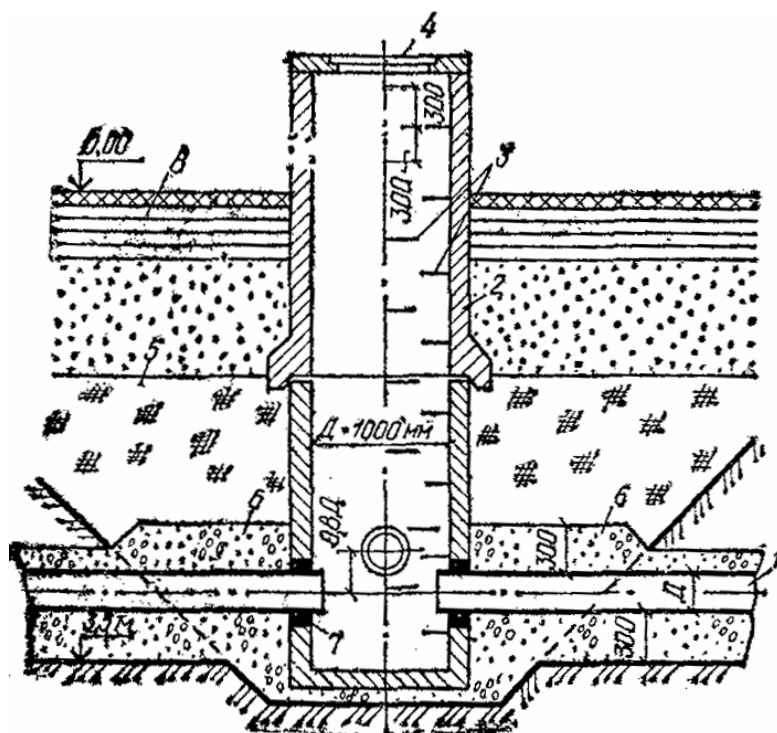
Расстояния между смотровыми колодцами принимаются:

50 м - для трубчатых водозаборов диаметром 150-500 мм;

75 м - то же, диаметром более 500 мм;

100-150 м - для галерейных водозаборов.

Смотровые колодцы устраиваются также в местах изменения направления водоприемной части как в плане, так и в вертикальной плоскости. Смотровые колодцы устраиваются круглого сечения из сборного железобетона. Внутренний диаметр смотровых колодцев принимается 0,75-1,5 м. Верх колодцев должен возвышаться не менее чем на 0,25 м над поверхностью земли, вокруг колодцев должна быть сделана водонепроницаемая отмостка шириной и глубиной не менее 1 м.



**Рис. 21. Смотровой колодец (типовой проект Гипроводхоза)**

*1* - горизонтальная дрена; *2* - сборные железобетонные кольца; *3* - ходовые скобы; *4* - люк; *5* - обратная засыпка с послойным уплотнением трамбованием; *6* - сортированный гравий; *7* - заделка стыков цементным раствором; *8* - водонепроницаемый экран с отмосткой

Смотровые колодцы должны быть снабжены крышками, вентиляционными трубами, возвышающимися на 2,5-3 м над поверхностью земли, и устройствами, предохраняющими попадание через них загрязнений в водозабор.

Трубы и галереи в пределах колодцев сопрягаются с помощью бетонных лотков в днище колодцев.

**6.11.** Водосборный колодец в зависимости от условий залегания водоносного пласта располагается в конце линии горизонтального водозабора или в промежуточной точке. В отдельных случаях в нем может собираться вода и из нескольких ветвей горизонтального водозабора.

Размеры водосборного колодца определяются из условий обеспечения благоприятного режима работы насосной установки, размещения в нем оборудования и устройства для наблюдения за количеством и качеством воды, поступающей из отдельных ветвей водозабора, Оборудования для отбора воды потребителю и обслуживания.

Строительство водосборных колодцев, как правило, осуществляется методом опускового колодца из монолитного железобетона, а при палых его размерах - в открытом котловане из сборного железобетона.

Водосборные колодцы крупных водозаборов следует секционировать соответственно числу ветвей водозабора.

Конструкция водосборной камеры небольшого горизонтального водозабора приведена на рис. 22.

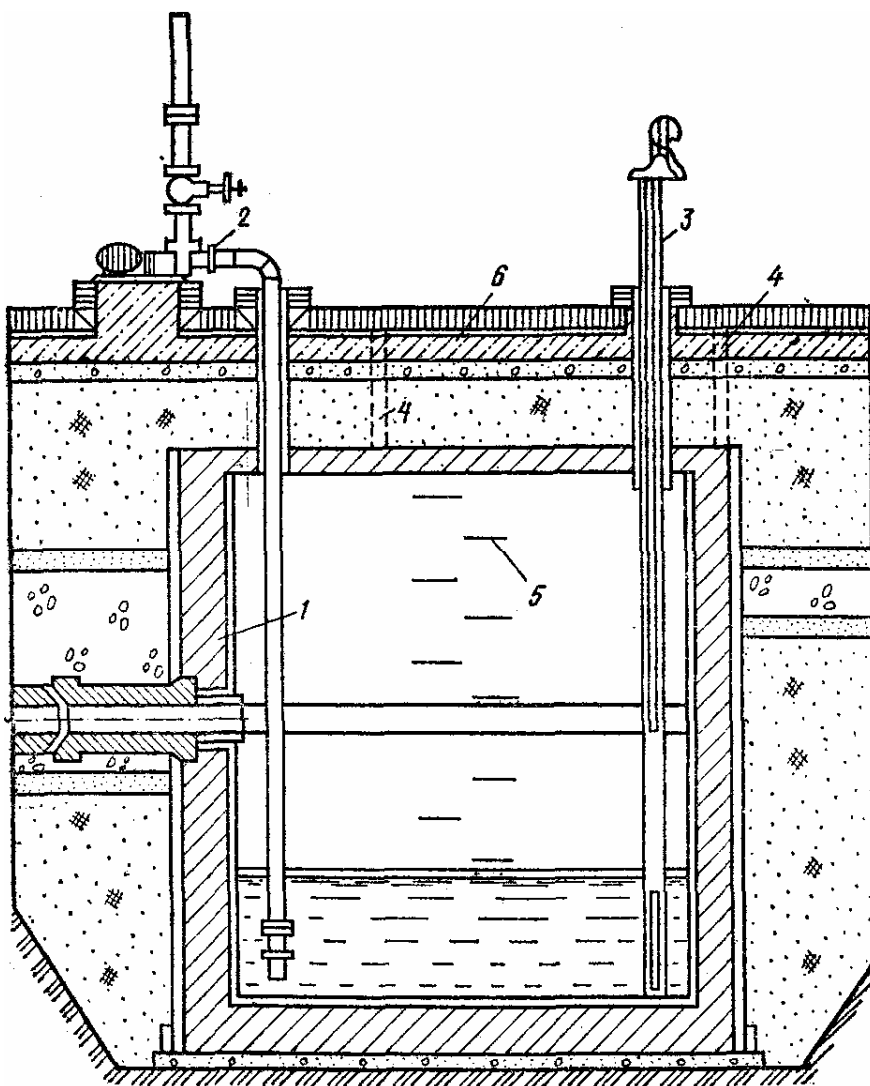


Рис. 22. Водосборный колодец (камера)

1 - водосборная камера из сборного железобетона, сооружаемая в открытом котловане; 2 - насос для откачки воды; 3 - измерительный пьезометр (совмещен с вентиляционной трубкой); 4 - люк; 5 - ходовые скобы; 6 - железобетонная плита

Насосные станции горизонтальных водозаборов в зависимости, от их производительности и типа насосного оборудования устраиваются совмещенными с водосборным колодцем или как отдельное сооружение.

## 7. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВОДОЗАБОРОВ И ИХ ОБРАТНЫХ ФИЛЬТРОВ

7.1. Основной задачей фильтрационных расчетов горизонтальных водозаборов является определение притока воды в них. Для береговых водозаборов встает задача о нахождении необходимого удаления их от реки, обеспечивающего отбор требуемого расхода  $Q$ , или определения необходимой для этой цели длины водозабора.

Вид расчетных формул зависит от гидрогеологических условий, в которых работает водозабор, и характера питания подземных вод. Расчет горизонтальных водозаборов производится для условий установившейся фильтрации, так как только этот случай в силу сравнительно малой мощности водоносных пород и длительной работы водозаборов представляет практический интерес.

7.2. В случае однослойного водоносного пласта, ограниченного с одной стороны прямолинейным контуром питания, например рекой (рис. 23), приток воды в водозабор рассчитывается по формуле

$$Q = kl \frac{H_1^2 - H_0^2}{2(L + \Phi + \Delta L)}. \quad (59)$$

Здесь  $Q$  - полный приток в горизонтальный водозабор длиной  $l$ ,  $k$  - коэффициент фильтрации водоносных пород;  $H_1$  - мощность грунтовых вод на урезе воды в реке;  $H_0$  - то же, на линии водозабора;  $L$  - расстояние от реки до водозабора;  $\Phi$  - фильтрационное сопротивление, обусловленное гидродинамическим несовершенством водозабора;  $\Delta L$  - сопротивление, учитывающее несовершенство прямолинейного контура питания, т. е. неполную врезку реки в водоносный горизонт.

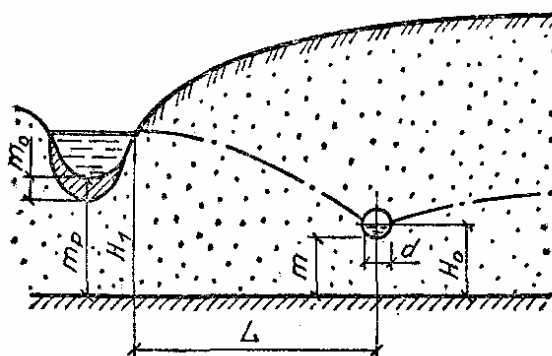


Рис. 23. Схема к расчету горизонтального водозабора в однослойном полуограниченном водоносном пласте

Фильтрационное сопротивление  $\Phi$ , учитывающее несовершенство дренажа, определяется выражением

$$\Phi = \frac{H_0}{\pi} \ln \sin \frac{\pi d}{2(m + d)}, \quad (60)$$

где  $d$  - приведенный диаметр водоприемной части горизонтального водозабора;  $m$  - расстояние от приемной части водозабора до водоупора.

Приведенный диаметр водозабора рассчитывается по формуле

$$d = 0,56P,$$

где  $P$  - периметр смоченной части водоприемного элемента водозабора.

Сопrotивление на несовершенство границы области питания зависит от степени заиленности дна водоема. В случае незаиленного дна определение  $\Delta L$  производится по формуле

$$\Delta L = 0,44m_p. \quad (61)$$

Здесь  $m_p$  - расстояние от дна реки до водоупора.

При наличии на дне реки (водоема) заиленного (слабопроницаемого) слоя мощностью  $m_p$  и коэффициентом фильтрации  $k_0$  используется выражение

$$\Delta L = \sqrt{\frac{km_0(m_p - m_0)}{k_0}} + 0,44m_p. \quad (62)$$

**7.3.** В водоносных пластах двухслойного строения (рис. 24) следует различать два случая: проницаемость верхнего слоя  $k_1$  больше, чем нижнего  $k_2$ , т.е.  $k_2 > k_1$  и наоборот. В первом случае двухслойный пласт приводится к однородному с коэффициентом фильтрации  $k = k_1$  и мощностью, равной мощности верхнего слоя, увеличенной на величину  $k_2m_2/k_1$ . Водозабор в этом случае наиболее целесообразно располагать в пределах верхнего слоя.

Во втором случае ( $k_2 > k_1$ ) водозабор должен быть заглублен в нижний слой, так как только тогда он окажется эффективным. Прятток воды в водозабор, расположенный у контура питания в двухслойном пласте (см. рис. 24), рассчитывается по формуле

$$Q = (k_1m_1 + k_2m_2)l \frac{H_1^2 - H_0^2}{2(m_1 + m_2)(L + \Phi_1 + \Delta L)}. \quad (63)$$

Здесь  $m_1$  и  $m_2$  - мощности верхнего и нижнего слоев,  $\Phi_1$  - фильтрационное сопротивление на несовершенство водозабора, остальные обозначения прежние.

Для рассматриваемого случая

$$\Phi_1 = -\frac{k_1m_1 + k_2m_2}{\pi k_2} \ln \frac{\pi d}{2(m + d)} \quad (64)$$

Сопrotивление на несовершенство контура питания  $\Delta L$  при  $m_p > m_2$  принимается в виде

$$\Delta L = \sqrt{\frac{k_2m_2(m_p - m_2)}{k_1}} + 0,44m_p. \quad (65)$$

При  $m_p < m_2$  для определения  $\Delta L$  следует использовать формулу (61), а при наличии заиленного слоя на дне водоема - формулу (62).

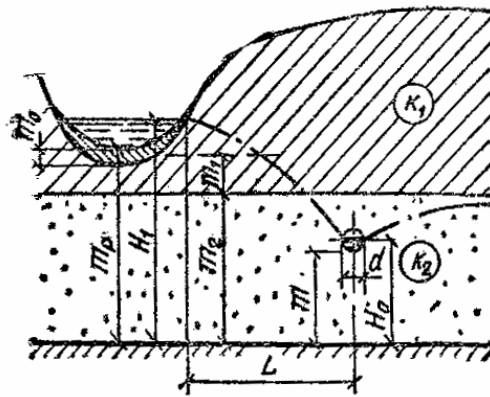


Рис. 24. Схема к расчету горизонтального водозабора в двухслойном полуограниченном водоносном пласте

7.4. В полосообразном однослойном водоносном пласте, ограниченном двумя прямолинейными контурами питания (рис. 25), приток воды в горизонтальный водозабор рассчитывается по формуле

$$Q = kl \left\{ \frac{H_1^2 - H_0^2}{2L_1 \left[ 1 + \frac{\Phi(L_1 + L_2)}{L_1 L_2} \right]} + \frac{H_2^2 - H_0^2}{2L_2 \left[ 1 + \frac{\Phi(L_1 + L_2)}{L_1 L_2} \right]} \right\} \quad (66)$$

Здесь  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $L_1$  и  $L_2$  - приведены на рис. 25, остальные обозначения прежние.

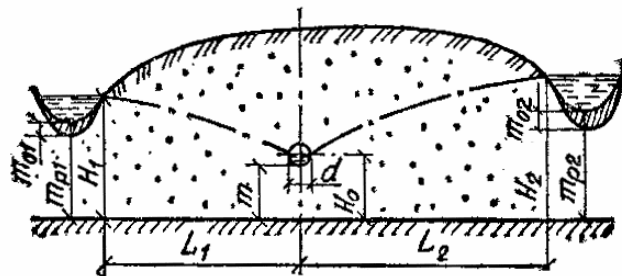


Рис. 25. Схема к расчету горизонтального водозабора в однослойном водоносном пласте в междуречном массиве

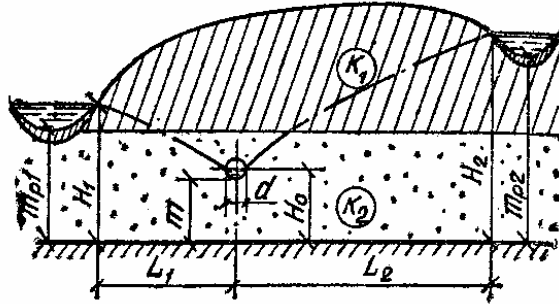
В формуле (66) предполагается, что вдоль контуров питания водоемы прорезают водоносный горизонт на всю мощность.

Сопротивление на несовершенство границ области фильтрации учитывается введением в формулу (66) вместо действительных расстояний от границ питания  $L_1$  и  $L_2$  величин  $L_1 + \Delta L_1$ ,  $L_2 + \Delta L_2$ , где  $\Delta L_1$  и  $\Delta L_2$  определяются по формулам (61) или (62).

7.5. В случае двухслойного полосообразного водоносного пласта с параллельными контурами питания (рис. 26) приток воды в горизонтальный водозабор может быть рассчитан по формуле

$$Q = \frac{k_1 m_1 + k_2 m_2}{m_1 + m_2} l \left\{ \frac{H_1^2 - H_0^2}{2L_1 \left[ 1 + \frac{\Phi_1(L_1 + L_2)}{L_1 L_2} \right]} + \frac{H_2^2 - H_0^2}{2L_2 \left[ 1 + \frac{\Phi_2(L_1 + L_2)}{L_1 L_2} \right]} \right\}. \quad (67)$$

Обозначения соответствуют п. 7.4.



**Рис. 26.** Схема к расчету горизонтального водозабора в двухслойном водоносном пласте в междуречном массиве

Спротивление, учитывающее несовершенство границ области фильтрации, можно отразить введением в формулу (67) вместо действительных расстояний от границ питания  $L_1$  и  $L_2$  величин  $L_1 + \Delta L_1$ ,  $L_2 + \Delta L_2$ , где  $\Delta L_1$  и  $\Delta L_2$  определяются по формулам (65), (61) и (62) в зависимости от характера врезки рек в водоносный горизонт.

7.6. Приведенные расчетные формулы справедливы при условии  $(l/L) > 3-5$ , в этих случаях можно пренебречь влиянием концевых участков водозабора на картину фильтрации. При значениях  $(l/L) < 3-5$  остаются в силе эти же формулы, однако в них вместо  $L$  (или  $L_1$  и  $L_2$ ) необходимо подставить приведенное расстояние  $L^*$  (или  $L_1^*$  и  $L_2^*$ ), вычисляемое по зависимости

$$L^* = \frac{l}{4\pi} \left[ \ln(1 + \xi^2) - \xi^2 \ln \left( 1 + \frac{1}{\xi^2} \right) + 4\xi \operatorname{arccctg} \xi \right]. \quad (68)$$

Методика определения  $\Delta L$  (или  $\Delta L_1$  и  $\Delta L_2$ ) остается прежней.

7.7. При наличии естественного бытового потока грунтовых вод с единичным расходом  $q_0$  (рис. 27) приток воды в горизонтальный водозабор рассчитывается по формуле

$$Q = kl \frac{H_1^2 - H_0^2}{2(L + \Phi + \Delta L)} + \frac{q_0 l}{1 + 0,5\Phi/L}. \quad (69)$$

Здесь сохранены прежние обозначения.

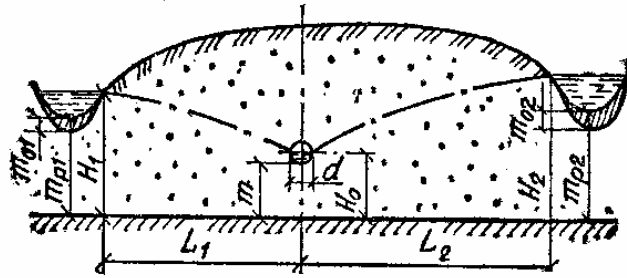


Рис. 27. Схема к расчету горизонтального берегового водозабора в однослойном водоносном пласте при наличии бытового потока грунтовых вод

7.8. Приток воды в подрусловой водозабор (рис. 28) находится по формуле

$$Q = 2\pi kl \frac{H - H_0}{R} \quad (70)$$

Гидравлическое сопротивление  $R$  в случае совершенной в фильтрационном отношении реки (т. е. при отсутствии на дне заиленного слоя) определяется следующим образом:

$$R = \ln \left[ \operatorname{tg} \frac{\pi(\Delta m - d)}{2m_1} \operatorname{ctg} \frac{\pi d}{8m_1} \right], \quad (71)$$

где  $m_1$  - мощность водоносного горизонта от дна водоема до водоупора;  $d$  - приведенный диаметр водозабора;  $m$  - расстояние от низа дрены до водоупора.

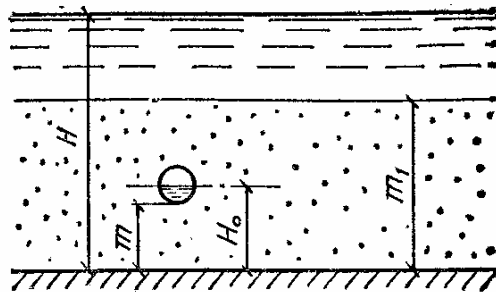


Рис. 28. Схема к расчету подруслового водозабора в однослойном водоносном пласте

При значительной кольматированности и заиленности русла реки его фильтрационное несовершенство можно учесть, вводя в приведенные расчетные зависимости вместо  $\Delta m$  величину  $\Delta m + \Delta L$ , где  $\Delta L$  - дополнительное сопротивление, равное:

$$\Delta L = \sqrt{\frac{km_0 m_1}{k_0}} \quad (72)$$

7.9. При определении длины горизонтального водозабора  $l_{\text{тр}}$  для обеспечения требуемого расхода  $Q_{\text{тр}}$  можно использовать зависимость (при  $(l/L) > 3 \div 5$ )

$$l_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q} l, \quad (73)$$



где  $l_{тр}$  - длина водозабора; обеспечивающего требуемый расход  $Q_{тр}$ ;  $l$  - длина водозабора, обеспечивающего расход  $Q$ .

**7.10.** При определении расстояния  $L_{тр}$  от реки до водозабора для обеспечения требуемого расхода  $Q_{тр}$  можно использовать зависимость (для схем, ограниченных одним прямолинейным контуром питания)

$$L_{тр} = \frac{Q}{Q_{тр}} L + (\Phi + \Delta L) \frac{Q - Q_{тр}}{Q_{тр}}. \quad (74)$$

Здесь сохранены прежние обозначения.

*Примеры расчета.* Горизонтальный водозабор с приведенным диаметром  $d = 0,8$  м, длиной  $l = 1200$  м располагается в однослойном пласте параллельно реке на расстоянии  $L = 50$  м от нее (см. рис. 23). Мощность водоносного горизонта  $h_c = H_l = 8$  м, коэффициент фильтрации водоносных пород составляет  $k = 20$  м/сут. Водоприемный элемент закладывается на высоте от  $m = 4$  м от водоупора. Расстояние от дна реки до водоупора  $m_p = 5$  м. Мощность слабопроницаемого слоя (экрана) на дне реки  $m_0 = 1,5$  м, его коэффициент фильтрации  $k_0 = 0,1$  м/сут.

1. Найти приток воды в водозабор.

Поскольку  $l/L = 24 > 5$ , то расход определяется по формуле (59). Величину  $H_0$  примем равной  $H_0 = m + d/2 = 4 + 0,4 = 4,4$  м. Найдем фильтрационное сопротивление по формуле (60).

$$\Phi = -\frac{4,4}{\pi} \ln \sin \frac{3,14 \cdot 0,8}{2(4 + 0,8)} = 1,89 \text{ м}.$$

По формуле (62) определим  $\Delta L$ .

$$\Delta L = \sqrt{\frac{20 \cdot 1,5(5 - 1,5)}{0,1}} + 0,44 \cdot 5 \approx 34,6 \text{ м}.$$

По формуле (59) общий приток воды в водозабор составит

$$Q = 20 \cdot 1200 \frac{8^2 - 4,4^2}{2(50 + 1,89 + 34,60)} = 6,2 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}.$$

2. Определить длину водозабора  $l_{тр}$  для обеспечения требуемого расхода  $Q_{тр} = 5$  тыс. м<sup>3</sup>/сут. Величину  $l_{тр}$  определяем по формуле (73)

$$l_{тр} = \frac{5}{6,2} 1200 \approx 970 \text{ м}.$$

3. Определять расстояние от реки до водозабора  $L_{тр}$  для обеспечения требуемого расхода  $Q_{тр} = 5$  тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Величину  $L_{тр}$  определяем по формуле (74)

$$L_{тр} = \frac{6,2}{5} 50 + (1,89 + 34,60) \frac{6,2 - 5}{5} \approx 71 \text{ м}.$$

**7.11.** Водоприемная часть труб горизонтальных водозаборов устраивается в виде специальных водоприемных отверстий - круглых или щелевых - в стенках (в случае асбоцементных, железобетонных и пластмассовых труб) или зазоров на их стыках (в случае керамических труб). В первом случае при проектировании необходимо назначить форму и размер отверстий, определить их количество и схему размещения на поверхности трубы. Во втором случае проверяется размер зазора в стыках на водопрпускную способность.

**7.12.** Диаметр круглых отверстий принимают равным 1-1,5 см, ширину щели - 0,5-1 см. В асбоцементных и пластмассовых трубах отверстия просверливают или пропиливают, в бетонных и железобетонных трубах они выполняются одновременно с изготовлением труб. Для этого в местах размещения отверстий закладывают промасленные деревянные пробки, которые

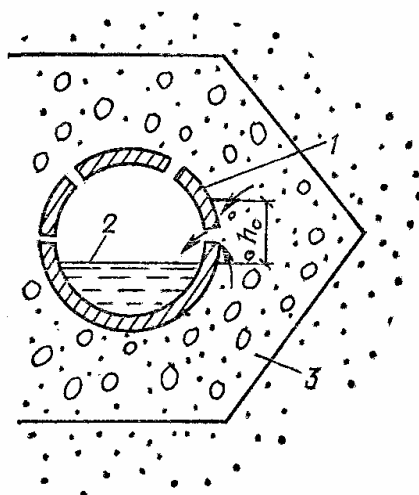
удаляют после схватывания бетона, в этом случае диаметр отверстий принимается равным 2-2,5 см.

Отверстия располагаются в шахматном порядке по верхней и боковой частям труб.

**7.13.** Количество водоприемных отверстий определяется гидравлическим расчетом, основанным на том, что при истечении жидкости из фильтрующей обсыпки через отверстие во внутреннюю полость трубы происходят некоторые потери напора  $h_o$  (рис. 29). Величина  $h_o$ , исходя из обеспечения максимальной эффективности водоприемной поверхности, принимается 0,5-1 см. Тогда количество отверстий на единицу длины трубы, например на 1 м, можно найти по формуле

$$n = \frac{q}{\mu_0 F_0 \sqrt{2gh_0}} .$$

Здесь  $q$  - приток воды на единицу длины водозабора, л<sup>3</sup>/с;  $\mu$  - коэффициент расхода отверстия;  $F_0$  - площадь одного отверстия (или одной щели), м<sup>2</sup>;  $h_o$  - входные потери напора, м;  $g$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.



**Рис. 29. Схема истечения воды из фильтрующей обсыпки во внутреннюю полость водоприемной трубы**

1 - депрессионная поверхность грунтовых вод; 2 - уровень воды в водоприемной трубе; 3 - фильтрующая обсыпка

Коэффициент расхода  $\mu_0$  зависит от числа  $Re$  и отношения  $d_{17}/t_o$ , где  $t_o$  - диаметр отверстия или ширина щели;  $d_{17}$  - диаметр частиц прилегающего слоя обсыпки, соответствующий 17 % содержанию их на интегральной кривой расчетного гранулометрического состава. В расчетный состав обсыпки включаются фракции обсыпки крупнее  $0,4 t_o$  в случае круглых отверстий и  $0,6 t_o$  в случае щелей или зазоров. Число Рейнольдса вычисляется по формуле

$$R_e = \frac{t_o \sqrt{2gh_0}}{\nu} ,$$

где  $\nu$  - кинематический коэффициент вязкости фильтрующейся воды, м<sup>2</sup>/с. При температуре грунтовых вод 10 °С можно принять  $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с

Значения коэффициента расхода  $\mu_0$  приведены в табл. 30.

Таблица 30

Re	Коэффициент расхода отверстия $\mu_0$ при $d_{17}/t_0$							
	0,4	0,65	1	1,5	2	3	4	6
$10^5$	0,33	0,27	0,21	0,33	0,4	0,48	0,51	0,55
$10^4$	0,31	0,25	0,2	0,33	0,4	0,48	0,51	0,55
$5 \cdot 10^3$	0,28	0,24	0,19	0,32	0,4	0,48	0,5	0,55
$2 \cdot 10^3$	0,22	0,2	0,17	0,29	0,36	0,45	0,48	0,53

**7.14.** При использовании в качестве водоприемных отверстий зазоров в стыках труб исходят из того, что при движении воды в обсыпке вдоль трубы от середины звена к зазорам (рис. 30) происходят потери напора  $h_\phi$ , которые не должны превышать допустимых  $(h_\phi)_{\text{доп}}$ , принимаемых равными 3-5 см. Определение потерь напора  $h_\phi$  производится по формуле

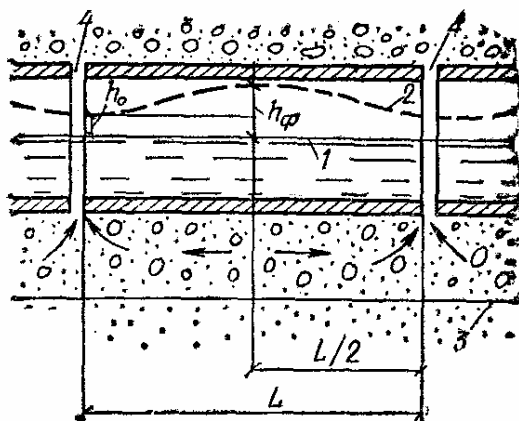
$$h_\phi = \frac{qL^2}{8k_\phi F_\phi},$$

где  $L$  - длина трубы;  $k_\phi$  - коэффициент фильтрации обсыпки;  $F_\phi$  - площадь фильтрационного потока в обсыпке, величину которой можно оценить по формуле

$$F_\phi = \pi(R_\phi^2 - r_{\text{др}}^2) - R_\phi^2 \arcsin \frac{\Delta h}{R_\phi} + \Delta h \sqrt{R_\phi^2 - \Delta h^2};$$

$$\Delta h = h_B - r_{\text{др}} + 0,5(h_0 + h_B),$$

где  $R_\phi$  - расстояние от водоприемной трубы до границы контакта фильтра с грунтом;  $r_{\text{др}}$  - радиус водоприемной трубы;  $h_B$  - глубина воды в дрене. Если водоприемная труба полностью занята водой, то  $F = \pi(R_\phi^2 - r_{\text{др}}^2)$ . Вычисленную по этой формуле величину  $h_\phi$  сравнивают с  $(h_\phi)_{\text{доп}}$ . Если  $h_\phi < (h_\phi)_{\text{доп}}$ , то зазоры можно использовать для приема воды, в противном случае следует предусматривать устройство водоприемных отверстий.



**Рис. 30.** Схема к расчету потерь напора при движении воды в обсыпке вдоль трубы от середины звена к зазорам

1 - уровень воды в трубе; 2 - поверхность воды в фильтрующей обсыпке; 3 - контур фильтрующей обсыпки; 4 - зазор на стыке труб;  $h_\phi$  - потери напора при движении воды в обсыпке к зазору;  $h_0$  - потери напора при истечении воды через зазор

В случае  $h_\phi < (h_\phi)_{\text{доп}}$  необходимый размер зазора вычисляют исходя из формулы

$$F_3 \geq \frac{gL}{\mu_0 \sqrt{2gh_0}},$$

где  $F_3$  - площадь зазора ниже уровня воды в трубе, остальные обозначения прежние.

**7.15.** С целью предотвращения выноса частиц из грунта водоносного горизонта вокруг водоприемной поверхности труб или галереи устраивается фильтрующая обсыпка, играющая роль обратного фильтра. Фильтрующая обсыпка может состоять из одного или двух-трех слоев.

Состав обсыпки подбирается исходя из гранулометрического состава водоносного горизонта. Обводненные грунты могут быть суффозионными или несуффозионными. В первом случае более мелкие частицы грунта током воды выносятся между более крупными, что приводит к развитию механической суффозии. Материал обсыпки должен быть несуффозионным.

**7.16.** Оценка суффозионности (или несуффозионности) грунта производится по максимальному диаметру фильтрационного хода в грунте  $d_0^{\max}$  и минимальному диаметру частиц грунта  $d_{\min}$ . Определение  $d_0^{\max}$  производится по формуле

$$d_0^{\max} = nc \frac{n}{1-n} d_{17};$$

$$c = 0,455 \sqrt[6]{\eta};$$

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}},$$

$$n = 1 + 0,5\eta \text{ при } \eta \leq 25;$$

$$n = 0,35 \left( 3 + \sqrt[3]{\eta \ln \eta} \right) \text{ при } \eta > 25.$$

Здесь  $n$  - пористость грунта;  $\eta$  - коэффициент разнородности;  $d_{60}$  и  $d_{10}$  - диаметры частиц, меньше которых в грунте содержится 60 и 10 % соответственно.

Если  $0,77d_0^{\max} > d_{\min}$ , то грунт считается суффозионным, в противном случае его относят к несуффозионному. Возможен и другой способ оценки суффозионности грунта: он считается практически несуффозионным, если

$$d_3 / d_{17} \geq N;$$

$$N = 0,32 \sqrt[6]{\eta} (1 + 0,005\eta) \frac{n}{1-n},$$

где все обозначения прежние.

**7.17.** Определение первого слоя обсыпки (примыкающего к грунту) в случае несуффозионного грунта производится следующим образом.

По заданному гранулометрическому составу грунта и известному процентному содержанию сводообразующих частиц  $P_{св}$  определяется диаметр сводообразующих частиц  $d_{св}$ . Значение  $P_{св}$  находится по вспомогательному графику  $P_{св} = f(\eta_r)$  (рис. 31) при известном коэффициенте разнородности грунта  $\eta_r$ . Далее по формуле

$$D_{17}^I = \frac{1}{0,252 \sqrt[6]{\eta_\phi}} \frac{1-n_\phi}{n_\phi} d_{св}$$

находится  $D_{17}$  материала обсыпки.

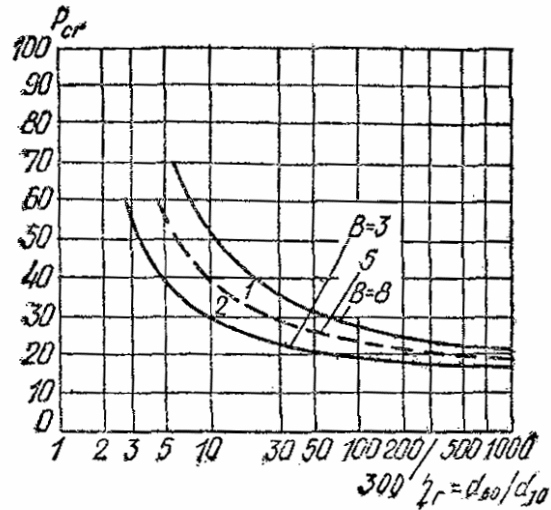


Рис. 31. График  $P_{CB}^{расч} = f(\eta)$  для определения расчетных размеров сводообразующих частиц грунта  $d_{на}$

1 - область выбора расчетных значений  $d_{на}$  для фильтров из щебеночного материала; 2 - область выбора расчетных значений  $d_{на}$  для фильтров из песчано-гравийно-галечникового грунта

Здесь  $\eta_\phi$ ,  $n_\phi$  - коэффициент разнозернистости и пористость первого слоя фильтра;  $B = 3 \div 8$  - коэффициент, учитывающий размер пор в зависимости от раскладки частиц грунта. Затем с использованием графика гранулометрического состава несuffозионных грунтов в относительных координатах (рис. 32) определяется окончательно состав первого слоя обсыпки.

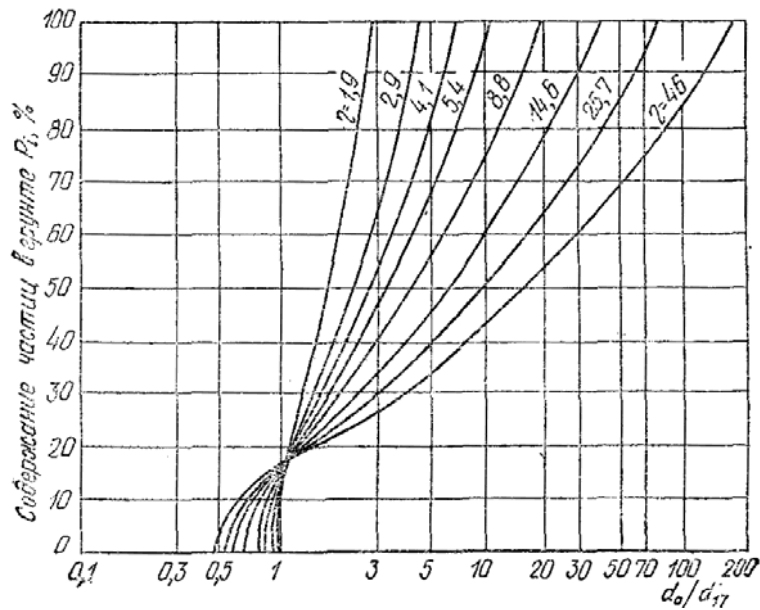
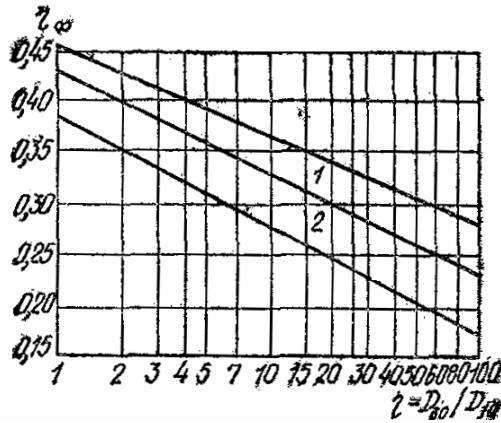


Рис. 32. Гранулометрический состав несuffозионных грунтов в относительных координатах

При выборе обсыпки значение  $\eta_\phi$  рекомендуется принимать в пределах 10-20, а пористость фильтра  $n_\phi$  находится по графику, приведенному на рис. 33.



**Рис. 33. График  $n_{\phi} = f(\eta_{\phi})$  допустимой пористости грунтов, укладываемых в обратные фильтры**

1 - область щебенистых грунтов; 2 - область песчано-гравийно-галечниковых грунтов

**7.18.** Аналогично первому слою подбирается состав второго и последующего слоев, причем толщина каждого слоя должна быть больше  $5D_{50}^I$ , но не менее 150 мм.

Между средним размером частиц  $D_{50}$  слоя обсыпки, примыкающего к водоприемной поверхности, и размером водоприемных отверстий принимаются следующие соотношения (табл. 31).

Таблица 31

форма водоприемного отверстия	Размер водоприемного отверстия при коэффициенте разноразмерности $n_{\phi}$	
	менее 2	более 2
Круглая	$(2,5-3) D_{50}$	$(3-4) D_{50}$
Щелевидная	$(1,25-1,5) D_{50}$	$(1,5-2) D_{50}$

**7.19.** Определение крупности первого слоя обсыпки в случае суффозионного грунта производится в следующей последовательности. Вычисляется диаметр фракций  $d_{ci}$  грунта, которые могут быть вынесены потоком; для этого используется формула

$$d_{ci} = \frac{\alpha_n I_{\max}}{\varphi_0 \sqrt{n_{\Gamma} g / (v k_{\Gamma})}},$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент надежности ( $\alpha_n = 1,1 \div 1,25$ );  $I_{\max}$  - максимальный градиент напора на границе грунта с фильтром (определяется гидрогеологическими расчетами);  $n_{\Gamma}$ ,  $k_{\Gamma}$  - пористость и коэффициент критической скорости

$$\varphi_0 = 0,6 \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{в}}} - 1 \right) f_* \sin \left( 30^\circ + \frac{\theta}{8} \right),$$

где  $\gamma_{\Gamma}$  - объемная масса скелета грунта;  $\gamma_{\text{в}}$  - плотность воды,  $f_*$  - приведенный коэффициент трения;  $\theta$  - угол между направлением скорости фильтрации и силы тяжести. Значения  $f_*$  в зависимости от аргументов  $\eta_{\Gamma} = d_{60} / d_{10}$  и  $n_{\Gamma}$  приведены на рис. 34.

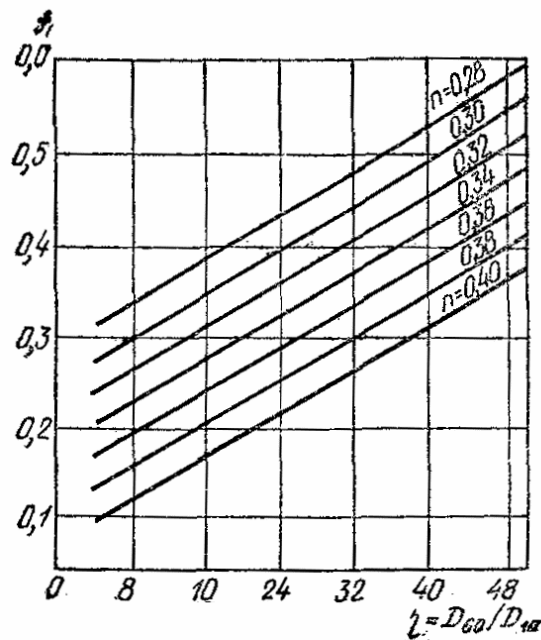


Рис. 34. График  $f_* = f(\eta)$

Если полученное значение  $d_{ci} < d_{(3-5\%)}$ , то расчетное значение сводообразующих частиц  $d_{cr}$  определяется с использованием рис. 31 (при  $B = 3$ ) и кривой гранулометрического состава грунта. Если  $d_{ci} > d_{(3-5\%)}$ , то

$$d_{pc} = Bd_{(3-5\%)}; B = B_{cr} \approx 5.$$

В дальнейшем расчет выполняется так же, как и для несуглинистого грунта.

Чтобы выносимые фильтрационным потоком мелкие частицы грунта  $d_{ci}$  не кольматировали первый слой фильтровой обсыпки, должно выполняться условие

$$D_{17}^I / d_{ci} \geq \frac{1,1(1 - n_\phi)}{cn_\phi} a_*; c = 0,455 \sqrt{n_\phi}. \quad (75)$$

Значения  $a$  приведены в табл. 32.

Если условие (75) не выполняется, следует изменить диаметр сводообразующих частиц, приняв  $d_{ca} = 0,61d_{ci}a_*$ . По этому условию находится новое значение  $D_{17}$ , и строится кривая гранулометрического состава первого слоя фильтра, который будет удовлетворять условию некольматируемости.

Таблица 32

Кольматирующие частицы, мм	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5
$a_*$	4	3	2,5

## 8. ЛУЧЕВЫЕ ВОДОЗАБОРЫ

**8.1.** Лучевые водозаборы целесообразно применять:

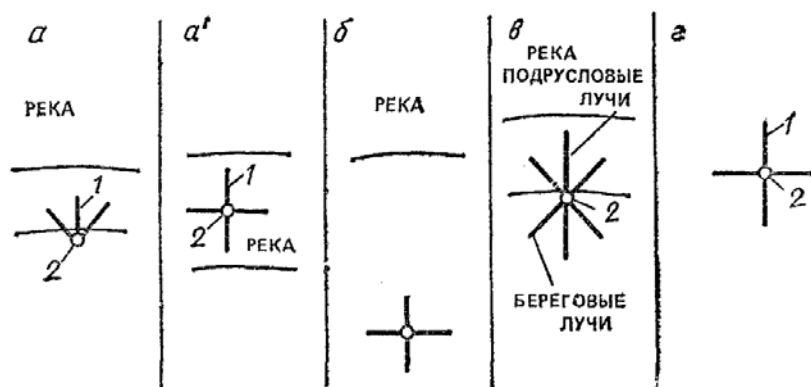
- в водоносных пластах, кровля которых расположена от дневной поверхности земли на глубине не более 10 м, а мощность водоносного пласта не превышает 20 м;
- для захвата подземных вод подрусловых аллювиальных отложений в берегах и под руслом рек;
- в неоднородных по высоте водоносных пластах, когда необходимо полнее использовать наиболее водообильные слои. Не рекомендуется применять лучевые водозаборы:
  - в галечниковых грунтах при крупности фракций  $D_{60} \geq 70$  мм;
  - при наличии в водоносных породах включений валунов в количестве, превышающем 10 %.

Во всех случаях применение лучевых водозаборов должно быть оправдано возможностью существенного увеличения производительности по сравнению со скважинами, шахтными колодцами и горизонтальными водозаборами и соответствующими технико-экономическими преимуществами.

**8.2.** В состав лучевых водозаборов входят водосборный колодец (шахта), водопримные лучи-трубчатые фильтры (горизонтальные скважины), насосная установка (размещаемая обычно в водосборном колодце).

**8.3.** Лучевые водозаборы в зависимости от расположения относительно источников питания подразделяются на следующие типы (рис. 35):

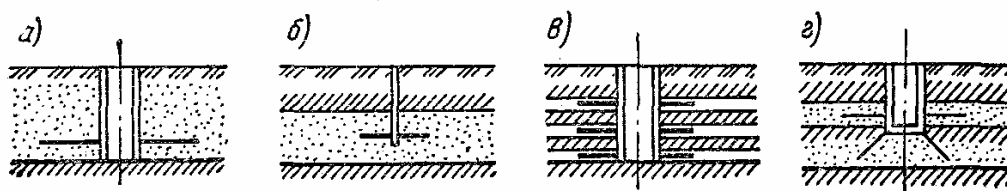
- а) подрусловый - под дном реки с шахтой на берегу (рис. 35, а) или в русле (рис. 35, а');)
- б) береговой - при расположении лучевого водозабора на берегу вблизи реки (рис. 35,б);
- в) комбинированный - когда водозабор находится на берегу реки, а лучевые фильтры размещаются в береговой зоне и под руслом (рис. 35, в);
- г) водораздельный-при расположении лучевого водозабора на значительном удалении от источников питания (рис. 35, г).



**Рис. 35. Схемы лучевых водозаборов в плане**

а - подрусловый, с водосборной шахтой на берегу; а' - то же, с водосборной шахтой в русле реки; б - береговой; в - комбинированный; г - водораздельный; 1 - горизонтальная радиальная скважина; 2 - водосборный колодец (шахта)

**8.4.** В различных гидрогеологических условиях могут применяться следующие схемы лучевых водозаборов (рис. 36);



**Рис. 36. Схемы лучевых водозаборов в разрезе**

а - лучевой водозабор обычного типа; б - малый лучевой водозабор с центральной водосборной буровой скважиной; в - многоярусный водозабор; г - комбинированный лучевой водозабор с вертикальными и наклонными скважинами-усилителями

а) лучевой водозабор обычного типа с одним ярусом горизонтальных скважин-фильтров (рис. 36, а);

б) малый лучевой водозабор с центральной водосборной скважиной, осуществляемой бурением (рис. 36, б);

в) многоярусный лучевой водозабор с расположением фильтров на разных уровнях (рис. 36, в);

г) комбинированные водозаборы с одной или несколькими вертикальными и наклонными скважинами-усилителями, которые бурятся из водосборного колодца и каптируют нижележащий напорный горизонт подземных вод (рис. 36, г).



Многоярусные водозаборы устраиваются в неоднородных (в вертикальном разрезе) водоносных пластах для более полного использования водообильных слоев. Устройство многоярусных водозаборов целесообразно также в мощных однородных пластах, когда один ярус лучевых фильтров не обеспечивает необходимой производительности, а увеличение числа, длины, диаметра и глубины их заложения не дает эффекта или невозможно по производственным соображениям. Наибольшее применение имеют двухъярусные лучевые водозаборы.

Для увеличения водозахватной поверхности возможно устройство в стенках и днище водосборной шахты (колодца) водоприемных окон с фильтровыми вставками (например, из пористых материалов).

8.5. Водосборный шахтный колодец служит для сбора воды, забираемой из каптируемого водоносного пласта через лучевые горизонтальные фильтры-скважины. В колодце устанавливается насос для откачки воды, а до начала эксплуатационного периода в процессе строительства - оборудование для проходки горизонтальных скважин (рис. 37).

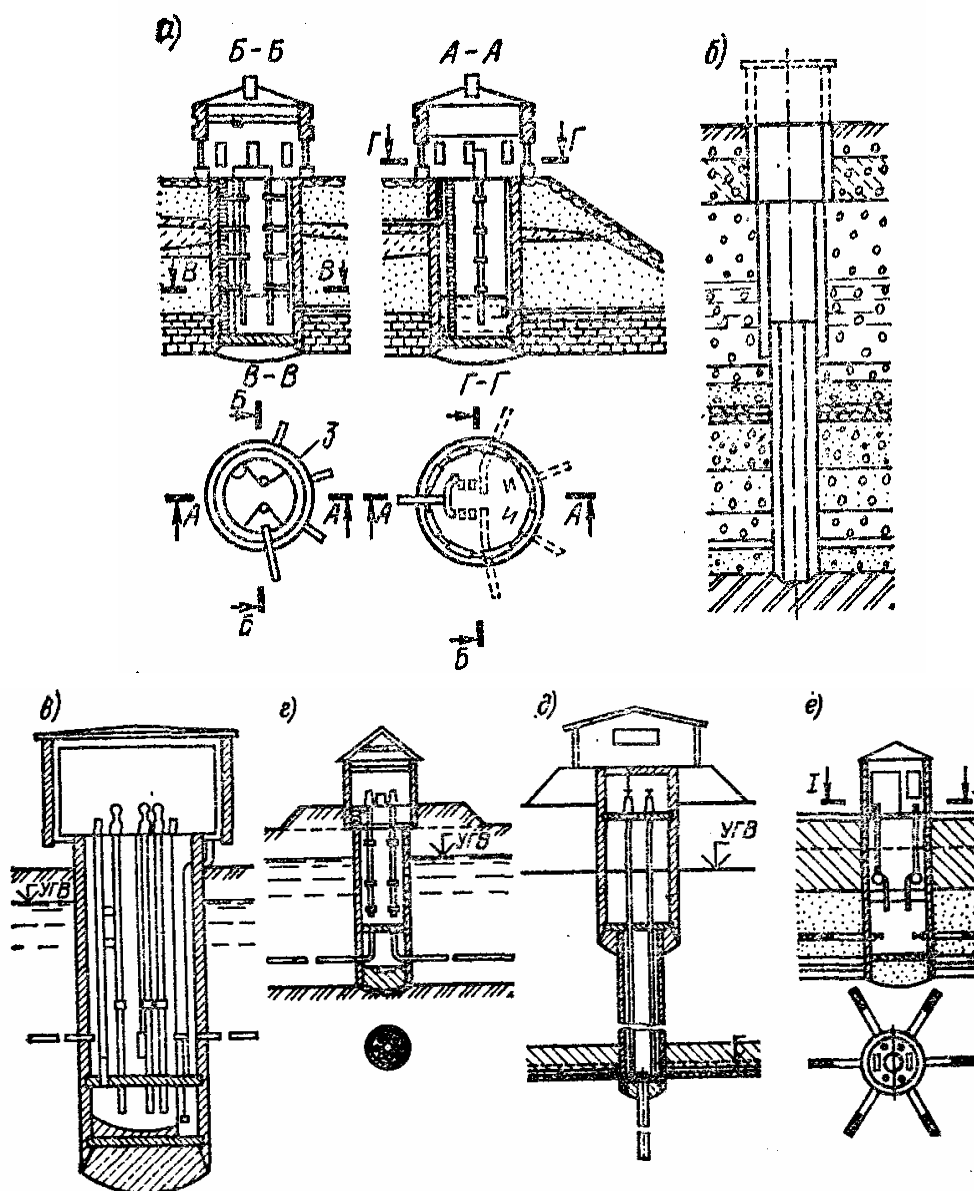


Рис. 37. Водосборные шахты (колодцы) лучевых водозаборов

*a* - водосборная шахта обычного типа; *б* - водосборная телескопическая шахта четырехъярусного водозабора; *в* - водозабор с нижней водосборной камерой; *г* - водозабор с верхней водосборной камерой; *д* - водосборная телескопическая шахта комбинированного водозабора с вертикальной скважиной-усилителем; *е* - водосборная шахта с насосами горизонтального типа

Внутренний диаметр водосборного колодца (шахты) принимается от 1-2 до 4-6 м в зависимости от метода устройства горизонтальных скважин и габаритов строительного и эксплуатационного оборудования.

Отметка дна водосборного колодца назначается в зависимости от условий размещения водоподъемного оборудования и контрольно-измерительных приборов, а также необходимости создания некоторой емкости для отстойника. Минимальное расстояние от дна водосборного колодца до оси лучей 1 м.

Водосборные колодцы сооружаются из железобетона (бетона) сборного или монолитного. В случае малого диаметра при специальном обосновании возможно применение стальных труб:

Строительство водосборного шахтного колодца, может осуществляться способом опускного колодца, методом секущихся свай (траншейных стенок), бурением и др.

Оставляемые в стенке водосборного колодца отверстия (гнезда) для последующей прокладки горизонтальных лучевых фильтров должны иметь раструбную форму (с расширением внутрь колодца), позволяющую при установке направляющих патрубков-кондукторов после устройства колодца компенсировать перекосы, возможные при его сооружении. С внешней стороны каждое отверстие закрывается стальным листом толщиной 1,5-2 мм, приваренным к арматуре. Эта перемычка пробивается направляющей буровой головкой, расположенной в начале колонны фильтровых труб и их проходки.

Число отверстий в стенке колодца должно быть в 1,5-2 раза больше расчетного числа лучей (на случай замены или устройства дополнительных горизонтальных скважин в целях увеличения производительности водозабора). Наибольшее распространение имеет устройство дополнительного числа резервных отверстий во втором ярусе (на 0,5-1,5 м выше основного яруса).

**8.6.** Малые лучевые водозаборы выполняются с водосборными колодцами, представляющими собой буровые скважины диаметром 1-2 м. В обсадных трубах таких скважин оставляют специальные круглые отверстия, перекрытые заглушками из тонкой листовой стали. Эти заглушки пробиваются в последующем направляющей буровой головкой задавливаемых в водоносный пласт горизонтальных фильтров. Габариты домкратов (или других устройств и механизмов) и длины отдельных звеньев фильтровых труб выбираются в соответствии с внутренним диаметром водосборной шахты.

**8.7.** Возможно устройство лучевых водозаборов с двумя отдельными друг от друга камерами. Разделение водосборного колодца (шахты) водозабора посредством промежуточного горизонтального перекрытия на две части показано на рис. 37, в, г. Одна из этих камер используется в качестве резервуара для воды, а другая, будучи изолирована от первой, служит для проведения работ по контролю и ремонту горизонтальных скважин в ходе эксплуатации водозабора без его выключения.

В компоновке лучевого водозабора, показанного на рис. 37, г, водосборная камера расположена над рабочей. Вода, поступающая из горизонтальных скважин, выходящих в шахту на уровне рабочей камеры, посредством вертикального стояка отводится вверх в водосборную камеру во время эксплуатации. Трубы для удаления воды из рабочей камеры, для вентиляции, прохода и т.д. расположены в стенке шахты.

При устройстве промежуточного перекрытия в шахте лучевого водозабора, предназначенного для эксплуатации водоносных пластов небольшой мощности, водосборную камеру целесообразно располагать под рабочей (см. рис. 37, в). Здесь вода, поступающая из горизонтальных скважин, отводится вниз, а всасывающие трубопроводы насосов проходят через промежуточное перекрытие. Такое расположение камер является предпочтительнее также в санитарном отношении, так как водосборная камера полностью изолирована от рабочей.

**8.8.** При плановой фильтрационной неоднородности водоносного пласта направление, число и длина отдельных лучей должны соответствовать расположению наиболее проницаемых слоев. При этом возможно наклонное размещение лучевых скважин (восходящих или нисходящих).

Число, направление, глубина расположения и длина лучевых дренажных скважин принимаются в зависимости от конкретных гидрогеологических, строительных и эксплуатационных условий.

При длине лучей водозабора меньше 20 м в однородных пластах угол между лучами по фильтрационным условиям принимать менее 20° не рекомендуется.

**8.9.** Проходка горизонтальных лучевых скважин в большинстве случаев осуществляется путем продавливания (возможно с вращением) отрезков (звеньев) фильтровых или обсадных труб и чаще всего с выносом грунта водой из забойной части скважины. Грунт в виде шлама

поступает в отверстия направляющей буровой головки, которой оборудуется первое звено задавливаемых фильтровых или обсадных труб.

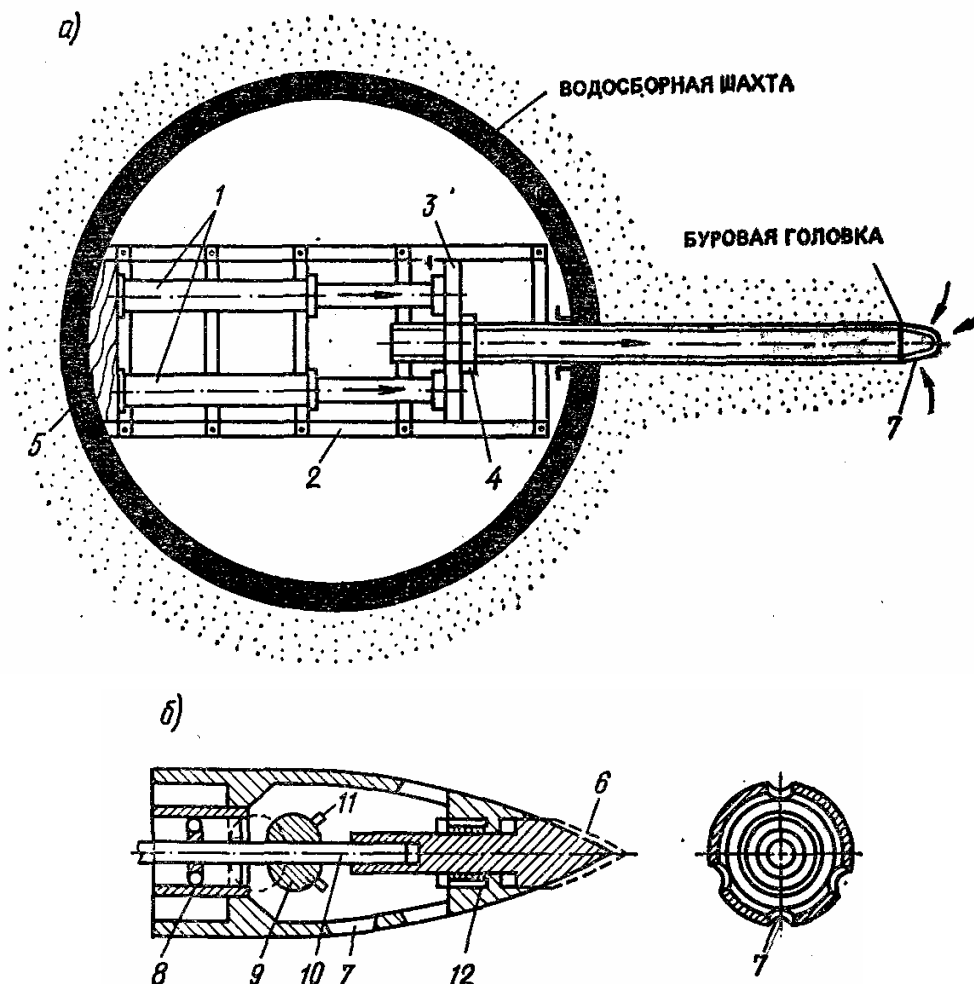
Существующие способы проходки горизонтальных скважин в большинстве случаев предусматривают применение домкратных толкающих устройств (рис. 38, а).

Помимо этого могут применяться вращательные, виброударные, гидропогружные и другие виды горизонтального бурения. Возможно совместное применение двух методов. Например, задавливание фильтровых труб домкратами может сопровождаться их вибрированием, вращением и подмывом грунта водой, что значительно интенсифицирует проходку и позволяет более точно выдерживать заданное направление луча.

**8.10.** Направляющая буровая головка продавливаемой в грунт колонны труб имеет форму цилиндра, переходящего в передней части

в конус или параболоид. Шламосборные отверстия в буровой головке выполняются в ее лобовой или боковой части и имеют прямоугольную, круглую, оваловидную или кольцевую форму (рис. 38,б).

В связи с часто наблюдающимся отклонением труб от горизонтали вверх целесообразно применение буровых головок с соотношением площади верхних и нижних отверстий. Для забора шлама 2:3. Для этих целей служат также буровые головки со скошенной вниз передней частью, с горизонтальными открывками, с поворотной лобовой частью и т. д.



**Рис. 38.** Схема устройства скважин лучевого водозабора

а - домкратная установка для вдавливания труб; б - буровая головка; 1 - гидравлические домкраты; 2 - опорная рама; 3 - нажимная балка; 4 - кантовый захват; 5 - упорный брус; 6 - ударно-рыхлительный наконечник; 7 - шламосборные отверстия; 8 - шламовая труба для отвода шлама; 9 - запорный шаровой клапан; 10 - буровая штанга (управление затвором и передача удара рыхлительному наконечнику); 11 - рыхлительные рожки; 12 - пружина (работает на сжатие)

Затвор, устанавливаемый в буровой головке, предотвращает поступление в скважину грунта при подготовке к продавливанию очередного звена труб, пропускает шлам во время проходки, а в ее конце освобождает вспомогательные трубы от самой буровой головки, которая остается в пласте.

Звенья продавливаемых в грунт горизонтальных труб соединяются друг с другом посредством сварки, резьбы или захватов (щеколд). Длина звеньев может колебаться от 0,5 до 2,5 м, диаметр вдавливаемых в грунт труб - от 50 до 500 мм. Щелевым или круглым перфорационным отверстиям фильтровых труб должна придаваться конусность с расширением внутрь трубы.

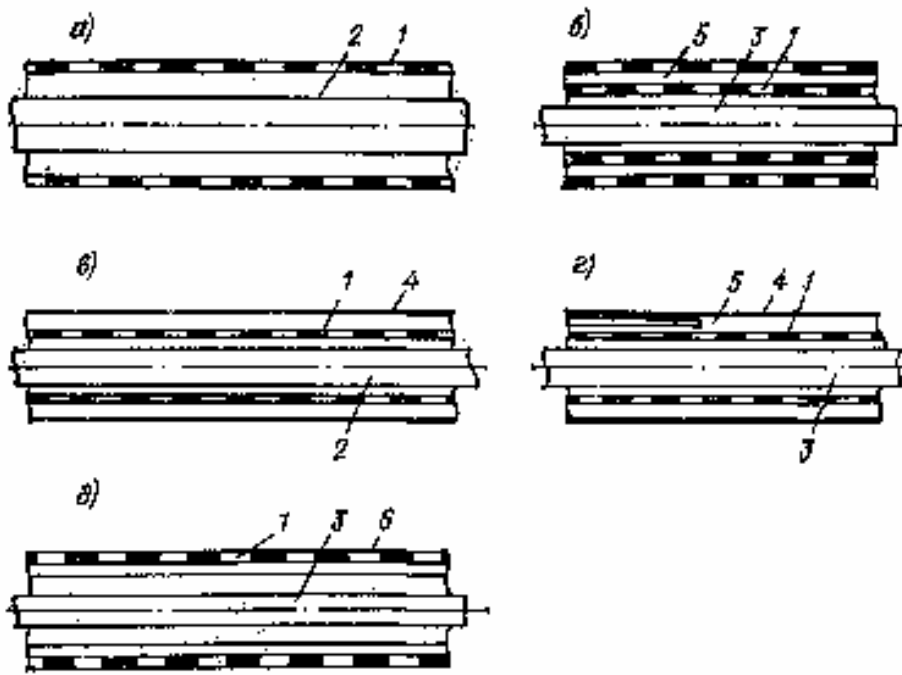
**8.11.** Для продавливания горизонтальных труб в грунт применяются домкратные агрегаты (чаще всего два спаренных гидродомкрата) на специальной направляющей раме, передающие усилия через нажимную балку и захват, установленный на трубе. Реакция вдавливания передается противоположной стороне шахтного колодца через упорный брус. Вдавливающее устройство может дополняться (или даже заменяться) вращателем, гидромониторным приспособлением, виброударным или вибрационным устройством и т. д.

**8.12.** Проходка горизонтальных скважин выполняется двумя основными способами: путем продавливания в грунт самих фильтровых труб или их установки в предварительно продавленные в грунт обсадные трубы.

Проходка горизонтальных скважин продавливанием в грунт фильтров (рис. 39, а, б, д) применяется преимущественно в разнородных песчано-галечных грунтах крупностью  $0,5 \leq D_{60} \leq 50$  мм. При этом фильтровые трубы подбираются с учетом их прочности, которая должна быть достаточной для восприятия усилий от домкратов. В связи с этим скважность фильтра должна быть возможно меньшей (не более 20 %). В случае возможности подбора фильтров достаточной прочности [например, по схеме (рис. 39,б), где малопрочный пористый материал заключен в кольцевом пространстве перфорированных труб] данный метод может применяться и в однородных песчаных грунтах, в том числе мелкозернистых и маловодообильных; пористый материал может применяться и многослойным.

Проходка горизонтальных скважин с использованием обсадных труб (рис. 39, з) применяется в мелкозернистых песчаных, супесчаных и суглинистых грунтах, а также в случае фильтрационной неоднородности грунтов по длине луча. После обсадки скважины и установки фильтров обсадные трубы извлекаются. Этот способ дает возможность в зависимости от состава грунта использовать разнообразные фильтры: тонкостенные стальные, в том числе с противокоррозионным покрытием, пластмассовые, асбестоцементные, гончарные, песчано-гравийные, из пористых материалов и т. д.

Одной из модификаций метода является устройство песчано-гравийного фильтра путем намыва песчано-гравийной массы в кольцевое пространство между обсадкой и фильтровой трубой (см. рис. 39, г). Недостатком данного метода является большая, чем в первом методе, сложность работ, связанных с возможным возникновением трудностей по извлечению обсадных труб.

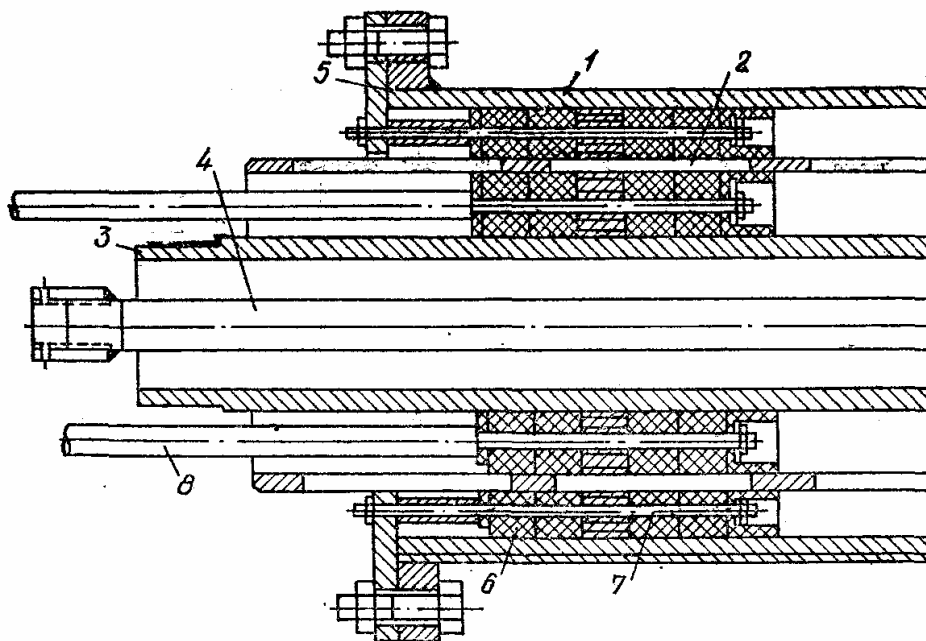


**Рис. 39. Схемы основных способов устройства горизонтальных скважин**

*а* - вдавливание фильтровых труб; *б* - вдавливание фильтровых труб с кольцевым мелкозернистым заполнителем; *в* - проходка скважин с обсадкой; *г* - то же, с устройством песчано-гравийного фильтра методом намыва; *д* - проходка с предварительным вдавливанием толстостенной сплошной трубы; 1 - фильтровые трубы; 2 - шламовая труба; 3 - промывная труба; 4 - обсадная труба; 5 - песчано-гравийный фильтр (или связный пористый материал); 6 - толстостенная сплошная труба

Для отвода грунта из забоя горизонтальной скважины одновременно с фильтровыми и обсадными трубами на период проходки устанавливается шламовая труба, по которой грунт с водой выносится в шахтный колодец, откуда в последующем удаляется.

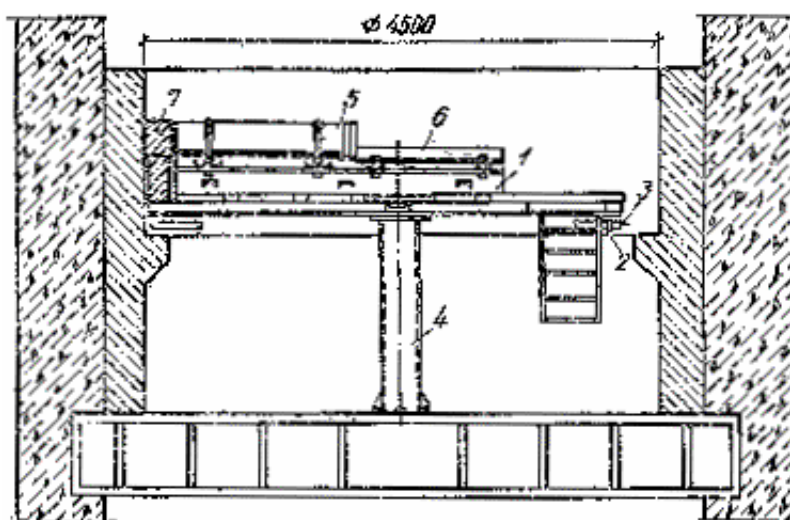
Уплотнение кольцевого пространства между шламовой и продавливаемой трубой производится с помощью специального сальника (рис. 40).



**Рис. 40. Установка уплотнения между фильтровой и шламовой трубой при проходке горизонтальных скважин лучевого водозабора**

1 - направляющий патрубок; 2 - фильтровая труба; 3 - шламовая труба; 4 - промывная труба; 5 - уплотняющий сальник между патрубком и фильтровой трубой; 6 - уплотняющий сальник между фильтровой и шламовой трубой; 7 - стягивающие болты; 8 - удерживающие тяги

Проходка горизонтальных скважин лучевого водозабора методом продавливания производится с рабочей площадки (рис. 41), которая, в частности, может быть поворотной, что позволяет вести проходку скважин без перестановки монтажного оборудования от одного луча к другому. Рабочая площадка выполняется из стальных или деревянных рам и настилов.



**Рис. 41. Рабочая площадка лучевого водозабора**

1 - опорная рама; 2 - опорный каток; 3 - направляющая; 4 - опорная пята; 5 - домкрат; 6 - рама домкрата; 7 - упорный брус

При подборе фильтров горизонтальных лучевых скважин следует руководствоваться указаниями, относящимися к фильтрам вертикальных скважин (см. гл. 5), и дополнительно учитывать особенности применяемого способа проходки.

**8.13.** Оборудование лучевых водозаборов состоит из водоподъемной установки, соединительных, всасывающих и напорных водоводов, задвижек и контрольно-измерительной аппаратуры.

Для подъема воды из водосборного колодца могут применяться горизонтальные или вертикальные насосы.

Горизонтальные центробежные насосы устанавливаются на специальном перекрытии, расположенном внутри водосборной шахты, на соответствующей высоте над поверхностью воды. Условия и правила установки таких насосов точно такие же, как в водопроводных насосных станциях для подъема и перекачки воды.

Глубинные насосы (в том числе погружные) применяются при подъеме воды с глубины более 7-10 м. Наибольшее применение имеют центробежные глубинные насосы с погружным электродвигателем ЭЦВ, ЭПН (см. гл. 14). Эти насосы, в отличие от горизонтальных насосов, требуют меньшую площадь для их установки, могут работать при изменении динамического уровня воды в шахте в широком диапазоне, но имеют меньший КПД, чем горизонтальные насосы.

Лучевые водозаборы позволяют использовать вакуумные системы с подключением вакуум-насосов к устьям горизонтальных скважин. Это особенно важно при работе водозаборов в маловодообильных пластах, в грунтах с низкой водоотдачей. Простейшей схемой повышения водоотбора из горизонтальных лучевых скважин служит сифонное погружение их устьев под уровень воды в колодце, расположенный ниже оси скважин.

Для регулирования забора воды отдельными лучевыми скважинами и для возможности проведения ремонтных работ устья скважин снабжаются задвижками.

Для наблюдения за расходом и напором воды устьевые части скважин оборудуются водомерными и пьезометрическими приборами. Помимо этого в водосборном колодце (шахте)

водозабора устанавливается уровнемер, а на напорной трубе насоса - водомер для систематического наблюдения за положением уровня воды и производительностью всего водозабора.

## 9. РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛУЧЕВЫХ ВОДОЗАБОРОВ

**9.1.** Дебит лучевого водозабора зависит от гидрогеологических условий, понижения уровня воды в водосборном колодце, длины, числа, диаметра и глубины заложения лучевых горизонтальных скважин.

При выборе основных параметров лучевых водозаборов нужно учитывать следующее:

по фильтрационным соображениям оптимальное число лучей, равномерно расположенных по периметру водосборного колодца, находится в пределах  $3 \leq N \leq 7$ ;

производительность лучевого водозабора не прямо пропорциональна увеличению длины лучей;

диаметр лучевых дрен и наружный диаметр водосборного колодца меньше влияют на производительность водозабора, чем длина, число и глубина заложения дрен.

**9.2.** Дебит лучевого водозабора определяется по следующей общей зависимости:

$$Q = 2\pi kmS \left( \frac{1}{R_\delta} + \frac{1}{R_n} \right). \quad (76)$$

Здесь  $R_\delta$  и  $R_n$  - фильтрационные сопротивления радиальной системы соответственно береговых и подрусловых горизонтальных скважин;  $S$  - понижение уровня воды в водосборном колодце лучевого водозабора

$$S = H_e - H_0, \quad (77)$$

где  $H_e$  и  $H_0$  - напор воды соответственно в водоносном пласте до начала откачки и в водосборном колодце при эксплуатации лучевого водозабора (статический и динамический уровни воды);  $k$  - коэффициент фильтрации;  $m$  - мощность пласта (для безнапорных пластов  $m \approx h_{cp} \approx 0,8H_e$ ).

**9.3.** Дебит берегового лучевого водозабора, размещаемого у реки (рис. 42,а), можно определять по формуле (76) при  $R_r \rightarrow \infty$ , т.е.  $1/R_r = 0$ . В этом случае

$$R_\delta = (\ln V_r + 2\eta \ln V_T) \frac{m}{lkN_\delta}, \quad (78)$$

где 
$$V_r = \frac{lV}{1,36r_0}; \quad V_T = \frac{l + \sqrt{l^2 + 4m^2}}{2m}, \quad (79)$$

$$V = \sqrt{\frac{4L - l}{4L + l}} \quad (80)$$

Здесь  $N_\delta$  - число лучей водозабора, расположенных равномерно по кругу;  $L$  - расстояние от вертикальной оси водосборного колодца до уреза воды в водоеме (водотоке);  $l$  - длина луча;  $r_0$  - радиус луча.

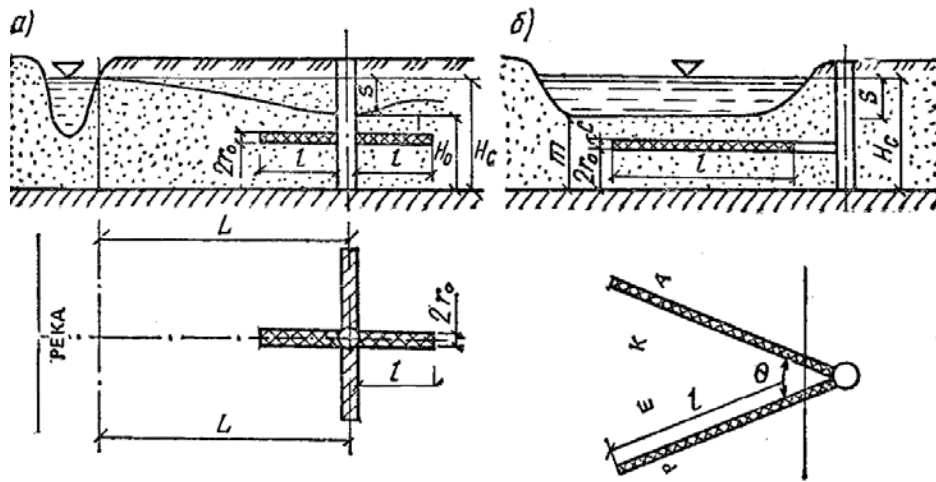


Рис. 42. Схемы к расчету производительности лучевых водозаборов

*a* - береговой; *б* - подрусловый

Коэффициент взаимодействия (интерференции)  $k_n$  лучевых дрен и коэффициент  $\eta$  берутся по табл. 33.

Таблица 33

$N_\delta$	$l/m$				
	2	4	6	8	10
Коэффициент $k_n$					
3	0,63	0,67	0,7	0,71	0,72
4	0,48	0,52	0,57	0,6	0,63
6	0,33	0,38	0,4	0,45	0,47
8	0,28	0,33	0,36	0,42	0,45
Коэффициент $\eta$					
$L/m$					
50	4,5	5	6,2	7	8
25	4,2	4,5	5,5	6,2	7
10	2,8	3,5	4	4,5	5

9.4. При значительном удалении водосборного колодца от реки гидравлическое сопротивление  $De$  может быть оценено также по формуле

$$R_\delta = \ln \frac{2L}{r_{np}}; r_{np} = \frac{\partial}{\sqrt{N_\delta}} \left( \frac{m}{2\pi r_c \sin \frac{\pi c}{m}} \right)^{-m/2N_\delta l}, \quad (81)$$

где  $c$  - заглубление луча под уровень грунтовых вод.

9.6. Если горизонтальные скважины лучевого водозабора размещаются неравномерно по периметру водосборного колодца и все ориентированы в одну сторону, то в формулах (80) и (81) под  $L$  следует понимать среднее расстояние от реки до центра лучей, т. е.

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i, \quad (82)$$

где  $L_i$  - расстояние от центра  $i$ -го луча до реки.

Величина средней длины луча  $l$  при этом находится по формуле



$$l = \frac{1}{2N_{\sigma}} \sum_{i=1}^{N_{\sigma}} l_i. \quad (83)$$

**9.6.** Дебит подруслового водозабора с водосборным колодцем, расположенным на берегу (рис. 42,6), определяется по формуле (76) при  $R_i \rightarrow \infty$ , т.е.  $1/R_n = 0$ . В этом случае фильтрационное сопротивление  $R_n$  находится по формуле

$$R_n = (u_0 + u_n) \frac{m}{lN_n}. \quad (84)$$

Здесь

$$u_0 = \ln \frac{3cm l \left[ l + \sqrt{l^2 + 16(m-c)^2} \right]}{r_0(m-c)(l + \sqrt{l^2 + 16m^2})(l + \sqrt{l^2 + 16c^2})}, \quad (85)$$

$N_n$  - число лучей под руслом реки;  $c$  - заглубление лучей под русло реки.

Функция  $u_n$  Для случаев, когда  $l/m \geq 3$  выражается так:

$$u_n = \frac{N_n + 2}{3} \ln \left\{ 1 + \left[ \frac{4m}{(t - 0,5m) \sin \theta} \right] \right\}, \quad (86)$$

$\theta$  - угол между лучами.

Для двухлучевого водозабора ( $N_n = 2$ )

$$u_n = \frac{1}{2} \ln \left( 1 + \frac{16m^2}{l^2 \sin^2 \theta} \right). \quad (87)$$

**9.7.** Дебит комбинированного лучевого водозабора, имеющего  $N_a$  береговых и  $N_n$  подрусловых лучей, определяется по формуле (76), в которой фильтрационные сопротивления  $R_a$  и  $N_n$ , в свою очередь, находятся по соотношениям (78) или (81) и (84).

При определении дебита комбинированного водозабора (с береговыми и подрусловыми скважинами) коэффициент  $k_u$  также берется по табл. 33 как для системы с двойным числом лучей  $2N_a$ , т. е. неполная схема береговых лучей приводится к условной полной системе лучей, расположенных равномерно по всему кругу.

**9.8.** Общий способ фильтрационного расчета систем взаимодействующих лучевых водозаборов, расположенных на расстоянии друг от друга  $r > 5m$  при  $l/m = 1-3$  и  $r > 10m$  при  $l/m = 5-9$ , сводится к использованию формул для систем вертикальных скважин.

При этом общая формула для расчета будет иметь вид:

$$Q_{\text{сум}} = \frac{2\pi k m S}{\alpha_0 R_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i R_i}, \quad (88)$$

где  $Q_{\text{сум}}$  - суммарный расход всех взаимодействующих лучевых водозаборов;  $S$  - понижение уровня в водозаборе (под влиянием данного водозабора и взаимодействующих с ним водозаборов);  $\alpha_0 = Q_0/Q_{\text{сум}}$ ;  $\alpha_i = Q_i/Q_{\text{сум}}$  - отношение расходов данного и взаимодействующих водозаборов к суммарному расходу;  $R_0$  и  $R_i$  - безразмерные гидравлические сопротивления. При этом  $R_0 = (R_{\sigma} R_n)/(R_{\sigma} + R_n)$  - сопротивление данного водозабора, определяемое по вышеприведенным формулам (78)-(87), а  $R_i$  находится по соотношению

$$R_i = \ln \frac{\rho_i}{r_i}, \quad (89)$$

$r_i$  - расстояние от данного водозабора до взаимодействующих;  $\rho_i$  - расстояние от исследуемого водозабора до зеркального отображения соседних с ним взаимодействующих водозаборов относительно реки;  $n$  - количество водозаборов, взаимодействующих с данным.

**9.9.** Фильтрационное несовершенство реки при расчетах лучевых водозаборов может быть учтено с помощью метода “дополнительного слоя” (см. гл. 6). При этом вместо действительного расстояния от реки до водозабора  $L$  в формуле (80) или  $c$  и  $m$  в формулах (84)- (87) подставляются величины

$$L_H = L - \Delta L; \quad C_H = C + \Delta L; \quad m_H = m + \Delta L,$$

где  $\Delta L$  - дополнительное расстояние, определяемое в зависимости от степени кольматации и заиленности речного русла.

**9.10.** При проектировании горизонтальных скважин-лучей дополнительные потери напора, связанные с гидравлическим сопротивлением в них, должны быть минимальными (существенно меньшими общего расчетного понижения уровня подземных вод  $S$  в водозаборе). Обеспечение достаточно высокой пропускной способности горизонтальных скважин может быть достигнуто увеличением их диаметра. Если по техническим и производственным условиям это сделать невозможно, то следует учитывать снижение производительности водозабора, для оценки чего нужно выполнить гидравлический расчет. Он включает в себя корректировку производительности  $Q$  водозабора, которая должна быть уточнена в соответствии с величиной гидравлических потерь напора на трение по длине лучевых скважин. Потери напора определяются по формуле

$$h_w = \left( 2 + \frac{\lambda l}{6r_0} \right) \frac{V^2}{2g}; \quad V = \frac{Q}{2\pi r_0^2 N}. \quad (90)$$

Здесь  $V$  - скорость течения воды в горизонтальных лучевых скважинах, м/с;  $Q$  - расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $\lambda$  - гидравлический коэффициент трения (для труб диаметром 50-300 мм можно принимать  $\lambda = (0,08-0,1)$ ;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>).

Скорректированная на величину гидравлических потерь напора производительность лучевого водозабора определяется по формулам для дебита  $Q$  при действующем напоре, равном  $S-h_w$ .

*Пример расчета.* 1. В напорном водоносном пласте мощностью  $m = 5$  м на расстоянии  $L = 75$  м от берега водохранилища проектируется лучевой водозабор берегового типа. Коэффициент фильтрации водоносных пород  $k = 50$  м/сут. Величина максимально возможного понижения уровня воды в водосборном колодце водозабора  $S = 9,5$  м.

Из производственных соображений радиус горизонтальных скважин принят  $r_0 = 0,1$  м, количество лучей  $N_0 = 4$ , длина лучей  $l = 30$  м.

Требуется определить производительность лучевого водозабора.

Расчет гидравлического сопротивления  $R_0$  ведем по формуле (78). В данном случае

$$V = \sqrt{\frac{4 \cdot 75 - 30}{4 \cdot 25 + 30}} = 0,9;$$

$$V_r = \frac{30 \cdot 0,9}{1,36 \cdot 0,1} = 1,99;$$

$$V_T = \frac{30 + \sqrt{30^2 + 4 \cdot 5^2}}{2,5} = 5,6.$$

Кроме того, по табл. 33

при  $\frac{l}{m} = \frac{30}{5} = 6$   $k_n = 0,57$

при  $\frac{l}{m} = \frac{75}{5} = 15$   $\eta = 4,0$

Подставляя найденные значения параметров в формулу (78), получим

$$R_6 = (\ln 1,99 + 2 \cdot 4 \ln 5,6) \frac{5}{30 \cdot 0,57 \cdot 4} = 1,51.$$

По соотношению (76) при  $1/R_n = 0$  найдем производительность лучевого водозабора:

$$Q = \frac{2\pi \cdot 50 \cdot 5 \cdot 9,5}{1,5} = 9900 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Определим теперь гидравлические потери напора в лучевых скважинах. По соотношению (90)

$$V = \frac{9900}{86400 \cdot 2\pi \cdot 0,1^2 \cdot 4} = 0,91 \text{ м/с};$$

$$h_\omega = \left( 2 + 0,1 \frac{30}{6 \cdot 0,1} \right) \frac{0,91^2}{2 \cdot 9,81} = 0,29 \text{ м.}$$

Гидравлические потери в трубах в данном случае относительно невелики (2-3 % понижения уровня воды в водосборном колодце  $S$ ). Поэтому корректировку расхода  $Q$ , учитывающую эти потери, можно не производить.

*Пример расчета.* 2. Проектируется лучевой водозабор в подрусловом водоносном пласте мощностью  $m = 6$  м и коэффициентом фильтрации  $k = 25$  м/сут. Максимально возможное понижение уровня в водосборном колодце  $S = 6$  м.

Радиус горизонтальных скважин  $r_0 = 0,1$  м, число лучей  $N_n = 5$ ,  $\theta = 36^\circ$ , длина лучей 30 м; заглубление лучей под дно реки  $S = 3$  м.

По формуле (85) имеем

$$u_n = \ln \frac{3 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 30 \left[ 30 + \sqrt{30^2 + 16(6-3)^2} \right]}{0,1(6-3) \left( 30 + \sqrt{30^2 + 16 \cdot 6^2} \right) \left( 30 + \sqrt{30^2 + 16 \cdot 3^2} \right)} = 4,4.$$

По соотношению (86) получим

$$u_n = \frac{5+2}{3} \ln \left\{ 1 + \left[ \frac{4,6}{(30 - 0,5 \cdot 6) \sin 36^\circ} \right]^2 \right\} = 2,8.$$

В соответствии с равенством (84)

$$R_n = (4,4 + 2,8) \frac{6}{30 \cdot 5} = 0,29.$$

Применяя теперь общую расчетную зависимость (76) при  $1/R_6 = 0$ , найдем

$$Q = \frac{2\pi \cdot 25 \cdot 6 \cdot 6}{0,29} = 19500 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Гидравлические потери напора в трубах определяем по соотношениям (90)

$$V = \frac{19500}{86400 \cdot 2\pi \cdot 0,1^2 \cdot 5} = 2,2;$$

$$h_{\omega} = \left( 1 + \frac{0,1 \cdot 30}{6 \cdot 0,1} \right) \frac{2,2^2}{2 \cdot 9,8} = 0,7 \text{ м.}$$

Скорректированное значение величины производительности водозабора получим по формуле (76), подставив в нее вместо  $S$  понижение уровня, уменьшение на величину гидравлических потерь ( $S-h_{\omega}$ )

$$Q = \frac{2\pi \cdot 26 \cdot 6(6-0,7)}{0,29} = 17\,500 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Как видим, учет гидравлических потерь напора по длине лучевых горизонтальных скважин в отличие от условий предыдущего примера в данном случае дает более существенное снижение производительности водозабора.

## 10. КАПТАЖ ИСТОЧНИКОВ (РОДНИКОВ)

**10.1.** Каптаж источников (родников) представляет собой сооружение для захвата подземных вод, выходящих на дневную поверхность. Конструкция каптажных сооружений выбирается в зависимости от гидрогеологических условий выхода подземных вод на поверхность земли, морфологии места выхода источника, мощности отложений, покрывающих водоносный пласт, и расхода источника.

При сосредоточенном выходе подземных вод каптажное сооружение устраивается в виде камеры-колодца, расположенного над выходом восходящего источника или перед выходом нисходящего источника.

При рассредоточенном выходе подземных вод на поверхность земли в виде отдельных источников, отстоящих один от другого на расстоянии более 5 м, каптаж их осуществляется отдельно со сбором воды в общую водосборную камеру. Такой общей камерой может быть камера на основном (наибольшем по дебиту) выходе подземных вод или специальная сборная камера вне выхода подземных вод. При рассеянном сплошном, но слабо выраженном выходе подземных вод на участке каптаж их осуществляется с помощью горизонтальных трубчатых или галерейных водозаборов со сбором из них воды в общую водосборную емкость.

**10.2.** Каптаж источников подземных вод во избежание загрязнения осуществляется до их выхода на дневную поверхность с захватом, исключая выход вод в обход каптажа.

В природных условиях выходы подземных вод на дневную поверхность проявляются в виде нисходящих и восходящих источников.

Нисходящие источники приурочены обычно к склонам горных возвышенностей и долин оврагов, балок, рек. Каптаж таких источников врезается в склон в расчете на прием воды через его нагорную стенку. Для этого в ней предусматриваются соответствующие отверстия. Перед отверстиями, т. е. между стенкой каптажа с водоприемными отверстиями и обнаженной поверхностью водоносного пласта, устраивается обратный фильтр, материал которого подбирается в зависимости от литологии и состава пород водоносного пласта. При небольшой мощности водоносного пласта и близком залегании водоупора днище каптажной камеры заглубляется ниже подошвы пласта на величину, позволяющую расположить расходную трубу и создать над ней необходимый напор для дальнейшего транспортирования. При этом для более полного отбора воды из пласта уровень ее в каптажной камере не должен быть выше подошвы пласта.

При большой мощности водоносного пласта и глубоком залегании водоупора каптаж по глубине вскрытия пласта может быть несовершенным. Глубина заложения нижнего ряда водоприемных отверстий в стенке каптажа и заглубление его днища при этом определяются из условий требуемой производительности каптажа с учетом создания в нем условий для дальнейшего транспорта воды. Каптаж нисходящих источников сооружается при необходимости с водоулавливающими стенками-барражами, вдоль которых со стороны потока подземных вод выкладывается призма из фильтрующего материала, сопрягающегося с обратным фильтром каптажа.

Из восходящих источников прием воды осуществляется в соответствии с ее движением снизу вверх, через дно каптажного устройства. В случаях, когда восходящий источник выходит из водоносного пласта, представленного скальными трещиноватыми, но крепкими породами, прием воды днищем каптажа осуществляется через один слой фильтрующего материала - крупного гравия, гальки или щебня неразмочаемых в воде пород. При выходе восходящего

источника из рыхлых водоносных пород, в особенности из песков, прием воды в каптаж осуществляется через обратные фильтры, располагаемые под днищем каптажа, в расчете на исключение выноса из пласта мелких частиц породы. Каптажные камеры сооружаются из сборного железобетона в открытых котлованах или в восходящих источниках при глубоком залегании водоносного пласта опускным способом.

**10.3.** Для нормальной работы каптажа необходимо:

- а) достаточно полно по площади и глубине вскрыть выход источника;
- б) предохранить источник от промерзания и попадания в него поверхностных загрязнений, насекомых, пресмыкающихся, животных;
- в) принять меры по предотвращению образования оползней, размывов и обвалов в месте расположения каптажа;
- г) обеспечить надежную вентиляцию каптажа.

Для эксплуатации каптажа в нем должны быть устройства для сброса излишков воды, осаждения и удаления выпавших из воды взвесей, замера и регулирования подачи воды потребителю.

Вода из каптажей подается потребителю самотеком или с помощью насосов. Насосы могут быть установлены в каптажных камерах на каптажах малой производительности, в отдельном здании у каптажа или у общей водосборной емкости, в которую стекает вода из ряда каптажей.

**10.4.** Конструкция железобетонных камер для каптажа восходящих и нисходящих источников показана на рис. 43.

Камеры монтируются из сборных железобетонных колец диаметром 1,5 м, горловины и люка. Между горловиной и камерой устанавливается железобетонный конус. Камера для каптажа нисходящих источников снабжена водонепроницаемым днищем. Наружные стенки камер покрываются горячим битумом за два раза, причем до покрытия они огрунтовываются праймером (битума 25 %, бензина 75 % по массе).

Поступление воды в камеры из восходящих источников осуществляется через днище (рис. 43, а), а из нисходящих - через отверстия в стенках камер (рис. 43,б). Для предотвращения выноса грунта из водоносного пласта перед входным отверстием укладывается обратный фильтр, каптажные камеры оборудуются расходной и переливной трубами.

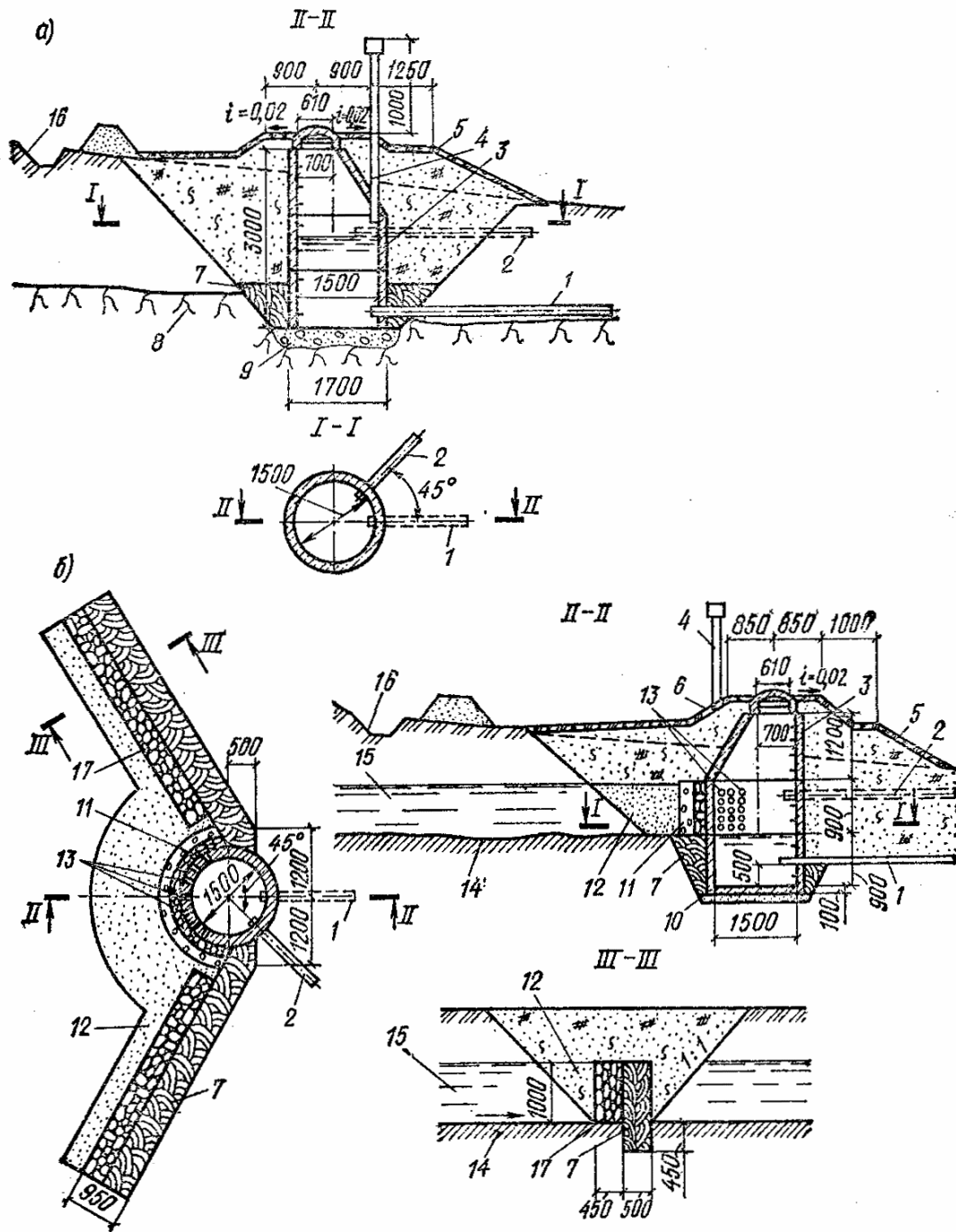
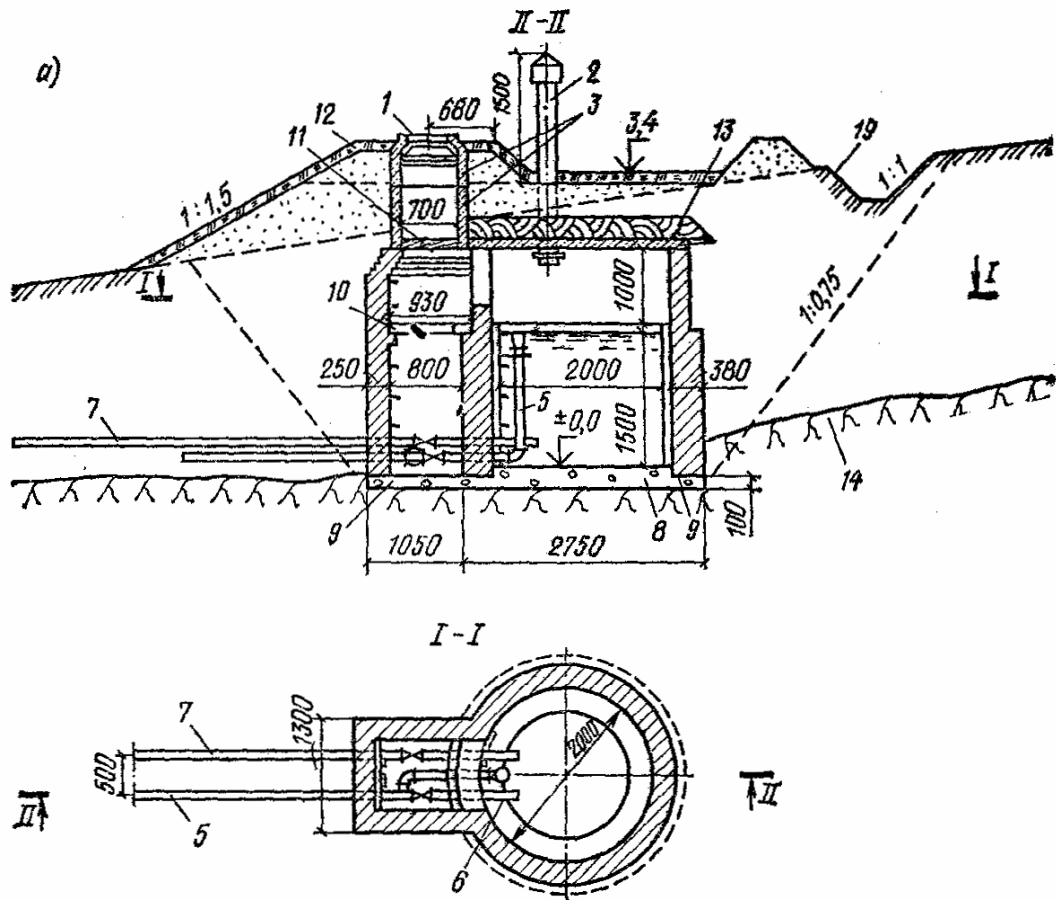


Рис. 43. Железобетонная каптажная камера

*a* - для восходящего источника; *б* - для нисходящего источника; 1 - расходная труба; 2 - переливная труба; 3 - кольца; 4 - вентиляционная труба; 5 - растительный слой; 6 - глиняно-щебеночная отсыпка; 7 - плотно утрамбованный глинистый грунт; 8 - скальный грунт; 9 - слой гравия; 10 - железобетонная плита днища; 11 - фильтр из гравия и гальки; 12 - засыпка песком; 13 - водоприемные отверстия; 14 - водоупорный пласт или нижняя граница каптаруемой части водоносного пласта; 15 - водоносный пласт; 16 - нагорная канава; 17 - гравийная дренирующая отсыпка

С целью большого захвата воды нисходящих источников предусматривается устройство улавливающих стенок из глинистого грунта, вдоль которых для свободного стока воды в камеры укладывается фильтрующая призма.

10.5. Конструкции кирпичных камер для каптажа как восходящих, так и нисходящих источников показаны на рис. 44.



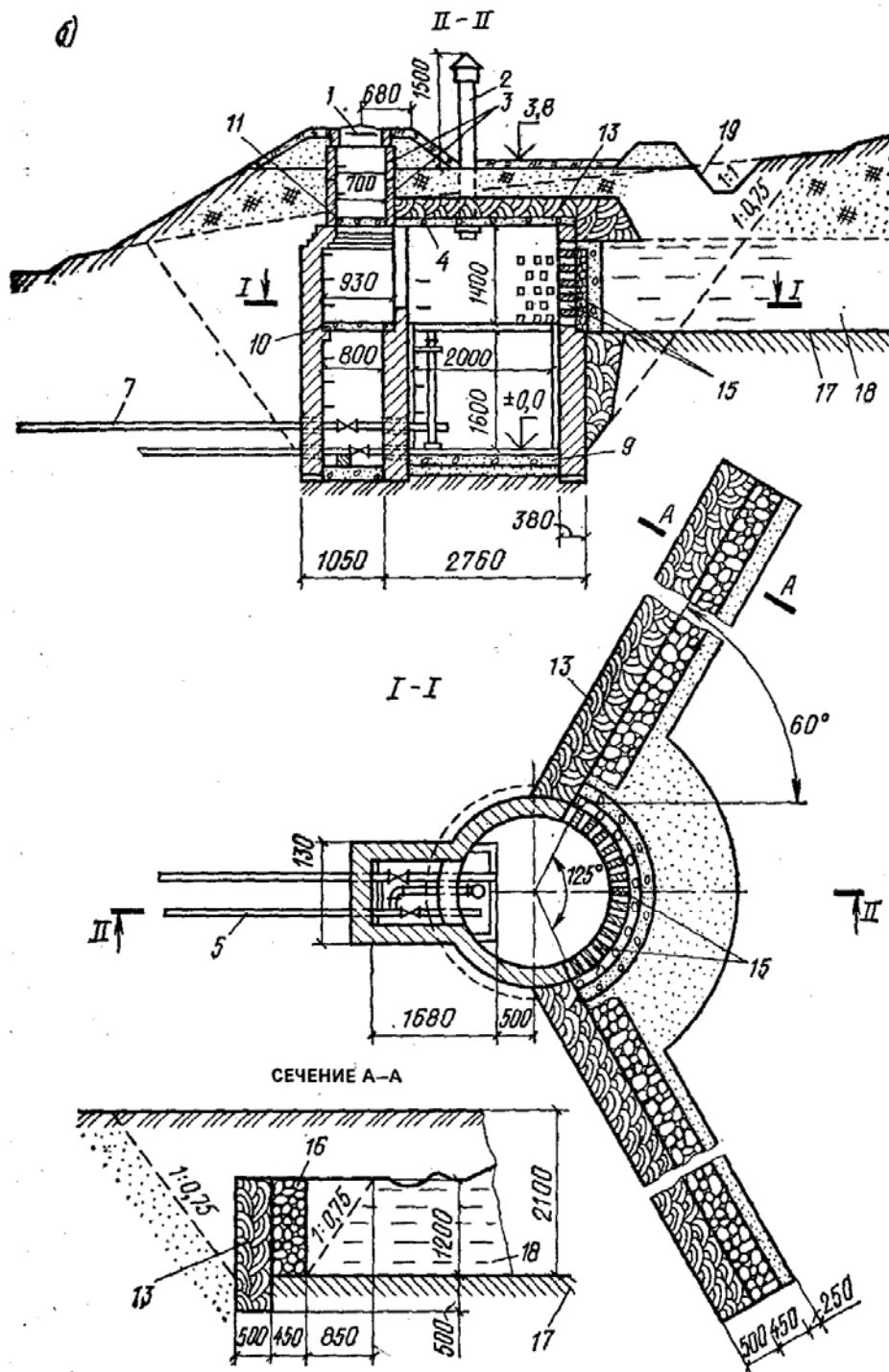


Рис. 44. Кирпичная каптажная камера

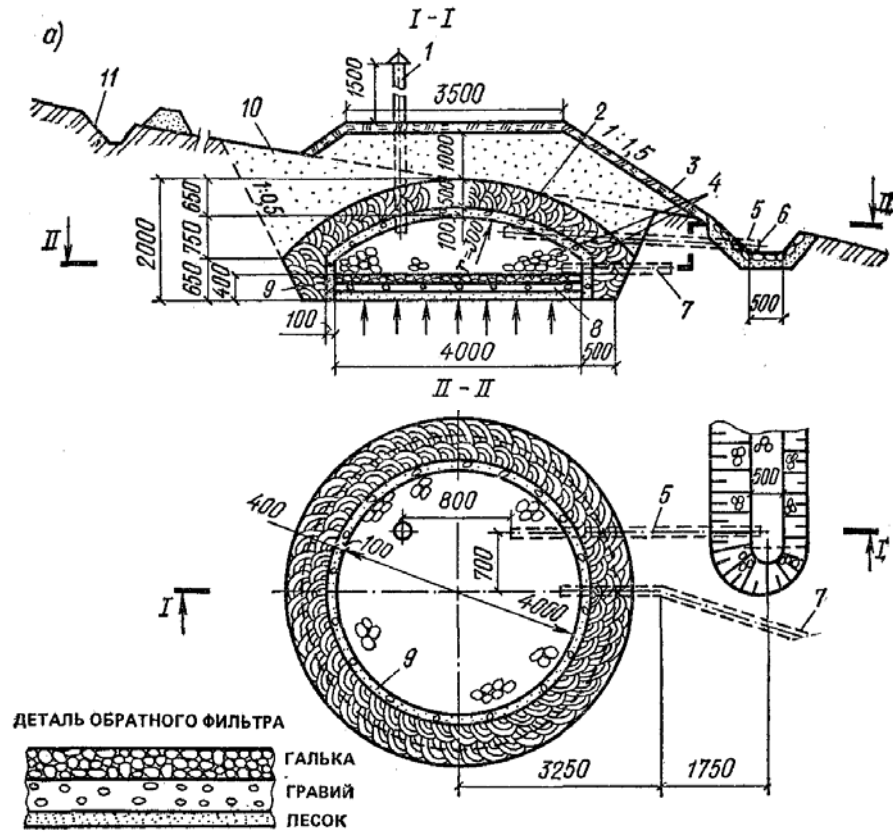
*a* - для восходящего источника; *б* - для нисходящего источника; 1 - люк чугунный; 2 - вентиляционная труба асбестоцементная; 3 - железобетонные кольца; 4 - железобетонные плиты; 5 - переливная труба; 6 - грязевая труба; 7 - расходная труба; 8 - гравийная подушка; 9 - бетон; 10 - железобетонная труба; 11 - крышка из досок; 12 - растительный грунт; 13 - плотно утрамбованный глинистый грунт; 14 - скальный грунт; 15 - водоприемные отверстия; 16 - гравийная дренажная отсыпка; 17 - водоупорный пласт; 18 - водоносный пласт; 19 - нагорная канава

Поступление воды в камеру для восходящего источника осуществляется через днище. Поступление воды в камеру в нисходящем источнике осуществляется с помощью водоприемных отверстий, устраиваемых в боковой кирпичной стенке.



Для предохранения выноса грунта из водоносного пласта в камеру перед ним укладывается обратный фильтр.

**10.6.** Конструкция глиняно-каменной камеры для каптажа неглубоко залегающих источников показана на рис. 45. Она состоит из каменной наброски, закрытой сверху и с боков слоем плотно утрамбованной глины. Поверх каменной наброски укладывается гравийный или щебеночный слой для предохранения выноса грунта в каменную наброску.



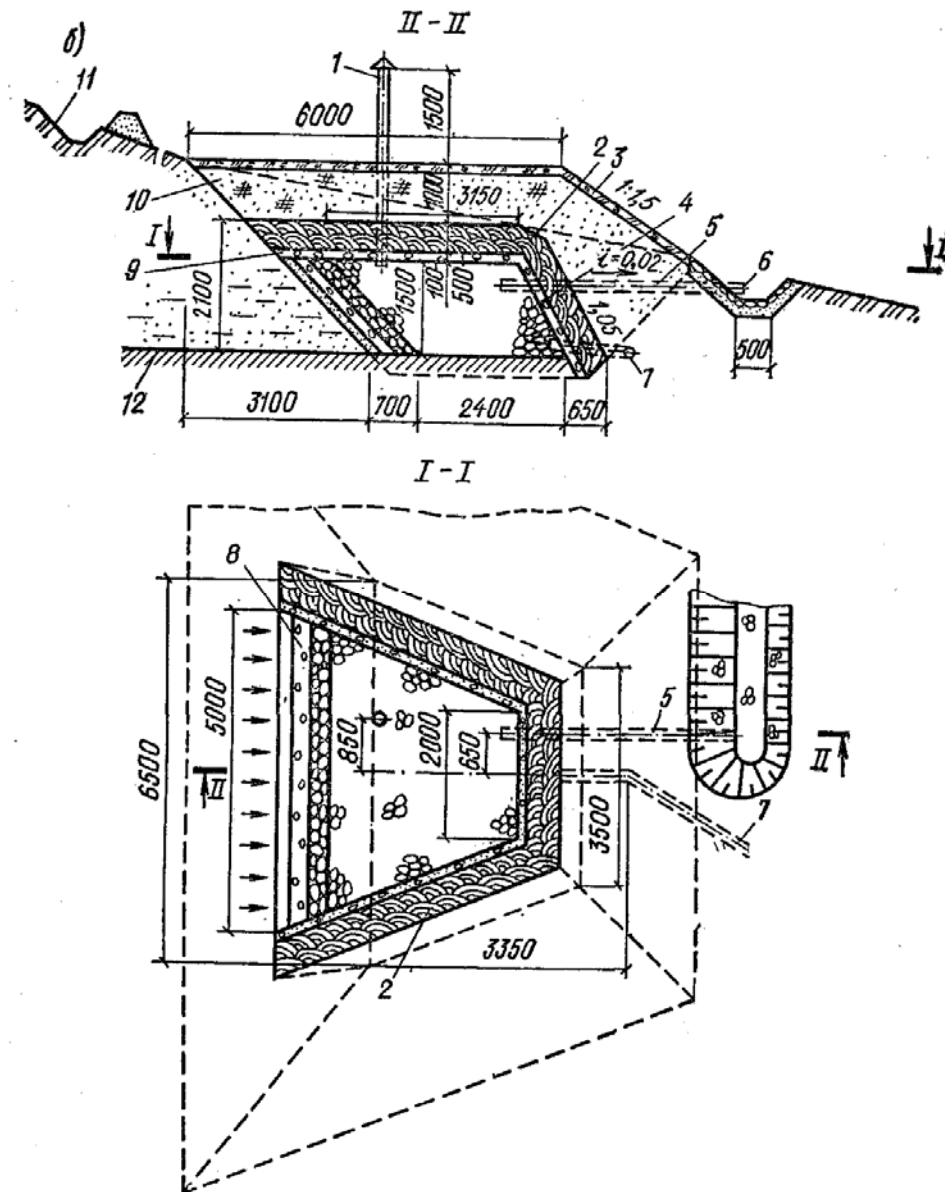


Рис. 45. Глиняно-каменная каптажная камера

*a* - для восходящего источника; *b* - для нисходящего источника; 1 - вентиляционная труба,  $d = 150$  мм; 2 - утрамбованный глинистый грунт; 3 - крепление растительным грунтом; 4 - каменная наброска; 5 - переливная труба,  $d = 100$  мм; 6 - латунная сетка; 7 - расходная труба; 8 - обратный фильтр (галька -  $d = 16 \div 40$  мм, гравий -  $d = 3 \div 7$  мм, песок -  $d = 0,5-1$  мм); 9 - гравийный защитный слой; 10 - насыпной грунт; 11 - нагорная канава; 12 - водоупорный пласт

В камеру восходящего источника вода поступает через днище, на дно камеры укладывается обратный фильтр. Глиняно-каменная камера для каптажа нисходящего источника имеет обратный фильтр со стороны водоносного пласта.

**10.7.** Дебит каптажных сооружений на источниках (родниках) в случае, когда используется только их естественный расход, устанавливается на основе наблюдений за режимом подземных вод.

В качестве расчетного принимается расход источника той или иной обеспеченности (повторяемости). Для источников, используемых для водоснабжения крупных населенных пунктов или производственных объектов, обеспеченность должна соответствовать категории надежности подачи воды, предусмотренной СНиП 2.04.02-84.

Если захват источника осуществляется с принудительной откачкой, дебит которой превышает естественный расход источника, расчет производится по формулам, данным для

соответствующих типов водозаборов - шахтных колодцев (см. гл. 3) или горизонтальных водозаборов (см. гл. 7).

Типовые проекты каптажей родников разработаны Союзгипроводхозом: при расходе родников от 1 до 10 л/с - проект № 820-4-2, при расходе от 10 до 15 л/с - проект № 820-4-3; срок действия типовых проектов до 1990 г.

## **11. ИСКУССТВЕННОЕ ПОПОЛНЕНИЕ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (ИППВ)**

### **Общие положения**

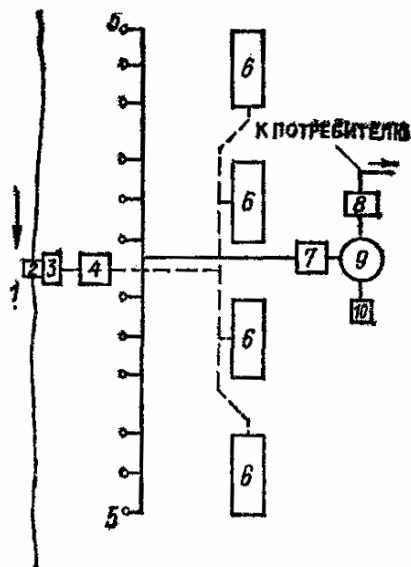
**11.1.** В качестве источника искусственного пополнения запасов подземных вод могут быть использованы поверхностные воды рек, водохранилищ, озер, каналов, а в отдельных случаях также шахтные и дренажные воды, используемые на установках кондиционирования воздуха или на системах охлаждения производственного оборудования и аппаратуры, и некоторые другие виды незагрязненных сточных вод. Источником пополнения водоносного горизонта может служить также другой водоносный горизонт.

**11.2.** Использование метода искусственного пополнения позволяет увеличивать производительность водозаборов подземных вод, обеспечивать более равномерную их эксплуатацию, улучшить качество подаваемой потребителю воды, предохранять эксплуатируемый водоносный горизонт от загрязнения и засоления, предотвращать, нежелательное понижение уровня подземных вод, приводящее к гибели растительности, высыханию водоемов и т.д.

Наиболее благоприятные условия для искусственного пополнения создаются в районах с теплым и умеренным климатом, при использовании в качестве источника пополнения озер и рек, обладающих достаточным стоком в течение всего года и требуемым качеством воды, при эксплуатации сложенного хорошо проницаемыми породами безнапорного водоносного горизонта (если исключена возможность его загрязнения), при малых мощностях покровных слабопроницаемых отложений и отсутствии в водоносном горизонте выдержанных прослоев слабопроницаемых грунтов, препятствующих или сильно затрудняющих фильтрацию воды.

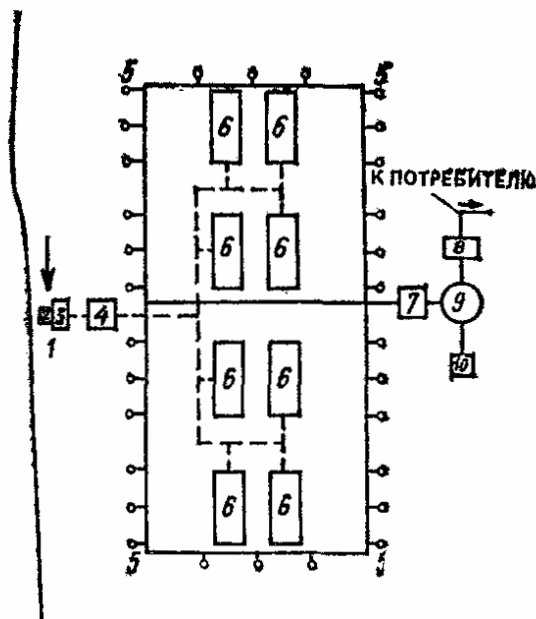
Целесообразность применения метода искусственного пополнения подземных вод с учетом перечисленных факторов устанавливается на основании технико-экономических расчетов.

**11.3.** Для осуществления искусственного пополнения запасов подземных вод предусматриваются сооружения для забора воды из источника пополнения, предварительной ее подготовки и собственно инфильтрационные сооружения, через которые производится подача (инфильтрация) воды в водоносный пласт. Указанные сооружения вместе с водозаборными (каптажными) сооружениями, резервуарами чистой воды, насосными станциями второго подъема и т. д. составляют систему искусственного пополнения (СИП). Некоторые возможные схемы СИП показаны на рис. 46 и 47.



**Рис. 46. Компоновочная схема СИП при однорядном расположении каптажных и инфильтрационных сооружений**

1 - поверхностный источник; 2 - водозабор; 3 - насосная станция 1-го подъема; 4 - сооружения предварительной подготовки; 5 - скважины; 6 - нефильтрационные сооружения; 7 - сооружения последующей обработки воды; 8 - насосная станция 2-го подъема; 9 - резервуар чистой воды; 10 - установка для обеззараживания.



**Рис. 47. Компоновочная схема СИП при двухрядном расположении бассейнов и контурном размещении скважин**

1 - поверхностный источник; 2 - водозабор; 3 - насосная станция 1-го подъема; 4 - сооружения предварительной подготовки; 5 - скважины; 6 - инфильтрационные бассейны; 7 - сооружения последующей обработки; 8 - насосная станция 2-го подъема; 9 - резервуар чистой воды; 10 - установка для обеззараживания

**11.4.** Инфильтрационные сооружения систем искусственного пополнения разделяются на два основных типа: открытые и закрытые.

#### **Открытые инфильтрационные сооружения**

**11.5.** Открытые инфильтрационные сооружения (бассейны, каналы, площадки, канавы, борозды и т. д.) применяются для пополнения запасов подземных вод первого от поверхности земли водоносного горизонта при отсутствии или малой мощности покровных слабопроницаемых отложений.

Открытые инфильтрационные сооружения являются наиболее подходящими для районов, характеризующихся короткими периодами отрицательных температур или их отсутствием.

В отдельных случаях может, однако, оказаться целесообразным использование открытых инфильтрационных сооружений и в районах - с суровым климатом, особенно при наличии в водоносном пласте большой регулирующей емкости.

Наибольшее применение в СИП получили инфильтрационные бассейны, реже - каналы.

В качестве открытых инфильтрационных сооружений могут также использоваться естественные и искусственные понижения рельефа (овраги, балки, староречья, высохшие озера, карьеры, пруды), а также русла временных и постоянных водотоков, которые расчищаются,

перегораживаются валами, земляными перемычками или каменными набросками.

**11.6.** При проектировании открытых инфильтрационных сооружений решаются следующие основные задачи:

- а) выбор типа инфильтрационных сооружений;
- б) назначение их габаритов и конструкций;
- в) установление режима эксплуатации;
- г) прогноз производительности отдельных инфильтрационных сооружений;
- д) определение способа регенерации сооружений и соответствующих технических средств.

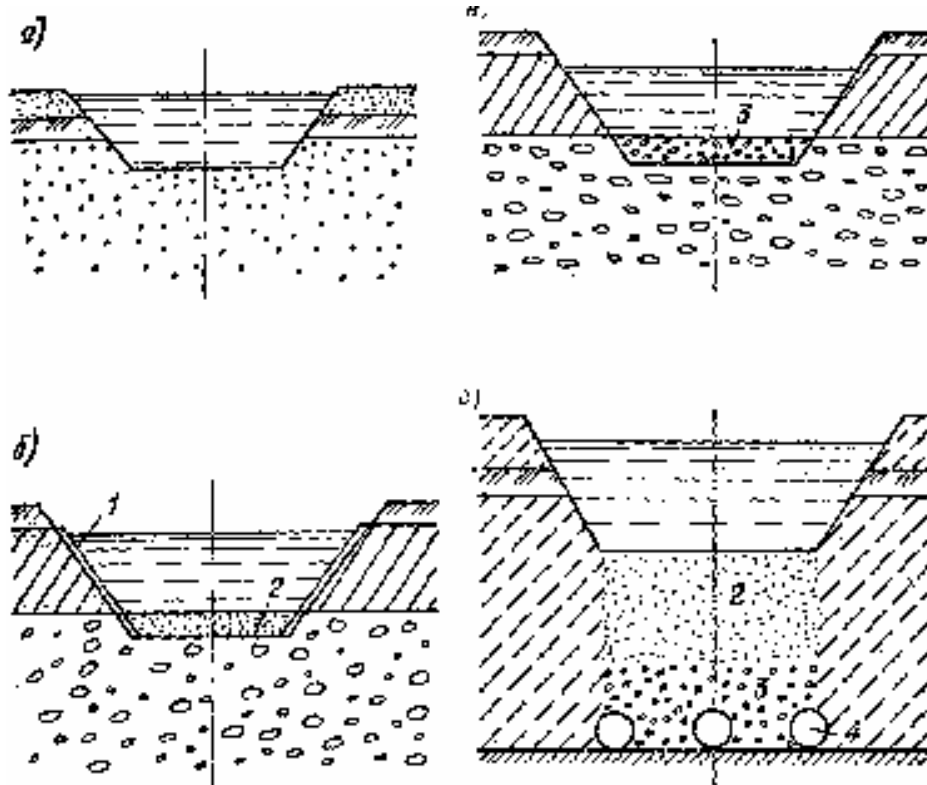
**11.7.** Инфильтрационные бассейны имеют, как правило, прямоугольную форму в плане и трапецеидальное (реже прямоугольное) поперечное и продольное сечения.

На крупных установках искусственного пополнения применяются бассейны шириной по дну 15-30 м, длиной 200-400 м. Глубина бассейна обычно не превышает 3-4 м (чаще до 2,5 м). При наличии слабопроницаемых покровных отложений днища бассейнов должны врезаться в хорошо фильтрующие породы на глубину не менее 0,5 м. Общая глубина бассейна от днища до верха откоса должна превышать глубину его наполнения не менее чем на 0,5 м.

Заложение откосов бассейнов принимается в пределах от 1 :1 до 1 :3,5. Один из торцевых откосов бассейна может быть более пологим, чем остальные. Заложение его определяется возможностью съездов и въездов машин и механизмов, используемых для чистки бассейна. Иногда съезды и въезды предусматриваются **на** продольных откосах бассейна.

**11.8.** Инфильтрационные бассейны могут устраиваться:

- а) без загрузки дна (рис. 48, а);
- б) с песчаной загрузкой дна (рис. 48, б);
- в) с гравийной загрузкой дна (рис. 48, а);
- г) с укладкой под днищем бассейна дренажных труб и последующей обсыпки слоями гравия и песка (рис. 48, г).



**Рис. 48. Схемы инфильтрационных бассейнов**

*a* - без загрузки дна; *б* - с песчаной загрузкой дна; *в* - с гравийной загрузкой; *г* - с дренами под днищем бассейна; 1 - крепление; 2 - песчаная загрузка; 3 - гравийная загрузка; 4 - дрена

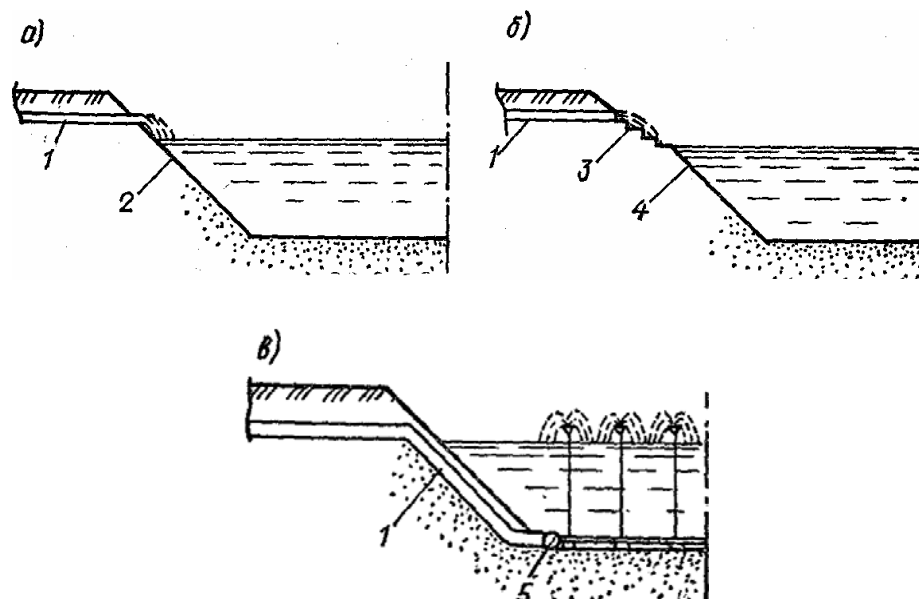
Песчаная и гравийная загрузка дна предусматривается при устройстве бассейнов в гравийно-галечниковых отложениях. Толщина загрузки составляет 0,5-0,8 м. Крупность зерен песчаной загрузки 0,5-2 мм, гравийной 3-8 мм.

Подача воды в Инфильтрационные бассейны может производиться с помощью (рис. 49):

а) одного или двух водовыпусков, размещенных в середине продольного откоса бассейна или в его торцевых откосах (рис. 49, а);

б) аэрационных каскадов, устраиваемых на одном или обоих продольных откосах бассейна (рис. 49, б);

в) разбрызгивающих сопел (рис. 49, в).



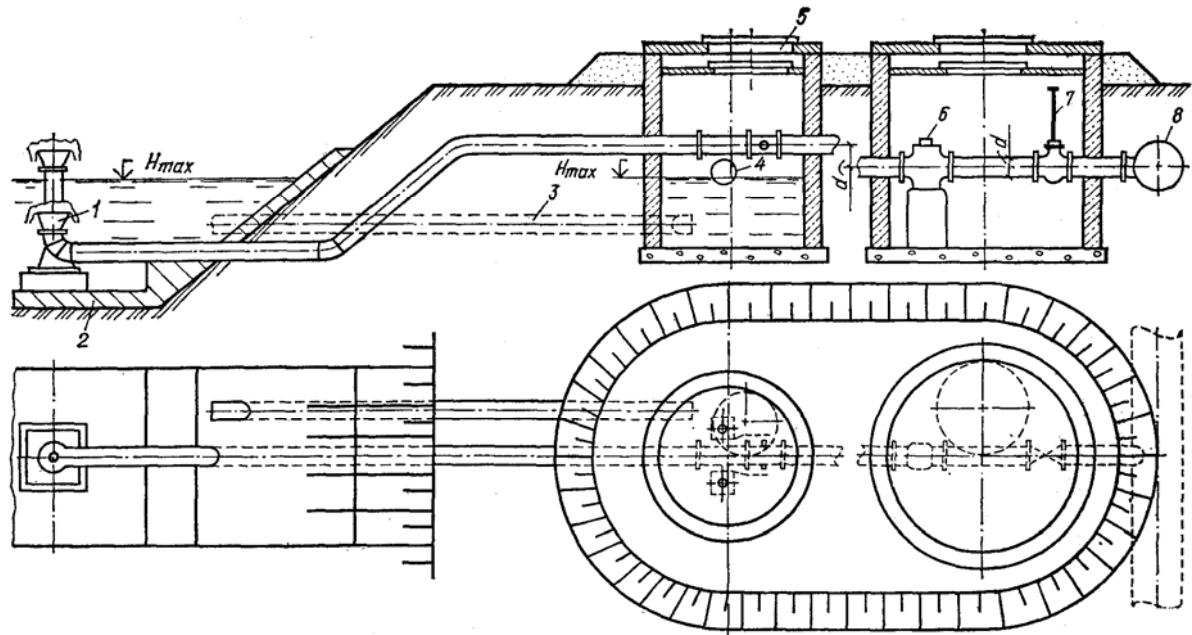
**Рис. 49. Типовые схемы подачи воды на инфильтрацию**

*a* - сосредоточенная подача; *б* - аэрационный каскад; *в* - равномерное распределение воды (разбрызгивающие сопла); 1 - подводящая труба; 2 - лоток; 3 - каскад; 4 - крепление; 5 - распределитель

Во втором и третьем случаях достигается хорошее насыщение воды, поступающей на инфильтрацию, воздухом.

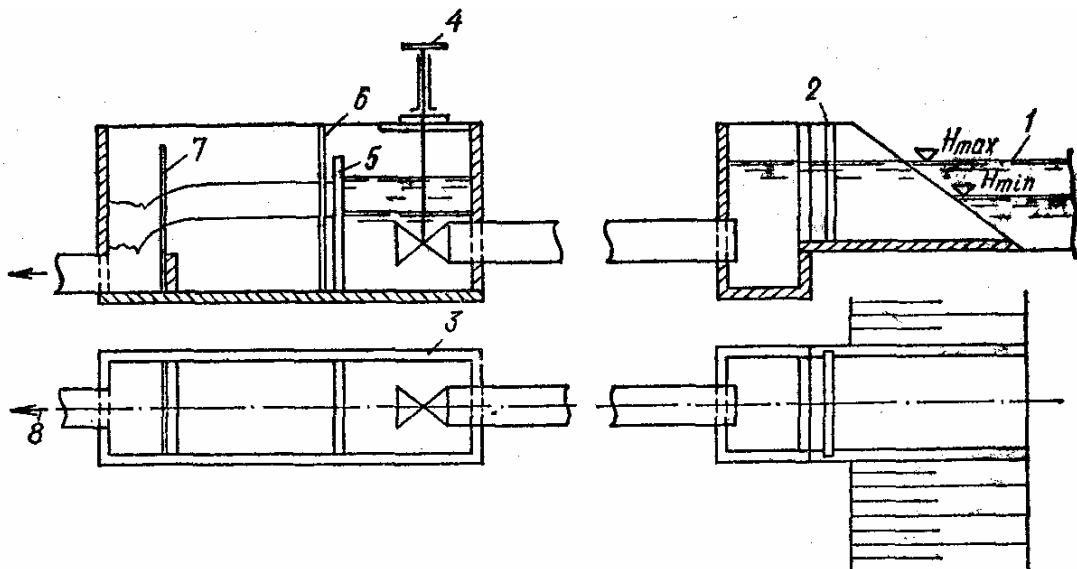
**11.9.** На инфильтрационных бассейнах должны устраиваться входные узлы для регулирования и измерения подаваемых в бассейны расходов воды, предупреждения их переполнения, а при необходимости - для предотвращения размыва днщ бассейнов.

Возможные схемы оборудованных регуляционно-измерительными устройствами входных узлов инфильтрационных бассейнов, получающих воду из закрытой и открытой распределительных сетей, показаны на рис. 50 и 51.



**Рис. 50. Схема входного узла (закрытая распределительная сеть)**

1 - водовыпускное устройство; 2 - водослив; 3 - труба, связывающая "мокрый колодец с бассейном"; 4 - ограничитель уровня дроссельно-поплавкового типа; 5 - люки; 6 - водомер; 7 - задвижка; 8 - распределительный трубопровод



**Рис. 51. Схема входного узла с водосливом**

1 - канал; 2 - паз для шандро (или щитовой затвор); 3 - задвижка (засыпка); 4 - механизм управления; 5 - дырчатая стенка; 6 - рейка; 7 - водослив; 8 - к бассейну

В первом варианте регулирование расходов осуществляют задвижкой, а измерение - турбинным водомером и диафрагмой. Во втором варианте в качестве регулирующего устройства предусматривается заслонка (задвижка), в качестве измерительного - прямоугольный водослив.



Рабочие чертежи типовых конструкций входных узлов разработаны Союзводоканалпроектом.

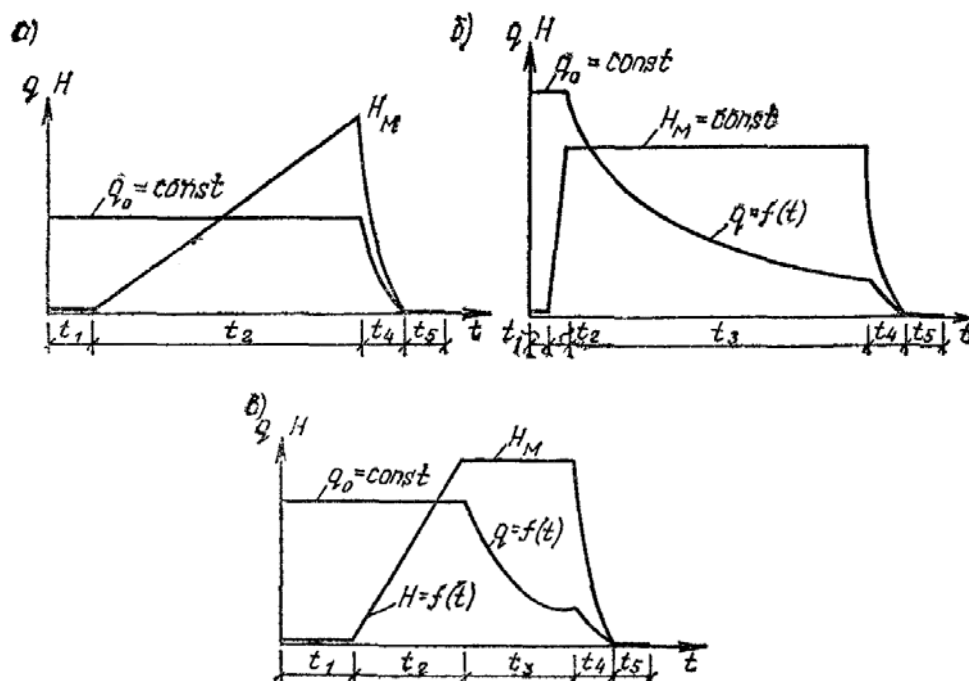
Во многих случаях, однако, специальных входных узлов на бассейнах можно не делать, подачу и уровень регулировать задвижками, а величину расхода определять по замерным трубкам диафрагм, установленных у концевой сечения трубопроводов, подводящих воду к бассейнам, или по сработке уровня воды в бассейнах в период их кратковременного отключения.

### Режим работы бассейнов

**11.10.** Инфильтрационные бассейны эксплуатируются на режиме  $q_0 = \text{const}$  (постоянной подачи),  $H_M = \text{const}$  (быстрого наполнения) или смешанном.

При первом режиме в течение всего рабочего периода подается постоянный расход воды  $q_0$  (рис. 52, а). Работа на таком режиме сопровождается медленным и равномерным подъемом уровня воды в бассейне. К концу рабочего периода этот уровень достигает допустимого для бассейна максимума  $H_M$ .

Второй режим (рис. 52, б) характеризуется подачей в бассейн сразу после пуска его в работу повышенных расходов воды, что приводит к быстрому достижению предельно возможных уровней  $H_M$ .



**Рис. 52. Режимы работы инфильтрационных бассейнов**

а - упрощенный,  $q = \text{const}$ , б - упрощенный,  $H = \text{const}$ ; в - сложный

Работа на режиме быстрого наполнения может оказаться целесообразной при наличии на дне бассейна мелкозернистых песков или супесей (грунтов, заведомо не способных коагулировать на значительную глубину) в тех случаях, когда пуск бассейна в работу приурочен ко времени наступления отрицательных температур, а также тогда, когда имеется возможность последовательной, растянутой на значительное время чистки бассейна.

Эксплуатация бассейнов на смешанном (сложном) режиме производится обычно на крупных системах искусственного пополнения. Рабочий цикл бассейна, эксплуатируемого на смешанном режиме, состоит из трех периодов:  $t_1$  - затопления дна бассейна тонким слоем;  $t_2$  - наполнения его до предельного уровня  $H_M$  ( $q_0 = \text{const}$ );  $t_3$  - поддержания этого уровня постоянным.

При первом режиме ( $q_0 = \text{const}$ ) отсутствует период  $t_3$  при втором режиме периоды  $t_1$  и  $t_2$  очень кратковременны. По истечении рабочего цикла, когда при постоянной подаче уровень воды в бассейне достигнет максимальной величины  $H_M$  (первый режим) или

фильтрационный расход из бассейна при постоянном уровне  $H_m$  снижается до таких величин, при которых дальнейшая эксплуатация бассейна становится нецелесообразной (второй и третий режимы), подача воды - в бассейн прекращается и за время  $t_4$  уровень в бассейне и расход из него падают практически до нуля, после чего производится чистка бассейна (длительность периода чистки -  $t_5$ ).

В совокупности весь период эксплуатации бассейна называется фильтроциклом ( $T$ )

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5. \quad (91)$$

### Определение производительности бассейнов

**11.11.** При проектировании прогноз производительности бассейнов может осуществляться следующими способами:

по аналогии с сооружениями уже действующих СИП;  
расчетами.

Первый способ требует использования за длительное время данных по эксплуатируемой установке, сходной по факторам, влияющим на величину производительности бассейна (по качеству воды источника пополнения, по общей схеме предварительной подготовки воды; по загрузке днища сооружения, по свойствам подстилающего его грунта и т. д.) с вновь проектируемой.

Этот путь может оказаться наиболее рациональным тогда, когда вновь проектируемая установка находится в районе действующей или проектируется расширение уже эксплуатируемой СИП.

Для применения расчетного метода необходимо иметь данные о свойствах намечаемой к использованию воды (мутность, гранулометрический состав взвеси и т. д.), составе и проницаемости грунтов основания инфильтрационных бассейнов, конструктивных особенностях бассейнов и заданном режиме их эксплуатации.

**11.12.** Основной задачей расчета инфильтрационных бассейнов является определение скорости инфильтрации или с учетом площади бассейнов фильтрационного расхода, который будет поступать в водоносный пласт в каждый период их работы, длительности каждого периода и общего количества воды за фильтроцикл  $W$  (отдача бассейна). При этом следует исходить из следующего, справедливого для каждого периода соотношения

$$q_0 = q + q_e, \quad (92)$$

где  $q_0$  - расход воды, подаваемой в бассейн;  $q$  - фильтрационный расход из бассейна;  $q_e$  - расход на заполнение (опорожнение) емкости бассейна.

Все эти величины здесь и далее относятся к единице площади бассейна и имеют размерность скорости.

Очевидно, что в первый и третий периоды ( $t_1, t_2$ )  $q_0 = q$  ( $q_e = 0$ ). Во второй период  $q_0 > q$ . Однако расчеты и опыт эксплуатации бассейнов показывают, что, как правило,  $q > q_e$ , и расходом, идущим на наполнение бассейна, можно поэтому пренебречь, и считать  $q = q_0$ . Такой подход приводит к некоторому завышению расчетной скорости инфильтрации и отдачи (на величину емкости бассейна) во второй период. Оно может быть, однако, компенсировано, если не учитывать фильтрационный расход в период сработки уровня воды в бассейне ( $q = -q_e$ ) и его отдачу в этот период, полностью совпадающую с емкостью бассейна.

Такой подход целесообразен, так как при этом не изменяется общая отдача и средняя скорость инфильтрации за фильтроцикл, а техника расчета значительно упрощается.

Время опорожнения бассейна может быть задано. Обычно оно не превышает 5-10 сут.

Если сработка уровня воды в бассейне идет недопустимо медленно, то целесообразно принудительное его опорожнение.

**11.13.** При расчетах производительности инфильтрационных бассейнов необходимо учитывать рост сопротивления грунтов вследствие выпадения из воды содержащихся в ней взвешенных частиц механического и органического происхождения.

В связи с тем, что грунты основания бассейнов в большинстве случаев представлены песками, а в гравийно-галечниковых отложениях устраивается песчаная загрузка, рост сопротивления их обуславливается в основном образованием на поверхности дна бассейна (или загрузки) слоя илистой пленки (осадка). Процессы собственно кальматажа, т. е. отложения взвешенных частиц в порах грунта песчаного основания, обычно происходят лишь в первый, сравнительно короткий период, продолжительность которого оценивается по так называемой грязеемкости грунта  $N$ . Допустимо принять, что период кольматации песков основания бассейнов совпадает с периодом растекания воды по его дну тонким слоем ( $t_1$ ).

Только в отдельных случаях (например, в гравелисто-галечниковых грунтах с крупным заполнителем и при гравийной загрузке дна) кольматаж может иметь место в течение более или менее длительного времени.

В соответствии со сказанным расчеты фильтрации из бассейнов в основные периоды его работы (второй и третий) в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения, как правило, производятся по схеме пленочной фильтрации.

Динамику формирования илистой пленки на дне бассейнов можно выразить следующей зависимостью:

$$d\delta = \frac{Mqdt}{\gamma_{ck}}, \quad (93)$$

где  $\delta$  - толщина пленки;  $M$  - содержание взвешенных частиц (ее мутность);  $\gamma_{ck}$  - объемная масса скелета пленки;  $t$  - время.

Уравнение (93), а также соотношения

$$q = k_n \frac{dH}{d\delta} \quad (94)$$

или

$$q = k_n \frac{H}{\delta} \quad (95)$$

соответственно для режимов  $q = \text{const}$  и  $H = \text{const}$ , где  $k_n$  - коэффициент фильтрации пленки;  $H$  - напор, под которым происходит инфильтрация, явились основополагающими для получения расчетных зависимостей (табл. 34).

Таблица 34

Периоды эксплуатации	Расчетные формулы	№ формул	Обозначения
I. $0 < t < t_1$ $q = \text{const}; H = 0$	$t_1 = \frac{N}{q_1 M}$ $W_1 = q_1 F t_1$	(96) (97)	$F$ - площадь дна бассейна
II. $t_1 \leq t \leq t_1 + t_2$ $q_2 = q_1 = \text{const}; H = f(t)$	$t_1 = \frac{H_M A}{q_2^2 M}$ $W_2 = q_2 F t_2$	(98) (99)	$A = k_n \gamma_{ck}$
III. $t_1 + t_2 \leq t \leq t_1 + t_2 + t_3$ $q_3 = f(t)$ $H = H_M = \text{const}$	$q_3 = \frac{1}{\sqrt{q_2^2 + \frac{2M(t - t_1 - t_2)}{AH_M}}}$ $W_3 = \frac{F}{q_2} \left[ \sqrt{H_M \frac{A}{M} \left( H_M \frac{A}{M} + 2q_2^2 t_3 \right)} - H_M \frac{A}{M} \right]$	(100) (101)	-

Примечание. Инфильтрация через откосы бассейна не учитывается, что дает определенный запас в результатах расчетов (несколько уменьшается эффективность пополнения).

Поскольку коэффициент фильтрации естественного грунта основания  $k$  намного превосходит коэффициент фильтрации осадка-пленки ( $k \gg k_n$ ), можно считать, что движение воды в грунте основания происходит с неполным насыщением пор. В этом случае напор  $H$  равен глубине воды в бассейне.

Принято также, что илистая пленка несжимаема, и ее фильтрационные свойства остаются неизменными во времени.

**11.14.** Общая продолжительность фильтроцикла  $T$  назначается в зависимости от числа намечаемых чисток бассейна в году, которая в свою очередь, определяется климатическими условиями района, качеством сырой воды, подаваемой на пополнение, режимом работы бассейна, требуемой средней за фильтроцикл скоростью инфильтрации и т. д. и может уточняться в процессе проведения расчетов.

Обычно для бассейнов в песчаных грунтах, а также в гравийно-галечниковых отложениях с песчаной загрузкой дна предусматриваются одна-две чистки в течение года; в соответствии с этим продолжительность фильтроцикла  $T$  составляет 180-365 сут. Продолжительность опорожнения бассейна  $t_4$ , как уже отмечалось, не должна превышать 10 сут. Продолжительность периода чистки  $t_5$  допустимо принимать: 15 сут при чистке вручную и 5 сут при чистке механизмами.

Восстановление фильтрующей способности инфильтрационных сооружений во многих случаях производится лишь раз в год в период весеннего паводка, во время которого подача воды на инфильтрацию прекращается из-за большого содержания в ней взвеси. Общая продолжительность периода  $t'$ , в течение которого вода на инфильтрацию не подается, должна определяться при этом продолжительностью паводка, устанавливаемой по данным гидрогеологических ежегодников. В большинстве случаев этот период значительно превышает продолжительность четвертого и пятого периодов ( $t_4 t_5$ ) эксплуатации бассейнов.

Именно эта величина должна вводиться в расчетные формулы вместо  $t_4 + t_5$ . Расчетное значение мутности  $M$  устанавливается по данным гидрогеологических ежегодников как среднее за рабочий цикл его эксплуатации. При необходимости проводятся специальные исследования по определению мутности.

Если проектом предусматривается предварительная подготовка воды, подаваемой на инфильтрацию, то расчетная мутность назначается с учетом уменьшения мутности речной воды на очистных сооружениях.

При расчете бассейнов, работающих на режиме  $H = \text{const}$  или смешанном, за исходную должна быть назначена величина  $q_0 = q_1 = q_2$ .

Для бассейнов в среднезернистых и крупнозернистых песках, характеризующихся коэффициентами фильтрации 10-60 м/сут и эксплуатирующихся на смешанном режиме, расход о воды колеблется обычно в пределах 1-3 м/сут. Для бассейнов в мелкозернистых песках и супесях величина этого расхода может быть уменьшена до 0,25-0,5 м/сут.

При эксплуатации бассейна на режиме  $H = \text{const}$  величина первоначального расхода является максимальной и может достигать 5 м/сут и более.

Предельная глубина воды в бассейне определяется его конструкцией.

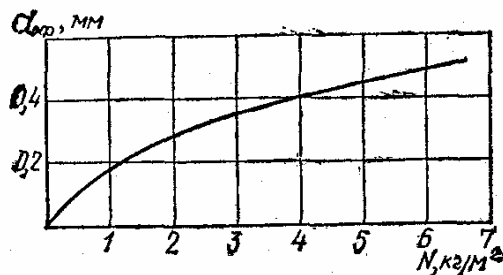
По формулам таблицы вычисляются  $t_1$ ,  $W_1$ ,  $t_2$ ,  $W_2$ . Затем по зависимости (91) определяется продолжительность третьего периода  $t_3$ , по формуле (100) - значения расходов в различные моменты времени, а по формуле (101) - величина отдачи в этот период.

Для бассейнов, работающих на режиме  $q = \text{const}$  (см. рис. 52), задача сводится в решению системы из трех уравнений. Одним из них является зависимость (91), вторым - формула (96) и третьим - выражение (98).

Формула для определения  $q_2$ , имеет при этом следующий вид:

$$q_2 = \frac{N + \sqrt{N^2 + 4MH_m(T - t_4 - t_5)}}{2M(T - t_4 - t_5)}. \quad (102)$$

Далее по формулам таблицы вычисляются  $t_1$ ,  $W_1$ ,  $t_2$ ,  $W_2$ . В результате расчетов инфильтрационных бассейнов должны быть составлены графики  $q = f(t)$ , охватывающие все периоды работы бассейна.



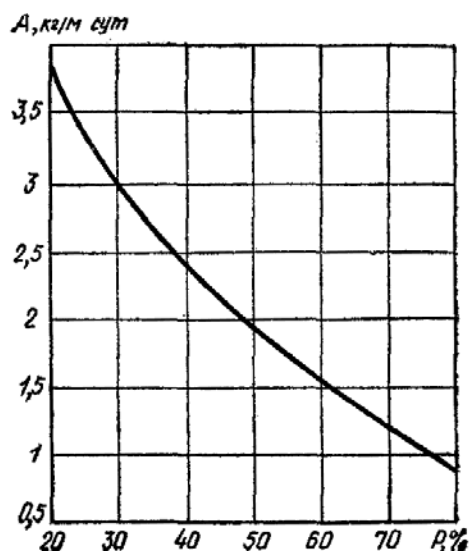
**Рис. 53. График зависимости грязеемкости песков от эффективного диаметра их частиц  $d_{\text{эф}}$**

Средняя скорость инфильтрации за фильтроцикл определяется из соотношения

$$q_{\text{ср}} = \frac{W}{FT}, \quad (103)$$

где  $W = \sum W_i$  - общая отдача бассейна за фильтроцикл.

**11.15.** Практическое пользование приведенными в табл. 34 формулами и соотношениями невозможно, если отсутствуют фактические значения входящих в них параметров  $N$ ,  $k_{\text{п}}$ ,  $\gamma_{\text{ск}}$  (последние два параметра заменяются обычно их произведением  $A$ ). Грязеемкость  $N$  зависит от состава и свойства песка грунта основания и взвеси (в частности, от их механического состава), величины мутности воды, подаваемой на инфильтрацию, и скорости последней. Эта величина наиболее надежно устанавливается экспериментально. При отсутствии экспериментальных данных допустимо воспользоваться кривой рис. 53, устанавливающей связь грязеемкости с эффективным диаметром подстилающего дно бассейна грунта.



**Рис. 54. График зависимости обобщенного параметра  $A = K \gamma_{\text{ск}}$  от процентного (по весу) содержания в воде, подаваемой на инфильтрацию, мелкопылеватых и глинистых фракций  $P$**

Наиболее надежное определение параметра  $A$  производится посредством проведения исследований на опытном бассейне, инфильтрометре или фильтрационном, приборе с использованием зависимостей для  $A$ , полученных из формул табл. 34 или путем непосредственного определения величин  $k_{\text{п}}$  и  $\gamma_{\text{ск}}$  при обследовании экспериментального бассейна после его опорожнения.

Допустимо также оценивать  $A$  по графику (рис. 54), устанавливающему зависимость этого параметра от процентного, весового содержания в воде, подаваемой на инфильтрацию, глинистых и мелкопылеватых фракций  $P$ .

**11.16.** Восстановление производительности открытых инфильтрационных сооружений осуществляется обычно путем съема вручную или механизмами пленки и наиболее загрязненного слоя песка толщиной 1,5-3 см.

Значительно реже применяются гидравлические способы регенерации.

### Закрытые инфильтрационные сооружения

**11.17.** В зависимости от характера размещения в водоносном пласте закрытые инфильтрационные сооружения подразделяются на горизонтальные и вертикальные.

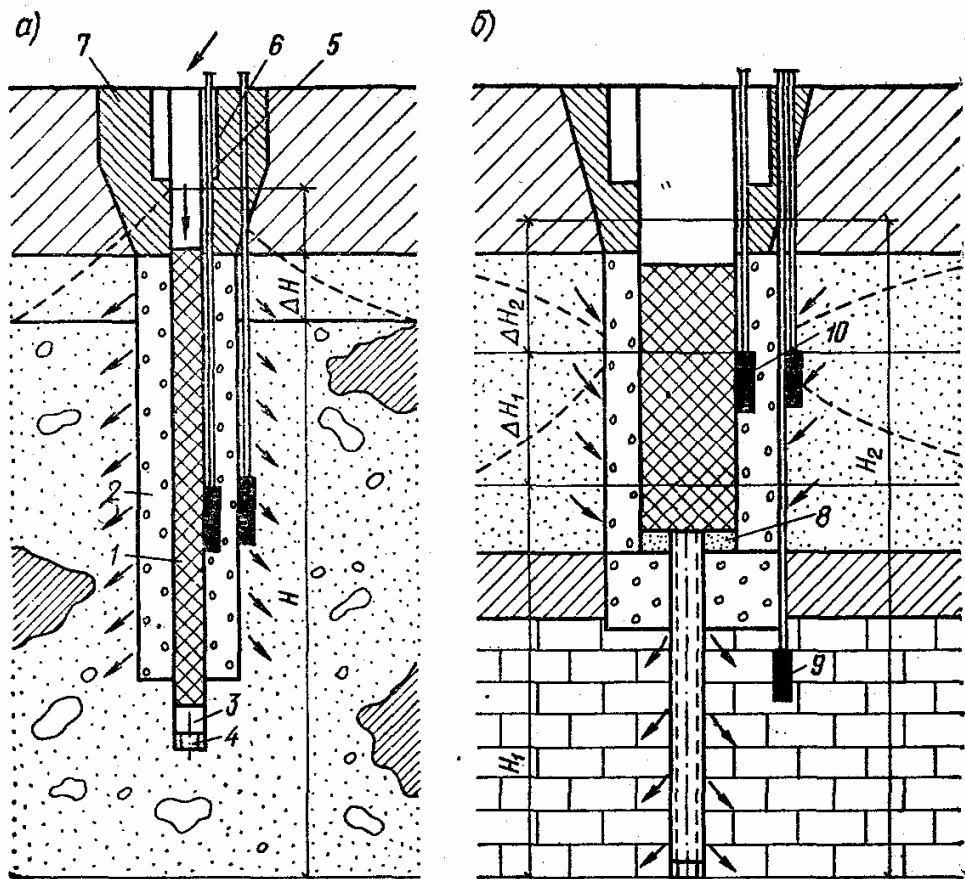
Горизонтальные закрытые инфильтрационные сооружения - трубчатые дрены, галереи и штольни - не нашли широкого применения в практике пополнения запасов подземных вод, что объясняется отсутствием эффективных методов восстановления их производительности и несовершенством самих конструкций.

Наибольшее распространение получили вертикальные закрытые инфильтрационные сооружения - главным образом буровые скважины и сравнительно редко шурфы и шахтные колодцы.

**11.18.** Буровые скважины по назначению и условиям эксплуатации можно подразделить на следующие типы:

поглощающие скважины (рис. 55);

дренажно-поглощающие скважины (см. рис. 55).

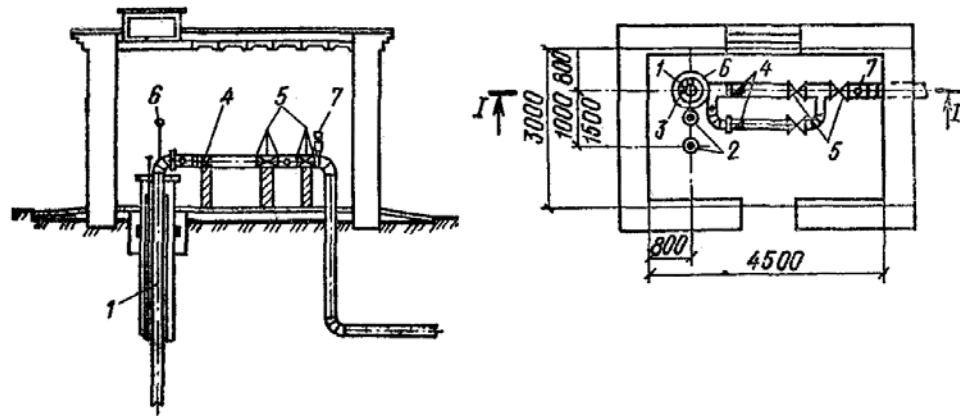


**Рис. 55. Конструкции поглощающих и дренажно-поглощающих скважин**

*a* - поглощающая скважина; *б* - дренажно-поглощающая скважина; 1 - фильтровый каркас; 2 - обсадка; 3 - отстойник; 4 - пробка; 5 - эксплуатационная колонна; 6 - кондуктор; 7 - затрубная цементировка; 8 - сальник; 9 - наблюдательная скважина; 10 - затрубный пьезометр

Поглощающие скважины подают воду непосредственно в эксплуатируемый пласт. Они эксплуатируются как в режиме (налива) при самотечной подаче воды, так и в режиме принудительной закачки под давлением.

Поглощающие скважины, как правило, сооружаются большим диаметром с установкой фильтров из антикоррозионных материалов и устройством гравийной обсыпки. Схема компоновки входного узла поглощающей скважины показана на рис. 56.



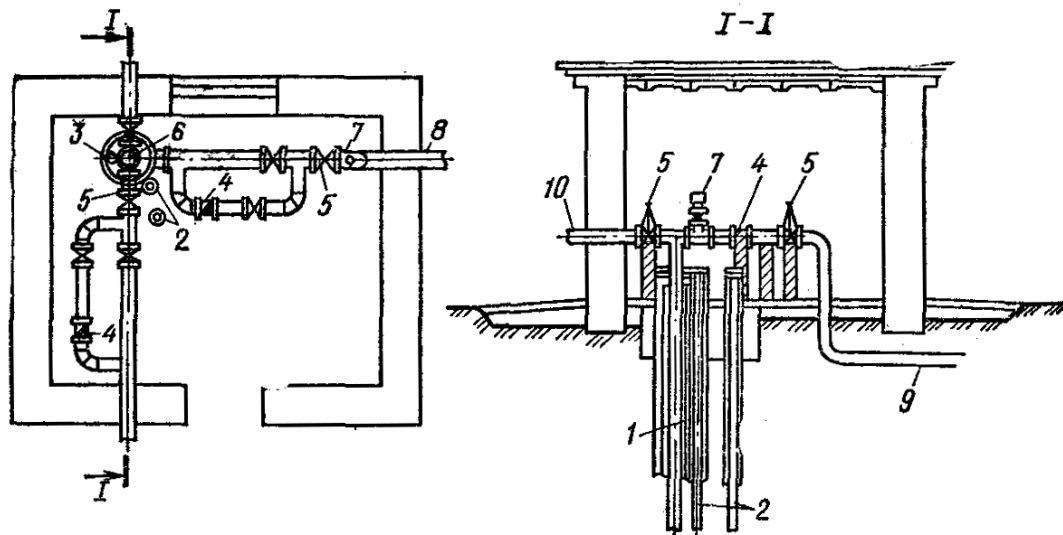
**Рис. 56. Схема входного узла поглощающей скважины (план и разрез I-I)**

1 - поглощающая скважина; 2 - наблюдательная скважина; 3 - пьезометр; 4 - водомер; 5 - задвижка; 6 - манометр; 7 - вантуз

Дренажно-поглощающие скважины предназначены для дренирования верхнего водоносного горизонта с подачей воды в нижний пласт. Эти скважины оборудуются фильтрами на оба горизонта. Для улучшения условий дренирования или перетока гравийная обсыпка может устраиваться не только в интервале установки фильтров, но и в пределах слабопроницаемой прослойки.

Помимо указанных выше типов скважин в ряде случаев используются установки двойного назначения, работающие попеременно в режиме закачка-откачка. Такие установки используются, например, для обогащения подмерзлотного водоносного горизонта.

Схема входного узла установки показана на рис. 57.



**Рис. 57. Схема входного узла скважины двойного назначения (план и разрез I-I)**

1 - скважина двойного назначения; 2 - наблюдательные скважины; 3 - затрубный пьезометр; 4 - водомер; 5 - задвижки; 6 - манометр; 7 - вантуз; 8 - подводная линия; 9 - напорная линия; 10 - сборная линия

**11.19.** Для контроля за работой скважин необходимо предусмотреть соответствующее оборудование для:

- а) измерения расхода и количества воды, поступившей в пласт за время эксплуатации скважин;
- б) регулирования подачи воды в скважину и полного отключения скважины от питающего водовода;

в) измерения динамических уровней воды в скважине на контуре обсыпки и вблизи скважины.

### Оценка производительности закрытых инфильтрационных сооружений

**11.20.** На начальном этапе эксплуатации поглощающих скважин, как правило, осуществляется с постоянным расходом ( $Q = \text{const}$ ). За счет кольматажа возрастает напор  $H$  на устье скважины, и к некоторому моменту времени  $t_1$  он становится равным допустимому значению  $H_{\text{доп}}$ . В частном случае, если скважина работает в режиме самопоглощения (т. е. осуществляется свободный налив в нее воды), величина  $H_{\text{доп}}$  принимается равной отметке устья. С момента времени  $t_2$  скважина может эксплуатироваться как при  $H = H_{\text{доп}} = \text{const}$ , так и при  $Q = \text{const}$ . В последнем случае устье скважины герметизируется, и подача воды производится насосом. На практике целесообразнее осуществлять эксплуатацию скважин в режиме  $Q = \text{const}$ .

**11.21.** Для поглощающих скважин, работающих в режиме  $Q = \text{const}$ , повышение напора составит

$$\Delta h = \Delta h_0 + \Delta h_{\text{скв}}, \quad (104)$$

где  $\Delta h_0$  - повышение напора в пласте над первоначальным уровнем, обусловленное так называемым внешним сопротивлением;  $\Delta h_{\text{скв}}$  - потери напора, связанные с внутренним сопротивлением в скважине и прискважинной зоне.

Первая из указанных составляющих формулы (104) ( $\Delta h_0$ ) определяется по обычным формулам подземной гидравлики и может быть представлена в виде

$$\Delta h_0 = \frac{Q}{2\pi km} R, \quad (105)$$

где  $k$  и  $m$  - коэффициент фильтрации и мощность пласта (в безнапорных пластах  $m \approx 0,8h_e$ , где  $h_e$  - первоначальная глубина воды до водоупора);  $R$  - функция внешнего гидравлического сопротивления, определяемая в зависимости от размеров и геометрической формы водоносного пласта, условий на его границах, а также размеров скважины.

Теоретически процесс закачки воды в скважину и откачки из нее описывается одними и теми же исходными уравнениями (изменяется лишь знак перед величиной дебита  $Q$ : при откачках  $Q < 0$ , а при закачках и наливах  $Q > 0$ ). В связи с этим применительно к наиболее распространенным схемам фильтрации в системах искусственного пополнения запасов подземных вод величина  $\Delta h$  может рассчитываться по формулам, приведенным в гл. 5.

**11.22.** Вторая составляющая формулы (104) ( $\Delta h_{\text{скв}}$ ) определяется следующим образом:

$$\Delta h_{\text{скв}} = \frac{Q}{2\pi km} \xi; \quad \xi = \xi_{\text{н.с}} + \xi_k, \quad (106)$$

где  $\xi$  - величина внутреннего сопротивления, а индексами “н.с” и “к” обозначены величины, обусловленные неполнотой вскрытия пласта и кольматажем.

По существу, в процессе эксплуатации поглощающих скважин необходимо прогнозировать изменение величины  $\xi_k$ . Сопротивление же  $\xi_{\text{н.с}}$ , как правило, во времени не изменяется; оно определяется на начальном периоде эксплуатации скважин по формулам, приведенным в гл. 5.

**11.23.** Закономерности роста дополнительного сопротивления в значительной степени обуславливаются конструктивными особенностями водоприемной части скважин, литологическим строением водоносного пласта и качеством закачиваемой воды.

Можно предполагать, как это было сделано при рассмотрении фильтрации из открытых бассейнов, что в водоносных пластах, представленных мелкими и



среднезернистыми более или менее однородными песками, дополнительное сопротивление скважин  $\xi_k$  обусловлено в основном образованием пленки на внутренней поверхности фильтра.

В водоносных пластах, представленных крупнозернистыми песками или гравийными отложениями, происходит проникновение частиц взвеси в поры грунта, сопровождающееся кольматажем призабойной зоны скважин. В этом случае величина  $\xi_k$  определяется сопротивлением закольматированного слоя пород и фильтра

**11.24.** Динамика роста пленки на стенке скважины определяется следующим выражением:

$$2\pi m r dr = \frac{Q M dt}{\gamma_{ck}}, \quad (107)$$

где  $M$  - мутность закачиваемой воды;  $\gamma_{ck}$  - объемный вес частиц взвеси;  $m$  - мощность пласта;  $r$  - радиальная координата;  $t$  - время.

Интегрируя (107) от  $(0, r_0)$  до  $(t, r_0 - \delta)$ , где  $r_0$  - радиус фильтра скважины;  $\delta$  - толщина слоя образующегося осадка-пленки, получим:

$$\delta = r_0 \left(1 - \sqrt{1 - a_1}\right);$$

$$a_1 = \frac{Q M t}{\pi m \gamma_{ck} r_0^2}. \quad (108)$$

Фильтрационный эффект пленки, образующейся на внутренней поверхности фильтра, можно учесть, рассматривая пласт, состоящий в плане из двух концентрических зон с различной проницаемостью: первая зона водоносного пласта с коэффициентом фильтрации  $k$ ; вторая зона толщиной  $\delta$  с коэффициентом фильтрации  $k_n$ . В этом случае дополнительное сопротивление, вызванное образованием пленки, определяется по следующей формуле:

$$\zeta_k = \frac{k}{k_n} \ln \frac{r_0}{r_0 - \delta} = -0,5 \frac{k}{k_n} \ln(1 - a_1). \quad (109)$$

Учитывая, что  $a \ll 1$ , для практических расчетов можно ограничиться разложением  $\ln(1 - a_1) = -a_1$ , и последнюю формулу записать в виде

$$\zeta_k \approx \frac{k Q M t}{2\pi A_1 r_0^2}, \quad (110)$$

где  $A_1 = k_n \gamma_{ck}$ .

**11.25.** При кольматации грунтов в прискважинной зоне наблюдается постепенное накопление осадка и уменьшение во времени коэффициента фильтрации.

Изменение коэффициента фильтрации пород связано с количеством отложившегося кольматанта уравнением вида

$$k^1 = k \left(1 - \frac{b}{n_0}\right)^z, \quad (111)$$

где  $k^1$  - коэффициент фильтрации пород, изменяющийся в процессе кольматажа, и  $k$  - его начальное значение;  $b$  - удельный объем отложений;  $n_0$  - пористость пород;  $z$  - показатель степени ( $z = 2,8 \div 3,3$ ).

График зависимости  $k^1/k = f(b/n_0)$  представлен на рис. 58. В диапазоне изменения  $b/n_0 \ll 0,7$  уравнение (111) приводится к виду

$$k^1 = k \cdot (1 - 2b/n_0). \quad (112)$$

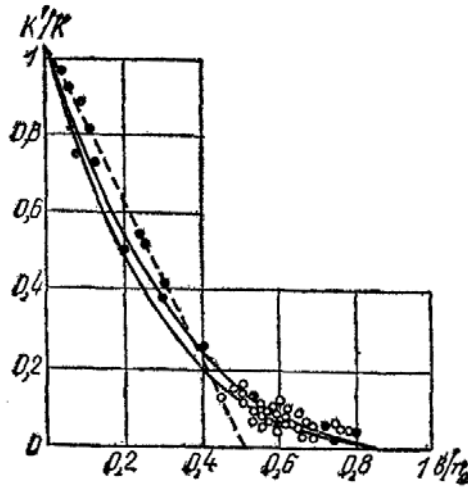


Рис. 58. Графики изменения  $k'/k$  в функции  $V/n_0$

Для поглощающих скважин, работающих с постоянным расходом закачки, динамика роста потерь напора в зоне кольматажа дается выражением

$$\Delta h_k = \frac{Q}{2\pi m} \int_{r_0}^{r(t)} \frac{dr}{rk(r,t)}, \quad (113)$$

где  $k(r,t)$ , - принимается согласно (111) или (112), а величина  $b(r, t)$ , входящая в эти формулы, определяется из решения задачи динамики осаждения взвеси.

Когда задержание взвеси подчиняется линейному уравнению кинетики 1-го порядка, распределение кольматанта в прифилтровой зоне описывается уравнением

$$b(r,t) = A_2 t e^{-\alpha_2 r^2}, \quad (114)$$

где

$$A_2 = \frac{N\alpha M}{\gamma_{ck}} e^{\alpha_2 r_0^2}, \quad \alpha_2 = \frac{\pi m N \alpha}{Q}.$$

Здесь  $\alpha$  - коэффициент, характеризующий скорость отложения кольматанта;  $N$  - грязеемкость пород (в природных условиях величина обычно не превышает  $(0,4-0,5) n_0$  и лишь при специальных видах обработки воды реагентами может увеличиваться до  $(0,8-0,85) n_0$ ).

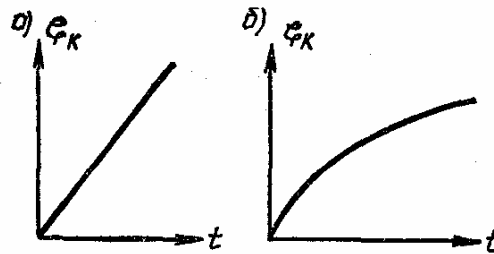
Для практических расчетов можно ограничиться случаем, когда  $N_0 \ll 0,4n_0$ . Тогда, интегрируя (113) с учетом (112) и (114), будем иметь следующее приближенное выражение:

$$h_k = \left( \frac{Q}{2\pi km} \right) \zeta_k; \quad \zeta_k = (1 + A_2 t / n_0) \ln[r(t) / r_0] / \quad (115)$$

Размеры зоны кольматажа определяются из условия, что на границе при  $r = r(t)$  значение  $k'/k$  не превышает некоторой наперед заданной величины. Тогда, принимая  $k'/k = 0,95$ , из (112) находим  $b[r(t), t] = 0,025 n_0$ , а из (114) следует, что

$$r(t) = \sqrt{r_0^2 + \left( \frac{1}{\alpha_2} \right) \ln \left( \frac{A_2 t}{0,025 n_0} \right)}. \quad (116)$$

Закономерности изменения дополнительного сопротивления во времени, соответствующие рассмотренным выше случаям, приведены на рис. 59.



**Рис. 59. Графики роста сопротивления скважин**

*а* - в результате образования пленки; *б* - обусловленный кольтатацией - накоплением взвеси в порах пород прискважинной зоны (в равновесных условиях)

Для прогноза величины  $\zeta_k$  необходимо располагать данными: а) при пленочном кольтатаже величинами  $k_n$ ,  $M$ ,  $\gamma_{ск}$ ,  $\beta$  и б) при кольтатаже пород величинами  $N$ ,  $\gamma$ ,  $M$ ,  $\gamma_{ск}$ . Эти данные могут быть получены на основе наблюдений за работой поглощающих скважин на начальном этапе их эксплуатации.

По этим данным уточняются и корректируются намеченные в проектах режимы эксплуатации поглощающих скважин и сроки их регенерации.

### **Проектирование и расчет водозаборов в системах искусственного пополнения подземных вод**

**11.26.** При проектировании водозаборов подземных вод в системах ИППВ решаются следующие основные задачи:

а) выбор рациональных типов, конструкций, схем размещения водозаборов с учетом гидрогеологических условий, а также намечаемых инфильтрационных сооружений и режима их работы;

б) оценка производительности водозаборов в условиях их взаимодействия с инфильтрационными сооружениями;

в) оценка расходов сырой воды, которую необходимо подать на пополнение подземных вод для достижения заданной производительности водозаборов;

г) определение коэффициента полезного действия инфильтрационных сооружений и общей гидродинамической эффективности проектируемой системы ИППВ;

д) оценка возможного влияния проектируемых водозаборов на существующие водозаборы, а также на поверхностные водные источники.

**11.27.** Объем мероприятий по искусственному пополнению запасов подземных вод намечается исходя из необходимого дополнительного количества воды  $Q_{об}$ , которое должно обеспечиваться фильтрацией  $Q_б$  из искусственных сооружений (бассейнов, каналов и т.д).

При этом 
$$Q_{об} = \eta Q_б. \tag{117}$$

Параметр  $\eta$  представляет собой КПД инфильтрационных сооружений.

Тип инфильтрационных сооружений, необходимых для обеспечения требуемого дебита водозабора, назначается исходя из гидрогеологической обстановки участка, глубин залегания водоносного пласта, положения уровней подземных вод, мощности и строения зоны аэрации, качества и, особенно, мутности воды в источнике пополнения.

**11.28.** Наиболее часто применяемыми типами водозаборных или собственно каптажных сооружений в системах ИППВ являются различным образом расположенные взаимодействующие скважины.

В отдельных случаях, как правило, при малой мощности намечаемого к использованию водоносного горизонта устраиваются шахтные колодцы, лучевые водозаборы или горизонтальные водозаборы. Конструкции скважин и других названных типов водозаборов в системах ИППВ не отличаются от таковых в обычных водозаборах подземных вод, эксплуатируемых без искусственного пополнения запасов.

**11.29.** Расположение водозаборов в плане принимается исходя из условия обеспечения наиболее эффективного их взаимодействия с инфильтрационными бассейнами и каналами (или другими искусственными сооружениями для инфильтрационного питания водоносного горизонта), а в береговых водозаборах - и с поверхностными водотоками и водоемами. Обычно водозаборы размещаются по линиям, параллельным инфильтрационным сооружениям и руслам поверхностных водотоков и водоемов. Водозаборные сооружения могут располагаться как ниже инфильтрационных бассейнов по потоку подземных вод, так и выше бассейнов.

В первом случае водозабором наиболее полно используются инфильтрационные воды и лишь частично-естественный расход подземного потока. Во втором случае естественный расход потока перехватывается водозабором почти полностью, а инфильтрационные воды - частично.

Расстояния между водозаборными скважинами и инфильтрационными бассейнами устанавливаются по возможности минимальными, но так, чтобы длительность фильтрации сырой воды из бассейна до водозаборных скважин была достаточной для очистки воды от бактериального и других видов загрязнения и обеспечения требуемого качества воды в водозаборах с учетом возможного смешения инфильтрационной воды с природными водами эксплуатационного пласта. Обычно на практике указанные расстояния принимаются равными 50-200 м.

Часто в качестве инфильтрационных сооружений в долинах рек могут быть использованы высохшие озера, староречья, протоки и т. д.

Местоположение водозаборных скважин в этом случае должно устанавливаться с учетом конфигурации указанных естественных понижений, а водозаборы подземных вод могут включать в себя, как и в системах с искусственными инфильтрационными сооружениями, группы взаимодействующих скважин, линейный ряд или систему рядов эксплуатационных скважин.

**11.30.** Дебит водозаборного сооружения в условиях пополнения подземных вод или расход воды из инфильтрационных сооружений может быть найден по следующим соотношениям:

$$Q_0 = (\eta / \xi) Q_0; \quad Q_0 = (\xi / \eta) Q_0, \quad (118)$$

где  $\eta$  - гидродинамический коэффициент полезного действия инфильтрационных сооружений;  $\xi$  - гидродинамический коэффициент эффективности пополнения подземных вод.

Методика расчета понижения уровня  $S$  под влиянием водозаборных (каптажных) сооружений, работающих без искусственного пополнения подземных вод, изложена в гл. 6. В п. 11.31 приводятся указания по определению величины  $\Delta h_0$  - повышение уровня в результате инфильтрации сырой воды из бассейнов, каналов и т. п.

**11.31.** Как уже отмечалось, при работе инфильтрационных сооружений выделяются несколько стадий режима свободной инфильтрации, в совокупности составляющих один рабочий фильтроцикл. Указанные стадии систематически повторяются в течение всего периода эксплуатации водозабора и, таким образом, работа бассейна носит периодический характер. Вследствие этого величину подъема уровня подземных вод при работе инфильтрационного сооружения можно представить в виде:

для безнапорного пласта

$$\Delta h_0 = \sqrt{h_e^2 + A} - h_e; \quad (119)$$

$$A = \left( \Delta h + \Delta \bar{h} \right) \left( 2h_e + \Delta h + \Delta \bar{h} \right);$$

для напорного пласта

$$\Delta h_0 = \Delta h - \Delta \bar{h}. \quad (120)$$

Первый член в формулах (119) и (120) -  $\Delta h$  - характеризует основную часть общего повышения уровня и определяет среднее положение уровня подземных вод в результате пополнения. Относительно этого среднего положения в пределах каждого цикла продолжительностью  $T$  происходят колебания уровня  $\Delta h$ , которые при достаточно большом количестве фильтроциклов приобретают квазиустановившийся характер, т. е. повторяются на каждом цикле.

Среднее повышение уровня подземных вод за счет работы инфильтрационных сооружений находится по формулам:

для безнапорного пласта

$$\Delta h = \sqrt{h_e^2 + \left[ \frac{Q_{\delta}}{\pi k} \right] R_{\delta}} - h_e; \quad (121)$$

для напорного пласта

$$\Delta h = (Q_{\delta} / 2\pi km) R_{\delta}, \quad (122)$$

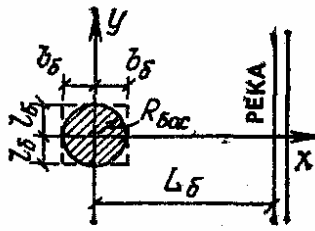
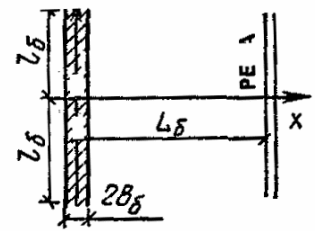
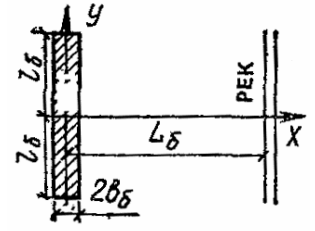
где  $R_{\delta}$  - гидравлическое сопротивление, определяющее среднее повышение уровня.

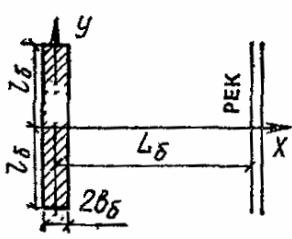
Некоторые выражения для определения функции  $R_{\delta}$ , а также  $R_{\delta o}$ , характеризующей максимальное повышение уровня грунтовых вод под центром сооружения, приводятся в табл. 35. Все расчетные зависимости справедливы для относительно больших промежутков времени.

В табл. 35 рассматриваются инфильтрационные сооружения в виде бассейнов и каналов, а также круговые инфильтрационные площадки. Решения для круговых площадок могут быть использованы также для расчета инфильтрационных бассейнов, в плане имеющих вид прямоугольника.

Расчетные зависимости приведены для условий стационарной фильтрации, характерной для береговых инфильтрационных сооружений, расположенных у реки [формулы (123)-(138)], и неустановившейся фильтрации, когда инфильтрационные сооружения расположены в удалении от реки.

Таблица 35

Тип сооружения		Зависимости для расчета водозаборов в долинах рек					
		Схема расположения	Береговые сооружения	№ формулы	Водораздельные сооружения	№ формулы	Дополнительные данные
Бассейны	круговой		$R_{\delta} = \ln \frac{\rho}{r}$	(123)	$R_{\delta} = \ln \frac{r_{вл}}{r}$	(125)	$r = \sqrt{x^2 + y^2}$ $r_{вл} = 1,5\sqrt{at}$
		$R_{\delta\delta} = \ln \frac{3,3L_{\delta}}{R_{\delta ac}}$	(124)	$R_{\delta\delta} = \ln \frac{1,65r_{вл}}{R_{\delta ac}}$	(126)	$\rho = \sqrt{(2L_{\delta} + x)^2 + y^2}$ $R_{\delta ac} = 2\sqrt{\frac{l_{\delta}b_{\delta}}{\pi}}$	
Полосообразный	Полосообразный		$R_{\delta} = \pi \frac{L_{\delta} - x}{l_{\delta}}$	(127)	$R_{\delta} = \frac{\pi}{l_{\delta}} \cdot \left( \sqrt{\frac{at}{\pi}} - \frac{ x }{2} \right)$	(129)	-
		$R_{\delta\delta} = \pi \frac{(L_{\delta} - \frac{b_{\delta}}{4})}{l_{\delta}}$	(128)	$R_{\delta\delta} = \frac{\sqrt{\pi at}}{l_{\delta}} - \frac{\pi b_{\delta}}{l_{\delta}^2}$	(130)		
Каналы	Ограниченной длины		$R_{\delta} = \ln \frac{\rho_{np}}{r_{np}} + f(\bar{x}, \bar{y}) - f(\bar{x}', \bar{y})$	(131)	$R_{\delta} = \ln \frac{r_{вл}}{r_{np}} + f(\bar{x}, \bar{y})$	(133)	$r_{np} = \sqrt{x^2 + y^2 + l_{\delta}^2}$ $r_{np} = \sqrt{(2L_{\delta} - x)^2 + y^2 + l_{\delta}^2}$ $\bar{x} = \frac{ x }{l_{\delta}};$

		$R_{\delta\delta} = \ln \frac{\sqrt{4L_{\delta}^2 + l_{\delta}^2}}{l_{\delta}} +$ $+ \frac{2L_{\delta}}{l_{\delta}} \cdot \operatorname{arctg} \frac{l_{\delta}}{2L_{\delta}} +$ $+ \frac{m}{l_{\delta}} \ln \frac{m}{\pi b r_{\delta}}$	(132)	$R_{\delta\delta} = \ln \frac{2,7r_{\delta}}{l_{\delta}} +$ $+ \frac{m}{l_{\delta}} \ln \frac{m}{\pi b r_{\delta}}$	(134)	$\bar{x} = \frac{2L_{\delta} - x}{l_{\delta}};$ $\bar{y} = \frac{ y }{l_{\delta}}$ <p>Значения <math>f(\bar{x}, \bar{y})</math> и <math>f(\bar{x}', \bar{y}')</math> см табл. 22</p>
Большой протяжен ности		$R = \begin{cases} \pi \frac{L_{\delta} - x}{l_{\delta}} & x > 0 \\ \pi \frac{L_{\delta}}{l_{\delta}} & x < 0 \end{cases}$	(135)	$R_{\delta} = \frac{\pi}{l_{\delta}} \left( \sqrt{\frac{at}{\pi}} - \frac{ x }{2} \right)$	(137)	$m$ - мощность пласта
		$R_{\delta\delta} = \pi \frac{L_{\delta}}{l_{\delta}} + \frac{m}{l_{\delta}} \ln \frac{m}{\pi b r_{\delta}}$	(136)	$R_{\delta\delta} = \sqrt{\frac{\pi at}{l_{\delta}}} + \frac{m}{l_{\delta}} \ln \frac{m}{\pi b r_{\delta}}$	(138)	

При наличии нескольких бассейнов одного или различных типов общая величина гидравлического сопротивления  $P_{\sigma}$  находится суммированием сопротивлений каждого бассейна в отдельности. В этом случае

$$R_{\sigma} = \sum_{i=1}^n \alpha_i R_{\sigma i}, \quad (139)$$

где  $P_{\sigma i}$  - гидравлические сопротивления, обусловленные фильтрацией из каждого  $i$ -го бассейна:  $\alpha_i = Q_{\sigma i} / Q_{\sigma}$ ;  $Q_{\sigma} = \sum_{i=1}^n Q_{\sigma i}$  - суммарный расход из всех бассейнов,  $i = 1, 2, \dots, n$  - число бассейнов.

Поправка, учитывающая несовершенство водотоков, вблизи которых располагаются бассейны, каналы и другие сооружения, определяется аналогично тому, как это рекомендовано для водозаборов (см. гл. 6).

**11.32.** При относительно большом числе инфильтрационных сооружений и одновременной чистке их суммарный расход поверхностных вод на пополнение слабо изменяется во времени. Для расчета эффективности пополнения подземных вод в этом случае можно ограничиться определением лишь среднего уровня,  $\Delta \bar{h}$  принимая  $\Delta \bar{h} = 0$ .

В случае резко выраженной неравномерности искусственного питания, поступающего на поверхность подземных вод из инфильтрационных сооружений (при малом числе бассейнов, длительной их остановке на чистку, небольших допустимых понижениях уровня), в расчетах необходимо учитывать величину  $\Delta \bar{h}$ , представляющую собой периодическое отклонение уровня подземных вод от среднего положения. Численная величина  $\Delta \bar{h}$  может быть найдена по формулам:

для безнапорного потока

$$\Delta \bar{h} = \sqrt{\left[ \frac{(Q_{\sigma} + \Delta Q_{\sigma})}{2\pi km} \right] \bar{R}_{\sigma} - h_e^2} - h_e, \quad (140)$$

для напорного потока

$$\Delta \bar{h} = \left[ \frac{Q_{\sigma} + \Delta Q_{\sigma}}{2\pi km} \right] \bar{R}_{\sigma}. \quad (141)$$

Приближенная оценка гидравлического сопротивления  $\bar{R}_{\sigma}$  может быть сделана с учетом изменения величины инфильтрационного питания только на последних двух фильтроциклах из общего их количества. Эти циклы схематически представляются в виде двух прямоугольников (рис. 60).

$$Q_{\sigma} + \Delta Q_{\sigma} = \frac{W}{(t_1 + t_2)}, \quad (142)$$

где  $\Delta Q_{\sigma}$  - превышение инфильтрационного расхода в период  $(t_1 + t_2)$  работы бассейна (от начала фильтроцикла до начала чистки бассейна) над средним расходом  $Q_{\sigma}$ ;  $W$  - общий объем воды, фильтрующийся из бассейна за один фильтроцикл.

Представляя изменение уровня  $\Delta \bar{h}$  как результат двукратной закачки расхода  $\Delta Q_{\sigma}$  в течение времени  $(t_1 + t_2)$  и откачки расхода  $Q_{\sigma}$  за период  $t_3 = T - t_1 - t_2$ , получим следующий вид общей расчетной формулы для определения гидравлического сопротивления  $\bar{R}_{\sigma}$ :

$$\bar{R}_{\sigma} = \alpha R_{\sigma} (T + t^*) - R_{\sigma} (t_3 + t^*) + R_{\sigma} (t^* - t_1 - t_2), \quad (143)$$

где  $\alpha = \Delta Q_{\sigma} / (Q_{\sigma} + \Delta Q_{\sigma})$ .

В выражении (143)  $R_{\sigma}$  - гидравлическое сопротивление инфильтрационного бассейна, учитывающее неустановившийся характер фильтрации и определяемое по табл. 35 для водораздельных сооружений.



Формула (143) справедлива при  $t^* > t_1 + t_2$ . Если  $t^* < t_1 + t_2$ , в формуле (143) следует отбросить последний член.

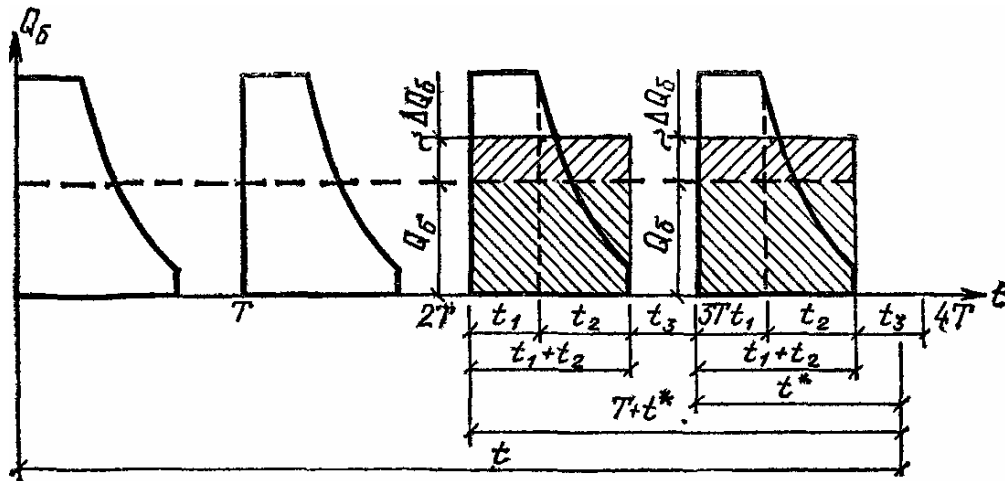


Рис. 60. Схема к расчету  $\bar{\Delta h}$

В случае, если размеры инфильтрационных сооружений малы, для приближенной оценки величины  $\bar{\Delta h}$  инфильтрационные площадки (каналы) следует заменять источниками-скважинами, располагаемыми в середине канала или в центре бассейна.

Изложенная методика расчета водозаборов в системах искусственного пополнения с открытыми инфильтрационными сооружениями применима также для поглощающих и дренажно-поглощающих скважин. При определении величины  $\bar{\Delta h}$ , которая обусловлена средним расходом  $Q_\delta$  закрытых инфильтрационных сооружений, следует принимать значения  $R_\delta$  и  $R_{\delta o}$  как для водозаборов (см. гл. 5), так как в этом случае  $R_\delta R$  и  $R_{\delta o} = R_o$ .

**11.33.** Одним из основных показателей гидродинамической эффективности работы водозаборных и инфильтрационных сооружений в системах ИППВ является коэффициент полезного действия инфильтрационных сооружений  $\eta$ . Параметр  $\eta$  представляет собой отношение расхода воды, дополнительно поступающей к водозабору при работе инфильтрационных сооружений, к общему среднему расходу подаваемой на пополнение воды, т. е.

$$\eta = Q_{\delta в} / Q_\delta, \quad (144)$$

где  $Q_{\delta в}$  - расход воды, дополнительно привлекаемый водозабором в условиях пополнения.

Величина коэффициента  $\eta$  определяется не только параметрами и расположением инфильтрационных сооружений, но также типом и расположением водозаборных скважин.

Кроме того, эффективность инфильтрационных сооружений зависит также от режима их эксплуатации. Коэффициент полезного действия бассейнов оказывается наиболее высоким при равномерном поступлении инфильтрационной воды в водоносный пласт. Неравномерность инфильтрации из бассейнов приводит к снижению эффективности ИППВ (при постоянном расходе водозаборного сооружения). Чтобы избежать этого, при проектировании инфильтрационных сооружений следует предусмотреть возможность одновременной их чистки. Уменьшить влияние неравномерности работы инфильтрационных сооружений на величину коэффициента полезного действия  $\eta$  можно также, если продолжительность фильтроцикла, характер изменения инфильтрационного расхода при искусственном пополнении и периоды чистки бассейнов назначать таким образом, чтобы наименьшие повышения уровня при пополнении (периоды остановки бассейнов) приходились на периоды высокого положения бытового уровня грунтовых вод (периоды паводков и интенсивных осадков).

При осуществлении указанных мероприятий дополнительные колебания уровня будут малы по абсолютной величине и коэффициент полезного действия достигает максимального для данной системы ИППВ значения, равного:

$$\eta = \frac{Q_{\text{бв}}}{Q_{\text{б}}}, \quad (145)$$

где  $R_{\text{б}}$  - по-прежнему гидравлическое сопротивление бассейна (см. табл. 35),  $R_0$  - гидравлическое сопротивление водозабора (см. гл. 5).

Величина коэффициента  $\eta$  в соотношении (145) изменяется от нуля до единицы. При значениях  $\eta$ , близких к нулю, инфильтрационные бассейны не оказывают существенного влияния на производительность водозаборного сооружения. Значения же коэффициента  $\eta$ , близкие к единице, свидетельствуют о весьма высокой эффективности инфильтрационных сооружений. При этом следует иметь в виду, что ввод в действие инфильтрационных сооружений приводит к перераспределению источников питания водозабора. Количество воды, поступающей в водозабор, например, из бытового потока или из реки, в результате фильтрации из бассейнов и других типов инфильтрационных сооружений может как уменьшаться, так и увеличиваться, поэтому коэффициент  $\eta$  нельзя рассматривать как показатель использования только инфильтрационных вод. В более полном виде коэффициент полезного действия может быть выражен следующим образом:

$$\eta = \frac{(\alpha Q_{\text{б}} \pm \sum Q_e)}{Q_{\text{б}}}, \quad (146)$$

где  $\alpha$  - коэффициент использования инфильтрационных вод, показывающий долю используемых водозабором инфильтрационных вод;  $\sum Q_e$  - количество воды из естественных источников питания, имеющее различный знак: оно может возрастать или убывать при поступлении инфильтрационных вод и изменении в связи с этим уровня подземных вод.

**11.34.** Коэффициент эффективности  $\xi$  определяет гидродинамическую эффективность мероприятий по искусственному пополнению подземных вод на участке проектируемого водозабора в целом. Он представляет собой отношение расхода воды, дополнительно поступающей к водозабору при работе инфильтрационных бассейнов  $Q_{\text{бв}}$ , к общему расходу водозабора, т. е.

$$\xi = \frac{Q_{\text{бв}}}{Q_{\text{б}}}. \quad (147)$$

Численно коэффициент эффективности может быть определен по следующей формуле:

$$\xi = \frac{R_{\text{б}}}{(R_{\text{б}} + A)} \quad \text{или} \quad \xi = 1 - (2\pi km S_{\text{дон}} / Q_{\text{б}} R_0), \quad (148)$$

где  $A = 2\pi km S_{\text{дон}} / Q_{\text{б}}$ .

Коэффициент  $\xi$ , как и коэффициент  $\eta$ , изменяется от нуля, когда влияние инфильтрационных бассейнов на производительность водозабора невелико, до единицы.

В последнем случае мероприятия по искусственному пополнению полностью обеспечивают водоотбор.

В формулах (148) не учитываются периодические колебания уровня  $\bar{\Delta h}$ , т. е. эти соотношения справедливы при относительно малых колебаниях средней величины искусственного инфильтрационного питания.

**11.35.** Предварительные гидродинамические расчеты систем ИППВ и сравнительная оценка различных вариантов водозаборов и сооружений по искусственному пополнению подземных вод могут быть сделаны без учета неравномерности работы

инфильтрационных бассейнов (т. е., принимая  $\Delta h = 0$ ), а также пренебрегая поправками на фильтрационное несовершенство сооружений и поверхностных водотоков. Эти факторы должны учитываться на последующих стадиях расчетов, уточняющих выбранные схемы водозабора и инфильтрационного сооружения.

В табл. 36 приводятся некоторые схемы водозаборов в комплексе с инфильтрационными сооружениями и соответствующие расчетные зависимости для численного определения гидродинамического коэффициента полезного действия  $\eta$  и гидродинамического коэффициента эффективности пополнения  $\xi$ . Эти зависимости могут быть использованы для расчета дебита водозабора в условиях искусственного пополнения  $Q_{в}$ , или расходов воды  $Q_{б}$ , подаваемой на пополнение для обеспечения требуемого дебита водозабора, по формулам 118.

**11.36.** В схеме 1 табл. 36 даются выражения для численного определения параметров гидродинамической эффективности  $\eta$  и для случая работы линейного ряда водозаборных скважин относительно большой протяженности вблизи инфильтрационного канала или системы инфильтрационных бассейнов также значительной длины. Как видно из табл. 36, величина коэффициента полезного действия  $\eta$  в рассматриваемой схеме определяется параметром  $\bar{\sigma}$ , характеризующим относительное удаление скважин водозабора друг от друга.

При больших значениях этого параметра ( $\bar{\sigma} > 2$ ) пополнение подземных вод неэффективно: большая часть инфильтрационных вод не перехватывается скважинами водозабора и стекает в реку или вызывает существенное уменьшение расхода из реки к водозабору.

**11.37.** В схеме 2 табл. 36 рассматривается действие одиночной скважины вблизи канала ограниченной длины. Приведенные здесь зависимости могут быть использованы для расчета взаимодействующих скважин вблизи канала (бассейна), ограниченной длины. Для этого в приведенных соотношениях вместо величины  $2x_0$  необходимо подставить

$$\rho_{np} = \rho_0^{\alpha_0} \rho_1^{\alpha_1} \dots \rho_i^{\alpha_i} \dots \rho_{n-1}^{\alpha_{n-1}}, \quad (149)$$

где  $\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_i$  - расстояния от зеркального отображения относительно линии реки всех взаимодействующих скважин до скважин с наибольшим понижением уровня

$$\rho_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}, \quad (150)$$

$x_i, y_i$  - координаты скважин;  $x_0, y_0$  - координаты скважины с максимальным понижением уровня;  $\alpha_i$  - отношение дебита  $i$ -й скважины к суммарному расходу водозабора, а вместо величины  $r_0$

$$r_{np} = r_0^{\alpha_0} r_1^{\alpha_1} \dots r_i^{\alpha_i} \dots r_{n-1}^{\alpha_{n-1}}, \quad (151)$$

где  $r_i$  - расстояние от скважины с наибольшим понижением уровня до всех остальных скважин.

**11.38.** Формулы для определения коэффициентов  $\eta$  и  $\xi$  при совместной работе линейного ряда водозаборных скважин и инфильтрационного канала (бассейна) ограниченной длины даны в табл. 36 (схема 3).

При исследовании коэффициента полезного действия инфильтрационного сооружения и эффективности пополнения следует иметь в виду, что в выражениях для указанных коэффициентов должны быть подставлены координаты точки в пределах водозабора, имеющей максимальное понижение уровня. Если не учитывать этого обстоятельства, то расчеты коэффициента  $\eta$  могут привести к ошибочному результату.

**11.39.** Работа одиночной водозаборной скважины вблизи круговой (прямоугольной) инфильтрационной площадки рассматривается в схеме 4 табл. 36.

Из приведенных соотношений видно, что наиболее выгодно располагать водозаборную скважину в створе, проходящем через середину бассейна, нормально к

реке ( $y = 0$ ). Однако и в этом случае из-за малости величины  $r_0$  эффективность пополнения будет невелика, поэтому целесообразно отбор подземных вод осуществлять водозабором в виде группы скважин. Расчет их можно проводить по тем же формулам заменой взаимодействующих скважин “большим колодцем”.

Таблица 36

№ п/п	Схема расположения	Зависимости для расчета показателей гидродинамической эффективности пополнения $\eta$ и $\xi$		
		$\eta$	$\xi$	Дополнительные данные
1		$\eta = \frac{1}{1 + \sigma \ln(\sigma / r_0)}$	$\xi = \frac{1}{1 + A}$	$l > (3 \div 5)x_0;$ $l_\delta > (3 \div 5)L_\delta;$ $\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\pi x_0}; \bar{r}_0 = \frac{r_0}{x_0};$ $\bar{A} = \frac{kmS_{don}}{q_\delta x_0};$ $q_\delta$ - расход инфильтрации из канала на единицу его длины
2		$\eta = \frac{\left[ \frac{1}{2} \ln \frac{(L_\delta + x_0)^2 + y_0^2 + l_\delta^2}{(L_\delta - x_0)^2 + y_0^2 + l_\delta^2} + f^*(\bar{x}_0, \bar{y}) \right]}{\ln \frac{2x_0}{r_0}}$	$\xi = \left( 1 + \frac{A}{\left[ \ln \frac{(L_\delta + x_0)^2 + y_0^2 + l_\delta^2}{(L_\delta - x_0)^2 + y_0^2 + l_\delta^2} + 2f^*(\bar{x}_0, \bar{y}_0) \right]} \right)^{-1}$	$A = \frac{4\pi kmS_{don}}{Q_\delta};$ $\bar{x}_0 = \frac{L_\delta - x_0}{l_\delta};$ $\bar{y}_0 = \frac{y_0}{l_\delta};$ $\bar{x}_0' = \frac{L_\delta + x_0}{l_\delta};$
3		$\eta = \frac{\left[ \ln \frac{(L_\delta + x_0)^2 + l_\delta^2}{(L_\delta - x_0)^2 + l_\delta^2} + 2f^*(\bar{x}_0, 0) \right]}{\ln \frac{4x_0^2}{l^2} + \frac{4x_0}{l} \cdot \operatorname{arctg} \frac{l}{2x_0} + \frac{2}{n} \ln \frac{l}{\pi r_0 n}}$	$\xi = \left( 1 + \frac{A}{\left[ \ln \frac{(L_\delta + x_0)^2 + l_\delta^2}{(L_\delta - x_0)^2 + l_\delta^2} + 2f^*(\bar{x}_0, 0) \right]} \right)^{-1}$	$f^*(\bar{x}_0', \bar{y}_0) = f(\bar{x}_0, \bar{y}_0)$ $- f(\bar{x}_0', \bar{y}_0) - \text{см. гл. 5}$ $Q_\delta$ - средний расход воды на пополнение $n$ - количество скважин

4		$\eta = \frac{\ln \frac{\rho_0}{r_0}}{\ln \frac{2x_0}{r_0}}$	$\xi = \left( 1 + \frac{A}{\ln \frac{\rho_0}{r_0}} \right)^{-1}$	$\rho_0 = \sqrt{(L_\delta - x_0)^2 + y_0^2}$
5		$\eta = \frac{\ln \frac{\rho_0}{r_0}}{\ln \frac{\sqrt{4x_0^2 + l^2}}{l^2} + \frac{2x_0}{l} \cdot \arctg \frac{l}{2x_0} + \frac{2}{n} \ln \frac{l}{\pi r_0 n}}$	$\xi = \left( 1 + \frac{A}{\ln \frac{\rho_0}{r_0}} \right)^{-1}$	$r_0 = \sqrt{(L_\delta - x_0)^2 + y_0^2}$ $A = \frac{2\pi km S_{дон}}{Q_0}$

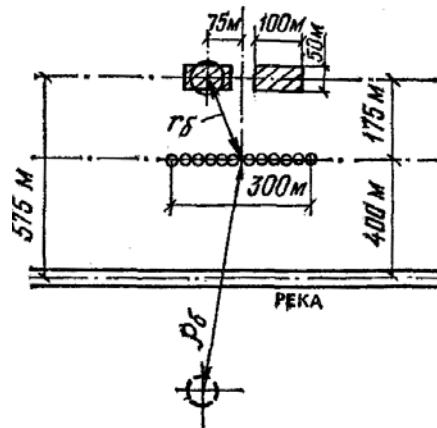
Инфильтрационные бассейны прямоугольной формы для расчета приводятся к круговым бассейнам равновеликой площади, причем приведенный радиус кругового бассейна определяется следующим образом:

$$R_{\text{бас}} = 2\sqrt{l_{\sigma}b_{\sigma}} / \pi . \quad (152)$$

где  $b_{\sigma}$  и  $l_{\sigma}$  - соответственно половина ширины и длины прямоугольного бассейна.

**11.40.** Взаимодействие водозаборного ряда скважин конечной длины и круговой инфильтрационной площадки рассмотрено в схеме 5 табл. 36. В приведенных соотношениях предполагается, что максимальное понижение уровня наблюдается в центре водозаборного сооружения.

*Пример расчета.* Проектируется линейный ряд скважин, расположенных параллельно реке на расстоянии  $x_0 = 400$  м от нее (рис. 61). Длина ряда  $2l = 300$  м, количество скважин  $n = 12$ , радиус скважин  $r_0 = 0,2$  м (скважины совершенные). Водопроницаемость пласта  $km = 600$  м<sup>2</sup>/сут. Максимально допустимое понижение на водозаборе  $S_{\text{доп}} = 10$  м. Требуемая производительность водозабора 20 тыс. м<sup>3</sup>/сут.



**Рис. 61.** Схема к примеру расчета

По опытным данным, средняя скорость инфильтрации при пополнении может быть принята равной 1 м/сут.

Учитывая близость проектируемого водозабора к реке, расчет проводится по формулам стационарной фильтрации.

Прежде всего определим производительность линейного ряда скважин по формуле (15) табл. 21 (см. гл. 5).

$$R_0 = 1/2 \ln[(4 \cdot 400^2 + 150^2)/150^2] + [(2 \cdot 400)/150] [\arctg(150/(2 \cdot 400))] + \\ + (1/12) \ln(150/(3,14 \cdot 0,2 \cdot 12)) = 2,74.$$

Таким образом, расход водозабора без пополнения составит

$$Q = (23,14 \cdot 600 \cdot 10)/2,74 = 13,8 \text{ тыс. м}^3/\text{сут.}$$

В связи с тем, что производительность линейного ряда будет ниже заданной, необходимо предусмотреть искусственное пополнение запасов подземных вод. С этой целью на расстоянии 150 м от водозабора расположим два инфильтрационных бассейна размером 100x150 м и произведем предварительный расчет величины инфильтрационного расхода.

Для упрощения расчета инфильтрационные бассейны прямоугольной формы приведем к круговым бассейнам равновеликой площади

$$R_{\text{бас}} = 2\sqrt{50 \cdot 25/3,14} = 40 \text{ м.}$$

Величина  $R_{\sigma}$  в случае работы двух бассейнов определяется по формуле (139) при  $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{2}$  и  $n = 2$ , т. е.

$$R_{\sigma} = (1/2)R_{\sigma_1} + (1/2)R_{\sigma_2}.$$

Значения гидравлических сопротивлений  $R_{\sigma_{1,2}}$  находятся по формуле (123) табл. 35

$$R_{\sigma_{1,2}} = \ln\left(\frac{\rho_{\sigma}}{r_{\sigma}}\right).$$

В данном случае:

$$\rho_{\sigma} = \sqrt{(575 + 400)^2 + 75^2} = 980 \text{ м};$$

$$r_{\sigma} = \sqrt{175^2 + 75^2} = 190 \text{ м}.$$

При этом

$$R_{\sigma} = \ln(980/190) = 1,64.$$

Коэффициент полезного действия  $\eta$  находим по формуле (145).

$$\eta = 1,64/2,74 = 0,6.$$

Коэффициент гидродинамической эффективности  $\xi$  может быть найден по формуле (148)

$$\xi = 1,64/(1,64+3,62) = 0,31,$$

Отсюда следует, что инфильтрационные сооружения будут обеспечивать примерно 1/3 дебита водозабора.

По формуле (118) находим расход сырой воды  $Q_{\sigma}$ , которую требуется подать на пополнение

$$Q_{\sigma} = (0,31/0,6) 20000 = 10,4 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Следовательно, расход из каждого бассейна составит 5,2 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ .

При скорости инфильтрации  $V_{инф} = 1 \text{ м/сут}$  необходимая площадь инфильтрационного бассейна

$$F = 0,5/V_{инф} = 5200 \text{ м}^2,$$

т. е. принятый размер бассейна 50x100 м будет примерно удовлетворять требуемым условиям.

## 12. КАЧЕСТВО ВОДЫ

**12.1.** В хозяйственно-питьевом и промышленном водоснабжении используются пресные подземные воды (сухой остаток до  $1000 \text{ мг/дм}^3$ ), а также солончатые подземные воды (сухой остаток  $1000-5000 \text{ мг/дм}^3$ ).

**12.2.** Для целей производственного водоснабжения и орошения использование пресных подземных вод допускается с разрешения органов по регулированию использования и охране вод только в районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водные источники и имеются запасы подземных вод питьевого качества в количестве, достаточном для удовлетворения потребности в хозяйственно-питьевой воде.

Требования к качеству подземных вод для производственного водоснабжения и орошения устанавливаются водопотребляющими или проектными организациями для каждого конкретного случая с учетом специфических особенностей использования вод по данному назначению.

**12.3.** Для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения используются пресные подземные воды, в отдельных случаях допускается использование подземных вод с сухим остатком до  $1500 \text{ мг/дм}^3$ .

Требования к качеству питьевой подземной воды, подаваемой централизованными хозяйственно-питьевыми системами водоснабжения, а также используемой одновременно для питьевых, хозяйственных, технических и коммунально-бытовых целей, регламентируются ГОСТ 2874-82.



В случае несоответствия качества подземной воды требованиям ГОСТ 2874-82 должны быть применены мероприятия по улучшению ее качества согласно СНиП 2.04.02-84 (умягчение, обезжелезивание, обеззараживание, обесфторивание и др.).

**12.4.** Качество воды хозяйственно-питьевого назначения должно удовлетворять гигиеническим нормам, предусматривающим безопасность воды в эпидемическом отношении, безвредность химического состава и благоприятные органолептические свойства. Соответственно этому государственным стандартом установлены следующие показатели качества воды: микробиологические; содержание токсических химических веществ; органолептические.

**12.5.** Безопасная в эпидемическом отношении вода не должна содержать болезнетворных бактерий и вирусов. Обычно используются косвенные микробиологические показатели безвредности воды, характеризующие степень общего загрязнения воды микроорганизмами и содержание микроорганизмов группы кишечной палочки. Общее число микроорганизмов в 1 см<sup>3</sup> неразбавленной воды не должно превышать 100; количество микроорганизмов группы кишечной палочки не должно превышать 3 в 1 дм<sup>3</sup> воды (“коли-индекс” ≤ 3 или “коли-титр” не менее 333).

В отдельных случаях, когда имеются опасения бактериального загрязнения подземных вод, кроме указанных выше косвенных микробиологических показателей определяют дополнительно содержание болезнетворных бактерий, кишечных вирусов, яиц гельминтов

**12.6.** Токсические химические вещества и вещества, ухудшающие органолептические свойства воды (запах, привкус, цветность), встречаются в природных подземных водах, но, кроме того, могут появиться в воде при обработке ее реагентами или могут поступить в водоносный горизонт в результате загрязнения сточными водами и отходами.

**12.7.** Допустимые концентрации токсических химических веществ, преимущественно встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки, не должны превышать нормативов, приведенных в табл. 37. Радиоактивные вещества в питьевой воде нормируются в соответствии с нормами радиационной безопасности НРБ-76.

Таблица 37

Химические вещества	Допустимая концентрация (не более), мг/дм <sup>3</sup>
Алюминий остаточный (Al <sup>3+</sup> )	0,5
Бериллий (Be <sup>2+</sup> )	0,0002
Молибден (Mo <sup>3+</sup> )	0,25
Мышьяк (As <sup>3+</sup> As <sup>3+</sup> )	0,05
Нитраты (по NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45
Полиакриламид остаточный	2
Свинец (Pb <sup>3+</sup> )	0,03
Селен (Se <sup>6+</sup> )	0,01
Стронций (Sr <sup>2+</sup> )	7
Фтор (F <sup>-</sup> ), для климатических районов	
I и II	1,5
III	1,2
IV	0,7

Примечание. Климатические районы принимаются в соответствии со СНиП.

**12.8.** Допустимые концентрации химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды, не должны превышать нормативов, приведенных в табл. 38.

Таблица 38

Химические вещества	Допустимые концентрации (не более), мг/дм <sup>3</sup>
Сухой остаток	1000
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	350
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	500
Железо (Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup> )	0,3
Марганец (Mn <sup>2+</sup> )	0,1
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	1
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	5
Полифосфаты остаточные (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	3,5
Общая жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	7
Водородный показатель pH	от 6 до 9

В отдельных случаях для водопроводов, подающих воду без специальной обработки, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается увеличение содержания сухого остатка до 1,5 г/дм<sup>3</sup>, общей жесткости-до 10 мг-экв/дм<sup>3</sup>, железа- до 1 мг/дм<sup>3</sup>, марганца - до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

**12.9.** Кроме содержания химических веществ, указанных в табл. 37, 38, обязательному определению при оценке качества подземных вод подлежат показатели органолептических свойств. Требования по органолептическим показателям указаны в табл. 38а.

Таблица 38а

Показатель	Допустимые нормы, не более
Запах при 20 °С и при подогревании воды до 60 °С, баллы	2
Привкус при 20 °С, баллы	2
Цветность, град	20
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	1,5

В отдельных случаях по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается увеличение цветности воды до 35°, мутности (в паводковый период) до 2 мг/дм<sup>3</sup>.

**12.10.** В районах, где имеется опасность загрязнения подземных вод, в их составе, дополнительно к указанным выше веществам (см. пп 127, 128), необходимо определять специфические химические вещества, характерные для технологических и сточных вод промышленных предприятий, а также вещества, входящие в состав загрязненных поверхностных и хозяйственно-бытовых сточных вод, сельскохозяйственных удобрений, ядохимикатов и т. п. Концентрации в воде химических веществ, не указанных в табл. 37 и 38, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), утвержденных Министерством здравоохранения СССР для воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования по органолептическому и санитарно-токсикологическому признаку, а также норм радиационной безопасности НРБ-76.

Перечень значений ПДК и классы опасности веществ приведены в документе “Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования”. Класс опасности вещества учитывается при изучении химического состава подземных вод для выбора компонентов-индикаторов загрязнения воды. При обнаружении в воде нескольких химических веществ 1-2 класса с одинаковым лимитирующим признаком вредности (санитарно-токсикологический, органолептический) сумма отношений обнаруженных концентраций в воде к их ПДК не должна быть более 1.

**12.11.** Предельно допустимые концентрации некоторых наиболее часто встречающихся химических веществ, связанных с промышленным, сельскохозяйственным и хозяйственно-бытовым загрязнением, приведены в табл. 39.

Таблица 39

№ п/п.	Вещества химические	Лимитирующий признак вредности*	ПДК, мг/дм	Класс опасности
1	2	3	4	5
1	Аммиак (по азоту)	о.с.	2	3
2	Анилин	с.т.	0,1	2
3	Барий (Ba <sup>2+</sup> )	с.т.	0,1	2
4	Бенз(а)пирен	с.т.	0,000005	1
5	Бензин	о.л.	0,1	3
6	Бензол	с.т.	0,5	2
7	Бор	с.т.	0,5	2
8	Бром	с.т.	0,2	2
9	Ванадий (V <sup>5+</sup> )	с.т.	0,1	3
10	Висмут (Bi <sup>5+</sup> )	с.т.	0,1	2
11	Вольфрам (W <sup>2+</sup> )	с.т.	0,05	2
12	Гидразин	с.т.	0,01	2
13	ДДТ	с.т.	0,1	2
14	Кадмий (Cd <sup>5+</sup> )	с.т.	0,001	2
15	Карбофос	о.л.	0,05	4
	Керосин:			
16	технический	о.л.	0,01	4
17	тракторный	о.л.	0,01	4
18	окисленный	о.л.	0,01	4
19	осветительный	о.л.	0,05	4
20	сульфированный	о.л.	0,1	4
21	Кобальт (Co <sup>2+</sup> )	с.т.	0,1	2
22	Кремний	с.т.	10	2
23	Литий	с.т.	0,03	2
24	Некаль	о.л.	0,5	3
	Нефть:			
25	многосернистая	о.л.	0,1	4
26	прочая	о.л.	0,3	4
27	Никель	с.т.	0,1	3
28	Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	с.т.	3,3	2
29	Пиридин	с.т.	0,2	2
30	Роданиды	с.т.	0,1	2
31	Ртуть (Hg <sup>2+</sup> ) (для неорганических соединений)	с.т.	0,0005	1
32	Севин	о.л.	0,1	4
33	Сульфиды	о.с.	Отсутствие	3
34	Сурьма (Sb <sup>3+</sup> )	с.т.	0,05	2
35	Тетраэтилолово	с.т.	0,0002	1
36	Тетраэтилсвинец	с.т.	Отсутствие	1
37	Тиофос	о.л.	0,003	4
38	Фенол**	о.л.	0,001	4
	флотореагенты			
39	ИР-70	о.л.	Отсутствие	4
40	ААР-1	о.л.	0,001	4
41	ААР-2	о.л.	0,005	4
42	Ферроцианиды	с.т.	1,25	2
43	Фосфор элементарный	с.т.	0,0001	1
44	Хром (Cr <sup>6+</sup> )	о.л.	0,05	3
45	Хром (Cr <sup>3+</sup> )	о.л.	0,5	3

\* с. т. - санитарно-токсикологический, о. л. - органолептический, о. с. - общесанитарный.

\*\* ПДК в размере 0,001 учитывается при применении хлора для обеззараживания воды; в иных случаях допускается содержание суммы летучих фенолов в воде в концентрации 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

**12.12.** Требования к качеству подземных вод на стадии выбора источника водоснабжения определены по ГОСТ 2761-84,

Одновременно с требованием благоприятной санитарной оценки условий залегания и формирования подземных вод, места размещения водозаборных сооружений

необходимо, чтобы сухой остаток был не более 1-1,5 г/дм<sup>3</sup>, концентрация хлоридов - не более 350 мг/дм<sup>3</sup>, концентрация сульфатов - не более 500 мг/дм<sup>3</sup>; общая жесткость не более 7 мг-экв/дм<sup>3</sup> (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается до 10 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Остальные требуемые показатели состава воды и концентрации химических веществ указаны в табл. 40; концентрации химических веществ промышленных и сельскохозяйственных загрязнителей воды не должны превышать предельно допустимые концентрации для воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, а также нормы НРБ-76.

Таблица 40

Показатель	Показатель качества воды по классам		
	1	2	3
Мутность, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,5	1,5	10,0
Цветность, градусы, не более	20	20	50
Водородный показатель, pH	6-9	6-9	6-9
Железо (Fe), мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,3	10	20
Марганец (Mn), мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,1	1	2
Сероводород (H <sub>2</sub> S), мг/дм <sup>3</sup> , не более	Отсутствие	3	10
фтор (F), мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,5-0,7*	1,5-0,7*	5
Окисляемость перманганатная, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не более	2	5	15
Число бактерий группы кишечных палочек (БГКП) в 1 дм <sup>3</sup> , не более	3	100	1000

\* В зависимости от климатического района.

В табл. 40 к 1 классу отнесены воды, качество которых по всем показателям удовлетворяет требованиям ГОСТ 2874-82; ко 2 классу воды, качество которых по отдельным показателям имеет отклонения от требований ГОСТ 2874-82; они могут быть устранены аэрированием, фильтрованием, обеззараживанием; для воды 3-го класса для доведения качества воды до требований ГОСТ 2874-82 необходимы, кроме вышеупомянутых методов обработки, дополнительные методы - фильтрование с предварительным отстаиванием, использование реагентов и др. Если качество подземных вод выходят за пределы норм табл. 40 (соленые воды, воды с высоким содержанием фтора и т. п.), подземные воды могут быть использованы по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы при наличии методов обработки, надежность которых подтверждена специальными технологическими и гигиеническими исследованиями.

**12.13.** Качество воды в водозаборах систем искусственного пополнения запасов подземных вод зависит от состава и свойств “сырой” воды источника пополнения и подземных вод (“естественной” подземной воды).

В отдельности качество “сырой” и “естественной” подземной воды по составу и свойствам может отличаться от требований ГОСТ 2874-82, но при обязательном условии, что после их полного или частичного смешения в водоносном пласте и водозаборном сооружении, а также в результате процессов физико-химического взаимодействия “сырой” воды с подземными водами и породами эксплуатируемого водоносного горизонта отбираемая вода для подачи потребителю приобретает качества, отвечающие требованиям ГОСТа,

Если это не достигается, должна выполняться соответствующая очистка “сырой” воды (до подачи ее на инфильтрацию) или последующая очистка смешанной воды после откачки ее из водозабора (перед подачей потребителю). Методы производства очистки воды указаны в СНиП 2.04.02-84.

**12.14.** При разведке подземных вод отбор проб для изучения качества воды выполняется из разведочных и эксплуатационных скважин при проведении из них откачек, при наблюдениях за режимом подземных вод намеченного к использованию и смежных с ним водоносных горизонтов. Отбор проб выполняется также из всех источников, поверхностных водотоков и водоемов, дренажных сооружений, горных выработок, шахтного водоотлива и других водных объектов, находящихся в зоне влияния водозабора.

Частота, количество и методы отбора проб воды, количество и виды анализов устанавливаются в зависимости от гидрогеологических, гидрохимических, санитарных условий участка с учетом целевого назначения подземных вод в соответствии с ГОСТ 18963-73\*, а также ГОСТ 2874-82 и требованиями водопотребителя к качеству воды для производственного водоснабжения.

**12.15.** При наличии в подземных водах повышенной концентрации железа для выбора метода обезжелезивания воды при анализах необходимо обратить внимание на следующие показатели: содержание железа (общего и в том числе двухвалентного); содержание сероводорода, свободной углекислоты; рН воды; щелочность воды; перманганатную окисляемость. Для обоснования выбора метода удаления из воды марганца существенное значение имеют следующие показатели: содержание марганца, сульфатов, бикарбонатов, рН воды.

**12.16.** При проектировании водозаборов подземных вод необходимо ориентироваться не только на показатели качества воды, определенные на участке водозабора в период изысканий, но и на данные прогноза возможного изменения качества воды во времени, так как в условиях эксплуатации водозабора нередко наблюдается ухудшение состава отбираемой воды. Это особенно важно для районов с неоднородным химическим составом подземных вод, а также для районов, где наиболее вероятно загрязнение подземных вод (интенсивно используемые густозаселенные промышленные и сельскохозяйственные территории).

Прогноз качества воды во времени необходим для определения рационального режима эксплуатации и срока действия водозабора, а также размеров зон санитарной охраны.

**12.17.** Прогноз качества подземных вод выполняется на основе закономерностей движения растворенных и эмульгированных веществ в водоносных пластах, которые следуют из рассмотрения теории миграции. Определяющее влияние на скорость и дальность распространения загрязнений имеет непосредственный перенос загрязняющих веществ фильтрационным потоком; кроме того, сказывается влияние конвективной дисперсии, сорбции и других физико-химических процессов, для количественной оценки которых необходимы соответствующие экспериментальные данные.

При приближенном прогнозе качества подземных вод исходят, во-первых, из предпосылки о преобладающем поршневом характере вытеснения природных подземных вод загрязненными водами, поступающими на том или ином участке в водоносный горизонт; во-вторых, учитывается смешение подземных вод различного состава, поступающих в водоносный горизонт из отдельных источников питания как в естественных условиях, так и при действии водозаборов, фильтрации из накопителей сточных вод и т. д.

В результате прогноза должны быть определены: время  $t_b$  продвижения загрязнений к водозабору от участка их поступления в горизонт; концентрация загрязняющих веществ в водозаборе  $C_b$ . Для простых схем фильтрационных потоков значения  $t_b$  и  $C_b$  могут быть определены аналитическими расчетами; часть из них приведена ниже при “внутренних” источниках загрязнения, находящихся в изолированном пласте, а также при “внешних” источниках загрязнения (переток загрязненных вод в эксплуатируемый горизонт из смежного по разрезу горизонта).

В одномерном плоскопараллельном потоке подземных вод в водоносном горизонте, изолированном непроницаемыми кровлей и подошвой, время движения загрязнений по полосе тока на участке длиной  $L$  определяется по зависимости

$$t_b = mnL/q_e, \quad (153)$$

где  $m$  - мощность горизонта, м;  $n$  - активная пористость;  $q_e$  - погонный расход потока подземных вод, м<sup>2</sup>/сут.

Концентрация загрязняющего компонента  $C_b$  в конце расчетного участка  $L$  равна концентрации в начале участка (предполагается, что в изолированном пласте смешение отсутствует и что в начале участка загрязнением охвачена вся мощность горизонта).

Если одновременно с фильтрацией происходит равновесная сорбция загрязняющего вещества, то

$$t_e = AmnL/q_e, \quad (154)$$

где  $A = (1 + \beta) / \beta$ ,  $\beta$  - коэффициент распределения вещества между жидкой и твердой фазами. При известных значениях  $\beta$  аналогичный множитель  $A$  вводится в формулу (158).

При работе линейного водозабора инфильтрационного типа, расположенного вблизи реки или водоема, когда концентрации компонента в речной воде  $C_p$  и в подземных водах на берегу  $C_b$  отличаются друг от друга, результирующая концентрация на линии водозабора  $C_e$  составит

$$C_e = (q_p C_p + q_b C_b) / (q_p + q_b), \quad (155)$$

где  $q_p$  и  $q_b$  - расходы, поступающие в водозабор со стороны реки и со стороны берега;

$$q_p = km(H_p - H_e) / x_0; \quad (156)$$

$$q_b = km(H_k - H_b) / (x_k - x_0). \quad (157)$$

Здесь  $x_0$  - расстояние от водозабора до реки;  $km$  - водопроводимость горизонта,  $H_e$  и  $H_p$  - уровни воды в водозаборе и в реке;  $H_k$  и  $x_k$  - естественный уровень подземных вод на берегу на расстоянии  $x_k$  от водозабора.

При работе одиночного или группового водозабора в изолированном пласте в удалении от реки при отсутствии естественного потока подземных вод ( $q_e = 0$ ) время движения загрязнений к водозабору от участка, находящегося на расстоянии  $r_\phi$ , составит

$$\bar{t}_e = \pi mn (r_\phi^2 - r_0^2) / Q_e, \quad (158)$$

где  $Q_e$  - расход водозабора;  $r_0$  - радиус водозабора.

Концентрация загрязняющего компонента в водозаборе  $C_e$  определяется по формуле смешения

$$C_e = (C_4 Q_4 + C_3 Q_3) / Q_e. \quad (159)$$

где  $C_4$  и  $C_3$  - концентрации загрязняющего компонента в чистых и загрязненных подземных водах;  $Q_4$  и  $Q_3$  - расходы воды, поступающие к водозабору с чистого и загрязненного участка. Значения  $Q_4$  и  $Q_3$  определяются аналитическим и графоаналитическим методом с учетом размера очага загрязнения и гидрогеологических параметров пласта.

Если эксплуатируемый напорный водоносный горизонт, содержащий подземные воды хорошего качества, получает питание из вышележащего загрязненного покровного безнапорного горизонта и атмосферных осадков (двухслойный пласт), то концентрация загрязняющего компонента на одиночном или групповом водозаборе  $C_e$  определится из выражений:

$$\ln[(C_e - C_n) / (C_n - C_n)] = [\mu_n \bar{Q} e^{\bar{Q}} / (\mu_n + \mu_n^*)] [-Ei(-\alpha_0)]; \quad (160)$$

$$\bar{Q} = Q_e / 4\pi m a^{**}; \quad a^{**} = km / \mu^{**}; \quad \mu^{**} = \mu_n + \mu_n^*; \quad (161)$$

$$\alpha_0 = \bar{Q} + r_0^2 / 4a^{**}t$$

Здесь  $C_n$  и  $C_n$  - концентрации загрязняющего компонента в верхнем питающем безнапорном и в нижнем напорном эксплуатируемом горизонтах;  $\mu_n$  и  $\mu_n^*$  - водоотдача верхнего питающего и нижнего эксплуатируемого слоев,  $km$  - водопроводимость эксплуатируемого напорного горизонта,  $Q_e$  - расход водозабора,  $r_0$  - радиус водозабора,  $[-Ei(-\alpha_0)]$  - интегральная показательная функция.

При использовании подземных вод слоистой водоносной толщи, в которой напорные водоносные горизонты в хорошо проницаемых отложениях гидравлически связаны друг с другом через слабопроницаемые слои, качество воды в эксплуатируемом горизонте

может со временем измениться вследствие перетекания воды из загрязненного смежного питающего слоя через слабопроницаемый слой. При достижении максимального расхода перетока концентрация загрязняющего компонента в водозаборе  $C_e$  составит

$$C_e = C_n + (C_s - C_n) (km)_s / [(km)_s + (km)_n], \quad (162)$$

где  $C_s$  и  $C_n$  - концентрации загрязняющего компонента в эксплуатируемом и питающем водоносных горизонтах;  $(km)_s$  и  $(km)_n$  - водопроницаемости этих горизонтов соответственно.

Для сложных фильтрационных потоков в неоднородных многослойных водоносных толщах, при сложных граничных условиях и других случаях для прогноза качества воды используются графоаналитические, численные методы и моделирование.

**12.18.** По составу и виду загрязнения подземных вод подразделяются на химические (органические и неорганические), биологические, радиоактивные и тепловые.

Наиболее крупная по масштабам инфильтрация загрязненных вод может происходить на промышленных площадках, из шламо- и хвостохранилищ, из накопителей и испарителей сточных вод, на полях орошения и полях фильтрации.

Ухудшение качества подземных вод может быть связано также с привлечением некондиционных или загрязненных подземных вод из удаленных от водозабора участков эксплуатируемого водоносного горизонта; подтягиванием высокоминерализованных подземных вод к водозабору из более глубоких частей горизонта; привлечением воды из водотоков и водоемов, загрязненных промышленными, хозяйственно-бытовыми, сельскохозяйственными стоками; инфильтрацией загрязненных сточных и атмосферных вод с застроенных промышленных и городских территорий и др.

В отдельных случаях загрязнение водоносного горизонта происходит через неисправные водозаборные, разведочные, газовые, нефтяные скважины и другие горные выработки.

**12.19.** В проекте водозабора должны быть освещены источники питания подземных вод, а также существующие и возможные источники загрязнения. Основной эксплуатируемый водоносный пласт, смежные (по разрезу и в плане) водоносные горизонты, связанные с ними ближайшие реки, водоемы, а также хранилища бытовых и промышленных сточных вод должны быть охарактеризованы в отношении химического состава воды как по основным показателям, нормируемым ГОСТ 2874-82, так и по специфическим показателям, характеризующим сточные воды и промышленные отходы данного района, дренажный и поверхностный сток с сельскохозяйственных площадей и т. п.

**12.20.** Контроль за качеством подземных вод на действующих водозаборах осуществляется учреждениями и организациями, в ведении которых находятся централизованные системы хозяйственно-питьевого водоснабжения и водопроводы, используемые одновременно для хозяйственно-питьевых и технических целей. Перечень контролируемых показателей качества воды определяется с учетом местных и санитарных условий и должен быть согласован с санитарно-эпидемиологической службой.

**12.21.** Качество подземных вод, используемых при децентрализованном водоснабжении, регламентируют "Санитарные правила по устройству и содержанию колодцев и каптажей родников, используемых для децентрализованного и хозяйственно-питьевого водоснабжения".

### 13. ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

**13.1.** Для сохранения питьевого качества воды водозаборы подземных вод должны располагаться, как правило, вне территории промышленных предприятий и населенных пунктов. Кроме того, для предотвращения загрязнения водозабора в соответствии с "Положением о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения" в окрестности водозабора устанавливается зона санитарной охраны (ЗСО), в которой

осуществляются специальные мероприятия, исключающие возможность поступления загрязнений в водозабор и в водоносный пласт в районе водозабора.

**13.2.** При организации ЗСО учитывается вид загрязнений (микробное, химическое), определяющий их устойчивость (стабильность) и в связи с этим возможную длину пути продвижения в водоносном пласте.

Длина пути продвижения болезнетворных микроорганизмов в водоносном горизонте зависит от их вида и количества, а также от гидрогеологических факторов, но при этом ограничивается временем выживаемости и сохранения вирулентности микроорганизмов в специфических условиях водоносного пласта; таким образом, микробные загрязнения в подземных водах неустойчивы, нестабильны. Время выживаемости болезнетворных организмов в подземных водах является важным параметром при определении размеров ЗСО; по данным специальных исследований, оно достигает 100-400 сут.

При обосновании ЗСО водозаборов подземных вод адсорбция и другие факторы (кроме выживаемости), ограничивающие возможность распространения микроорганизмов, обычно не учитываются. Учет этих факторов допускается только в случаях, если их влияние резко выражено и закономерности проявления достаточно изучены.

В отношении химических загрязнений при проектировании ЗСО водозаборов подземных вод условно принимают, что в водоносном горизонте эти вещества не изменяют свой состав и концентрацию в результате взаимодействия с подземными водами и породами, т. е. являются стабильными и поэтому могут переноситься потоком в водоносном горизонте на большие расстояния. Хотя некоторые химические вещества могут активно взаимодействовать с подземными водами и породами, что приводит к сокращению скорости движения химических загрязнений и ограничению дальности их распространения, однако, как и для микробных загрязнений, физико-химические превращения химических веществ в водоносных пластах могут учитываться при проектировании ЗСО только в случаях, если эти процессы резко выражены и их закономерности достаточно изучены.

**13.3.** При определении размеров ЗСО водозаборов подземных вод, а также состава санитарно-оздоровительных и защитных мероприятий в пределах ЗСО должны учитываться производительность, тип водозабора и гидрогеологические условия, в частности естественная защищенность подземных вод от поверхностного загрязнения. Защищенность эксплуатируемого водоносного горизонта зависит от возможности и интенсивности поступления в него загрязненных вод с поверхности земли или из рек, озер и других водоемов.

К защищенным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, которые имеют в пределах всех поясов в ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов или с поверхности земли; должна также отсутствовать непосредственная связь с поверхностными водами.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

а) грунтовые воды, т. е. подземные воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;

б) напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в естественных условиях или в результате снижения напора (уровня) при эксплуатации водозабора получают питание на площади ЗСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов через литологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

В количественном отношении степень защищенности водоносного горизонта оценивается по времени нисходящего движения загрязнений от поверхности земли до кровли эксплуатируемого водоносного горизонта через толщу перекрывающих пород (см. п. 13.19). При оценке степени защищенности необходимо учитывать мощность, пористость, фильтрационные свойства перекрывающих пород, градиент напора при вертикальной фильтрации, и, кроме того, вид загрязнений.

Если время нисходящего движения загрязнений меньше 400 сут, водоносный горизонт является не защищенным от микробных загрязнений, фильтрующихся через



перекрывающую толщу пород. Если время движения меньше 25-50 лет (обычно принимаемый проектный срок работы водозабора), то водоносный горизонт не защищен от нейтральных химических загрязнений.

В случаях, когда залегающая над водоносным горизонтом толща пород не обеспечивает естественную защищенность подземных вод от поверхностного загрязнения, защита водозабора в пределах ЗСО реализуется специальными мероприятиями так, чтобы возможные источники загрязнения были удалены от границ ЗСО на расстояние, при котором длительность движения загрязнений по пласту к водозабору будет не менее заданной (100-400 сут для микробных, 25-50 лет для химических загрязнений).

На участках расположения водозаборов, где запасы подземных вод позволяют неограниченную во времени длительность их эксплуатации, водоносный горизонт также должен быть защищен от любого вида загрязнения на неограниченный срок.

**13.4.** Возможность организации ЗСО определяется на стадии выбора источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения; проектирование ЗСО основывается на материалах гидрогеологических, гидрологических, санитарных, микробиологических исследований.

Проект ЗСО входит в состав проекта хозяйственно-питьевого водоснабжения и разрабатывается вместе с ним. Проект ЗСО и план санитарных мероприятий, предназначенных для обеспечения требуемого качества подземных вод, должны быть согласованы с исполкомами местных Советов депутатов, с землепользователями, с органами санитарно-эпидемиологической службы, органами по регулированию использования и охране вод, органами коммунального хозяйства, органами геологии.

**13.5.** В состав ЗСО входят три пояса: первый - строгого режима, второй и третий - ограниченный. Первый пояс ЗСО включает территорию расположения водозаборов, площадок расположения всех водопроводных сооружений, при искусственном пополнении - инфильтрационные сооружения и водоподводящий канал. Он устанавливается в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте расположения водозаборных и водопроводных сооружений.

Граница первого пояса ЗСО устанавливается в зависимости от защищенности подземных вод в пределах первого и второго поясов ЗСО: на расстоянии не менее 30 м от водозабора - при использовании защищенных подземных вод, и на расстоянии не менее 50 м - при использовании недостаточно защищенных вод. При использовании группы подземных водозаборов граница первого пояса должна быть удалена на те же расстояния (не менее 30 или 50 м) от крайних скважин (шахтных колодцев) водозаборных групп.

Если расстояние между водозаборными скважинами превышает 100 м, первый пояс ЗСО допустимо устанавливать отдельно для каждой скважины.

В отдельных случаях для водозаборов, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, а также для водозаборов, расположенных в благоприятных санитарно-технических и гидрогеологических условиях, границу первого пояса ЗСО допускается приблизить к водозабору по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы на расстояние до 15 или 25 м соответственно для защищенных или недостаточно защищенных водоносных пластов.

При искусственном пополнении запасов подземных вод граница первого пояса должна устанавливаться на расстоянии не менее 50 м от водозабора и на расстоянии не менее 100 м от инфильтрационных сооружений (бассейнов, каналов и др.). Для береговых (инфильтрационных) водозаборов подземных вод в границы первого пояса необходимо включать территорию между водозабором и поверхностным водоемом, если расстояние между ними менее 150 м. Для подрусовых водозаборов первый пояс ЗСО следует предусматривать как для водозаборов из поверхностных источников водоснабжения.

**13.6.** Второй пояс ЗСО предназначен для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений; поскольку второй пояс расположен внутри третьего пояса, он предназначен также для защиты и от химического загрязнения.

Основным параметром, определяющим расстояние от границы второго пояса ЗСО до водозабора, является расчетное время  $T_m$  продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для утраты жизнеспособности и вирулентности патогенных микроорганизмов, т. е. для эффективного самоочищения воды.

Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами исходя из условий, что если за ее пределами через зону аэрации или непосредственно в водоносный горизонт поступят микробные загрязнения, то они не достигнут водозабора. Расчетное время  $T_m$  выбирается в соответствии с рекомендациями табл. 41.

Таблица 41

Гидрогеологические условия	$T_m$ , сут	
	в пределах I и II климатических районов	в пределах III и IV климатических районов
1. Грунтовые воды:		
а) при наличии гидравлической связи с открытым водоемом	400	400
б) при отсутствии гидравлической связи с открытым водоемом	400	200
2. Напорные и безнапорные межпластовые воды:		
а) при наличии непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом	200	200
б) при отсутствии непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом	200	100

**13.7.** Третий пояс ЗСО предназначен для защиты подземных вод от химических загрязнений. Расположение границы третьего пояса ЗСО также определяется гидродинамическими расчетами исходя из условия, что, если за ее пределами в водоносный пласт поступят химические загрязнения, они или не достигнут водозабора, перемещаясь с подземными водами вне области питания, или достигнут водозабора, но не ранее расчетного времени  $T_x$ . Время продвижения загрязненной воды от границы третьего пояса ЗСО до водозабора должно быть больше проектного срока эксплуатации водозабора (25-50 лет). Если запасы подземных вод обеспечивают неограниченный срок эксплуатации водозабора, третий пояс должен обеспечить соответственно длительное сохранение качества подземных вод.

Учет нестабильности химического загрязнения, позволяющий сократить размеры третьего пояса ЗСО, возможен только при наличии соответствующих экспериментальных данных.

Методы гидрогеологических расчетов для определения границ второго и третьего поясов ЗСО при различных гидрогеологических условиях и различных схемах водозаборов приведены в п. 13 15- 1322.

**13.8.** При особо трудных местных условиях при установлении надлежащих границ второго и третьего поясов их размеры в порядке исключения могут быть уменьшены или эти пояса могут быть объединены при условии, что качество подземных вод от этого не ухудшится. В этом случае следует представить обоснование возможности уменьшения размеров второго или третьего поясов (или их объединения), предусмотреть при необходимости специальные защитные мероприятия и получить на указанные изменения согласование санитарно-эпидемиологической службы и других организаций (см. п. 134).

**13.9.** Если участок реки (или поверхностного водоема) входит по гидрогеологическому расчету в пределы первого, второго и третьего поясов ЗСО берегового (инфильтрационного) водозабора подземных вод, имеющего гидравлическую связь с названными поверхностными водоемами, то и для последних необходимо устанавливать первый, второй и третий пояса ЗСО как для поверхностного

водоема в соответствии с пп. 4 1-4 3 Положения о ЗСО. Границы поясов ЗСО для поверхностных водоисточников (рек, озер, водоемов) устанавливаются в направлениях вверх и вниз по течению, а также в глубь берега.

Границы первого пояса ЗСО вверх и вниз по течению (т. е. вдоль водотока или водоема) устанавливаются на расстоянии 100- 200 м от крайних скважин берегового водозабора в зависимости от проточности, ширины акватории и др. По прилегающему к водозабору берегу граница первого пояса ЗСО водозабора устанавливается на расстоянии не ближе 100 м от линии уреза воды при летне-осенней межени; по противоположному берегу-см. Положение о ЗСО, п. 41.

Границы второго пояса ЗСО вверх по течению вдоль водотока (или водоема) и его боковых притоков определяются с учетом времени пробега воды от водозабора, необходимого для ее микробного самоочищения, что, в свою очередь, зависит от скорости течения и климатических условий. Вниз по течению от водозабора граница второго пояса должна быть на расстоянии, обеспечивающем водозабор от загрязнения при обратных ветровых течениях, что устанавливается с учетом характера водотока, скорости течения воды в нем и силы ветра. Боковые границы второго пояса ЗСО определяются шириной береговой полосы, которая при отсчете от уреза воды летне-осенней межени должна составлять не менее 500 м при равнинном рельефе местности; при гористом рельефе местности-750-1000 м (для пологого и крутого склонов соответственно). Границы третьего пояса ЗСО водотоков (водоемов) вверх и вниз по течению совпадают с границей второго пояса, боковые границы проводятся по линии водораздела в пределах 3-5 км, включая притоки реки (см. пп. 4.2.2-4.2.6 Положения). Если в районе берегового инфильтрационного водозабора расположение границ второго и третьего поясов ЗСО в глубь берегов, определенное по указаниям п. 13.9, не совпадает с расположением этих же границ, определенных по гидрогеологическим расчетам (см. пп. 13.15-13.22), следует принимать расположение, при котором границы удалены от водозабора на большее расстояние.

**13.10.** Санитарно-оздоровительные и защитные водоохранные мероприятия устанавливаются отдельно для каждого пояса ЗСО в соответствии с его назначением и выполняются либо как единовременные меры, осуществляемые до начала эксплуатации водозабора (например, снос некоторых строений, устройство ограды и др.), либо как постоянные мероприятия режимного характера (запрещение нового строительства, запрещение использования ядохимикатов и др.).

**13.11.** По второму и третьему поясам ЗСО предусматриваются следующие общие мероприятия:

1) выявление, ликвидация (или восстановление) всех бездействующих, старых, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в отношении возможности загрязнения водоносного горизонта;

2) регулирование любого нового строительства и бурение новых скважин при обязательном согласовании с местными органами санитарно-эпидемиологической службы, органами геологического контроля и органами по регулированию использования и охране вод;

3) запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли, которая может привести к загрязнению водоносного горизонта;

4) своевременное выполнение необходимых мероприятий по санитарной охране поверхностных водотоков и водоемов, имеющих непосредственную гидравлическую связь с используемым водоносным горизонтом;

5) запрещение размещения накопителей промстоков, шламохранилищ, складов горючесмазочных материалов, складов ядохимикатов и минеральных удобрений, крупных птицефабрик и животноводческих комплексов-источников химического нитратного загрязнения, а также других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод; размещение таких объектов допускается в пределах третьего пояса ЗСО только при использовании защищенных подземных вод, а также при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного

горизонта от загрязнения и по согласованию с вышеназванными органами санитарного, геологического и водного контроля.

При размещении в пределах третьего пояса ЗСО объектов, являющихся источниками микробного загрязнения (поля фильтрации, навозохранилища, животноводческие и птицеводческие предприятия и т. п.), должна быть исключена возможность поступления поверхностного и дренажного стока на территорию второго пояса ЗСО.

**13.12.** По второму поясу ЗСО, кроме мероприятий, общих для второго и третьего поясов, указанных в п. 13.11, подлежат выполнению следующие дополнительные мероприятия:

1) запрещение:

размещения кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, земледельческих полей орошения, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий, а также других сельскохозяйственных объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения подземных вод;

применения удобрений и ядохимикатов;

промышленной рубки леса;

2) выполнение мероприятий по санитарному благоустройству территории населенных пунктов и Других объектов (канализование, устройство водонепроницаемых выгребов) и др.

**13.13.** По первому поясу ЗСО дополнительно к мероприятиям, указанным в пп. 13.11 и 13.12 для второго и третьего поясов, предусматриваются следующие меры:

1) территория первого пояса должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена постоянной охраной;

2) запрещаются все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации водозабора и водопроводных сооружений, в том числе жилых и хозяйственных зданий, прокладка трубопроводов различного назначения, проживание людей (в том числе работающих на водопроводе), а также применение ядохимикатов и удобрений;

3) здания должны быть канализованы с отведением сточных вод в систему канализации или на местные очистные сооружения, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса ЗСО. В исключительных случаях при отсутствии канализации устраиваются водонепроницаемые приемники для бытовых отходов и нечистот, расположенные в местах, исключающих при их вывозе загрязнение территории первого и второго поясов;

4) предусматривается строгое выполнение санитарно-технических требований к конструкции водозаборных и наблюдательных скважин (оголовки, устья, затрубные пространства скважин и др.);

5) водозаборные скважины должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита при эксплуатации и проектной производительности, предусмотренной при проектировании водозабора и обосновании границ ЗСО.

**13.14.** Состав указанных в пп. 13.11-13.13 основных санитарно-оздоровительных и защитных мероприятий на территории ЗСО при наличии соответствующего обоснования может быть уточнен и дополнен применительно к конкретным гидрогеологическим условиям с учетом естественной защищенности подземных вод, а также современного и перспективного народнохозяйственного использования территории в районе ЗСО.

Водоохранные мероприятия на реках и водоемах, входящих в ЗСО водозаборов подземных вод, устанавливаются в соответствии с Положением о ЗСО.

**13.15.** Гидрогеологическими расчетами для обоснования проекта ЗСО должна быть определена область захвата, в пределах которой подземные воды в течение расчетного времени захватываются водозабором. Область захвата составляет часть более обширной области питания водозабора, в которой подземные воды движутся к водозабору.

Размеры и конфигурация области захвата находятся в зависимости от типа водозабора, схемы его размещения и режима эксплуатации, а также от

гидрогеологических условий (степени неоднородности водоносного пласта, наличия внешних источников питания и разгрузки и т. д.).

Как правило, вследствие сложности гидрогеологических условий область захвата водозабора имеет неправильные геометрические очертания, выявление которых возможно только на основе графоаналитических построений с использованием карт гидроизопьез (гидроизогипс), составленных по данным полевых наблюдений или моделирования фильтрации подземных вод к водозабору.

**13.15.** Если реальная гидрогеологическая обстановка может быть схематизирована и осреднена по основным расчетным параметрам (обычно это оказывается возможным в относительно простых гидрогеологических условиях, а также в сложных условиях, но на ранних стадиях проектирования водозабора и ЗСО), область захвата водозабора и другие искомые величины для обоснования проекта ЗСО Водозаборов подземных вод можно определять путем аналитических гидродинамических расчетов. При этом, если в водозаборе количество скважин более одной или используется горизонтальная дрена, схематизируются и сами водозаборы: обычно их представляют в виде единых групповых водозаборов - компактной сосредоточенной группы скважин или линейного ряда скважин. В системах искусственного пополнения подземных вод весь комплекс сооружений (водозабор, инфильтрационные сооружения) можно приближенно представить в обобщенном виде как одиночный укрупненный водозабор с дебитом

$$Q = Q_{\text{в}} - Q_{\text{б}}, \quad (163)$$

где  $Q_{\text{в}}$  - общий расход водозаборных скважин;  $Q_{\text{б}}$  - средний расход воды, поступающей в пласт из инфильтрационных сооружений.

Такой расчет возможен при относительно большом расходе водозабора в сравнении с общей подачей на инфильтрацию и размерах ЗСО, превосходящих расстояние между водозаборными скважинами и инфильтрационными сооружениями.

**13.17.** Обобщенная схема фильтрации подземных вод к водозабору с дебитом  $Q$  в однородном неограниченном водоносном пласте при наличии одномерного естественного бытового потока с единичным расходом  $q$  представлена на рис. 62.



## 62. Схема фильтрации подземных вод к водозабору

Область захвата водозабора увеличивается в процессе эксплуатации водозабора и соответственно положение границ ЗСО изменяется вместе с увеличением длительности работы водозабора  $T$ ; для расчета ЗСО этот период в зависимости от вида загрязнений, гидрогеологических и климатических условий принимается равным: для микробного загрязнения  $T = T_m = 100-400$  сут. (см. п. 13.6), для химического загрязнения  $T = T_x \geq 25$  лет (см. п. 13.1). В предельном случае при весьма длительной эксплуатации водозабора границы области захвата устанавливаются по нейтральной (раздельной) линии тока в условиях установившегося движения.

**13.18.** Для практических расчетов ЗСО область захвата водозаборных сооружений схематизируется в виде прямоугольника шириной и общей протяженностью  $L$ , причем (см. рис. 62)

$$L = r + R. \quad (164)$$

Величина  $2d$  принимается равной максимальной ширине области захвата водозабора.

Протяженность ЗСО вверх по потоку должна быть такой, чтобы частицы воды, удаленные от водозабора на расстояние  $R$ , достигли водозабора лишь к концу расчетного времени  $T$ , отсчитываемого от начала включения водозабора ( $T = T_m$  при расчете границы второго пояса ЗСО,  $T = T_x$  при расчете третьего пояса ЗСО).

Расстояние  $R$  целесообразно представить в виде

$$R = Rq + \Delta R, \quad (165)$$

где  $Rq$  - расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью естественного потока, удельный расход которого  $q$ ;  $\Delta R$  - дополнительное расстояние, которое проходит частица воды при эксплуатации водозабора.

Вниз по потоку подземных вод граница ЗСО, как правило, проводится через отдельную точку  $N$ . Но в тех случаях, когда расстояние от водозабора до точки  $N$  велико и время движения частиц воды от нее к водозабору больше расчетного времени  $T$ , положение границы ЗСО смещается ближе к водозабору на расстояние  $r$  от водозабора.

**13.19.** В безнапорных водоносных горизонтах, а также в неглубоко залегающих напорных пластах, перекрытых сверху слабопроницаемыми отложениями (двухслойные системы), при определении положения границы второго пояса ЗСО для защиты от микробного загрязнения в отдельных случаях, как отмечено в п. 13.3, целесообразно учитывать время  $t_o$  просачивания загрязненных вод по вертикали до основного эксплуатационного пласта, т. е. принимать  $T = T_m - t_o$ . Если  $t_o > T_m$ , водоносный горизонт защищен от микробных загрязнений.

Величина  $t_o$  приближенно может быть определена по следующим формулам:

а) при малой интенсивности инфильтрации загрязненных вод  $\varepsilon$  ( $\varepsilon < k_o$ ,  $k_o$  - коэффициент фильтрации пород зоны аэрации), т. е. когда инфильтрация происходит с неполным насыщением пор водой,

$$t_o \approx n_o m_o / \sqrt[3]{\varepsilon^2 k_o}. \quad (166)$$

б) при значительной интенсивности инфильтрации  $\varepsilon$  ( $\varepsilon > k_o$ ), т. е. при инфильтрации с полным насыщением пор,

$$t_o \approx n_o m_o / k_o; \quad (167)$$

в) при двух-трехслойном строении водоносной толщи

$$t_o \approx n_o m_o^2 / (k_o \Delta H). \quad (168)$$

В формулах (166)-(168)  $m_o$  и  $n_o$  - мощность и активная пористость пород над эксплуатируемым горизонтом (в случаях "а" и "б" - это породы зоны аэрации, в случае "в" - породы верхнего слабопроницаемого слоя),  $\Delta H$  - разность уровней воды основного эксплуатируемого и вышележащего питающего слоев.

Параметры  $k_o$ ,  $m_o$  и  $n_o$  следует определять при разведке подземных вод. На ранних стадиях изысканий (выбор водоносного горизонта, участка расположения водозабора) при отсутствии экспериментально определенных значений указанных параметров последние принимаются по литературным данным с учетом повышенной водопроницаемости покровных отложений и пород зоны аэрации.

**13.20.** Методы определения размеров ЗСО аналитическим способом разработаны для следующих расчетных схем фильтрации в однородных пластах<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> **Рекомендации** по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. - М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1983.

**Орадовская А. Е., Лапшин Н. Н.** Санитарная охрана водозаборов подземных вод. - М.: Недра, 1987.

1) одиночная скважина или компактная группа взаимодействующих скважин (сосредоточенный водозабор) вблизи совершенного или несовершенного водотока (водоема) при отсутствии естественного потока или при наличии естественного потока, направленного к реке, от реки, параллельно реке;

2) линейный ряд водозаборных скважин вблизи совершенного или несовершенного водотока (водоема) при отсутствии естественного потока или при наличии естественного потока, направленного к реке, от реки, параллельно реке;

3) одиночная скважина или компактная группа взаимодействующих скважин (сосредоточенный водозабор) в изолированном водоносном горизонте в удалении от поверхностных водотоков (водоемов) при наличии или отсутствии естественного потока;

4) линейный ряд водозаборных скважин в изолированном водоносном горизонте в удалении от поверхностных водотоков (водоемов) при наличии естественного потока, нормального к линии ряда скважин, и при отсутствии естественного потока;

5) сосредоточенный водозабор в водоносном горизонте, получающем дополнительное питание путем перетока из соседних водоносных горизонтов.

Соответствующие расчетные зависимости содержатся в “Рекомендациях по гидрогеологическим расчетам для определения границ II и III поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения”.

В сложных случаях (сложная схема водозабора, несколько взаимодействующих водозаборов, дрен, участков интенсивной инфильтрации из каналов, накопителей промстоков и т. п.; неоднородность водоносного горизонта в плане или в разрезе; сложная конфигурация реки; различные условия на границах водоносного горизонта, сложные гидрохимические условия и т. п.) вместо аналитических методов расчета ЗСО следует использовать графоаналитические методы расчета, моделирование фильтрации на аналоговых приборах, численное моделирование с применением ЭВМ.

**13.21.** Применительно к некоторым наиболее простым схемам фильтрации в районе водоотбора расчетные зависимости для определения границ ЗСО приведены в табл. 42, 43 и на рис. 63-86, где  $Q$  - общая производительность водозабора,  $m$  и  $n$  - мощность и активная пористость водоносного горизонта;  $Q_e$  - расход естественного потока подземных вод к береговому водозабору;  $Q_o$  - расход одной скважины линейного водозабора;  $p$  - количество скважин в линейном водозаборе;  $l$  - половина длины линейного ряда скважин;  $2\sigma$  - расстояние между скважинами в линейном ряду скважин;  $x_0$  - расстояние от реки до берегового водозабора;  $x_p$  - для береговых водозаборов - расстояние от реки до водораздельной точки; для водозаборов в удалении от рек - расстояние от водозабора до водораздельной точки.

Таблица 42

Схема	Расчетные зависимости для определения границ ЗСО водозаборов подземных вод			Дополнительные данные
	$R$	$r$	$d$	
63,а	$R = Rq + \Delta R$ $Rq = qT/mn$ $\Delta R$ - по графику рис 64	$r$ - по графику рис. 65 $r_{\max} = x_0 - x_p$	$d \approx 2QT/\pi mnL$ $d_{\max} = Q/(2q)$	$Q \leq \pi x_0 q$ $L = R + r$
63, б	$R = Rq + \Delta R$ ; $\Delta R$ - по графику рис. 67	$r$ - по графику рис. 66 $r_{\max} = x_0$	$d$ - по графику рис. 68	$Q > \pi x_0 q$ $\vartheta$
69	$R$ - по графику рис. 66, 70	$r$ - по графику рис. 66	$d$ -по графику рис. 71; 74	$q = 0$
72	$R$ - по графику рис. 66	$r$ - по графику рис. 73	$d$ - по графику рис. 74	-
75	$R$ - по графику рис. 76	$r_{\max} \approx y_p p$	$d_{\max} = Q_e/(2q)$	$2\pi \bar{Q}_e = \bar{Q} \arctg \bar{y}_p + \bar{x}_p$ $\bar{Q} = Q / 2\pi q x_0$ $\bar{x}_p = x_p / x_0$ $\bar{y}_p = y_p / x_0$
77,а	$\Delta R$ - по графику рис. 78	$r \approx \frac{QT}{2mnl} \left( 1 - \frac{2ql}{Q} \right)$ $r_{\max} = x_0$	$d \approx 2QT/\pi mnL$	-
77, б	$R$ - по графику рис. 79	$r \approx 2QT/\pi mnL$ $r_{\max} = x_0$	$d \approx 2QT/\pi mnL$	-
77, в	$r \approx \frac{QT}{2mnl} \left( 1 + \frac{2ql}{Q} \right)$ $R_{\max} = x_0$	$r$ - по графику рис. 81	$y_p$ - по графику рис. 80 $d_{\max} = y_p$	-
77,г	$R$ - по графику рис. 82	$r \approx y_p$ $y_p$ - по графику рис. 80	$d$ - по графику рис. 79 (при $R = 2d - x_0$ )	-
83	$R$ - по графику рис. 83	$r$ - по графику рис 83	$d = 2QT/\pi mnL$	-
84	$R$ - по графику рис. 85	$r$ - по графику рис. 85	$d = 2QT/\pi mnL$	-
86	$R$ - по табл. 43	$r \approx x_p$ $\bar{x}_p = \bar{Q} [\bar{x}_p K_1(\bar{x}_p) + v]$	$d = \frac{2T(Q - Q_{nep})}{\pi mnL}$ (при $q \neq 0$ ) $d = R = r$ (при $q = 0$ )	$\bar{x}_p = x_p / B$ $\bar{Q} = \frac{Q}{2\pi q B(v+1)}$ $Q_{nep} = Q - 2\pi x_p q$ $\frac{1}{B^2} = \left[ \frac{k_0}{m_0} \left( \frac{1}{km} + \frac{1}{(km)^*} \right) \right]$ $v = \frac{(km)}{(km)^*}$



Таблица 43

R/B	Значения R/B в зависимости от $\bar{T}$									
	Значения $\bar{T}$ при $\nu$ , равном									
	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	100
0,1	0	0	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,008	0,009	0,01
0,5	0,003	0,013	0,025	0,046	0,089	0,132	0,172	0,212	0,229	0,248
1,0	0,013	0,064	0,119	0,213	0,403	0,573	0,728	0,87	0,93	0,992
2,0	0,088	0,405	0,73	1,223	2,074	2,715	3,226	3,645	3,833	3,981
3,0	0,36	1,508	2,531	3,857	5,74	6,943	7,805	8,467	8,723	8,971
4,0	1,19	4,294	6,499	6,909	11,8	13,43	14,54	15,36	15,67	15,96
5,0	3,4	9,815	13,32	16,67	20,25	22,15	23,4	24,3	24,64	24,96
10,0	63,56	80,38	85,94	90,42	94,74	96,9	98,26	99,24	99,62	99,96
20,0	394,1	396,8	398,2	398,5	399,2	399,5	399,7	399,8	399,9	400
50,0	2491	2495	2497	2498	2499	2500	2500	2500	2500	2500

Примечание:  $\bar{T} = \frac{Q\tau\nu}{\pi m n B^2 (1 + \nu)}$ .

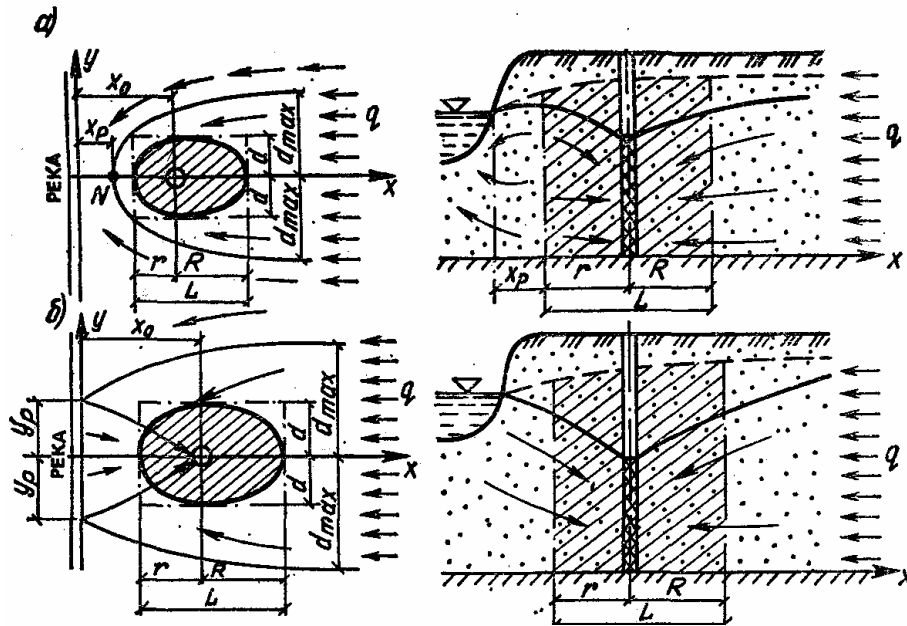


Рис. 63. Схемы фильтрации к сосредоточенному береговому водозабору при естественном потоке, направленном к реке

*a* - относительно малый расход водозабора ( $Q < \pi x_0 q$ ); *б* - большой расход водозабора ( $Q \geq \pi x_0 q$ )

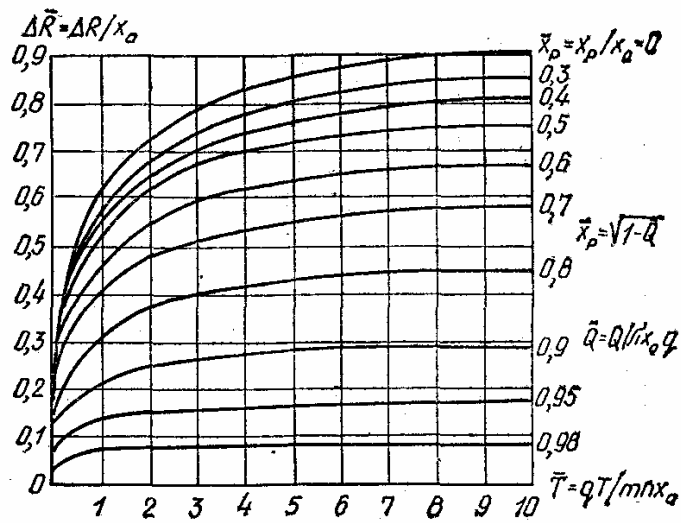


Рис. 64. График для определения протяженности ЗСО R (к схеме рис. 63,а)

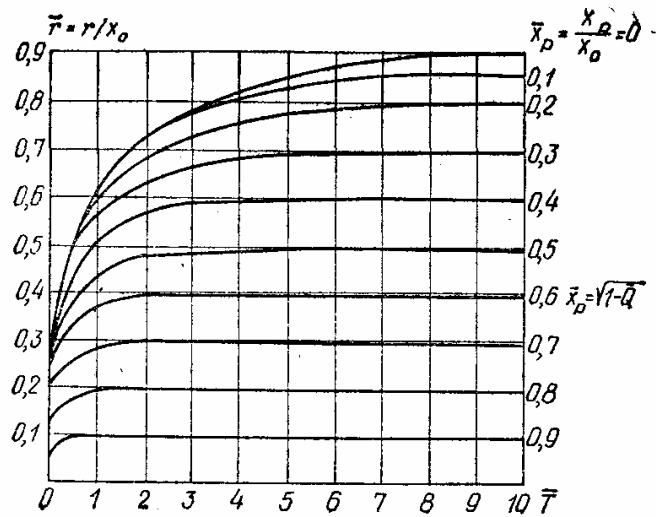


Рис. 65. График для определения протяженности ЗСО  $r$  (схеме рис. 63, а)

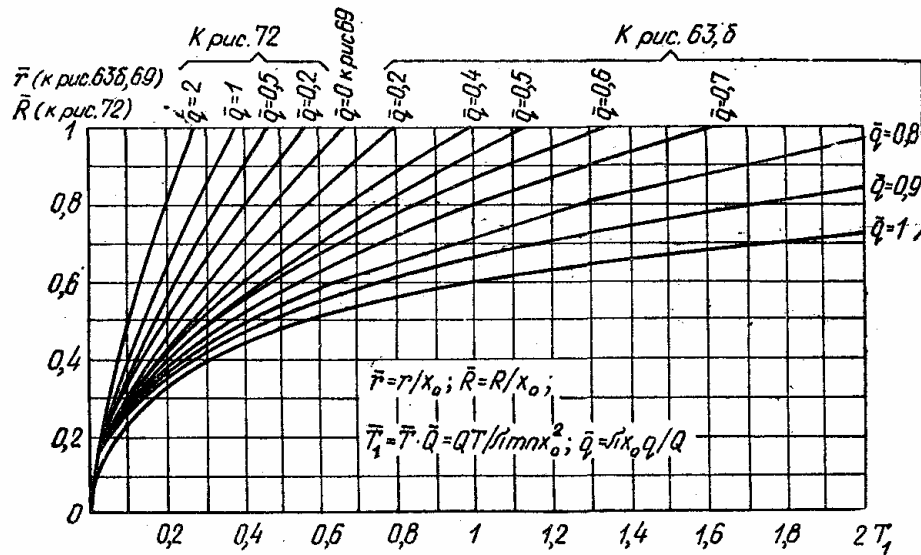


Рис. 66. График для определения протяженности ЗСО  $r$  (к схемам рис. 63, б, 69) и  $R$  (к схеме рис. 72)

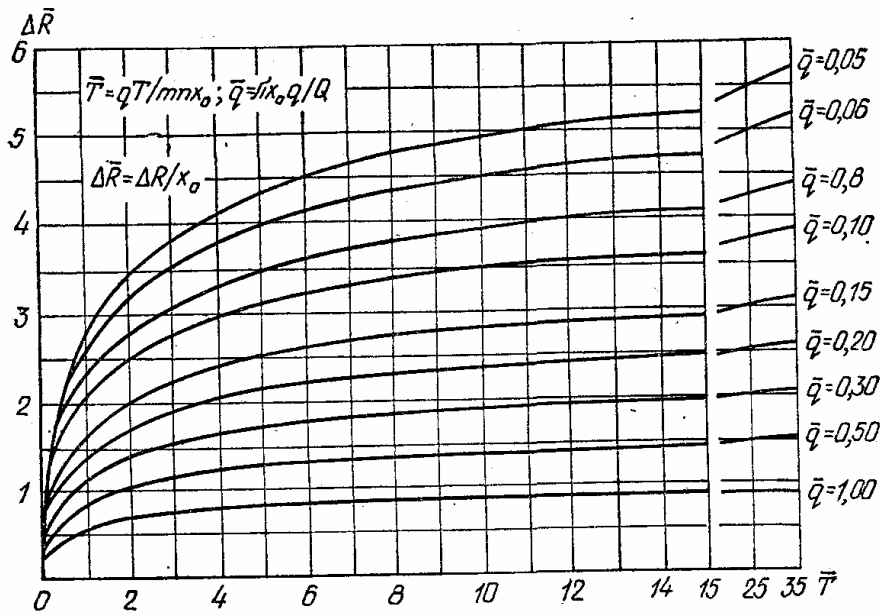


Рис. 67. График для определения протяженности ЗСОР (к схеме рис. 63, б)

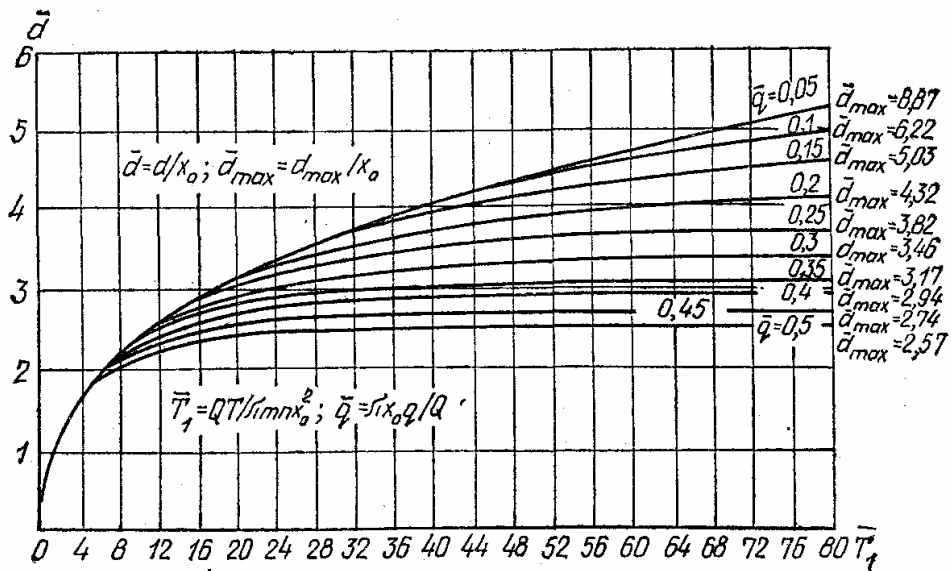


Рис. 68. График для определения ширины ЗСО  $d$  (к схеме рис. 63, б)

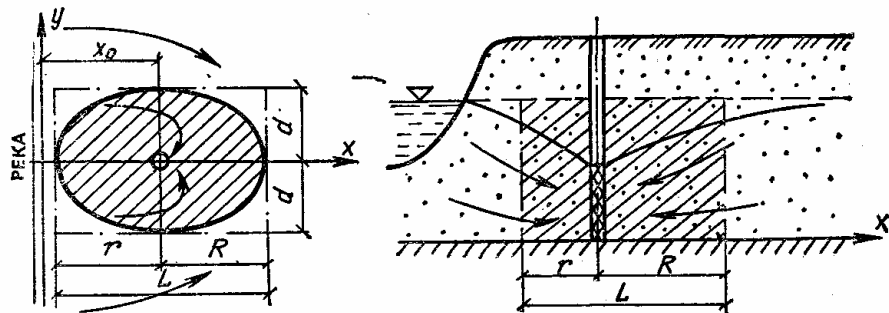


Рис. 69. Схема фильтрации к береговому сосредоточенному водозабору при отсутствии бытового потока ( $q = 0$ )

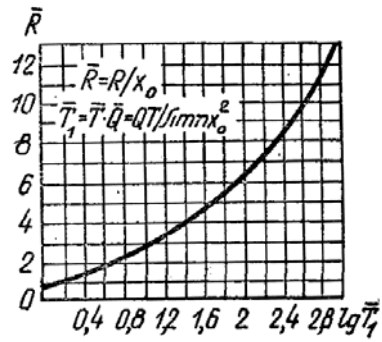


Рис. 70. График для определения протяженности ЗСО  $R$  (к схеме рис. 69)

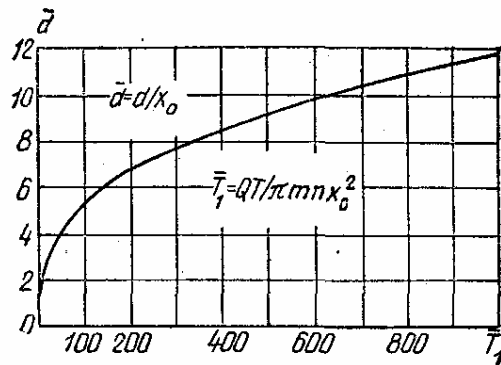


Рис. 71. График для определения ширины ЗСО  $d$  (к схеме рис. 69)

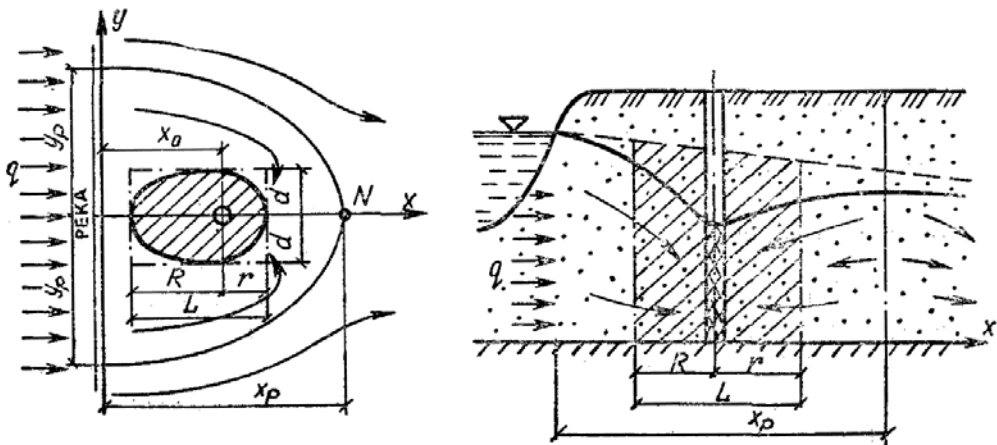


Рис. 72. Схема фильтрации к береговому сосредоточенному водозабору при естественном потоке, направленном от реки

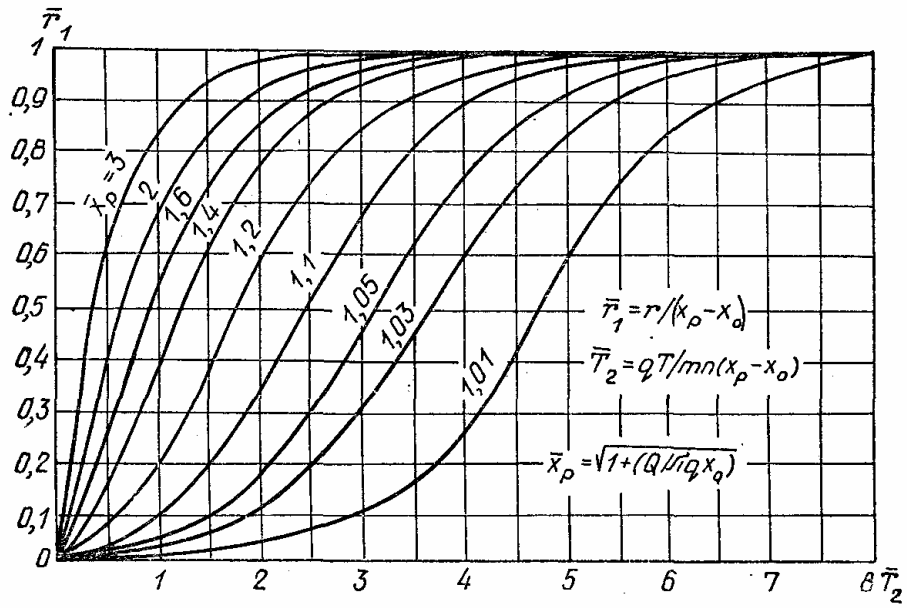


Рис. 73. График для определения протяженности ЗСО  $r$  (к схеме рис. 72)

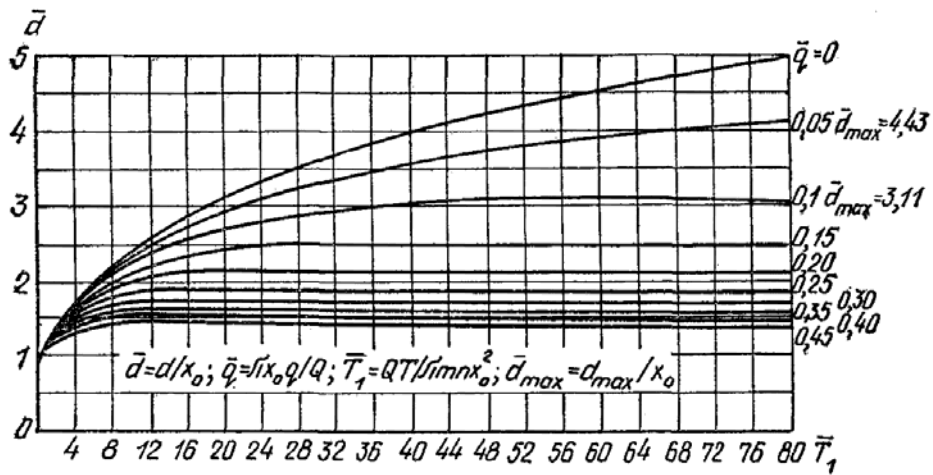


Рис. 74. График для определения ширины ЗСО  $d$  (к схемам рис. 69 и 72)

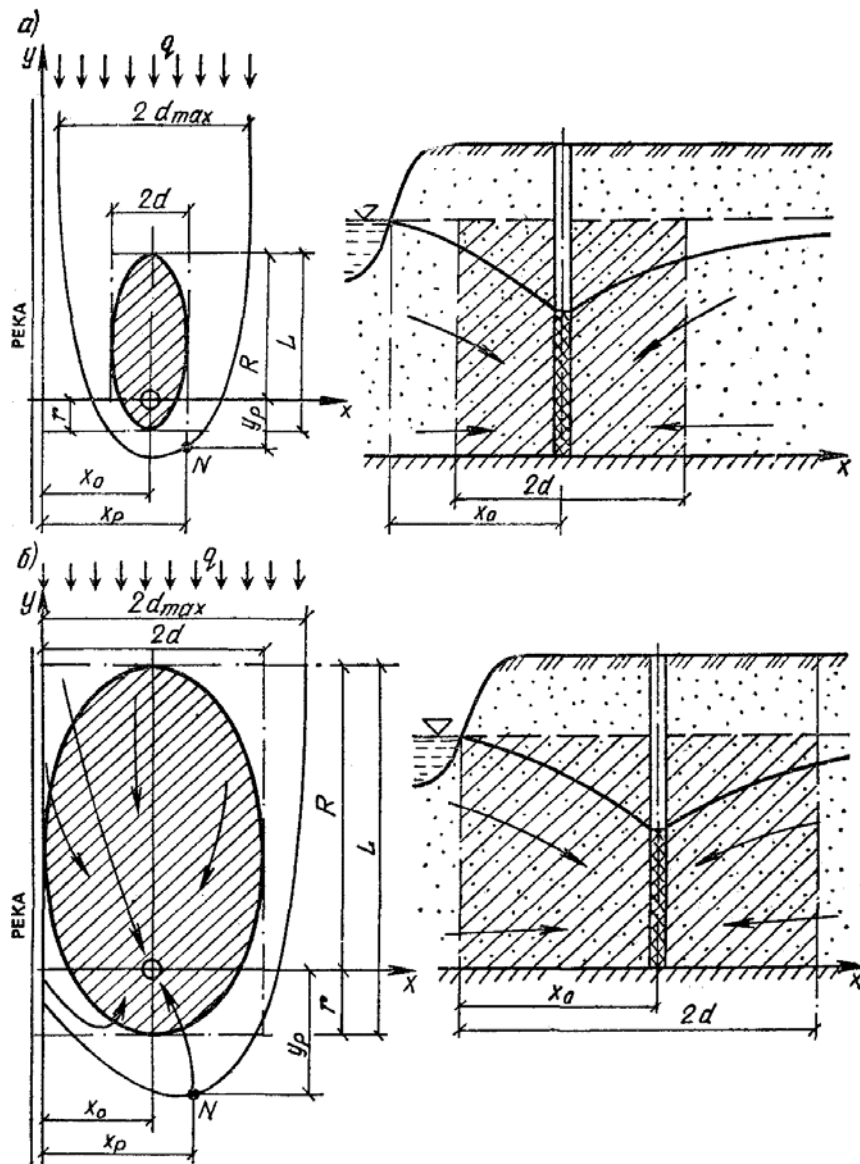


Рис. 75. Схема фильтрационного течения и береговому сосредоточенному водозабору при естественном потоке, параллельном реке

а - относительно малый расход водозабора; б - большой расход водозабора

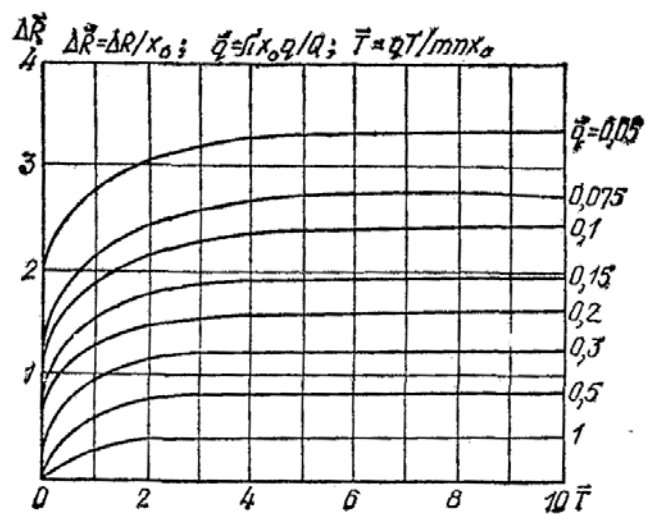


Рис. 76. График для определения протяженности ЗСО  $R$  (к схеме рис. 75)

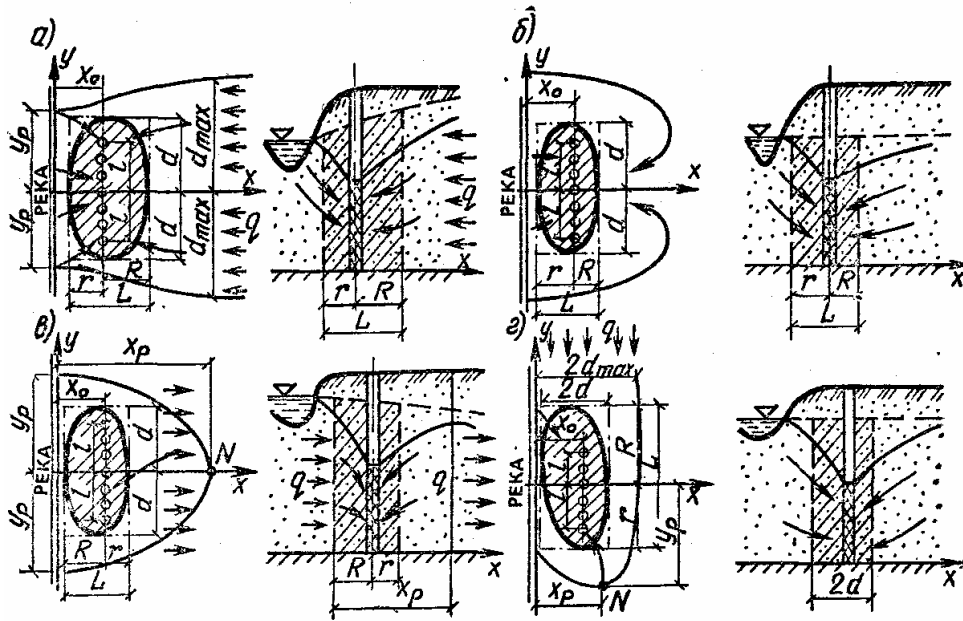


Рис. 77. Схемы фильтрации к линейному береговому водозабору

*a* - естественный поток направлен к реке; *б* - естественный поток отсутствует; *в* - естественный поток направлен от реки; *г* - естественный поток параллелен реке

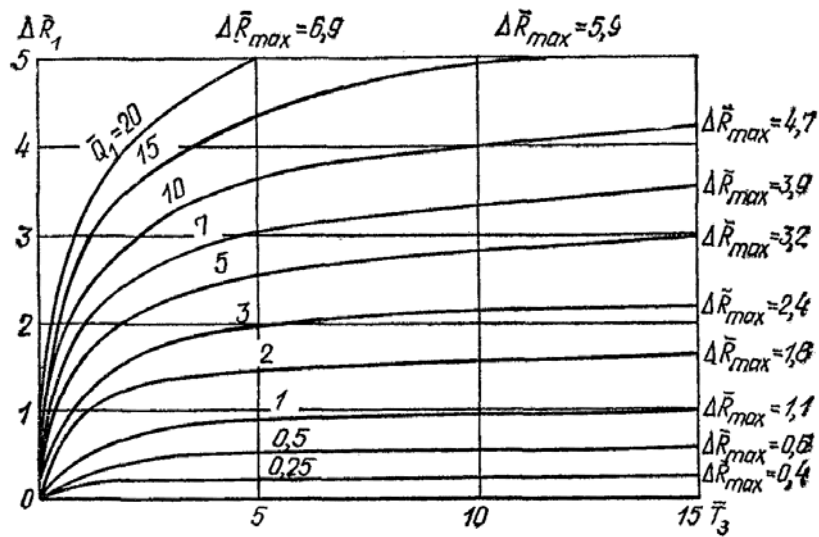


Рис. 78. График для определения протяженности ЗСО *R* (к схеме рис. 77, *a*)

$$\Delta \bar{R}_1 = \frac{\Delta R}{l} + \frac{\bar{Q}_1 x_0}{l(1 + \bar{Q}_1)}; \bar{T}_3 = \frac{Tq}{mnl} + \frac{x_0}{l(1 + \bar{Q}_1)}; \Delta \bar{R}_{max} = \frac{\Delta R_{max}}{x_0}; \bar{Q}_1 = \frac{\bar{Q}}{l^2} = \frac{Qx_0}{\pi q l^2}; \bar{l} = \frac{l}{x_0}$$



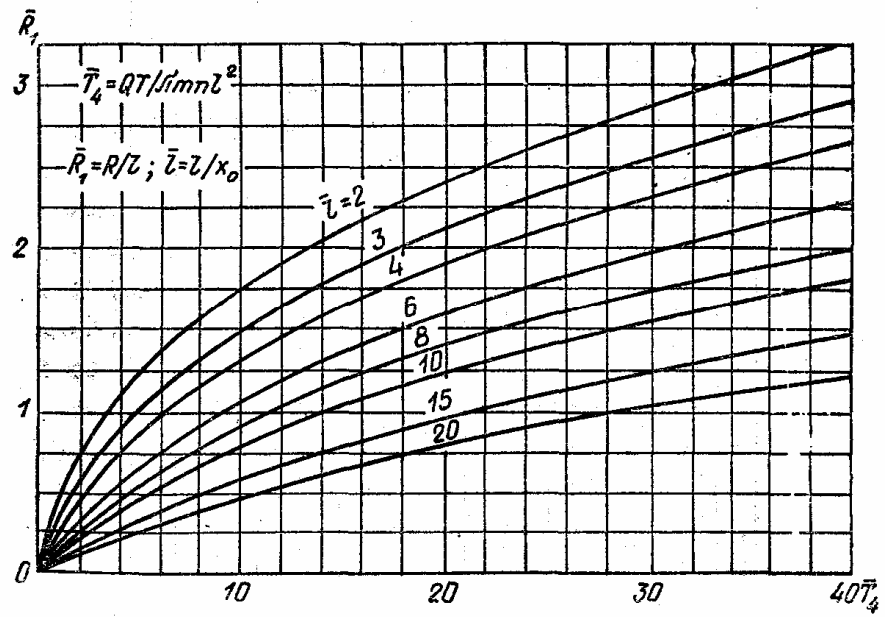


Рис. 79. График для определения протяженности ЗСО R (к схеме рис. 77, б)

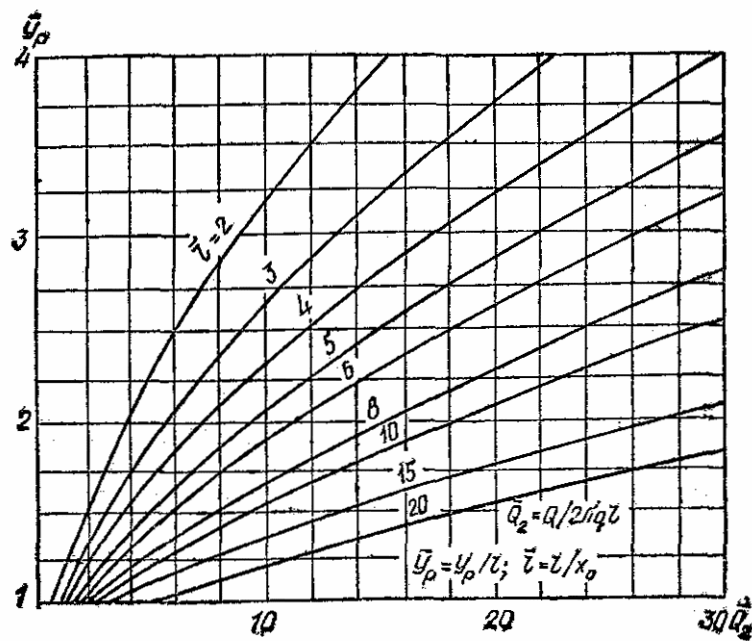


Рис. 80. График для определения ширины области питания линейного берегового водозабора  $u_p$  (к схеме рис. 77, в)

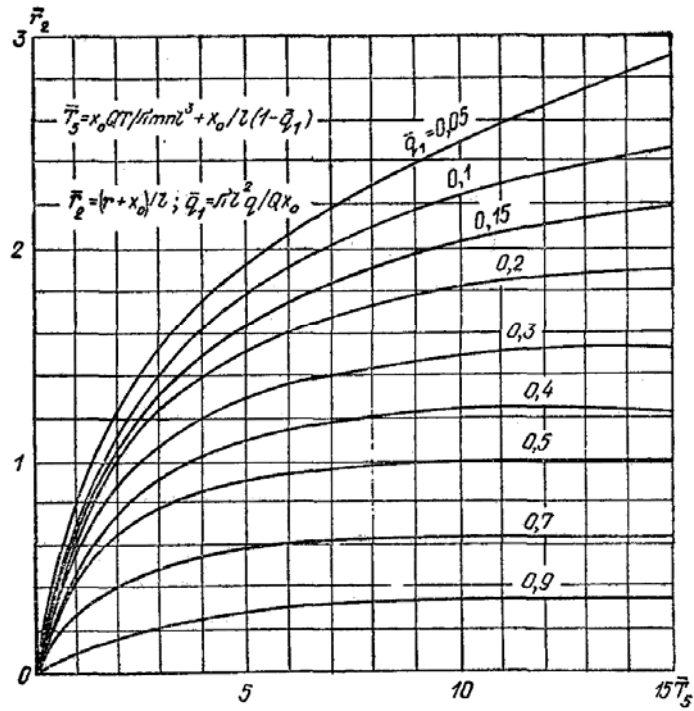


Рис. 81. График для определения протяженности ЗСО  $r$  (к схеме рис. 77, в)

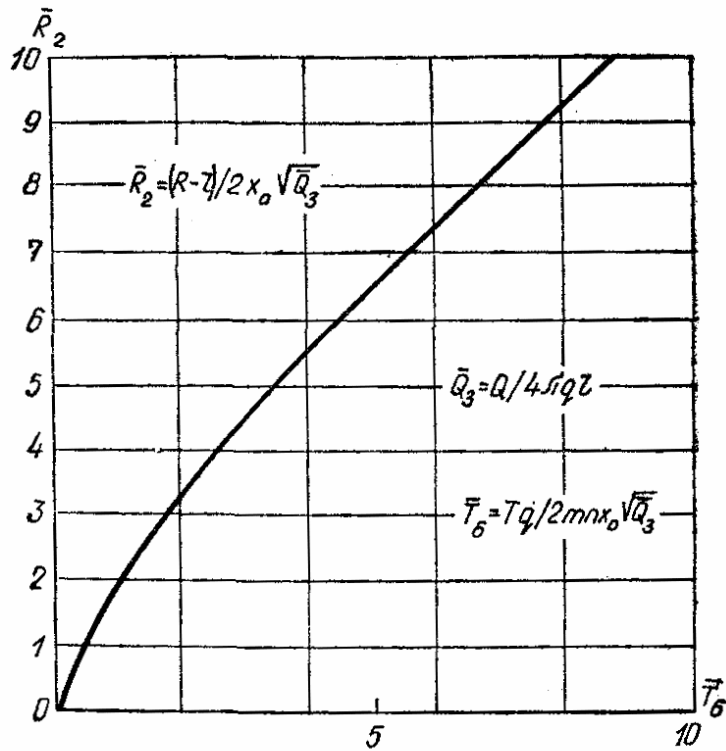


Рис. 82. График для определения протяженности ЗСО  $R$  (к схеме рис. 77, г)

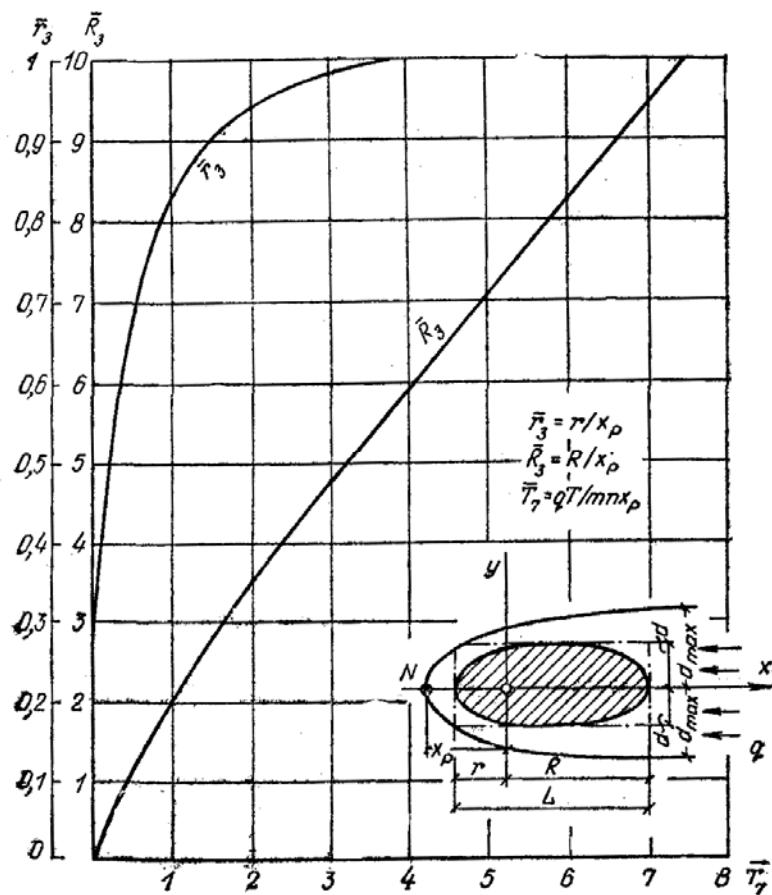


Рис. 83. График для определения протяженности ЗСО ( $r$  и  $R$ ) при действии сосредоточенного водозабора в изолированном неограниченном пласте

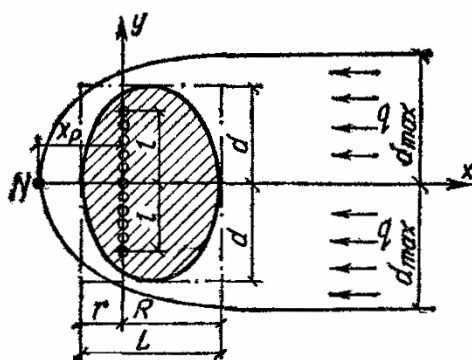


Рис. 84. Схема фильтрации к линейному водозабору в неограниченном пласте

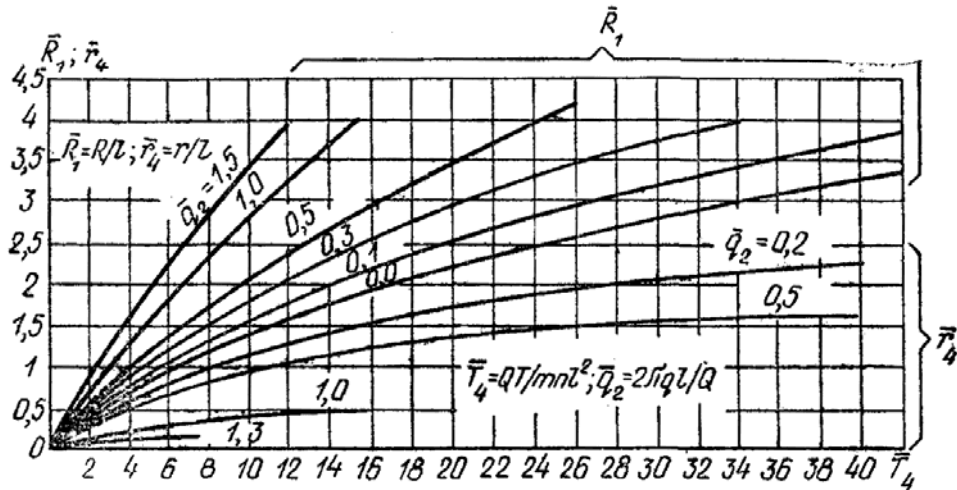


Рис. 85. График для определения протяженности ЗСО ( $R$  и  $r$ ) при действии линейного водозабора в изолированном неограниченном пласте

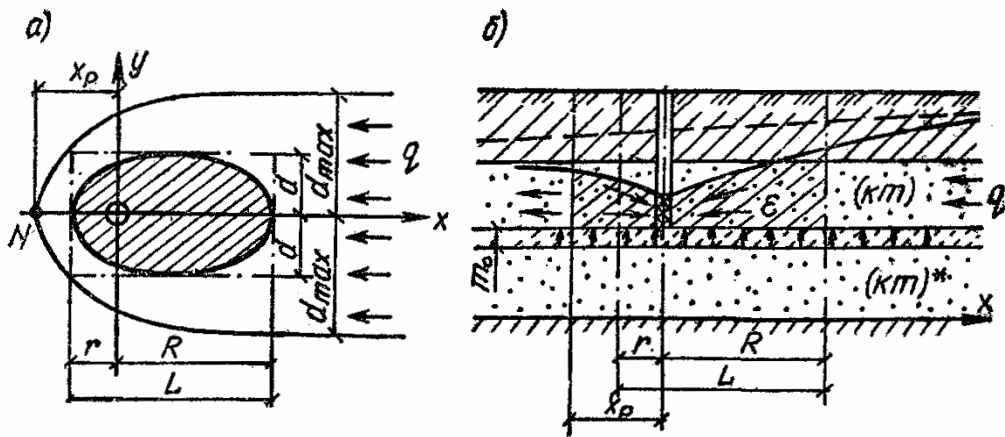


Рис. 89. Схемы фильтрации в водозаборе в условиях дополнительного питания пласта

$a$  - план;  $b$  - схема с дополнительным питанием путем перетекания из соседних пластов;  $в$  - схема с дополнительным питанием за счет уменьшения испарения

13.22. При расчетах ЗСО береговых водозаборов необходимо учитывать несовершенство речных русел, обусловленных неполнотой их врезки в водоносный пласт, а также наличием в ложе слабопроницаемых включений, затрудняющих гидравлическую связь подземных и поверхностных вод.

Практически несовершенство речных русел можно учесть с помощью метода дополнительного слоя  $\Delta L$ , в соответствии с которым все расчеты ведутся для совершенных русел, но урез реки отодвигается при этом на величину  $\Delta L = cth(2b\alpha)/\alpha$ ,

где  $b$  - ширина реки;  $\alpha = \sqrt{\frac{k_0}{kmm_0}}$ ;  $km$  - водопроницаемость пласта;  $k_0$  и  $m_0$  -

коэффициент фильтрации и мощность слабопроницаемого экранирующего слоя под руслом реки.

Таким образом, чтобы при расчетах ЗСО учесть несовершенство русел рек и водоемов, в соответствующих формулах и графиках к табл. 42 вместо расстояния  $x_0$  между рекой и водозабором следует брать величину  $x_0 + \Delta L$ .

## 14. НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

### Классификация насосных станций

**14.1.** Насосные станции на водозаборах подземных вод по условиям забора воды можно условно разделить на:

- насосные станции для забора воды из скважин;
- насосные станции на лучевых и горизонтальных водозаборах;
- насосные станции на каптажах источников.

Различают также наземные, заглубленные и подземные насосные станции.

**14.2.** В зависимости от степени обеспечения подачи воды объекту водопроводные насосные станции, как элемент общей системы водопровода, подразделяются на три категории в соответствии с указаниями СНиП 2.04.02-84.

На системах искусственного пополнения запасов подземных вод для подачи воды на инфильтрационные сооружения или сооружения предварительной очистки используются конструкции водозаборов и насосных станций, применяемые для поверхностных источников, и в настоящем Пособии не рассматриваются.

### Водоподъемное оборудование на водозаборах подземных вод

**14.3.** Для подъема воды используются:

- насосы с погружными электродвигателями ЭЦВ;
- насосы с трансмиссионным валом АТН и НА (насосы - в скважине или шахте, электродвигатели - над устьем скважины или полом насосной станции);
- насосы горизонтальные центробежные.

Эрлифты из-за низкого коэффициента полезного действия, необходимости дополнительного углубления скважин для создания в них столба воды соответствующей высоты, обеспечения их компрессорами или постоянно сжатым воздухом со стороны в настоящее время в системах водоснабжения практически не применяются.

При эксплуатации высоконапорных водоносных горизонтов скважины могут самоизливаться, и поэтому оборудование их водоподъемными устройствами нередко не требуется на период сработки напора водоносного горизонта в допустимых пределах.

### Насосы ЭЦВ

**14.4.** Насосы ЭЦВ могут применяться для оборудования скважин глубиной 10-300 м; их расходная характеристика имеет широкие пределы 4-375 м<sup>3</sup>/ч.

Насосные установки ЭЦВ предназначены для подачи воды с общей минерализацией (по сухому остатку) не более 1500 мг/л, содержащей не более 100 мг/л твердых механических примесей

В отдельных случаях допускается использование насосов для подачи воды с общей минерализацией до 2000 мг/л

Насосы ЭЦВ - одно - или многоступенчатые с вертикальным расположением вала работают с подпором (1-6 м), величина которого указывается в технической характеристике насоса каждой марки. Работа насоса без постоянного подпора (“всухую”) не допускается, так как при этом происходит сторание обмотки двигателя.

Насосы ЭЦВ могут работать в искривленных скважинах, в разнообразных гидрогеологических условиях, для них требуются минимальные размеры зданий (павильонов), в которых размещаются арматура напорных трубопроводов и станции управления.

## Насосы АТН и НА

**14.5.** Насосы с трансмиссионным валом АТН и НА - многоступенчатые, применяются при глубинах до 100 м.

Производительность их 30-200 м<sup>3</sup>/ч.

Насосы АТН и НА устанавливаются в основном в наземных павильонах. Все типы насосных установок с трансмиссионным валом могут нормально работать в строго вертикальных скважинах, в которых отклонения от вертикали исключают прикосание насоса к стенам обсадных труб.

Указанные насосы предназначены для подачи воды общей минерализацией не более 2000 мг/л с температурой до 35 °С. Содержание твердых механических примесей должно быть не более 1000 мг/л для установки НА и не более 5000 мг/л для установки АТН.

Наличие трансмиссионного вала большой длины и принудительной системы смазки подшипников вала усложняет условия эксплуатации этих насосов, поэтому наиболее целесообразно их применять для скважин небольшой глубины (30-40 м), в шахтных колодцах и водосборных колодцах горизонтальных и лучевых водозаборов.

Долголетняя практика эксплуатации этих насосов показала их надежность, но одновременно были установлены их недостатки.

Отклонения вала от центрального положения при длинной трансмиссионной передаче приводят к снижению КПД насосного агрегата до 20-25 %, хотя сам насосный узел обладает высоким КПД (88 %).

### Горизонтальные центробежные насосы

**14.6.** На водозаборах подземных вод горизонтальные центробежные насосы применяются на каптажах, когда насосные станции расположены непосредственно у каптажной камеры или сборного резервуара, на горизонтальных и лучевых водозаборах и довольно редко для подъема воды из скважин в случаях, когда динамический уровень подземных вод находится в пределах высоты всасывания насосов (3-6 м) с учетом гидравлических потерь во всасывающем трубопроводе, или в случаях, когда обеспечена работа насосов “под заливом”.

Заводом-изготовителем обычно гарантируется допустимая вакуумметрическая высота всасывания при определенной подаче и числе оборотов насоса, температуре воды до 20 °С и барометрическом давлении, равном 10 м вод. ст. Если насос предполагается использовать при условиях, отличающихся от паспортных данных, то новая допустимая для него высота всасывания должна быть пересчитана.

Диапазон производительности выпускаемых в СССР горизонтальных насосов очень широк - от 2 до 12500 м<sup>3</sup>/ч, напор насосов разных марок, с разным числом оборотов - от 15 до 700 м; на водозаборах применяют обычно насосы с напором 15-60 м.

Горизонтальные центробежные насосы позволяют изменять производительность, напор, мощность двигателей путем обточки колес в пределах 5-15 % (в зависимости от коэффициента быстрогоходности колеса) или изменения числа оборотов насосов.

Насосы, как правило, устанавливаются из расчета их работы “под заливом”, что упрощает автоматизацию их управления при эксплуатации. В случае установки насосов не “под залив”, в станции для запуска насосов устанавливаются вакуум-насосы и вакуум-котлы. В насосных станциях III категории допускается установка приемных клапанов на всасывающем трубопроводе диаметром до 200 мм,

### Определение производительности и подбор насосов

**14.7.** При конкретном подборе насосов следует руководствоваться номенклатурой, фактически выпускаемой промышленностью на год проектирования.

**14.8.** Общая производительность насосных станций на водозаборах подземных вод зависит от потребности в воде, схемы водоснабжения объекта, возможностей водоисточника.

**14.9.** В случаях, когда водоснабжение является и противопожарным, производительность насосных станций должна учитывать возможность восстановления пожарного объема воды в резервуарах и во всех случаях восстановления дополнительного аварийного объема, предусматриваемого на время ликвидации аварии при подаче воды в резервуары по одному водоводу, с учетом указаний п. 14.15.

**14.10.** При подаче воды из водоисточника непосредственно в сеть потребителя при отсутствии других источников питания сети общая

рабочая производительность насосных станций на скважинах (или каптажах) должна обеспечивать наибольший часовой расход в дни максимального водопотребления (рассчитывается по СНиП 2.04.02-84), а также расход воды на пожаротушение.

**14.11.** При подаче воды в емкость производительность определяется исходя из принятого режима работы насосов и величины регулирующего объема емкости. В этом случае группа насосных станций над скважинами рассматривается как единая насосная станция с числом насосов, равным количеству рабочих скважин на водозаборе. При наличии в емкости регулирующего объема подача из водозабора наибольшего часового расхода воды не требуется.

**14.12.** В большинстве случаев, особенно при значительном удалении водозабора от потребителя, выгодна равномерная работа насосов, однако режим работы насосов следует уточнять на основании технико-экономического сопоставления вариантов.

**14.13.** Наряду с рабочими насосными станциями на скважинах должны быть резервные станции по числу резервных скважин.

**14.14.** В насосных станциях на каптажах, горизонтальных и лучевых водозаборах должны быть резервные насосы. Число их устанавливается в зависимости от категории обеспечения подачи воды потребителю согласно разд. 7 СНиП 2.04.02-84.

**14.15.** Учитывая, что на период восстановления пожарного объема воды в резервуарах допускается по СНиП 2.04.02-84 снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды до 70 % расчетного расхода и на производственные нужды по аварийному графику, возможно на это время предусматривать использование на водозаборах резервных скважин.

**14.16.** Насосное оборудование выбирается на основе гидравлического расчета, учитывающего совместно гидрогеологические условия, характеристику насосов и работу трубопроводов. В результате расчета должны быть также установлены условия работы насосов:

положение рабочих точек, необходимость дросселирования напора затвором или целесообразность снятия рабочих колес погружных насосов по согласованию с заводом-изготовителем.

**14.17.** Необходимый напор у насосов определяется обычным путем. Он складывается из геометрической высоты подъема воды, гидравлических потерь в водоподъемной трубе насосной станции и напорном сборном трубопроводе.

Высота геометрического подъема воды исчисляется от динамического уровня воды в скважине до максимального уровня воды в сборном резервуаре или в месте подачи воды на станцию очистки или в резервуар башни. При подаче воды в промежуточный участок сборного напорного трубопровода - от динамического уровня воды в скважине до пьезометрической отметки в точке примыкания к водоводу. При непосредственной подаче воды из скважины в сеть потребителя высота геометрического подъема определяется от динамического уровня воды в скважине до отметки в месте примыкания к сети плюс необходимый свободный напор в этом месте. При подаче

воды в самотечные сборные водоводы высота подъема определяется от динамического уровня в скважине до места излива в водовод.

Гидравлические потери в водоподъемной трубе и насосной станции определяются расчетом.

**14.18.** При подборе насосов для группы скважин следует всегда стремиться к их однотипности, что значительно облегчает условия эксплуатации и комплектацию оборудования.

**14.19.** В сложных гидрогеологических условиях, когда при одинаковых понижениях уровня воды в скважинах дебиты их различные или, когда при одинаковых дебитах различны понижения, насосы следует подбирать индивидуально по каждой скважине.

**14.20.** При оборудовании скважин горизонтальными центробежными насосами помимо напорно-расходной характеристики следует учитывать и высоту всасывания насосов.

**14.21.** При оборудовании скважин на самоизлив в условиях постепенной сработки напора в водоносном горизонте следует предусматривать в дальнейшем возможность установки в скважинах центробежных насосов (ЭЦВ и др.).

**14.22.** Насосное оборудование на горизонтальных и лучевых водозаборах и каптажах водоисточников выбирается исходя из производительности водозабора, категории обеспечения подачи воды потребителю, условий компоновки и заглубления станции.

#### **Насосные станции для забора воды из скважин**

**14.23.** Над устьем водозаборных скважин устраиваются павильоны, предназначенные для размещения оголовка скважины, электродвигателя погружного насоса с трансмиссионным валом или горизонтального центробежного насоса, если скважины оборудуются этими типами насосов, приборов отопления, пусковой, контрольно-измерительной аппаратуры и приборов автоматики, а также части напорного трубопровода, на котором устанавливаются задвижки, обратный клапан, вантуз, пробно-спускной кран для отбора проб и трубопровод промывной воды с задвижкой, необходимой для сброса воды при пуске и промывке скважины.

**14.24.** Павильоны над скважинами могут быть наземными или подземными и приниматься, как правило, по типовым проектам института Союзгипрпроводхоз, редко - по индивидуальным проектам.

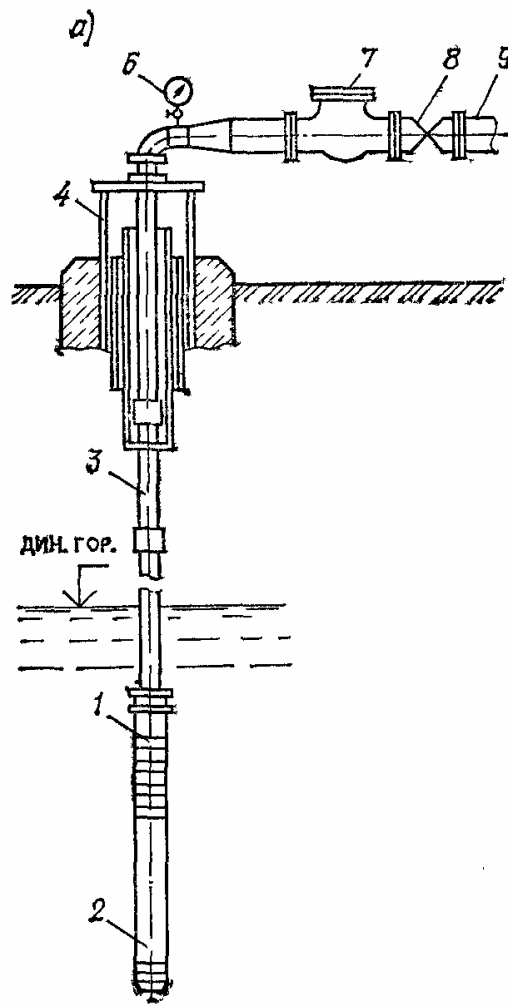
**14.25.** Подземные павильоны строятся обычно в сухих грунтах при оборудовании скважин насосами ЭЦВ. При установке насосов АТН и НА с двигателями над устьем скважины применяют, как правило, наземные павильоны. В тех случаях, когда водозаборные скважины располагаются на затапливаемых паводковыми водами поймах рек, павильоны строятся на подсыпке или под защитой дамб обвалования высотой, превышающей расчетный паводковый горизонт. Поверхность защитного обвалования укрепляется от размыва.

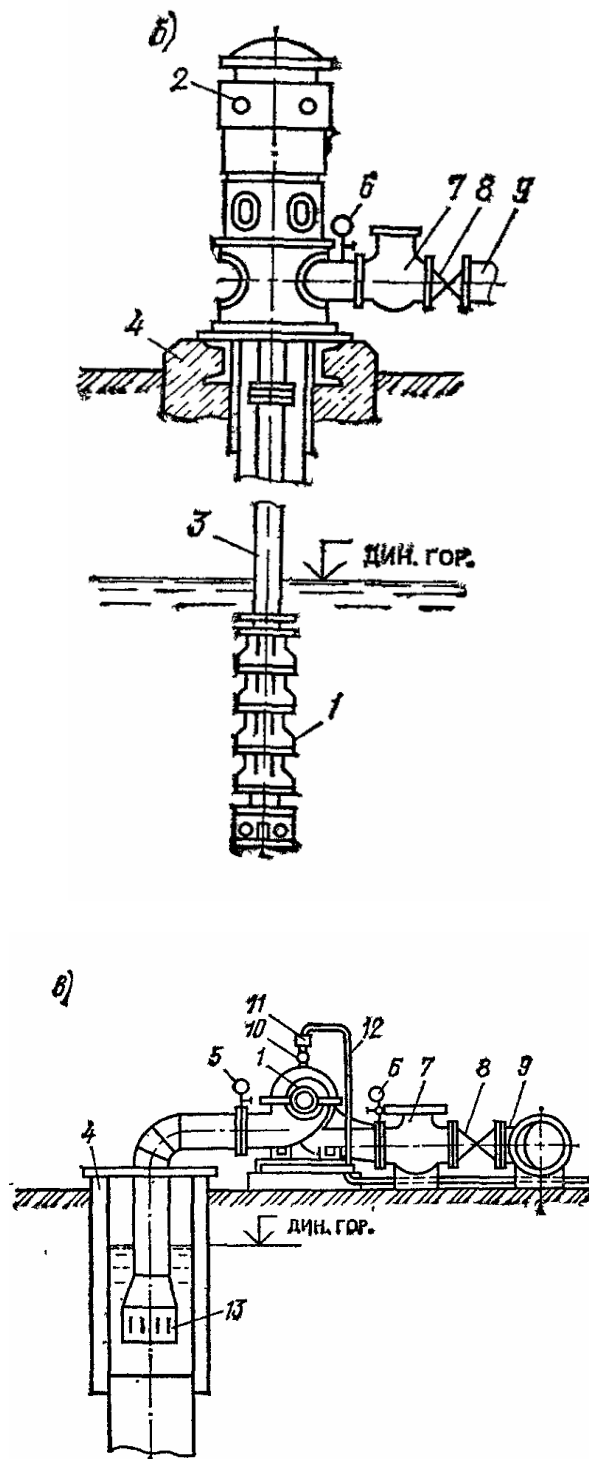
**14.28.** При оборудовании скважин горизонтальными насосами павильоны могут быть наземными или, при необходимости сокращения высоты всасывания, заглубленными при условии технико-экономического сравнения с насосными станциями, предусматривающими применение насосов ЭЦВ.

**14.27.** Напорные линии насосных станций оборудуются устройствами по замеру расходов воды, а также, если требуется, устройствами по защите водоводов от гидравлических ударов.

Схемы оборудования арматурой насосов и установки их в скважинах показаны на рис. 87.







**Рис. 87. Схемы оборудования скважин насосами и арматурой**

*а* - насосная установка с погружным электродвигателем; *б* - насосная установка с трансмиссионным валом; *в* - насосная установка с горизонтальным центробежным насосом; 1 - насос; 2 - электродвигатель; 3 - водоподъемная труба; 4 - оголовок скважины; 5 - вакуумметр; 7 - обратный клапан, 8 - задвижка; 9 - напорный трубопровод, 10 - вентиль; 11 - указатель движения воздуха; 12 - воздухопровод вакуум-установки, 13 - приемный клапан

**14.28.** Насосные станции должны проектироваться без постоянного обслуживающего персонала. Виды управления, объем автоматизации и технологического контроля принимаются в зависимости от категории обеспечения водоснабжения объекта в соответствии с разд. 13 СНиП 2.04.02-84.

Каждая насосная станция должна быть обеспечена связью (телефонной или радио). Для насосных станций над скважинами допускается предусматривать связь с помощью переносных телефонных аппаратов.

**14.29.** В качестве расходомеров применяются диафрагмы в комплекте с показывающим дифманометром или турбинные водомеры. Для продления срока службы турбинного водомера замеры расходов производят периодически, поэтому его следует устанавливать на обводных линиях в пределах павильона.

Для привода насоса ЭЦВ комплектно с ним поставляется станция управления с электродными датчиками уровней. Заводская схема станции управления обеспечивает работу погружного насоса в режиме автоматического или телемеханического управления. В соответствии с выбранной схемой насосная станция может работать одиночно или в группе в режиме автоматического управления с использованием различных командных датчиков.

Реле давления используется при работе насосных станций на водопроводную сеть или в регулируемую емкость.

Регулятор уровня используется в качестве командного датчика при работе насосной станции на подземный резервуар.

#### **Насосные станции на горизонтальных и лучевых водозаборах и каптажах источников**

**14.30.** На горизонтальных и лучевых водозаборах в зависимости от их производительности, условий залегания грунтовых вод и принятой схемы водозабора находят применение заглубленные насосные станции, реже наземные.

Заглубление подземной части насосной станции определяется условиями водозабора, типом и допустимой вакуумметрической высотой всасывания устанавливаемого насосного оборудования.

На горизонтальных и лучевых водозаборах насосные станции, как правило, совмещаются с водосборным колодцем.

При соответствующем обосновании допускается раздельная компоновка водосборного колодца и насосной станции.

Заглубленные насосные станции могут быть круглыми или прямоугольными в плане. Круглая форма более удобна при производстве работ опускным способом. Для оборудования насосных станций, совмещенных с водосборным колодцем, рекомендуется применять насосные установки ЭЦВ, АТН, НА.

**14.31.** Насосные станции на каптажах устраиваются непосредственно у каптажной камеры или у сборного резервуара.

Применяются в этих случаях наземные или заглубленные насосные станции по типовым проектам, разработанным институтом Харьковский Водоканалпроект, Мосгипротрансом и др., с горизонтальными центробежными насосами.

### **15. СБОРНЫЕ ВОДОВОДЫ И ЕМКОСТИ НА ВОДОЗАБОРАХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

#### **Схемы сборных водоводов**

**15.1.** Сборные водоводы на водозаборах подземных вод предназначаются для транспортирования воды от водозаборных (каптажных) сооружений до сборных узлов (резервуаров или станций подготовки воды).

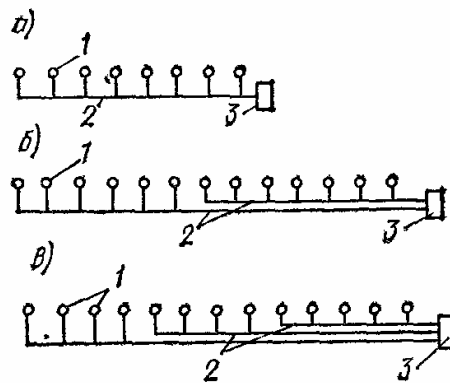
В отдельных случаях сборные водоводы присоединяются к магистральным водоводам или к внутривозрастным сетям объектов водоснабжения.

Сборные водоводы могут быть напорными, самотечными, напорно-самотечными и сифонными (при применении сифонного водозабора).

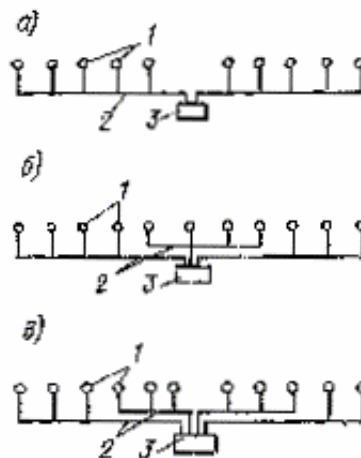
**15.2.** Схемы сборных водоводов в плане весьма разнообразны и зависят от расположения водозаборных (каптажных) устройств и их оборудования, от расположения сборных узлов, морфологических, геологических и гидрогеологических условий, схемы подачи воды потребителю, категории обеспеченности подачи воды, общей емкости резервуаров в системе водоснабжения, материала применяемых труб и др.

Схемы сборных водоводов могут быть линейными (тупиковыми), кольцевыми и парными.

Линейные водоводы наиболее распространены и применяются как при линейных (рис. 88, 89), так и при площадных или кольцевых схемах расположения водозаборных сооружений (рис. 90).

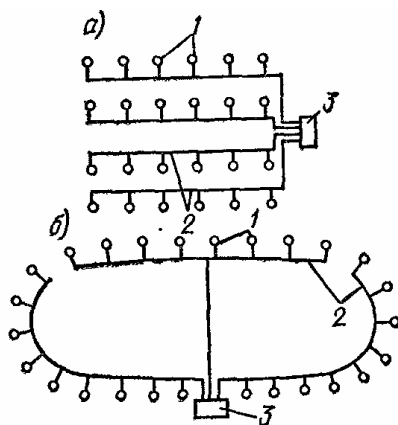


**Рис. 88. Схемы линейных (тупиковых) сборных водоводов при линейном расположении водозаборных сооружений и конечном расположении сборного узла**  
*a* - в одну нитку; *б* - в две нитки; *в* - в три нитки; 1 - водозаборы; 2 - сборные водоводы; 3 - сборный узел



**Рис. 89. Схемы линейных (тупиковых) сборных водоводов при линейном расположении водозаборных сооружений и центральном расположении сборного узла**

*a* - в две нитки; *б* - в три нитки; *в* - в четыре нитки 1 - водозаборы; 2 - сборные водоводы; 3 - сборный узел



**Рис. 90. Схемы линейных (тупиковых) сборных водоводов при площадном (а) и кольцевом (б) расположении водозаборов**

1 - водозаборы; 2 - сборные водоводы; 3 - сборный узел

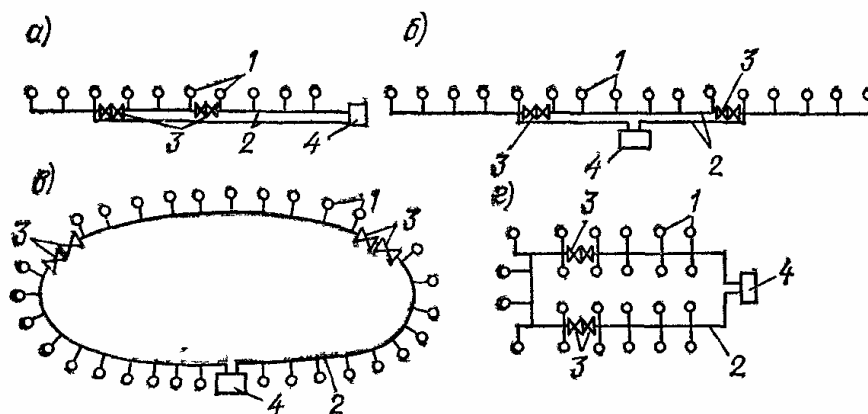
Линейная схема в одну нитку (см. рис. 88) применяется только при концевом расположении сборного узла в случае, если допускаются перерывы в подаче воды потребителю или на узел емкостей хранения воды.

Наиболее часто проектируются линейные схемы в две и три нитки (см. рис. 88, 89, 90). При этих схемах в случае выхода из работы одной нитки на ремонт или при аварии обеспечивается подача воды на сборный узел по другим ниткам в размере 70 % расчетного расхода воды. Линейная схема в четыре нитки может быть целесообразной при центральном расположении сборного узла на линейных (рис. 89) и площадных (рис. 90) водозаборах.

Для уменьшения взаимного влияния на производительность параллельно работающих насосов в скважинах количество их присоединяемых к одной нитке напорных сборных водоводов ограничивается, что определяется расчетом (см. п. 15.6).

Для сифонных сборных водоводов применяются обычно схемы с центральным или близким к нему расположением сборного узла и линейными схемами водоводов в две - три - четыре нитки.

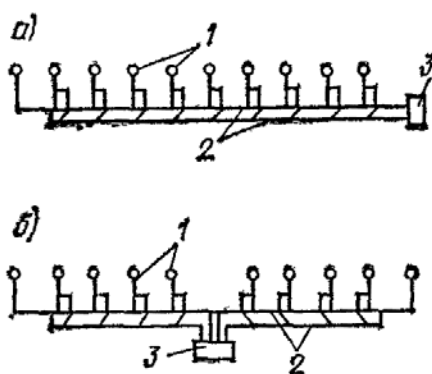
Кольцевые сборные водоводы могут применяться как при линейном, так и при кольцевых или площадных схемах расположения водозаборных сооружений (рис. 91).



**Рис. 91. Схемы кольцевых сборных водоводов**

а - при линейном расположении водозаборных сооружений и концевом расположении сборного узла; б - при линейном расположении водозаборных сооружений и центральном расположении сборного узла; в - при кольцевом расположении водозаборных сооружений; г - при площадном расположении водозаборных сооружений; 1 - водозаборы; 2 - сборные водоводы; 3 - задвижки; 4 - сборный узел

Парные сборные водоводы проектируются при большой производительности водозаборов и относительно коротких сборных водоводах (рис. 92).



**Рис. 92. Схемы парных сборных водоводов**

*а* - при концевом расположении сборного узла; *б* - при центральном расположении сборного узла; 1 - водозаборы; 2 - сборные водоводы; 3 - сборный узел

Сборные водоводы при их большой длине и большом количестве водозаборных сооружений целесообразно в ряде случаев подключать не к одному, а к двум и более сборным узлам, от которых по сборным водоводам насосной станцией второго подъема вода подается на центральный сборный узел и далее к потребителю. Такое решение применяется также при расширении водозаборов и проектировании сифонных водозаборов.

**15.3.** При выборе схемы сборных водоводов устанавливается положение сборного узла, который может быть концевым, центральным или близким к этим положениям. Расположение сборного узла зависит от местоположения потребителя по отношению к створу водозабора, а при самотечных сборных водоводах - также от рельефа местности по трассе. В зависимости от расположения сборного узла меняется в одном и том же случае длина сборных водоводов и водоводов от насосной станции второго подъема. Оптимальное решение находят технико-экономическим сравнением вариантов расположения сборного узла. Подсчетами определяют наименьшую протяженность и стоимость сборных водоводов и водоводов от насосной станции второго подъема, а также затраты энергии на подачу воды. Принимается вариант с меньшими приведенными затратами.

При значительном количестве скважин чаще применяется центральное или близкое к этому расположение сборного узла, при 3-8 скважинах - концевое.

### **Напорные сборные водоводы**

**15.4.** Напорные сборные водоводы проектируются чаще, чем самотечные. Для устройства напорных водоводов применяются асбестоцементные, пластмассовые, напорные железобетонные, чугунные и стальные трубы. При выборе материала труб следует учитывать требования экономии металлических труб и коррозионные свойства воды.

Гидравлический расчет напорных сборных водоводов должен выполняться, как правило, с учетом характеристик насосов и скважин (дебита и понижения).

**15.5.** Выбор диаметров труб сборных водоводов надлежит производить на основании технико-экономических расчетов с учетом насосного оборудования на водозаборных скважинах.

Диаметры напорных водоводов во избежание большой разницы в напорах у водозаборных скважин, подключаемых к сборным водоводам в начале и конце сборной

линии, ориентировочно можно принимать исходя из скорости движения воды в них 0,4-0,7 м/с для диаметров 100-400 мм и 0,7-1 м/с - для диаметров 500-1000 мм.

**15.6.** Линейные (тупиковые) сборные водоводы должны проектироваться по телескопической схеме с постепенным увеличением диаметров по мере подключения скважин.

Максимальное количество скважин, присоединяемых к одной нитке сборного водовода, определяется из условия, чтобы рабочие точки характеристики насосов не выходили за пределы области оптимальных КПД насосов, указанных в заводских характеристиках.

Кольцевые сборные водоводы, как правило, проектируются одного диаметра по всей длине кольца, обеспечивающего подачу 70 % расхода воды,

**15.7.** При гидравлическом расчете напорных водоводов в качестве рабочих принимаются скважины, наиболее удаленные от сборного узла.

### **Самотечные сборные водоводы**

**15.8.** Самотечная система сборных водоводов применяется при сборе воды от каптажей или самоизливающихся скважин, в отдельных случаях от скважин, оборудованных насосными установками. Самотечные водоводы укладываются из безнапорных бетонных и железобетонных труб; водоводы малого диаметра (150-400 мм) допускается укладывать из асбестоцементных напорных и пластмассовых труб. При насосной подаче воды из водозаборных сооружений в самотечную сборную сеть работа каждой насосной станции не зависит от работы других насосных станций и может быть отрегулирована в зависимости от производительности скважины и насосного оборудования,

Такая система позволяет не ограничивать количество скважин, присоединяемых к одной нитке сборной сети. Практически это количество предопределяется рельефом местности, условиями трассировки и оптимальной длиной трубопроводов от скважин.

Недостатком безнапорных сборных водоводов является возможность проникания в них загрязненных вод через неплотности в стыках труб и у колодцев,

**15.9.** Самотечные сборные водоводы, как и напорные, следует принимать телескопического вида с соединением труб различного диаметра при переходе от малого диаметра к большому по способу “шелыга в шелыгу”, а от большого диаметра к меньшему (в случае изменения уклонов с малого на большой) - “лоток в лоток”.

Смотровые колодцы следует устраивать в начале и в конце самотечного сборного водовода и в местах изменения диаметра труб и направления трассы.

На прямолинейных участках смотровые колодцы в зависимости от диаметра труб допускается устраивать на расстоянии 100-500 м.

**15.10.** Гидравлический расчет самотечных сборных водоводов имеет целью определить для заданных расходов воды и уклонов водоводов минимальный диаметр труб или размеры каналов при их максимально допустимом наполнении.

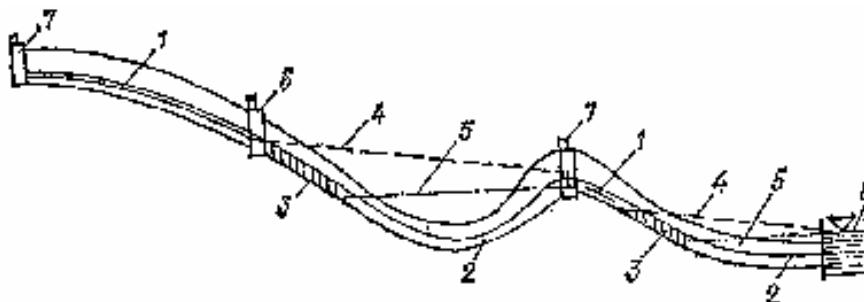
Гидравлический расчет производится по таблицам для расчета самотечных канализационных трубопроводов и каналов. В случае если сечение сборного трубопровода или канала отсутствует в таблицах, расчет производится по формулам, приведенным в гидравлических справочниках, с учетом указанных в них коэффициентов шероховатости.

Расчеты выполняются методом подбора: имея, как правило, заданный расход, по таблицам подбирают диаметр водовода, его уклон и наполнение.

**15.11.** В условиях пересеченной местности, когда трассировка самотечных водоводов на всем протяжении может оказаться экономически невыгодной из-за больших заглублений, применяются самотечно-напорные водоводы.

Схема самотечно-напорного водовода показана на рис. 93. Длина напорного участка водовода определяется путем построения пьезометрической линии от перевальной

точки до сборного резервуара. При построении пьезометрической линии учитываются также потери напора на излив в резервуар или концевой колодец, принимаемые равными 1-2 м. Головной и концевой колодцы напорного участка оборудуются вентиляционными трубами (в необходимых случаях - с фильтрами).



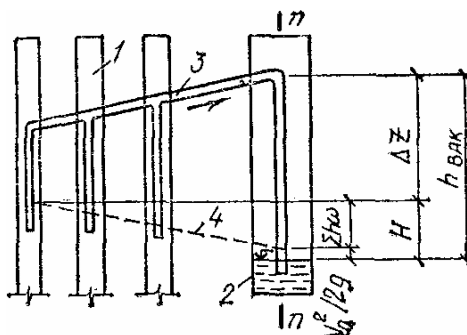
**Рис. 93. Схема самотечно-напорного водовода**

1 - участки самотечного водовода; 2 - участки напорного водовода; 3 - участки с переменным режимом; 4 - пьезометрическая линия при расчетном расходе воды; 5 - пьезометрическая линия при отсутствии расхода воды; 6 - головной колодец напорного участка; 7 - головной колодец самотечного участка; 8 - сборный резервуар

### Сифонные сборные водоводы

**15.12.** Сифонные сборные водоводы обычно применяются на водозаборах с уровнем подземных вод не глубже 5-8 м от поверхности земли и часто проектируются в системах береговых (инфильтрационных) водозаборов.

**15.13.** Работа сифонного водовода обеспечивается за счет разности уровней воды  $H$ , находящейся под атмосферным давлением, в головной и концевой части сифона (рис. 94).



**Рис. 94. Схема сифонного водовода**

1 - скважины; 2 - приемный или сборный резервуар; 3 - сборный сифонный трубопровод; 4 - пьезометрическая линия

Практически допустимый вакуум  $h_{\text{вак}}$  в сифонном водоводе не должен превышать 7-7,5 м вод. ст. с учетом положения сифона над уровнем моря.

Величина вакуума в любом сечении сифона определяется по формуле

$$\overline{h_{\text{вак}}} = \Delta z + \frac{v_n^2}{2g} \sum h_w,$$

где  $\Delta z$  - высота центра сечения сифона над уровнем воды в наиболее удаленной скважине, м;  $v_n$  - скорость движения воды в сечении  $n-n$ , м/с;  $g$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $\sum h_w$  - сумма потерь напора по длине сифона и на местные сопротивления, м.

При известном расходе воды и действующем напоре  $H$  гидравлический расчет сифонного водовода ведут подбором, задаваясь диаметрами труб.



**15.14.** Сифонные сборные водоводы устраиваются, как правило, из стальных или пластмассовых труб, обеспечивающих наибольшую герметичность водоводов.

**15.15.** Зарядку сифонных водоводов обычно производят вакуум-насосами.

В сифонных водоводах выделяется примерно 40-60 % растворенных газов. Кроме того, в сифонный водовод попадает воздух через неплотности стыковых соединений труб и арматуры, и в нем могут выделяться пары воды.

Общее количество выделившегося воздуха или газов, которое нужно удалять из сифона во время его работы, можно принимать около 0,3-0,4 л/с на каждые 1000 м воды/сут (при атмосферном давлении).

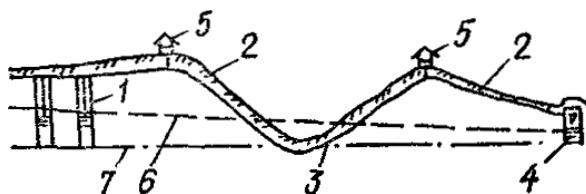
Производительность вакуум-насосов определяется также по времени начальной зарядки сифонной системы, которое должно быть от нескольких минут до получаса.

**15.16.** Сифонные водоводы прокладываются обычно с небольшим подъемом к сборному узлу с уклоном 0,005-0,002. При сифонах длиной в несколько километров (известны сифоны длиной до 7 км) допускается уменьшать подъем до 0,001-0,00025. Для уменьшения потерь напора по длине сифонного водовода скорости воды в нем при прокладке с подъемом можно снижать до 0,3 м/с. При прокладке с понижением по течению воды скорости не должны быть менее 0,6-0,7 м/с (при работе сифона полным сечением).

В точках отсоса воздуха с помощью вакуум-насосов целесообразно иметь воздушные колпаки или вакуум-котел. Объем воздушного колпака принимается на 3-5 мин работы вакуум-насоса.

**15.17.** Регулирование расхода воды в сифонной системе осуществляется регулированием работы насосов, забирающих воду, или при дальнейшем самотечном отводе воды - с помощью задвижек.

**15.18.** В некоторых случаях применяются сифонно-напорные системы водоводов (рис. 95).



**Рис. 95.** Схема сифонно-напорного водовода

1 - скважины; 2 - сифонные участки водовода; 3-напорный участок водовода; 4 - сборный резервуар; 5-вакуум-насосные станции; 6- пьезометрическая линия; 7-горизонтальная плоскость отсчета

Для водозаборов, расположенных на небольшом расстоянии, применяют иногда системы всасывающих водоводов, подключаемых к всасывающим патрубкам насосов.

### **Сборные емкости**

**15.19.** На сборных узлах водозаборов подземных вод предусматриваются, как правило, сборные емкости, которые в необходимых случаях могут служить также для хранения пожарных и аварийных объемов воды.

Емкости могут быть напорными (нагорные резервуары, водонапорные башни) и безнапорными (резервуары), из которых вода должна перекачиваться насосами.

Открытые водоемы на водозаборах подземных вод не применяются во избежание загрязнения воды.

В некоторых случаях, например при подаче воды из скважин непосредственно в сеть населенного пункта или промышленного предприятия и при самотечных сборных водоводах, подающих воду в самотечные или самотечно-напорные магистральные водоводы, сборные емкости не предусматриваются.

**15.20.** Оборудование емкостей, а также расчет пожарных, регулирующих, аварийных объемов воды выполняется в соответствии с указаниями разд. 9 СНиП 2.04.02-84,

## **16. ОПРОБОВАНИЕ ВОДОЗАБОРОВ. НАБЛЮДЕНИЕ ЗА РАБОТОЙ ВОДОЗАБОРОВ И РЕЖИМОМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**16.1.** В проектах сооружений по забору подземных вод должны быть даны специальные указания об опробовании водозаборов.

**16.2.** При опробовании водозаборов предусматривается:

опробование в процессе строительства водозабора каждого его водозахватного сооружения в отдельности (скважины, шахтного колодца, ветви-дрены горизонтального водозабора, скважины-луча лучевого водозабора) по мере окончания его строительства;

опробование водозабора в целом или первой его очереди после полного окончания строительства всего комплекса сооружений (полного состава водозахватных устройств, сборных и транспортных водоводов, водоподъемного оборудования, насосных станций, контрольно-измерительной аппаратуры, сети пунктов наблюдения за режимом подземных вод) для сдачи-приема его в постоянную эксплуатацию.

**16.3.** Опробование водозаборов в целом или первой их очереди производится, как правило, на крупных водозаборах подземных вод. Опробование и сдачу-прием водозабора в эксплуатацию производят организация, построившая водозабор (подрядчик), и организация, принимающая водозабор в эксплуатацию (заказчик), с участием проектной организации.

### **Опробование водозахватных сооружений**

**16.4.** При сооружении водозабора подземных вод из скважин каждая скважина по окончании ее бурения и оборудования фильтром подлежит опробованию откачкой воды из нее. Вначале с целью очистки скважины и проверки надежности фильтра производится прокачка скважины.

Если длина рабочей части фильтра достигает 12-15 м, прокачку следует проводить отдельно из нижнего и верхнего интервалов рабочей части фильтра; если длина рабочей части фильтра более 15 м, прокачку выполняют из каждого 5-7-метрового интервала. Откачиваемая вода должна отводиться от скважины на расстояние, исключающее фильтрацию в водоносный горизонт, в районе скважины.

Продолжительность прокачки - до полного осветления поступающей из скважины воды. После этого производится опытная откачка с замерами дебита скважины, уровня воды в ней и отбором проб на бактериологический и химический анализы.

Цель опытной откачки - проверка соответствия фактических величин дебита и понижения уровня проектным, оценка качества воды.

**16.5.** Опытная откачка производится на два понижения - на одном с дебитом, равным принятому в проекте, на другом - на 25--30 % больше принятого в проекте. Продолжительность опытной откачки с заданными дебитами (при непрерывности откачки) составляет 1-2 сут при установившемся неизменном динамическом уровне воды в скважине.

В условиях неустановившегося режима фильтрации продолжительность опытных откачек должна быть достаточной для установления закономерности снижения уровня при постоянном дебите или дебита при постоянном уровне воды в скважине. Пробы воды на анализы следует отбирать перед окончанием откачки на каждое понижение.

В трещиноватых скальных и гравийно-галечниковых водоносных породах откачку следует начинать с максимального понижения, в песчаных породах - с минимального понижения, постепенно увеличивая дебит.

При откачке из скважин, оборудованных фильтром с обсыпкой, один раз в сутки следует замерять величину усадки материала обсыпки.

Измерение температуры воды, отбор проб воды и их доставка в лабораторию для последующего анализа выполняются силами организации, проводящей бурение водозаборных скважин, в соответствии с ГОСТ 2761-84, ГОСТ 4979-49\*\* и по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы. В соответствии с указанием Госстроя СССР эти работы, а также стоимость анализов воды, оплачиваются буровой организацией.

**16.6.** Если при откачке из карбонатных пород проектный дебит не был достигнут, целесообразно провести обработку скважины соляной кислотой или применить другие методы увеличения производительности скважины (торпедирование и т. п.).

**16.7.** При сооружении водозабора из шахтных колодцев опробование каждого колодца производится так же, как и скважины.

**16.8.** На горизонтальных водозаборах с одной или несколькими ветвями-дренами производится опробование каждой ветви по мере ее готовности и готовности водосборного колодца, монтажа насосного оборудования в нем и водоводов. При неготовности последних опробование можно вести со сбросом воды в водоток, водоем. Цель опробования - проверка надежности фильтра, отсутствия осаждения частиц породы в водозахватной или водопроводящей частях дрены (что контролируется по смотровым колодцам), определение производительности дрен и качества воды. Опробование ведется непрерывно, начиная с минимального понижения воды в водосборном колодце, с постоянным, медленным по мере осветления воды, доведением его до максимального, которому соответствует незатопленный излив воды из дрены в колодец.

Продолжительность опробования дрены при максимальном понижении - не менее одной рабочей смены.

**16.9.** При сооружении лучевых водозаборов необходимо вести опробование каждой скважины-луча отдельно с той же целью и так же, как и отдельных дрен на горизонтальных водозаборах.

**16.10.** Результаты опробования каждого водозахватного сооружения должны быть оформлены в виде паспорта с указанием в нем глубины заложения сооружения, геолого-технического разреза, конструкции фильтра и его водоприемной поверхности, данных о дебите, понижениях уровня при опытных откачках, содержании в воде минеральных частиц, химическом и бактериологическом составе воды.

Паспорт должен быть подписан подрядчиком и заказчиком.

### **Опробование водозаборов в целом**

**16.11.** Опробование водозабора в целом (или первой его очереди) производится перед вводом водозабора в постоянную эксплуатацию и имеет целью проверку работы всей системы водопровода от совместной работы всех (или группы первой очереди) водозахватных устройств до конечных сооружений на линии подачи воды потребителю.

**16.12.** При необходимости для опробования водозабора и ввода его в эксплуатацию привлекается наладочная организация.

**16.13.** Опробование и сдача водозабора (или первой его очереди) в эксплуатацию должны быть предусмотрены в проекте и выполняться по специальной программе, составляемой проектной организацией.

В программе должны быть указаны (исходя из гидрогеологических условий участка размещения водозабора, типа водозабора и конструктивных его особенностей) состав наблюдений при опробовании, частота наблюдений, продолжительность опробования.

**16.14.** Результаты опробования водозабора должны быть представлены в виде отчета, содержащего краткую гидрогеологическую характеристику участка водозабора, план водозабора, краткое описание его сооружений, фактические данные опробования и наблюдений, рекомендации по режиму эксплуатации водозабора.

**16.15.** В процессе откачки буровая организация должна замерять температуру воды и по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы в соответствии с ГОСТ 2761-84 и 4979-49\*\* организовать отбор проб и доставку их в лабораторию для определения микробиологических, токсикологических, органолептических показателей и химического состава воды, определяемых требованиями ГОСТ 2874-82.

Согласно разъяснению Госстроя СССР, указанные работы оплачиваются буровой организацией за счет ее накладных расходов.

При стабильном составе воды эксплуатируемого водоносного горизонта по согласованию с республиканскими, краевыми или областными организациями санитарно-эпидемиологической службы допускается сокращение количества отбираемых проб и определяемых компонентов.

При наличии в воде компонентов, содержание которых превышает или приближается к предельно допустимой концентрации (ПДК), в процессе откачки следует предусмотреть отбор дополнительного количества проб воды для определения этих компонентов.

### **Наблюдения за работой водозаборов и режимом подземных вод при эксплуатации**

**16.16.** На водозаборах подземных вод в течение всего периода их эксплуатации должны проводиться наблюдения за режимом уровней, температуры, химического состава подземных вод и за дебитом водозабора.

Целью режимных наблюдений являются:

а) выявление характера изменения естественного режима подземных вод под влиянием водоотбора;

б) определение оптимального режима эксплуатации водозабора;

в) своевременное предупреждение возможного ухудшения качества подземных вод на участке водозабора;

г) оценка влияния эксплуатации водозабора на существующие водозаборы подземных вод, а также на поверхностные водные источники и экономические условия данного района;

д) накопление опыта эксплуатации сооружений по забору подземных вод в различных гидрогеологических условиях и решение вопросов, связанных с расширением водоснабжения в данном районе и сооружением новых водозаборов в аналогичных гидрогеологических условиях.

**16.17.** В соответствии с Водными кодексами союзных республик, "Положением об охране подземных вод" и СНиП 2.04.02-84 водозаборные скважины должны быть оборудованы устройствами для систематических наблюдений за уровнем и дебитом воды в каждой скважине, должна быть также создана сеть наблюдательных скважин на прилегающей территории, водомерные посты на выходах подземных вод на поверхность, на водотоках и водоемах, связанных с эксплуатируемым водоносным горизонтом.

Строительство режимной сети и наблюдения по ней ведутся за счет средств владельца водозабора.

**16.18.** Наблюдения должны быть начаты до ввода водозабора в эксплуатацию, с тем чтобы иметь данные о режиме уровней воды, не нарушенном работой водозабора. Они ведутся по программе, согласованной с территориальной гидрорежимной партией Министерства геологии СССР и под ее методическим руководством и контролем. При проектировании наблюдательной сети следует максимально использовать выработки, пройденные при разведке подземных вод, а также аварийные скважины при бурении водозаборных скважин.

**16.19.** Схема расположения наблюдательных пунктов, их количество, конструкция и частота наблюдений определяются типом подземных вод, условиями питания

водоносного горизонта, санитарным состоянием участка, схемой и конструкцией водозабора и режимом его эксплуатации.

**16.20.** На водозаборах, состоящих из ряда скважин, шахтных колодцев, и на горизонтальных водозаборах (дрены, галереи) наблюдательные скважины в пределах водозабора и в зоне его влияния целесообразно располагать по поперечникам перпендикулярно линии водозабора из расчета 1-2 поперечника на 1 км фронта водозабора. При значительной длине водозабора (более 5 км) расстояние между поперечниками может быть увеличено до 2-3 км. Одна из наблюдательных скважин на каждом поперечнике должна приходиться на линию водозабора и располагаться между эксплуатационными скважинами. Шаг между наблюдательными скважинами на поперечнике назначается в зависимости от морфологии участка водозабора, мощности эксплуатируемого водоносного горизонта, производительности водозабора, ширины зоны его влияния.

**16.21.** В долинах рек наблюдательные скважины вблизи русла реки располагаются более часто. При ширине русла реки до 100 м, а также при невысокой водопроницаемости ее донных отложений и при большей его ширине наблюдательные скважины размещаются и на противоположном берегу реки.

**16.22.** На водозаборах, состоящих из группы любым образом расположенных взаимодействующих скважин, наблюдательные скважины следует размещать между эксплуатационными скважинами и в зоне влияния водозабора. На лучевых водозаборах наблюдательные скважины следует располагать вдоль отдельных лучей водозабора и на площади в зоне влияния водозабора.

**16.23.** При наличии в районе водозабора очагов возможного загрязнения подземных вод наблюдательные скважины располагаются по линиям от очага к водозабору.

**16.24.** Для выявления взаимосвязи эксплуатируемого водоносного горизонта с верхним или нижним водоносными горизонтами последние также включаются в режимные наблюдения по специальным скважинам как на участке водозабора, так и в зоне его влияния.

**16.25.** Конструкции скважин для наблюдений за режимом того или иного водоносного горизонта должны надежно исключать влияние на результаты наблюдений других водоносных горизонтов, а также дождевых и талых вод.

**16.26.** Диаметры фильтров должны быть не менее 89-110 мм из расчета производства в них измерений уровня, температуры, отбора проб воды и чистки скважин.

**16.27.** Глубину наблюдательных скважин режимной сети следует принимать:

в водоносном горизонте со свободной поверхностью (безнапорном) при глубине эксплуатационных скважин до 15 м-той же глубины, что и глубина эксплуатационных скважин;

в водоносном горизонте со свободной поверхностью при глубине эксплуатационных скважин более 15 м глубина наблюдательной скважины ограничивается положением верха рабочей части ее фильтра на  $\frac{2}{3}$  м ниже возможного наинизшего динамического уровня воды в водоносном горизонте с учетом длины рабочей части фильтра и отстойника;

в напорных водоносных горизонтах при динамическом уровне выше их кровли рабочая часть фильтра наблюдательных скважин должна располагаться в верхней части водоносного горизонта; при частичном осушении пласта верх фильтра наблюдательной скважины должен быть на 2-3 м ниже динамического уровня воды в водоносном горизонте;

в водоносных безнапорных пластах, эксплуатация которых рассчитана на сработку статических запасов, верх рабочей части фильтра должен быть на 2-3 м ниже положения динамического уровня воды в водоносном пласте к концу расчетного срока

эксплуатации водозабора; при значительной величине сработки уровня, медленном и длительном его снижении, измеряемом десятками лет, глубину скважин сети режимных наблюдений можно назначить соответственно глубине сработки уровня за определенный период времени, с последующим углублением скважин или бурением новых.

**16.28.** На участках размещения водозаборов из шахтных колодцев, горизонтальных и лучевых водозаборов, глубину скважин сети режимных наблюдений следует принимать равной глубине заложения водоприемных частей этих водозаборов, а верх фильтра наблюдательных скважин должен быть на 2-3 м ниже динамического уровня воды в водоносном горизонте.

**16.29.** Для предохранения наблюдательных скважин от засорения верх фильтровой колонны или обсадной трубы должен быть закрыт крышкой на специальном замке.

**16.30.** Все пункты сети наблюдений за режимом подземных и поверхностных вод на участках водозабора должны быть привязаны инструментально в плановом и высотном отношении и нанесены на топографический план. Точки, от которых производятся замеры уровня воды, должны быть занивелированы; высотное положение их должно периодически проверяться.

**16.31.** Проект сета пунктов наблюдений за режимом подземных вод и связанных с ними поверхностных вод на участках водозаборов при их эксплуатации составляется одновременно с проектом водозабора, является составной его частью и осуществляется одновременно со строительством водозабора.

**16.32.** Проект сети пунктов наблюдений с учетом общих положений, изложенных в пп. 16.13-16.27, должен содержать в каждом конкретном случае:

план размещения пунктов сети наблюдений (на общем плане водозаборных сооружений);

конструкции каждого пункта (или каждой одинаковой по назначению группы пунктов) наблюдений;

краткую инструкцию по производству наблюдений (объекты наблюдений, частота, методика);

форму журнала наблюдений;

форму ежегодного отчета о результатах наблюдений за эксплуатацией водозабора, режимом эксплуатируемого водоносного горизонта и других объектов наблюдений;

указания о представлении ежегодных отчетов территориальным организациям Мингео СССР.

## **17. СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

### **Общие положения**

**17.1.** Проектирование водозаборных сооружений при использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод должно сопровождаться технико-экономическими расчетами и обоснованием намечаемого к строительству водозабора по технико-экономическим показателям. Такие расчеты выполняются на разных этапах проектирования:

а) при выборе источника водоснабжения в результате технико-экономического сопоставления устанавливаются целесообразность использования подземных вод и их преимущества в технико-экономическом отношении перед открытыми водными источниками (реками, водохранилищами и т. д.).

Подземные воды по сравнению с поверхностными обычно обладают лучшим и более устойчивым качеством. Однако при значительном водопотреблении и особенно в сложных гидрогеологических условиях, когда для добычи подземных вод необходимы громоздкие дорогостоящие сооружения, а иногда и проведение специальных

мероприятий (например, искусственное восполнение запасов подземных вод), выбор источника не может быть сделан без соответствующих технико-экономических расчетов и обоснования;

б) технико-экономические расчеты при сравнительной оценке целесообразности использования подземных вод на разных участках одного водоносного горизонта или разных горизонтов. Необходимость рассмотрения нескольких участков одного водоносного горизонта или разных горизонтов может возникнуть в связи с различными гидрогеологическими их параметрами. Например, участок с лучшими параметрами, (более водообильный горизонт) может оказаться на значительном удалении от потребителя. Определяющим фактором может также явиться наличие источников загрязнения подземных вод на тех или иных участках и необходимость проведения в связи с этим специальных мероприятий по защите подземных вод и водозаборов от загрязнения или мероприятий по очистке воды.

Хотя общие запасы подземных вод на рассматриваемых участках и в каждом горизонте достаточны, решение вопроса о размещении водозабора в этих случаях требует технико-экономического обоснования.

Для каждого участка подземных вод возникают задачи выбора типа водозабора, расположения скважин, схем сборных водоводов, дорог, электролиний, линий связи, установления размера отчуждения земельных площадей, ценности сельскохозяйственных культур, объемов сноса и переноса сооружений и др.;

в) выбор рационального варианта водозабора на принятом и установленном предыдущими проектными проработками участка. На данном этапе решается вопрос о типе водозабора (вертикальные скважины, лучевые водозаборы, горизонтальные сооружения и т. п.). Для выбора рационального типа водозабора нужны технико-экономические сопоставления. Применительно к выбранному типу рассматриваются различные схемы расположения отдельных водозаборов, расстояние между ними, режим откачки и т. д.

**17.2.** В соответствии с “Инструкцией по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство” (СН 423-71) сравнительная экономическая эффективность при сопоставлении вариантов тех или иных технических решений устанавливается по минимуму так называемых приведенных затрат.

Приведенные затраты  $\Pi$  представляют собой сумму текущих издержек (эксплуатационных расходов) и единовременных затрат (капитальных вложений), приведенных к годовой размерности в соответствии с установленным нормативным коэффициентом эффективности

$$\Pi = C + E_n K = \min, \quad (169)$$

где  $C$  - текущие издержки или эксплуатационные расходы;  $K$  - единовременные затраты или капитальные вложения;  $E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимаемый равным 0,15.

Указанные величины  $\Pi$ ,  $C$ ,  $K$  относятся к  $i$ -му варианту ( $i = 1, 2, \dots, n$  - общее число рассматриваемых вариантов), причем они могут рассчитываться как полная сумма капитальных вложений и годовых эксплуатационных расходов, так и в виде удельных показателей, отнесенных к  $1 \text{ м}^3$  воды.

Разность приведенных затрат по двум вариантам характеризует годовой экономический эффект  $\mathcal{E}$ , получаемый в результате замены одного варианта другим:

$$\mathcal{E} = \Pi_1 - \Pi_2. \quad (170)$$

При исчислении приведенных затрат по удельным показателям годовой экономический эффект

$$\mathcal{E} = (\Pi_1 - \Pi_2)A, \quad (171)$$

где  $A$  - годовой объем воды (при исчислении  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  в удельных показателях).

**17.3.** В случаях когда по сравниваемым вариантам капитальные вложения производятся в разные сроки или текущие затраты со временем изменяются, сравнение вариантов следует выполнять с приведением затрат более поздних лет к некоторому выбранному базисному году  $\Pi_{пр}$  по формуле

$$\Pi_{пр} = \Pi_t / (1 + E_{н.п})^t, \quad (172)$$

где  $\Pi_t$  - затраты в  $t$ -м году;  $E_{н.п}$  - норматив для приведения разновременных затрат, обычно принимаемый равным 0,08;  $t$  - период времени приведения, годы.

Общие капитальные затраты за ряд лет строительства  $K_T$  при различных вложениях по годам определяются по формуле

$$K_T = \sum_{t=1}^T K_t (1 + E_{н.п})^t, \quad (173)$$

где  $K_t$  - капитальные затраты в году  $t$  после базисного;  $T$  - период капитальных вложений.

**17.4.** При сравнении вариантов, различающихся продолжительностью строительства или вводом мощностей в различные периоды, определяется также одновременный экономический эффект в виде дополнительной прибыли, полученной за период досрочного ввода объектов.

Величина эффекта  $\mathcal{E}_в$ , реализуемого в соответствующей отрасли народного хозяйства, получаемого за период досрочного ввода объекта, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_в = \Pi_p (T_1 - T_2), \quad (174)$$

где  $\Pi_p$  - среднегодовая прибыль за период досрочного ввода в действие;  $T_1$  и  $T_2$  - продолжительность строительства по сравниваемым вариантам в годах.

В случае отсутствия данных, необходимых для расчета прибыли, допускается определение экономического эффекта по формуле

$$\mathcal{E}_в = E_n \Phi (T_1 - T_2), \quad (175)$$

где  $E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  $\Phi$  - стоимость производственных фондов, досрочно введенных в эксплуатацию.

#### **Исходные уравнения и зависимости для технико-экономического расчета водозаборов подземных вод**

**17.5.** Детальность технико-экономических расчетов зависит от стадии проектирования. При этом технико-экономические показатели определяются на основе сметно-финансовых расчетов, выполняемых при проектных проработках, а при схематическом представлении вариантов - по справочным данным с использованием инструктивно-нормативных материалов. При технико-экономической оценке и сравнении вариантов водозаборных сооружений на подземных источниках следует учитывать лишь те затраты, которые существенно изменяются в зависимости от принимаемой схемы водозабора.

**17.6.** К числу таких затрат прежде всего относятся капитальные вложения  $K$ , включающие в себя следующие расходы:

на строительство и оборудование водозаборных узлов (скважин)  $K_1$ ,

на строительство отводящих и сборных водоводов  $K_2$ ;

на сооружение коммуникаций, линий электроснабжения, зон санитарной охраны, снос строений и т. д. -  $K_3$ .

При этом:

$$K = K_1 + K_2 + K_3; \quad (176)$$



$$K_1 = nK^0; K_2 = \sum_{j=0}^{n_0} K_j^B l_j; K_3 = K^D l_k,$$

где  $n$  - количество водозаборных узлов (скважин);  $K^0$  - стоимость сооружения и оборудования одной скважины;  $n_0$  - количество участков водовода с различными характеристиками (диаметром, расходом, материалом);  $K_j^B$  - стоимость прокладки 1 м водовода на  $j$ -м участке длиной  $l_j$ , и диаметром  $D_j$ ; приближенно она может быть рассчитана по формуле

$$K_j^B = b_0 + bD_j^\alpha, \quad (177)$$

где  $b_0, b, \alpha$  - некоторые коэффициенты, численные значения которых приведены в табл. 44 (здесь  $K_j^B$  измеряется в рублях, а диаметр - в м);  $K^D$  - затраты по сооружению коммуникаций, дорог и т. д., приходящиеся на 1 м протяженности водозабора;  $l_k$  - протяженность коммуникаций в пределах водозаборного участка.

Почти совершенно не влияют на выбор рациональной схемы водозаборного сооружения капитальные затраты по строительству магистральных трубопроводов, соединяющих водозабор с потребителем, внешней подводящей электролинии, насосных станций второго подъема, сборных и резервных резервуаров, хлораторных, станций обезжелезивания и т. п.

**17.7.** Эксплуатационные расходы  $\mathcal{E}$  по водозабору слагаются из:

расходов на оплату электроэнергии  $\mathcal{E}_э$ ;

затрат на техническое обслуживание и ремонт системы  $\mathcal{E}_а$ .

Затраты на оплату электроэнергии складываются из расходов на подъем воды  $\mathcal{E}_п$ , транспортировку ее по водоподъемным трубам  $\mathcal{E}_в$  и транспортировку до сборного резервуара  $\mathcal{E}_г$ , т. е.

$$\mathcal{E}_э = \mathcal{E}_п + \mathcal{E}_в + \mathcal{E}_г. \quad (178)$$

Стоимость электроэнергии, приведенной к 1 году, затрачиваемой на подъем воды из скважин водозабора на заданную отметку, составляет

$$\mathcal{E}_п = \left( \frac{\beta\sigma}{T\eta} \right) Q \int_0^T [S_0(t) + z] dt, \quad (179)$$

где  $\beta = 365/(102 \cdot 3,6)$  (в дальнейшем принято, что  $\beta \approx 1$ ;  $\sigma$  - стоимость, руб/кВтч электроэнергии;  $\eta$  - КПД водоподъемного оборудования (ориентировочно  $\eta \approx 0,6 \div 0,7$ );  $z$  - средняя геометрическая высота подъема, определяемая как разность отметок воды в резервуаре и статического уровня подземных вод в скважинах водозабора, м;  $Q$  - расход водозабора, м<sup>3</sup>/сут;  $S_0$  - понижение уровня в скважинах, м;  $T$  - продолжительность работы водозабора в режиме нестационарной фильтрации, сут.

В формуле (179) и далее предполагается, что понижение уровня в скважине, а также дебиты скважин примерно одинаковы. Кроме того, расход водозаборных скважин принимается постоянным во времени.

Стоимость электроэнергии на транспортировку воды в водоподъемных трубах оценивается следующим образом:

$$\mathcal{E}_в = (\sigma Q / \eta) \Delta h, \quad (180)$$

где  $\Delta h$  - потери напора в водоподъемных трубах:

$$\Delta h = A(Q/n)^2 l_{\text{сд}} / (86400)^2, \quad (181)$$

$A$  - коэффициент сопротивления водоподъемных труб, определяемый в зависимости от их диаметра по формуле

$$A = k^* / D^{m^*}, \quad (182)$$

$k^*$  и  $m^*$  - коэффициенты, значения которых даны в табл. 44;  $l_{вд}$  - длина водоподъемных труб.

Величина  $\mathcal{E}_T$ , которой оцениваются затраты электроэнергии на транспортировку воды по сборному водоводу, в общем случае находится по формуле

$$\mathcal{E}_T = \frac{\sigma}{\eta} \sum_{j=1}^{n_s} q_j \Delta H_j. \quad (183)$$

Здесь  $q_j$  - расходы, м<sup>3</sup>/сут, транспортируемые по  $j$ -му участку водовода длиной  $l_j$ ;  $\Delta H_j$  - потери напора на этом участке

$$\Delta H_j = A q_j^2 l_j / (86400)^2. \quad (184)$$

Коэффициент  $A$  определяется по зависимости (182) и табл. 44 с учетом диаметра и материала труб сборного водовода.

Таблица 44

Материал труб	Значения $b_0, b, k^*, \alpha, m^*$ в формулах (177) и (182)				
	$B_0$	$b$	$k^*$	$\alpha$	$m^*$
Стальные	6,9	53	0,001736	1,4	15,3
Чугунные	8,4	107	0,001736	1,6	15,3
Асбестоцементные	11	78	0,001180	1,95	14,89
Пластмассовые	9	150	0,001052	1,95	14,77

**17.8.** Амортизационные отчисления и отчисления на ремонт принимаются пропорциональными строительной стоимости сооружений

$$\mathcal{E}_a = p_1 K_1 + p_2 K_2 + p_3 K_3, \quad (185)$$

где  $p_{1,2,3}$  - коэффициенты, соответствующие годовым нормам отчислений на амортизацию и ремонт скважин, водоводов, резервуаров и т. п. (ориентировочно  $p_1 \approx 0,1$ ;  $p_2 \approx 0,04$ ;  $p_3 \approx 0,03$ ).

**17.9.** С учетом вышеизложенного общее выражение для определения приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию водозабора можно записать в следующем виде:

$$\Pi = \Pi_0 + \Pi_S S_{cp} + \Pi_c n + \Pi_b i_b + \mathcal{E}_0 / n^2. \quad (186)$$

Здесь  $\Pi_0$  - часть приведенных затрат, которые практически не зависят от выбора того или иного варианта и, следовательно, в дальнейшем могут не учитываться. В данном случае

$$\Pi_0 = Q \sigma z / \eta. \quad (187)$$

Величина  $\Pi_S$  представляет собой приведенные затраты, необходимые для подъема извлекаемой водозабором воды на 1 м понижения уровня воды:

$$\Pi_S = Q \sigma / \eta. \quad (188)$$

Средняя величина понижения уровня воды  $S_{cp}$  в равенстве (186), как следует из (179), равна:

$$S_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt. \quad (189)$$

При установившейся фильтрации в случае, когда понижение уровня воды по всем сопоставляемым вариантам есть величина постоянная, второй член в выражении (186) можно не учитывать.

В уравнении (186)  $\Pi_c$  - приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию 1 водозаборного узла (скважины):

$$\Pi_c = (p_1 + E_n)K_o, \quad (190)$$

а  $\Pi_b$  - средняя величина приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию 1 м водовода:

$$\Pi_b = (p_2 + E_n)/l_B K_2 + \mathcal{E}_m/l_e + (p_3 + E_n)K^D/l_k/l_e. \quad (191)$$

Для линейных водозаборов подземных вод с равномерным размещением эксплуатационных скважин и переменным диаметром водовода величина  $\Pi_b$  определяется следующим образом:

$$\Pi_b = (p_2 + E_0)/(n - 1) \varphi_{CT} + (\sigma Q^3 / \eta n^3) (\varphi_\mathcal{E} / (n - 1)) 1/86400^2, \quad (192)$$

где

$$\varphi_{CT} = \sum_{j=1}^{n-1} K_j^B; \quad \varphi_\mathcal{E} = \sum_{j=1}^{(n-1)/2} j^3 A_j.$$

для схем с размещением резервуара в конце линейного ряда (рис. 96,а):

$$\varphi_{CT} = 2 \sum_{j=1}^{(n-1)/2} K_j; \quad \varphi_\mathcal{E} = 2 \sum_{j=1}^{(n-1)/2} j^3 A_j. \quad (193)$$

При прокладке сборного водовода с постоянным диаметром выражение (191) приводится к виду ( $K^D \approx 0$ )

$$\Pi_b = (p_2 + E_0)K_2 + (\sigma Q^3 / \eta) (n - 1) / n (A/86400^2), \quad (194)$$

где  $K$  и  $A$  определяются по формулам (177) и (182), а величина  $D$ , входящая в эти формулы, принимается для схемы рис. 96, а по расходу

$$q = (0,63Q/86400)/[(n - 1)/n]^{1/3}, \quad (195)$$

а для схемы рис. 96,б по  $q = 0,5p_p$ .

При размещении равнодебитных водозаборных скважин равномерно по периметру круга (кольцевая батарея) (рис. 96, в)

$$\Pi_b = [n/(n-1)(p_2 + E_n)K^B + (\sigma / \eta) (Q^3 / n^3)A + (p_3 + E_n) K^D]. \quad (196)$$

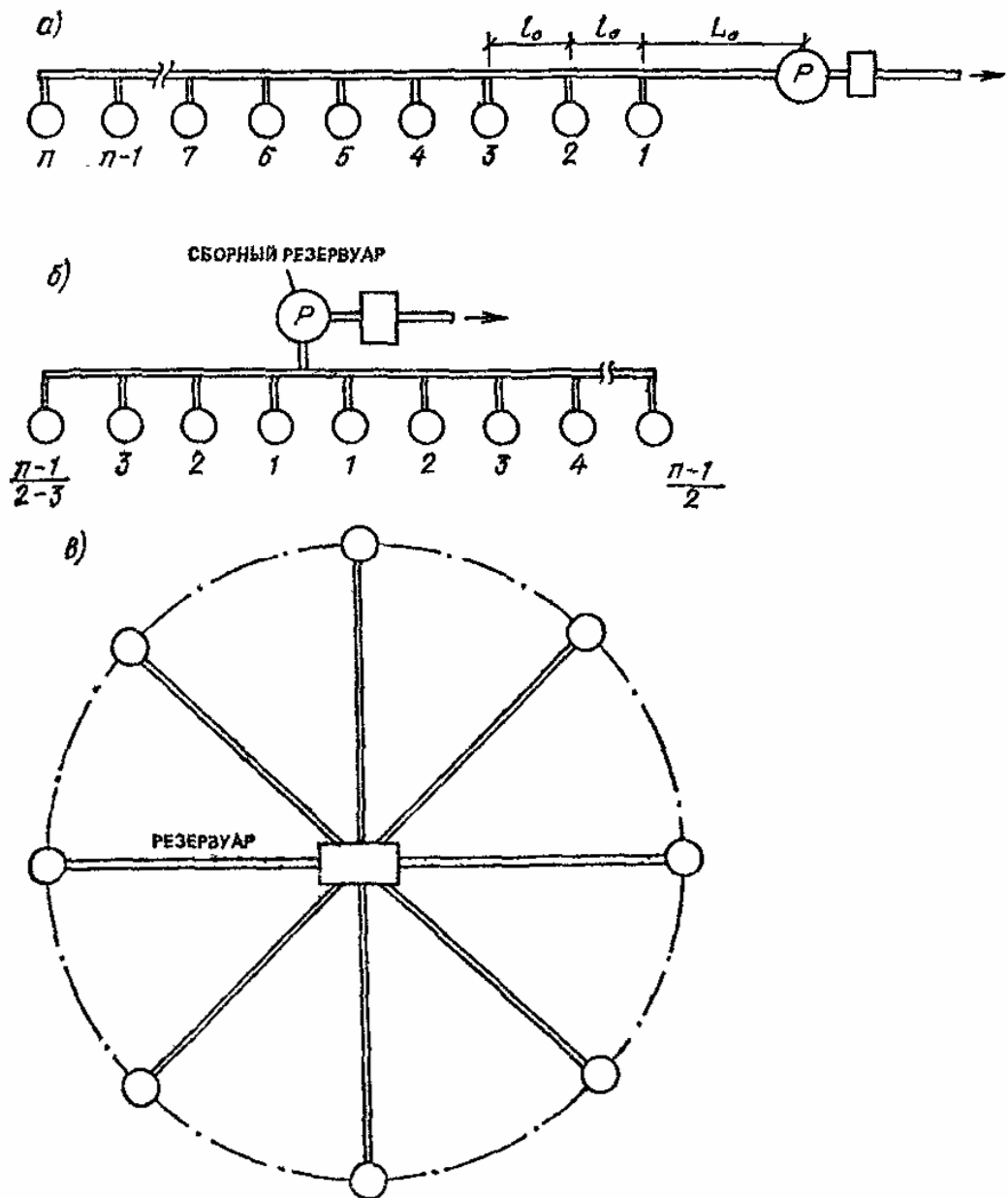


Рис. 96. Схемы подключения скважин к сборный водозаборам

*a* - линейный ряд скважин с резервуаром в конце сети, *б* - линейный ряд скважин с резервуаром в центре водозабора; *в* - кольцевая батарея скважин с резервуаром в центре водозабора

Величина  $\mathcal{E}_0$  в равенстве (186) характеризует приведенные затраты на транспортировку воды в водоподъемных трубах

$$\mathcal{E}_0 = \sigma / \eta Q^3 / n^2 A. \quad (197)$$

**17.10.** При проектировании водозаборов в качестве исходной величины задается суммарный расход  $Q$ , соответствующий величине водопотребления на расчетный период времени. Этот расход должен быть обеспечен системой скважин, размещенных на заданной площади участка. При этом понижения динамических уровней в каждой из скважин, сформировавшиеся на расчетный срок их эксплуатации, не должны превышать некоторой допустимой величины  $S_{\text{доп}}$ .

Исходя из этого, можно сформулировать условия, которые должны выполняться в процессе решения оптимизационной задачи проектирования водозаборов подземных вод:

$$\sum_{j=1}^n Q_j \geq Q \quad \text{или} \quad nQ_o = Q; \quad (198)$$

$$S_j(T) < S_{\text{доп}} \quad \text{или} \quad S_o = S_{\text{доп}}. \quad (199)$$

Помимо этих условий необходимо учитывать ограниченность площади участка, где должен размещаться проектируемый водозабор. Это условие записывается в виде:

для линейного ряда скважин

$$2l \leq L_{\text{max}}; \quad (200)$$

для площадного размещения скважин

$$F \leq F_{\text{max}}. \quad (201)$$

Здесь  $2l$  и  $F$  - расчетная длина или площадь водозабора, а  $L_{\text{max}}$  и  $F_{\text{max}}$  - ограничения на эти величины.

### Обоснование оптимальных схем береговых (инфильтрационных) водозаборов подземных вод

**17.11.** При проектировании водозаборных сооружений в речных долинах следует исходить из того, что их производительность в основном будет обеспечиваться за счет фильтрационного потока из реки. Поэтому здесь скважины целесообразнее всего размещать в виде линейного ряда параллельно берегу реки на небольших расстояниях друг от друга.

Именно такая схема береговых водозаборов является наиболее распространенной и применительно к ней ниже будет излагаться методика выполнения технико-экономического расчета.

В пп. 17.12 и 17.13 рассмотрены два случая: понижение уровня воды в различных вариантах водозабора может изменяться ( $S_o = \text{const}$ ); понижение уровня воды в скважинах водозабора при различном их расположении остается постоянным ( $S_o = \text{const}$ ).

**17.12.** При изменяющемся понижении уровня основная расчетная формула для определения оптимального варианта расположения водозаборных скважин  $l_o$  имеет вид:

$$l_o = l_p \left( \sqrt{1 + 4\pi x_o / l_p} - 1 \right); \quad (202)$$

$$l_p = (\Pi_s / \Pi_B) Q / 2\pi kmn.$$

Формула (202) определяет оптимальное расстояние между скважинами водозабора  $l_o$ , которое зависит от принятого числа скважин схемы подключения скважин к сборному водоводу, а также гидравлических и стоимостных параметров системы транспорта воды. Последовательность расчетов при выборе оптимального варианта в данном случае должна быть следующей:

шаг 1 - положить  $n = n_l$ , где  $n_l$  - начальное (произвольное) число скважин водозабора, и вычислить  $Q_o = Q/n_l$  - расход одной скважины линейного водозабора;

шаг 2 - в соответствии с выбранным количеством скважин выделить участки водовода, определить расходы  $q$  и диаметры  $D_j$  в пределах каждого участка; затем по формулам (177) и (182) рассчитать  $K_j^B$ ,  $A_j$ ,  $\varphi_{ст}$  и  $\varphi_э$ ;

шаг 3 - по формулам (188) и (192) найти величины  $\Pi_S$  и  $\Pi_B$ . Вычислить оптимальное расстояние между скважинами  $l_0$  [формула (202)] и общую длину водозабора  $2l = l_0(n-1)$ ;

шаг 4 - найти понижение уровня подземных вод  $S_0$ . В данном случае для этого может быть использована формула Маскета-Лейбензона

$$S_0 = Q / 2\pi km [2\pi x_0 / l_0 + \ln(l_0 / 2\pi r_0)], \quad (203)$$

где  $km$  - водопроводимость пласта;  $x_0$  - расстояние от реки до водозабора;  $r_0$  - радиус скважин водозабора;

шаг 5 - по формуле (186) рассчитать приведенные затраты  $\Pi_i$ , связанные с сооружением и эксплуатацией рассматриваемого варианта водозабора;

шаг 6 - увеличить (уменьшить) количество водозаборных скважин и выполнить заново все расчеты.

Указанные операции повторяются до тех пор, пока не будет выявлено количество водозаборных скважин  $n$ , при котором величина приведенных затрат минимальна:  $\Pi_i = \min$ .

*Пример расчета.* Требуется запроектировать береговой водозабор производительностью  $Q = 34560$  м<sup>3</sup>/сут в долине реки Зеравшан. Мощность водоносного горизонта от  $m = 34$  м, коэффициент фильтрации  $k = 100$  м/сут. Скважины размещаются на расстоянии  $x_0 = 100$  м от уреза реки.

Ввиду ограниченности поперечных размеров участка сбор воды от скважин предполагается осуществлять в соответствии со схемой на рис. 96, а при прокладке водовода постоянным диаметром ( $D = 500$  мм) вдоль всего ряда скважин.

Дальнейшие расчеты сводятся к определению оптимальных значений  $l_p$ ,  $s_p$ ,  $Q$  и  $\Pi$  по каждому анализируемому варианту при заданном  $n$ .

На рис. 97 представлены графики зависимости перечисленных искомых величин от числа задействованных скважин  $n$ . Графики построены по результатам расчетов с использованием формул (202) для определения  $l_p$  и формулы (203) для определения  $S_p$ . Величины  $\Pi$  рассчитывались по формуле (186).

Как видно из графиков, при заданной производительности водозабора  $Q$  с увеличением числа скважин  $n$  величины  $l_p$  и  $S$  уменьшаются, а общие затраты на единицу производительности, приведенные к одному году, в данном примере возрастают. Поэтому, если исходить лишь из условия минимизации целевой функции, то следует принять вариант с наименьшим числом скважин. В более общем случае, помимо условия  $\Pi = \min$ , необходимо учесть ряд дополнительных ограничений.

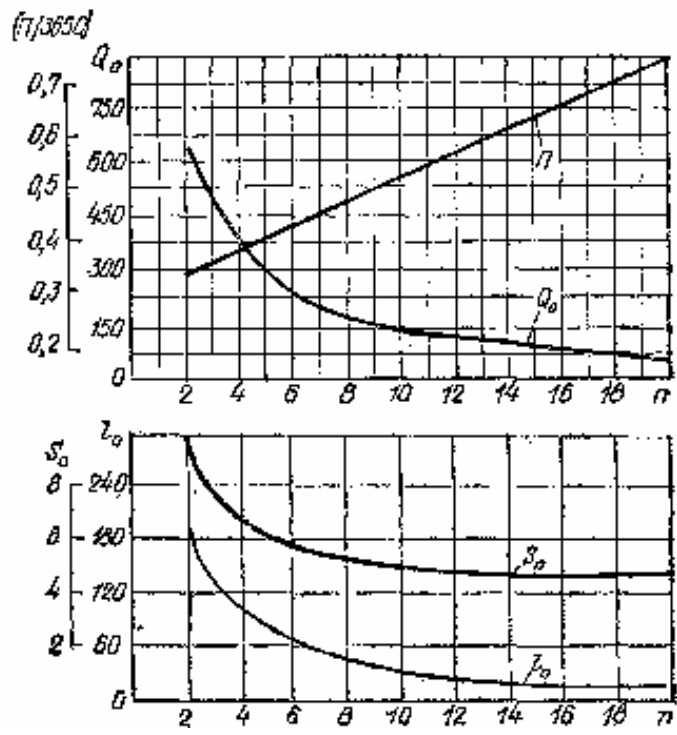


Рис. 97. Графики для определения оптимальных значений  $S_0, l_0, Q, n$  и  $\Pi$

При проектировании водозаборов в долинах горных рек, где водовмещающие породы представлены гравийно-галечными отложениями с хорошими фильтрационными свойствами, несмотря на высокие дебиты, действительные понижения уровня воды в скважинах оказываются незначительными и существенно меньшими  $S_{доп}$ . Вместе с тем производительность водозаборных сооружений лимитируется как ограниченной пропускной способностью скважин (с увеличением нагрузки скважины начинают песковать), так и возможностями подбора водоподъемного оборудования при работе его в области оптимальных значений КПД. Таким образом, вместо условия  $S \leq S_{доп}$  в таких условиях может потребоваться учет ограничения вида

$$Q = Q/n \leq Q_{max}^0,$$

где  $Q_{max}^0$  - максимально возможный дебит скважин, определяемый либо по результатам специальных откачек, либо по опыту эксплуатации водозаборов в данных условиях.

Для выбора варианта будем исходить из минимальной производительности скважин, считая ее известной по опыту эксплуатации водозаборов в подобных условиях. Так, например, для водозаборов, расположенных в долине реки Зеравшан, производительность скважин в течение года изменяется от 240 до 300 м³/ч. Принимая за расчетный дебит  $Q_0 = 240$  м³/сут, имеем  $n = 6, l_0 = 60$  м,  $S_0 = 5,5$  м и общая стоимость водозабора составит 52704 руб. ( $\Pi = 0,00418$  руб. м³/год).

В долинах равнинных рек фильтрационные параметры водоносных пластов намного ниже, чем в рассмотренном примере. Это приводит к тому, что уже при небольших расходах скважин образуются значительные понижения уровня воды. Для таких условий в силу вступает ограничение вида  $S < S_{доп}$ .

**17.13.** Выбор оптимального варианта при условии одинаковых понижений уровня упрощается, так как из числа варьируемых параметров исключается величина понижения уровней  $S_0$ . Оптимальный вариант подбирается по двум параметрам: количество водозаборных узлов (скважин) и расстояния между узлами  $l_0$ . Известными считаются все конструктивные элементы водозабора (средний диаметр сборного

водовода, водоподъемных труб, схема трассировки водовода и т. д.) и суммарный расход скважин водозабора  $Q$ .

Расчет оптимального варианта в рассматриваемом случае может быть выполнен по формулам:

$$\bar{\Pi}_c + \bar{l}_0 \left[ 1 - (n-1) \bar{Q} \cdot \bar{l}_0 / (2\pi - l_0) \right] - 2\bar{\Xi} / n^3 = 0; \quad (204)$$

$$n = \bar{Q} \left[ 2\pi / \bar{l}_0 + \ln(\bar{l}_0 / 2\pi r_0) \right], \quad (205)$$

где

$$\bar{l}_0 = l_0 / x_0; \quad \bar{Q} = Q / 2\pi kmS_0, \quad \bar{r} = r_0 / r_0;$$

$$\bar{\Pi}_c = \Pi_c / \Pi_B x_0; \quad \bar{\Xi} = \Xi_0 / \Pi_B x_0;$$

$x_0$  - по-прежнему расстояние от реки до водозабора;  $r_0$  - радиус скважин водозабора.

Величина  $\Pi_c$  в равенстве (204) определяется по формуле (190), численное значение единичной стоимости водовода приближенно находится по соотношению (194), а параметр  $\Xi_0$  - по уравнению (197) для условий установившейся фильтрации подземных вод.

Практическое использование формулы (204) осуществляется следующим образом. Сначала следует задаться произвольным значением параметра  $l_0$  и по формуле (205) найти соответствующее ему значение  $n$  (с округлением до большего целого числа). Затем найденные значения  $l_0$  и  $n$  подставляются в соотношение (204). Если при этом равенство (204) будет выполнено, то данные значения  $l_0$  и  $n$  являются оптимальными. В противном случае следует повторить расчет с иным значением величины  $l_0$ .

*Пример расчета.* Расход берегового водозабора, располагающегося на расстоянии  $x_0 = 100$  м от уреза реки, проектируется в размере 35 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Водопроницаемость водоносного горизонта равна 500 м<sup>3</sup>/сут. Статический уровень располагается на отметке  $H_c = 5$  м от поверхности земли. Понижение уровня подземных вод в процессе эксплуатации водозабора должно составить  $S_0 = 15$  м. Конечный диаметр водовода из стальных труб, укладываемого в одну линию по схеме рис. 96, а, равен  $D = 500$  мм. Диаметр водоподъемных труб принимается  $D = 150$  мм. Радиус водозаборных скважин  $r_0 = 0,2$  м. Стоимость сооружения и оборудования 1 скважины  $K^0 = 5000$  руб., стоимость электроэнергии  $\sigma = 0,02$  руб.,  $\eta = 0,8$ .

Находим приведенные затраты на сооружение и оборудование одной водозаборной скважины. Принимая  $p_l = 0,1$  и  $E_n = 0,15$ , по формуле (190) получим

$$\Pi_c = (0,1 + 0,15) \cdot 5000 = 1250 \text{ руб.}$$

Величину  $\Pi_B$  определяем по соотношению (194). Предварительно найдем средний диаметр водовода

$$D_{cp} = (2/3)0,5 = 0,33 \text{ м.}$$

Следовательно, по формуле (177) и табл. 44

$$K^B = 6,9 + 5,3 \cdot 0,33 = 8,6 \text{ руб/м;}$$

$$A = 0,001736 / 0,33^{5,3} = 0,62;$$

Принимая  $p_a = 0,04$ ,  $E_n = 0,15$  и полагая  $K^0 = 0$ , найдем:

$$\Pi_B = (0,04 + 0,15) \cdot 8,6 + 0,25 \cdot [0,2 \cdot (35000)^3] / [0,8 \cdot (86 \cdot 400)^2] \cdot 0,62 = 1,63 + 22,26 = 23,9 \text{ руб.}$$

Величина  $\Xi_0$  по формуле (197) равна в этом случае  $A = 0,001736 / 0,15^{5,3} = 40,3$ :

$$\Xi_0 = (0,02 / 0,8) \cdot (35000 / 86400) \cdot 40,32 \cdot (5 + 15) = 8,2 \text{ руб.}$$

Таким образом:

$$\bar{\Pi}_c = 1250 / (23,9 \cdot 100) = 0,5 \text{ м; } \bar{\Xi} = 8,2 / (23,9 - 100) = 0,003 \approx 0.$$



Кроме того:

$$\bar{r}_0 = 0,2/100 = 2 \cdot 10^{-3}; \quad \bar{Q} = 35000/(2 \pi \cdot 15 \cdot 500) = 0,74.$$

Положим для начала  $\bar{l}_0 = 0,8$ ; по формуле (195) найдем  $n = 9$ ; подставив эти значения в формулу (204), получим, что это равенство почти выполняется; невязка составляет 0,04. Повторив те же расчеты  $\bar{l}_0 = 0,9$ , получим  $n = 8$ , а невязка равна 0,02. Таким образом, в оптимальном варианте:

$$\bar{l}_0 = 0,9; \quad l_0 = 90 \text{ м}; \quad n = 8; \quad 2l = 90 \cdot 7 = 630 \text{ м}.$$

### Водозаборы в удалении от поверхностных водотоков и водоемов (водораздельные водозаборы)

**17.14.** При проектировании водозаборов в неограниченных пластах наиболее эффективными являются схемы в виде группы кольцевых или линейных рядов скважин.

При условии  $S_0 \neq \text{const}$  формула для расчета оптимального варианта водозаборов имеет вид

$$R_0(l_0) = (Q/2\pi km) \Pi_S / \Pi_B. \quad (206)$$

Здесь  $R_0$  и  $l_0$  - оптимальные радиус кольцевого и расстояние между скважинами линейного водозабора;  $\Pi_S$  - определяется по соотношению (188), а  $\Pi_B$  - по формуле (192) для линейного и по соотношению (194) для кольцевого водозабора. Величины  $A$  и  $K^B$  определяются в данном случае в соответствии с диаметром водовода.

**17.15.** Последовательность расчетов по выбору оптимального варианта по соотношению (206) следующая:

шаг 1 - задавшись первоначально произвольным значением  $n$ , вычислить дебит одной скважины  $Q_0 = Q/n$ ;

шаг 2 - по величине  $Q_0$  найти диаметр водоводов  $D$ , а затем величины  $K^B$  и  $A$ ;

шаг 3 - по формуле (206) найти оптимальные значения  $R_0$  или  $l_0$ ;

шаг 4 - найти понижение уровня воды в скважинах водозабора по формуле

$$S_0 = (Q/4 \pi km) \ln(2,25at/r_{np}^2). \quad (207)$$

Величина  $r_{np}$  находится по соотношениям:

кольцевой водозабор

$$r_{np} = \sqrt[n]{r_0 R_0^{n-1}};$$

линейный водозабор

$$r_{np} = \sqrt{r_0 l_0^{n-1} (n-1)/2};$$

шаг 5 - для данного варианта рассчитать приведенные затраты  $\Pi_i$ ;

шаг 6 - выполнить тот же расчет с иным значением  $n$  и выявить таким образом вариант с наименьшим значением приведенных расходов  $\Pi_i$ .

*Пример расчета.* Рассмотрим пример расчета кольцевой батареи скважин при действии их в неограниченном напорном водоносном горизонте. Водоносный пласт характеризуется следующими показателями:  $km = 600 \text{ м}^2/\text{сут}$ ,  $a = 10^5 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Площадь, отведенная под водозабор, составляет  $760 \cdot 1000 \text{ м}^2$ .

Требуется запроектировать водозабор производительностью  $Q = 40000 \text{ м}^3/\text{сут}$ , выбрав необходимое число скважин  $n$ , при котором расчетное понижение уровня воды

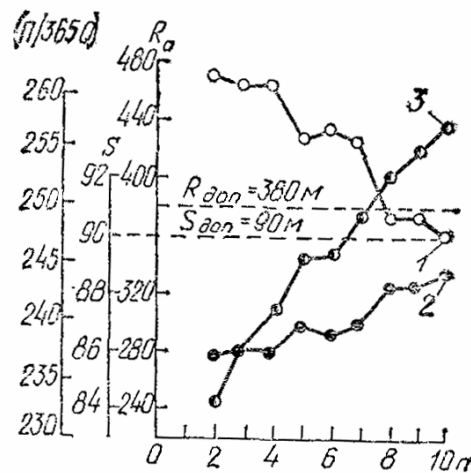
при сроке эксплуатации сооружений  $T = 25$  лет не превысит допустимого значения  $S_{\text{доп}} = 90$  м.

Предположим, что все скважины равнодебитные, т. е.  $Q_0 = Q/n$ . В этом случае, как отмечалось выше, их целесообразнее размещать по периметру круга (кольцевая батарея скважин) на одинаковых расстояниях друг от друга.

Результаты расчета величин  $Q$ ,  $D$ ,  $A$  и  $K^B$  приведены в табл. 45, а вычисленные значения  $R_0$ ,  $S_0(r_0, T)$  и  $\Pi/365Q$  - на графиках рис. 98.

Таблица 45

№ варианта	Число скважин, $n$	$Q$ , м <sup>3</sup> /сут	$D$ , мм	$A$	$K^B$ , руб/м
1	2	20000	450	0,09928	24,2
2			500	0,05784	27
3	3	1333,3	350	0,3731	19,96
4			400	0,1859	23,85
5	4	10000	300	0,8466	16,77
6			350	0,3731	19,96
7	5	8000	250	2,187	14,36
8			300	0,8466	16,77
9	6	6666,6	250	2,187	14,36
10			300	0,8466	16,77
11	7	5714,2	250	2,187	14,36
12			300	0,8466	16,77
13	8	5000	200	6,959	12,65
14			250	2,187	14,36
15	9	4444,4	200	6,959	12,65
16			250	2,197	14,36
17	10	4000	200	6,959	12,65
18			250	2,187	14,36



**Рис. 98. Графики для выбора оптимальных параметров водозабора, представленного кольцевой батареей скважин**

При проведении расчетов использованы два значения  $D$ , соответствующих нижней  $D_n$  и верхней  $D_e$  границам предельных расходов.

Анализ полученных результатов приводит к выводу о том, что при любом заданном числе скважин принятие значения  $D_n$  по нижней границе предельных расходов приводит к увеличению расстояния между скважинами (растет величина  $R_0$ ), уменьшению понижения динамического уровня  $S_0(r_0, T)$  и снижению приведенных затрат  $\Pi$ .

Принимая во внимание ограничение, накладываемое на понижение уровня воды в скважинах, из расчетов следует исключить те варианты, где это условие не выполняется. Тогда из серии расчетов с  $D_e$  выпадают варианты с числом скважин  $n = 5, 8, 9, 10$ .

Помимо этого, учитывая ограничение на величину  $R_0$ , из серии расчетов при  $D_e$  следует исключить варианты с  $n = 2$  и  $3$ , а при  $D_n$  - варианты с числом скважин 2-7.

Оставшиеся после учета ограничений варианты сведены в табл. 46. Из них выбирается один оптимальный вариант 5.

Таблица 46

№ варианта	Число скважин, $\bar{n}$	$Q, \text{ м}^3/\text{сут}$	$D, \text{ мм}$	$R_{0, \text{ м}}$	$S_0, (r_0, T), \text{ м}$	$10^1, \text{ руб} \text{ м}^3/\text{сут}$
Серия расчетов при $D_n$						
5	4	10000	300	370,88	88,52	246,58
9	6	6666,6	250	339,89	89,448	252,64
11	7	5714,2	250	367,81	88,61	252,42
Серия расчетов при $D_e$						
14	8	5000	250	376,64	88,355	253,33
16	9	4444,4	250	373,12	88,455	254,92
18	10	4000	250	362,51	88,765	256,91

**17.16.** При фиксированном понижении уровня подземных вод в эксплуатационных скважинах водораздельного водозабора соответствующие зависимости для расчета оптимального варианта принимают вид:

кольцевой водозабор

$$\bar{\Pi}_c + \left[ \bar{R}_0 n / (n-1) \right] \left[ 1 + (1/n) \ln(\bar{r}_0 n / \pi \bar{R}_0) \right] = 2\bar{\Theta} / n^3, \quad (208)$$

где  $\bar{\Pi}_c = \Pi_c / \Pi_B R_{0 \min}; \quad \bar{\Theta} = \Theta_0 / \Pi_e R_{0 \min}; \quad \bar{R}_0 = R_0 / R_{0 \min}$

$$\bar{r}_0 = r_0 / R_{0 \min}; \quad R_{0 \min} = 1,5 \sqrt{ate}^{-1/\bar{Q}};$$

$$\bar{R}_0 = \left( 4,7 \sqrt{ate}^{-1/\bar{Q}} / nr_0 l \right)^{1/n-1}; \quad (209)$$

линейный водозабор

$$\bar{\Pi}_c - (\bar{t}_0 / n) \ln(\bar{l}_0 / 2\pi r_c) = 2\bar{\Theta} / n^3; \quad (210)$$

$$\bar{\Pi}_c = \Pi_c / \Pi_B l_{0 \min}; \quad \bar{\Theta} = \Theta_0 / \Pi_B l_{0 \min}; \quad \bar{l}_0 = l_0 / l_{0 \min}; \quad \bar{r}_0 = r_0 / l_{0 \min};$$

$$l_{0 \min} = \frac{1}{n} \sqrt{ate}^{-1/Q};$$

$$l_0 = \left( 8,1 \sqrt{ate}^{-1/Q} / 2\pi r_0 n \right)^{1/(n-1)}. \quad (211)$$

**17.17.** В представленных соотношениях  $\bar{Q} = Q/2nkmS_0$ ;  $S_0$  - понижение уровня воды в водозаборных скважинах на конец расчетного периода продолжительностью  $T$ .

Параметры  $n, R_0$  и  $t_0$  находятся по формулам (208)-(210) подбором. Сначала задается произвольное число  $n$  и определяются соответствующие ему величины  $R_0$  или  $\bar{n}$ . Затем указанные параметры подставляются в соотношение (208) или (210). Если при этом уравнения (208) и (210) оказываются выполненными, то найденные значения параметров водозабора являются оптимальными. В противном случае расчет повторяется при новом значении  $n$ . Эти операции полезно произвести при нескольких значениях среднего диаметра водовода.

*Пример расчета.* Линейным водозабором производительностью 35 тыс. м<sup>3</sup>/сут проектируется эксплуатировать водоносный пласт с водопроницаемостью  $km = 1000$  м<sup>2</sup>/сут при понижении на конец расчетного срока  $T = 25$  лет ( $10^4$  сут), равном 19 м; коэффициент пьезо-проводности  $a = 10^4$  м<sup>2</sup>/сут,  $r_0 = 0,2$  м. Примерные стоимостные показатели выражаются величинами  $П_c = 1250$  руб.,  $П_b = 23,9$  руб.,  $\Theta_0 \approx 0$ . Требуется найти оптимальные протяженность водозабора и количество водозаборных скважин.

Параметр  $\bar{Q}$  в данном случае равен:  $\bar{Q}_0 = 35000/(2\pi \cdot 1000 \cdot 19) = 0,3$ . Задаемся сначала  $n \approx 25$ . По формуле (211) найдем:

$$l_{0\min} = \frac{1}{25} 8,1 \sqrt{10^4 10^4} e^{-1/0,3} = 116 \text{ м};$$

$$\bar{l}_0 = \sqrt[24]{116 / 2\pi \cdot 0,2} = 1,21;$$

$$П_c = 1250 / (23,9 \cdot 116) = 0,45; r_0 = 0,2 / 116 = 1,7 \cdot 10^{-3}.$$

Полученные величины подставляем в соотношение (210)

$$0,45 - 1,2 \frac{1}{25} \ln(1,2 / 2\pi \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}) = 0,22 \neq 0.$$

Выполним те же вычисления при  $n = 20$ :

$$t_{0\min} = \frac{1}{20} 8,1 \sqrt{10^4 10^4} e^{-1/0,3} = 140 \text{ м};$$

$$П_c = 1250 / (23,9 \cdot 140) = 0,32; r_0 = 0,2 / 140 = 1,1 \cdot 10^{-3};$$

$$0,32 - 1,4 \cdot 1 / 20 \cdot \ln(1,4 / 2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}) = 0,03 \approx 0$$

Таким образом, оптимальное количество скважин водозабора равно 20, дебит каждой скважины при этом составит  $Q_0 = 35000/20 = 1760$  м<sup>3</sup>/сут, расстояния между скважинами будут равны:  $l_0 = l_0 l_{0\min} = 1,28 \cdot 140 = 180$  м, общая длина водозабора составит  $2l = 19 \cdot 180 = 3400$  м.

## 18. КОМПЛЕКСНЫЕ РАСЧЕТЫ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

**18.1.** Водозаборные скважины, объединенные между собой сборными водоводами, представляют единую гидравлическую систему. При эксплуатации таких систем четко прослеживается связь между изменением производительности скважин (и водозабора в целом) при изменении гидродинамического режима подземных вод, а также при изменении гидравлических параметров отдельных сооружений. Поэтому уже на стадии разработки проекта следует производить оценку работоспособности системы. Такая оценка производится на основе комплексных расчетов водозаборов подземных вод.

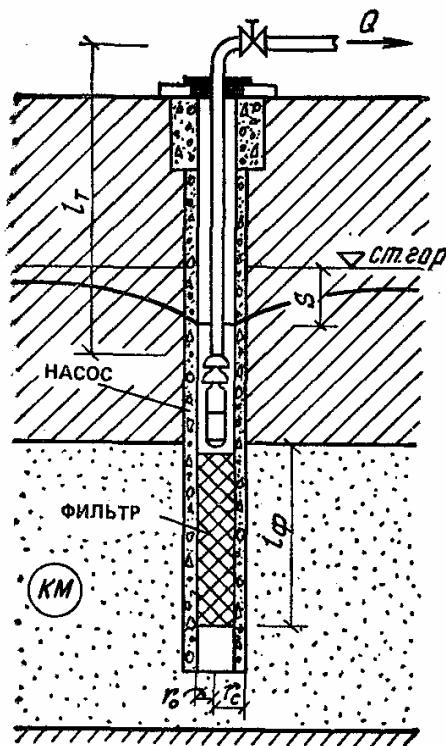
**18.2.** Основной задачей комплексного расчета водозаборов подземных вод является определение истинных значений расходов скважин и понижений в них уровня воды, а также расходов и потерь напора в сборных водоводах и параметров работы водоподъемного оборудования. Поэтому такие расчеты следует проводить при различных расчетных режимах и на различные периоды эксплуатации водозаборов (т. е. с учетом сезонных колебаний уровней и сработки запасов подземных вод, кольматажа и выхода скважин из строя, отключения отдельных линий сборных водоводов и т. п.) и на основе этого намечать сроки проведения мероприятий, направленных на поддержание стабильной работы систем. Для этой цели во ВНИИ ВОДГЕО разработаны пакет прикладных программ и "Рекомендации по применению ЭВМ для выполнения комплексных расчетов водозаборов подземных вод".

**18.3.** Исходными материалами для выполнения таких расчетов являются:

- а) гидрогеологическая расчетная схема расположения водозаборных и инфильтрационных сооружений;
- б) запроектированная схема сбора воды от скважин;
- в) принятая в проекте высотная схема подачи воды потребителю.

### Расчеты режимов работы одиночных скважин

**18.4.** При отборе воды из скважины (рис. 99) напор насоса  $H$  затрачивается на преодоление геометрической высоты подъема воды  $z$ , понижения уровня  $S$  и потерь напора в водоводе  $\Delta h$  от скважины до точки подачи воды.



**Рис. 99.** Схема подачи воды от скважин

В схеме рис. 99 насос, установленный в скважине, развивает напор, равный:

$$H = (\nabla p - \nabla_{ст.гор}) + S + \Delta h_{в}, \quad (121)$$

где  $H$  - полная высота подъема воды из скважины;  $\nabla p$  - отметка уровня воды в резервуаре;  $\nabla_{ст.гор}$  - отметка статического уровня грунтовых вод;  $S$  - понижение уровня в скважине;  $\Delta h_{в}$  - потери напора в водоводе от скважины до резервуара, включая потери напора в водоподъемных трубах.

Разность отметок  $(\nabla p - \nabla_{ст.гор})$  - это геометрическая высота подъема воды из скважины. Если эти отметки не изменяются, то  $(\nabla p - \nabla_{ст.гор}) = \text{const}$ .

С другой стороны, насос развивает напор в соответствии с его рабочей характеристикой  $Q-H$ , которая в диапазоне оптимальных значений КПД может быть аппроксимирована уравнением

$$H = A - BQ^2, \quad (123)$$

где  $A$  и  $B$  - параметры характеристики  $Q-H$  насоса.

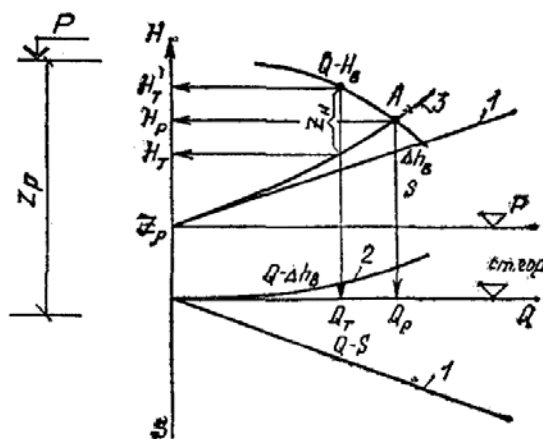
Подстановка (123) в (121) и учет зависимости  $S = f(Q)$  и  $\Delta h_{в} = f(Q)$  дает

$$z + (Q/2\pi km)(R + \zeta) + \ln(A_B Q^2) = A - BQ^2. \quad (124)$$

Применительно к одиночным скважинам уравнение (214) может быть решено графически. Для этого координаты  $Q-H$  следует расположить таким образом, чтобы точка  $H=0$  находилась на отметке  $\nabla_{\text{ст.гор}}$ . Тогда линия  $\nabla_p = \text{const}$  на графике (рис. 100) определит геометрическую высоту подъема воды из скважины, а линия  $I$  - характеристику скважины  $Q-S$  (характеристика скважины может быть построена как по опытным данным, так и на основе расчетов). Наконец, задаваясь гидравлическим сопротивлением, строится характеристика водовода  $Q-\Delta h_v$  (кривая  $II$ ).

При сложении характеристик  $Q-S$  и  $Q-\Delta h_v$  на линии  $\nabla_p = \text{const}$  находится совмещенная характеристика (кривая  $III$ ) скважины, водовода и резервуара, представляющая собой график зависимости полной высоты подъема воды от производительности скважины.

На графике (рис. 100) показана также характеристика  $Q-H$  насоса, который предполагается установить в скважине. Пересечение ее с кривой  $III$  дает рабочую точку насоса с координатами  $Q_p$  и  $H_p$  (где  $Q_p$  - действительная производительность насоса и  $H_p$  - напор, развиваемый насосом при такой подаче воды). Одновременно с этим определены также величины  $S_p$  в скважине и  $\Delta h_v$  в водоводе.



**Рис. 100** Графоаналитический метод расчета системы “скважина - насос - водовод - резервуар”

Зачастую из имеющегося сортамента не удастся подобрать насос, рабочая точка которого точно бы соответствовала требуемым значениям  $Q_T$  или  $H_T$  скважины. Поэтому на практике насосы подбирают с некоторым запасом по напору и производят регулирование их производительности. Такое регулирование, как правило, осуществляется с помощью задвижек, установленных на напорной линии, реже - изменением числа рабочих колес насоса.

В случае когда производительность насосов регулируется установкой дросселя на напорной линии присоединения скважины к водоводу, КПД установки резко снижается и составляет

$$\eta = \eta_y(1 - z_n/H_n),$$

здесь  $\eta$  - КПД установки, снятый с графика  $Q-H$  при заданном  $Q$  насоса;  $H_n$  - напор насоса, соответствующий подаче  $Q$  за вычетом потерь напора  $\Delta h_v$  в водоводе;  $z_n$  - величина дросселя. Поэтому такой способ регулирования ввиду неэкономичности не может быть рекомендован на длительный период времени, особенно в том случае, когда величины  $z_n$  велики ( $z_n > \Delta H_n$ , где  $\Delta H_n$  - напор, развиваемый одним рабочим колесом насоса).

При  $z_n > \Delta H_n$  регулирование производительности насосных установок следует производить изменением числа рабочих колес. Число колес, которые необходимо снять

с насоса, определяется выражением  $\bar{n} = z_n / \Delta H_n$  с округлением  $\bar{n}$  до ближайшего наименьшего целого значения.

В случае если  $z_n > \Delta H_n \bar{n}$ , то одновременно с изменением числа рабочих колес для обеспечения заданной производительности насоса производится установка дросселя на напорной линии.

Величина дросселируемого напора при этом составляет

$$(z_n)' = z_n - \Delta H_n \bar{n}.$$

Пусть по условию требуется обеспечить подачу воды в резервуар в количестве  $Q_T$ , причем  $Q_T < Q_p$ . Этому расходу на совмещенном графике соответствует точка  $B$  с координатами  $Q_T$  и  $H_T$ . Напор же насоса при подаче воды в количестве  $Q_T$  равен  $H_T'$  ( $H_T' > H_T$ ). Следовательно, величина дросселируемого напора составляет  $H_T'$  ( $H_T' > H_T$ ). На пересечении перпендикуляра, восстановленного из точки  $B$  на ось абсцисс, с линиями  $I$  и  $II$  лежат искомые значения всех переменных  $(z_n)'$ ,  $\Delta h_v$  и  $S$  при подаче воды в количестве  $Q_T$ .

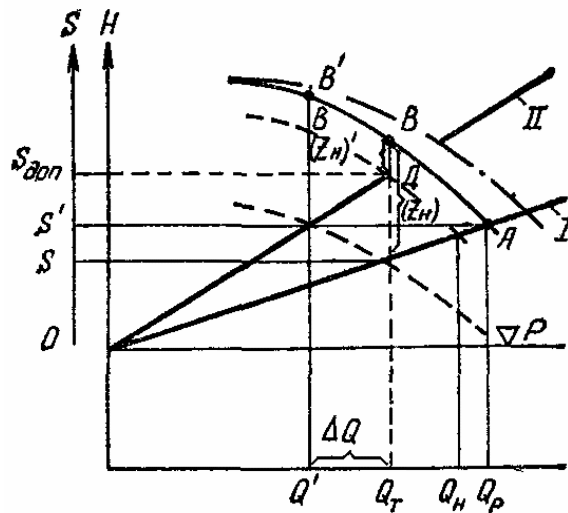
**18.5.** При изменении какой-либо из составляющих формулы (213) происходит смещение рабочей точки насоса по характеристике  $Q-H$ . Так, например, сработка запасов подземных вод приводит к увеличению геометрической высоты подъема воды из скважин, т. е. к увеличению  $H$  насоса и соответственно уменьшению  $Q$ . Аналогичная картина наблюдается и при увеличении гидравлического сопротивления фильтра скважин, обусловленного кольматажем.

Время  $T_S$ , в течение которого не происходит нарушения условий

$$S_p \leq S_{дон} \text{ или } Q_p \geq Q_T,$$

можно считать периодом устойчивой работы скважины. Однако на практике это время, как правило, оказывается меньше расчетного срока действия скважин.

Допустим, что характеристика скважины (кривая  $I$ ) была определена на период ее сооружения, а в процессе эксплуатации скважины гидравлическое сопротивление фильтра возросло и характеристика стала определяться кривой  $II$ . В результате этих изменений рабочая точка насоса сместится из точки  $B$  в точку  $B'$ . При этом, как видно из графика (рис. 101), понижение уровня воды в скважине составит  $S' > S$ , а производительность ее уменьшится на величину  $\Delta Q$ . На рис. 101, чтобы графические построения были более наглядными, характеристика  $Q-H$  насоса заменена на так называемую дроссельную характеристику, полученную вычитанием из ординат  $H$  потерь напора в водоводе  $\Delta h_v$ .



**Рис. 101. Графоаналитический метод решения задачи регулирования производительности скважины**

Для обеспечения требуемой производительности установки в количестве  $Q_T$  следует уменьшить потери напора на дросселе на величину  $(S' - S)$  и они должны составить

$$(z_n)' = (z_n) - (S' - S).$$

При этом, как видно из рис. 100, понижение уровня воды в скважине увеличивается. Поэтому такой способ регулирования производительности может применяться лишь в течение определенного срока эксплуатации, пока понижение в скважине будет меньше, чем  $S_{доп}$  [или пока величина  $(z_n)' > 0$ ].

На рис. 101 точка Д соответствует условию, когда при  $Q = Q_T$  ( $z_n > 0$ ), а  $S = S_{доп}$ . При неизменном  $(z_n)'$  дальнейший рост сопротивления вызовет снижение производительности установки. Вместе с тем, если уменьшить  $(z_n)'$  до значений, при которых подача воды от скважины составила бы  $Q_T$ , то произойдет увеличение понижения уровня воды в скважине и  $S$  превысит  $S_{доп}$ . Следовательно, характеристика скважины, представленная кривой II, соответствует условиям, когда фильтр предельно закольматирован и дальнейшая эксплуатация установки без осуществления комплекса мероприятий по восстановлению производительности скважины оказывается невозможной.

Регенерацией фильтра скважины удастся добиться уменьшения гидравлического сопротивления до значений, близких к начальному. Тогда при дросселируемом напоре  $(z_n)$  производительность установки составит  $Q_n > Q_T$ , а по мере роста сопротивления подача воды будет снижаться и лишь при достижении предельной закольматированности фильтра скважины окажется равной  $Q_T$ .

**18.6.** Введение в действие систем ИППВ вызывает повышение уровня грунтовых вод, а это в свою очередь приводит к уменьшению производительности насоса, установленного в скважине. Вместе с тем для обеспечения заданного прироста производительности также необходимо осуществлять регулирование работы насоса или производить его замену.

Допустим, что установка ИППВ введена в действие в момент времени  $t = T_s$  (когда фильтр скважины предельно закольматирован) и обеспечила повышение уровня на величину  $\Delta S$ . Тогда, основываясь на гидрогеологических расчетах, оказывается возможным пойти на увеличение отбора воды с доведением его до величины  $Q_T$ , равной:



$$Q_r = Q_T + 2\pi km \Delta S / (R_0 + \zeta), \quad (215)$$

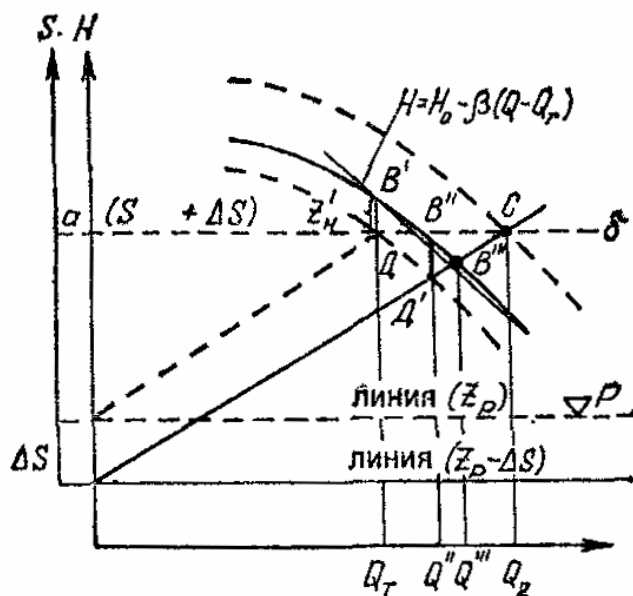
где  $R_0$  - фильтрационное сопротивление водоносного пласта при действии водозаборной скважины;  $\zeta$  - дополнительное сопротивление на несовершенство скважины в момент времени  $T_S$ ,

На рис. 102 величина  $Q_r$  является абсциссой точки  $C$ , лежащей на пересечении характеристики скважины (линия  $II$ ) линии  $a - б$  ( $S_{\text{доп}} + \Delta S$ ). Учитывая, что  $\Delta S = \frac{Q_0 R_0}{2\pi km}$  (где  $R_0$  - фильтрационное сопротивление водоносного пласта при действии установки ИППВ), можно найти  $\eta_r$ :

$$\eta_r = R_0 / (R_0 + \zeta), \quad (216)$$

где  $\eta_r$  - КПД установки ИППВ, который может быть достигнут в данных условиях.

Рассмотрим, какой же будет получен  $\eta$ , если в скважине оставить насос, подобранный без учета работы установки ИППВ (см. рис. 101). В этом случае для нахождения новой рабочей точки насоса необходимо от линии  $z_p = (z_p - \Delta S)$  заново восстановить характеристику скважины до пересечения ее с дроссельной характеристикой насоса. Эти построения показаны на рис. 102. Абсциссой точки  $D$  определяется расход скважины  $Q''$  с учетом дросселирования напора насоса на величину  $(z_n)$ , а абсциссой точки  $B''$  - расход скважины  $Q''$  при  $(z_n)' = 0$ . Как видно из графиков (рис. 102), введение в действие установок ИППВ без замены водоподъемного оборудования скважин будет всегда приводить к занижению  $\eta$ .



**Рис. 102. Графоаналитический метод расчета прироста производительности скважин при ИППВ**

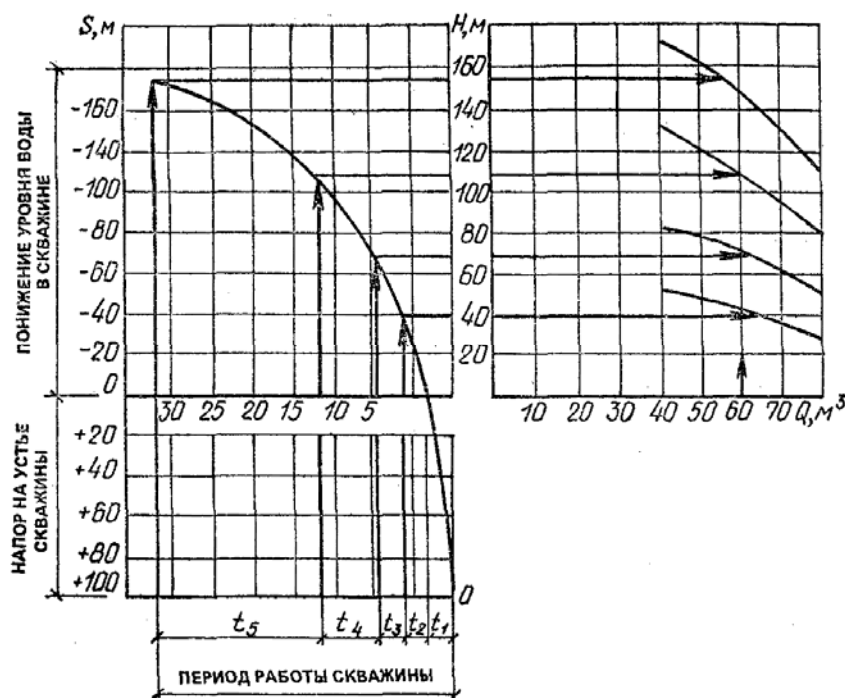
**18.7.** В артезианских бассейнах уровни подземных вод могут находиться на отметках, превышающих отметки подачи воды потребителю. Это позволяет на начальном этапе осуществлять эксплуатацию скважин в режиме самоизлива и лишь по истечении определенного времени переходить на откачку воды насосами.

При расчете таких систем определению подлежат время, в течение которого скважина может эксплуатироваться в режиме самоизлива с заданной подачей воды

потребителю, а также продолжительности периодов ее работы с теми или иными насосами.

Характерный график изменения во времени напора при действии артезианской скважины в режиме самоизлива с постоянным расходом  $Q_T$  представлен на рис. 103 [график рис. 103 построен на основе расчетов по формуле (33)].

Из данных рис. 103 видно, что в течение первых  $t_1$  лет эксплуатации напор на устье скважины находится на отметках выше поверхности земли. Поэтому, если подача воды от скважины производится в резервуар, расположенный на отметке земли, то временем  $t = t_1$  определяется продолжительность работы скважины в режиме самоизлива.



**Рис. 103. Графоаналитический метод расчета и подбора водоподъемного оборудования для артезианских скважин**

Для обеспечения заданной подачи воды потребителю при  $t > t_1$  в скважине следует установить насос; выбор марки насоса должен производиться с учетом дальнейшей сработки запасов подземных вод. Методика подбора насосных установок на различные периоды времени иллюстрируется рис. 103, где в координатах  $H - t$  представлен график изменения во времени напора подземных вод, а в координатах  $Q - H$  - дроссельные характеристики насосов с учетом напора в водоподъемных трубах.

**18.8.** Аналогичным образом выполняются расчеты и при сифонном отборе воды из скважин. Так, например, для рис. 104, когда имеется одиночная скважина, от которой вода по сифонному водоводу подается в сборный резервуар, графоаналитические расчеты сводятся к выполнению следующих построений. В координатах  $Q - H$  строится характеристика скважины, т. е. зависимость  $S = f(Q)$ . На рис. 104 эта характеристика показана линией 1. Далее к ординатам характеристики скважины прибавляются значения  $\Delta h_v$  (где  $\Delta h_v$  - потери напора в водоводе) и проводится линия 3, отражающая отметку наполнения воды в резервуаре, отсчитанную от статического горизонта. На перпендикуляре, опущенном из точки А пересечения линий 2 и 3, лежат расчетные значения  $S_p$  и  $\Delta h_p$ , соответствующие расходу  $Q_p$ .

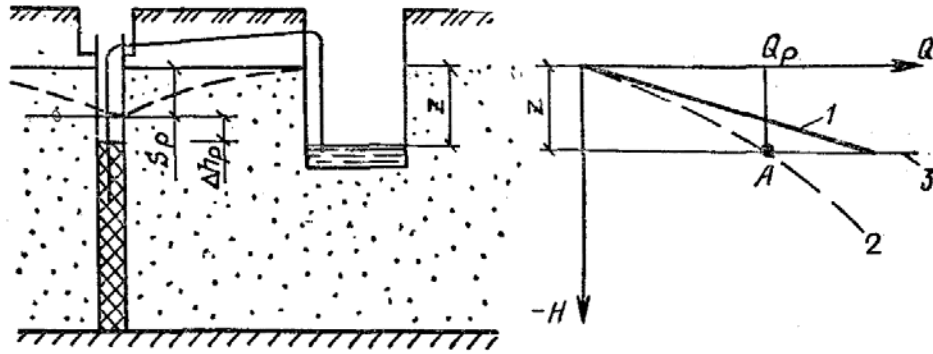


Рис. 104. Схема к расчету скважин при сифонном водоотборе

$Q_p$  - координаты точки  $A$  на оси  $Q$ ;  $S_p$  - расчетное понижение уровня воды: в скважине;  $\Delta h_p$  - расчетные потери напора в водоводе;  $z$  - разность между уровнем грунтовых вод и отметкой воды в резервуаре; 1 - характеристика  $Q-H$  скважины; 2 - характеристика  $Q-H$  скважины и водовода; 3 - линия отметки воды в резервуаре.

### Расчет систем подачи воды от скважин. Подбор и регулирование режимов работы водоподъемного оборудования

18.9. На рис. 105 показана простейшая схема водозабора в виде линейного ряда скважин, работающих на один сборный водовод.

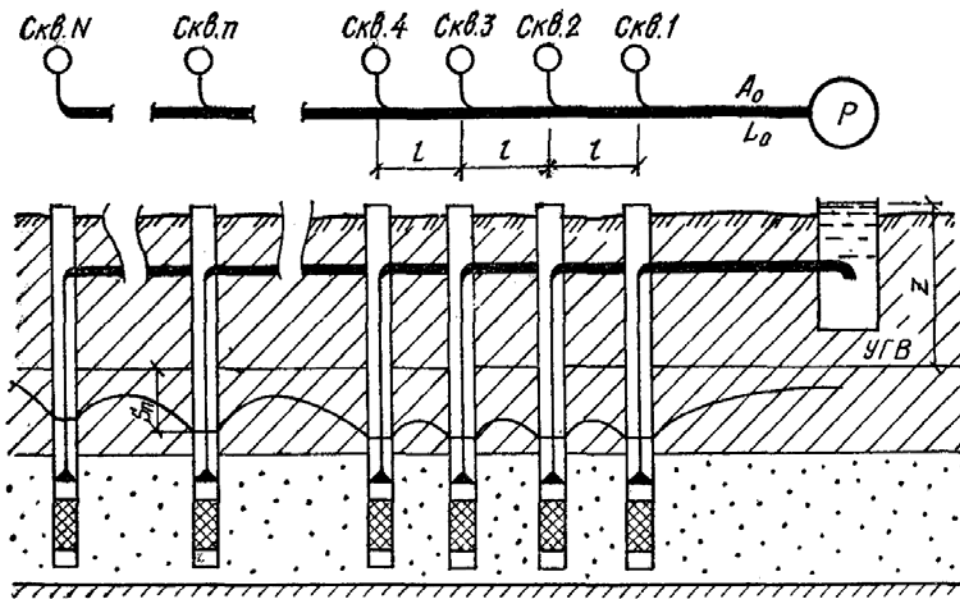


Рис. 105. Схема подсоединения скважин линейного ряда к сборному водоводу

В схеме рис. 105 напор, требуемый для подачи воды в количестве  $Q_n$  из любой  $n$ -й скважины на заданную отметку, составляет

$$H_n = z + S_n + \Delta H_n,$$

где  $S_n$  - понижение уровня воды в любой  $n$ -й скважине, определяемое с учетом действия остальных скважин;  $\Delta H_n$  - потери напора в водоводе от  $n$ -й скважины до точки сбора воды.

$$\Delta H_n = l \sum_{i=1}^{n-1} A_i \left( \sum_{j=1}^N Q_j - \sum_{j=1}^{n-1} Q_j \right)^2 + L_0 A_0 \left( \sum_{j=1}^N Q_j \right)^2. \quad (217)$$

В скважинах могут быть установлены насосы разных марок. Поэтому исходная система уравнений для расчета  $N$  неизвестных величин  $Q_n$  принимает вид

$$B_n Q_n^2 + S_n + \Delta H_n - (A_n - z) = \Delta H_n \quad (218)$$

для  $n = 1, 2, 3, \dots, N$ .

Решение нелинейной системы уравнений (218) отыскивается методом последовательных приближений.

В качестве первого приближения можно принять  $Q_n = Q/N$  (где  $Q$  - проектная производительность водозабора) и, подставив эти значения в уравнение (218), найти значения  $\Delta h_n$  (где  $\Delta h_n$  - невязки потерь напора по каждому из  $N$  уравнений, возникающие из-за того, что принятые значения  $Q_n$  не удовлетворяют системе уравнений). Если условие

$$|\Delta h_n| \leq \varepsilon, \quad (219)$$

не выполняется, то значение  $Q_n$  следует изменить на величину  $\Delta Q_n$ . Величина поправочного расхода  $\Delta Q_n$  для каждого  $n$ -го уравнения может быть приближенно рассчитана по формуле

$$\Delta Q_n = 0,5 \Delta h_n / \left\{ B_n Q_n + l \sum_{i=1}^{n-1} A_i \left( \sum_{j=1}^N Q_j - \sum_{j=1}^{n-1} Q_j \right)^2 + L_0 A_0 \left( \sum_{j=1}^N Q_j \right)^2 + (R + \zeta_n) / 2\pi km \right\} \quad (220)$$

и принимается со знаком (+) или (-), соответствующим знаку невязки  $\Delta h_n$ .

Система уравнений (218) считается разрешенной, когда в процессе последовательных приближений найдены такие значения  $Q_n$ , при которых выполняются условия (219). После этого производится вычисление  $S_n$ :

$$S_n = Q_n / 2\pi km (R_{nn} + \zeta_{nn}) + \sum_{j=1}^n \nabla (Q_j / 2\pi km) R_{jn}, \quad (221)$$

где индекс  $\nabla$  указывает на то, что из суммы исключен член  $j = n$ . Помимо этого определяются величины напоров насосов

$$H_n = z + S_n + \Delta H_n, \quad (222)$$

а также расчетные значения расходов и потерь напора в линиях сети.

**18.10.** Найденные в результате проверочного расчета значения  $Q_j$  и  $S_j$  могут не удовлетворить ограничениям вида:

$$\sum_{j=1}^N Q_j \geq Q; S_j \leq S_{don}; Q_{min} \leq Q_j \leq Q_{max}, \quad (223)$$

где  $Q_{min}$ ,  $Q_{max}$  - соответственно минимальный и максимальный расходы установленных в скважинах насосов.

В этом случае необходимо либо произвести замену насосов по скважинам, где не выполняются второе или третье условие (23), либо отрегулировать их работу на требуемый режим эксплуатации.

**18.11.** Для этого расчеты водозаборов проводятся в следующем порядке.

Сначала выполняются гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений. При этом в зависимости от того, какая ставится задача (обеспечить максимальную или заданную производительность водозабора), такие расчеты проводятся:

а) при действии водозаборных скважин в режиме  $S_j = S_{дон}$ ;

б) при действии водозаборных скважин в режиме  $Q_j = \text{const}$  и соблюдении условия 
$$\sum_{j=1}^N Q_j = Q_s;$$

в) при комбинированном использовании условий по подпунктам а, б, когда требуется по ряду скважин обеспечить выполнение условия  $S_j = S_{дон}$ , а по остальным  $Q_j = \text{const}$ .

В результате гидрогеологических расчетов определяются величины  $Q_j$  по скважинам, действующим в режиме  $S_j = S_{дон}$ , и  $S_j$ , в скважинах, которые действуют в режиме  $Q_j = \text{const}$ .

По завершении гидрогеологических расчетов проводится гидравлический расчет системы сбора воды от скважин, в результате которого устанавливаются расходы и потери напора в линиях сети, а также свободные напоры в точках присоединения скважин к сборным водоводам.

По известным значениям понижений уровня воды в скважинах и свободных напоров рассчитываются требуемые напоры и производится подбор насосов (а при необходимости осуществляется и их регулирование на заданную подачу воды из каждой скважины).

При выполнении расчетов в такой последовательности производительность водоподъемного оборудования будет в точности соответствовать намеченному режиму работы скважин.

При решении подобных задач следует ориентироваться на использование ЭВМ (см. п. 18.2).

*Пример расчета.* Водозабор размещается в пойме реки и представлен шестью водозаборными скважинами (рис. 106) и инфильтрационным бассейном.

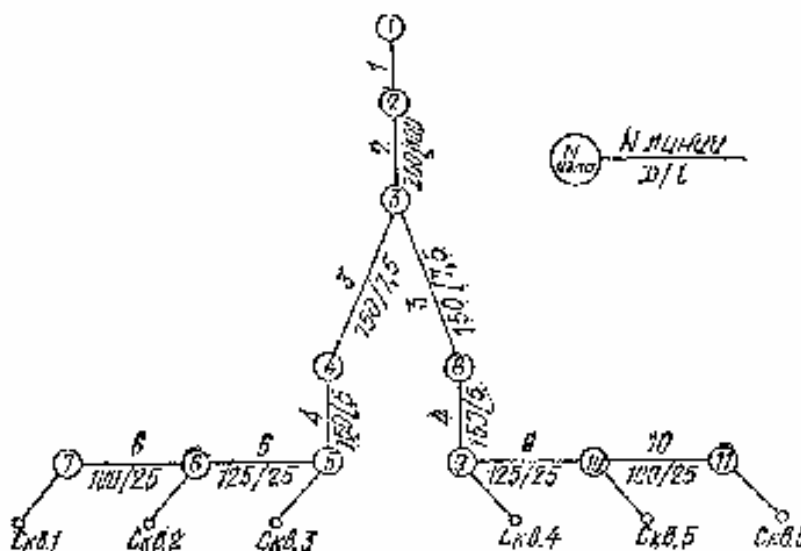


Рис. 106. Расчетная схема сбора и подачи воды от скважин

Скважины отбирают подземные воды из однородных песков четвертичного возраста. Мощность обводненной толщи песков  $m = 20$  м. В основании водоносного горизонта залегают глины, служащие водоупором. Сверху пласт перекрыт песчано-

суглинистым слоем 2,5-3 м. Коэффициент фильтрации пород водоносного горизонта  $k = 20$  м/сут. Подземные воды залегают на глубине 2 м от поверхности земли. По своему химическому составу они относятся к гидрокарбонатнокальциевому типу с повышенным содержанием железа до 0,5-1 мг/л и являются склонными к осадкообразованию.

Скважины располагаются вдоль берега реки на расстоянии 25 м от уреза воды в реке. Расстояние между скважинами в ряду также равно 25 м. Все скважины имеют одинаковую конструкцию; радиус бурения  $r_c = 0,4$  м; радиус фильтра  $r_0 = 0,2$  м; длина фильтра  $l_\phi = 20$  м; коэффициент фильтрации пород призабойной зоны  $k_\phi = 4,069$  м/сут.

Инфильтрационный бассейн размещается в центре водозабора на расстоянии 40 м от уреза воды в реке. Длина инфильтрационного бассейна составляет 125 м, а производительность принята равной  $Q_6 = 0,052$  м<sup>3</sup>/с.

Предусмотрено, что вода от скважин должна подаваться в резервуар, расположенный за пределами водозабора. Расчетная отметка наполнения воды в резервуаре находится на 70 м выше статического горизонта.

Рассматриваемая система водоснабжения должна обеспечить подачу воды потребителю  $Q$  не менее 100 м<sup>3</sup>/ч (2400 м<sup>3</sup>/сут), при этом понижения уровня воды в скважинах не должны в течение расчетного срока ее эксплуатации превысить заданной величины  $S_{доп} = 5$  м.

Требуется на основе комплексных расчетов проанализировать режим эксплуатации водозабора с учетом возможного кольяматажа скважин (определить период устойчивой их работы, т. е. время  $T_s$ ) и осуществить подбор водоподъемного оборудования с его регулировкой на заданную подачу воды.

Соппротивление  $\zeta_k$ , обусловленное кольяматажем водозаборных скважин, рассчитывается по формуле

$$\zeta_k(t) = [k/k(t) - 1] \ln(r_c/r_0); \quad (224)$$

$$k(t) = k_\phi \left[ 1 - N_0/n_0 (1 - e^{-C_0 \gamma t}) \right]^3, \quad (225)$$

где  $N_0/n_0$  - безразмерный параметр ( $N_0$  - предельная емкость фильтра и  $n_0$  - его начальная пористость);  $C_0 \gamma$  - параметр характеризующий интенсивность кольяматажа скважин ( $C_0$  - концентрация в откачиваемой воде кольяматирующих соединений и  $\gamma$  - константа скорости выпадения кольяматанта из воды и осаждения его на фильтре скважин).

Для выявления закономерностей изменения производительности отдельных скважин и водозабора в целом гидрогеологические расчеты следует проводить с заданием на скважинах условия  $S_j = S_{доп}$ . В этом случае найденные значения  $Q_j$  скважин соответствуют их максимальной производительности. При выполнении таких расчетов с учетом роста  $\zeta_k$  производительность снижается и может оказаться, что к некоторому моменту времени она станет равной или даже меньшей, чем  $Q_s$  требуемая.

Для определения периода устойчивой работы скважин гидрогеологические расчеты должны проводиться на различные моменты времени с определением на каждом шаге по времени значений  $Q_s$  скважин и проверкой выполнения условия  $\sum Q_j \geq Q$ . Результаты таких расчетов по 1(6), 2(5) и 3(4) скважинам представлены на рис. 107.

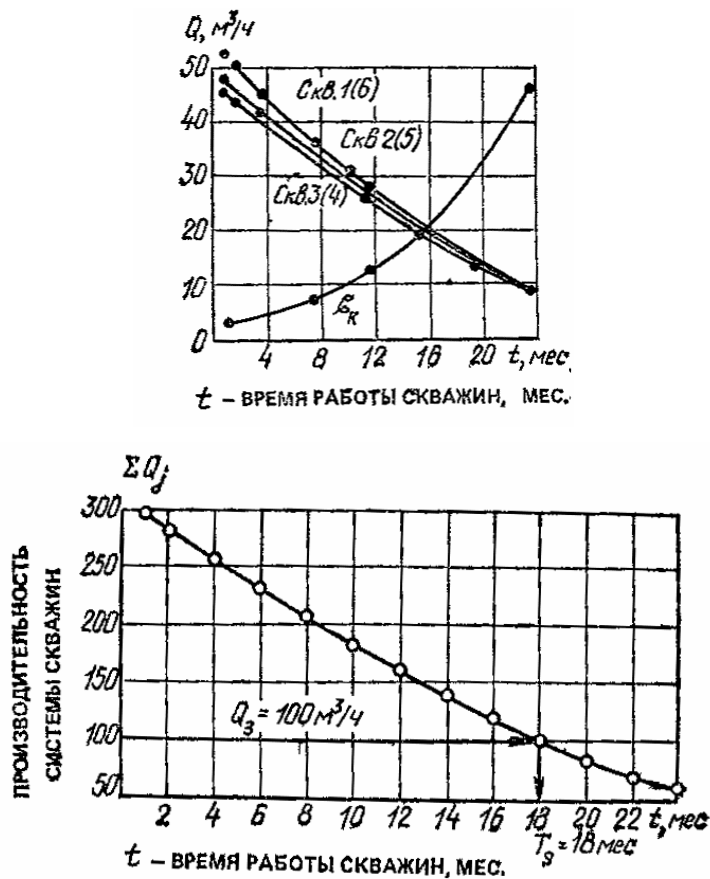


Рис. 107. Расчетные графики изменения во времени  $\zeta_k(t)$ ,  $Q_j(t)$  и  $\sum Q(t)$  при действии скважин в режиме  $S_j = \text{const}$

Там же приведены графики изменения  $\zeta_k(t)$  и  $\sum Q(t)$ . Расчеты выполнялись при условии  $S_j = 5 \text{ м}$ ;  $(N_0/n_0)_j = 1$  и  $(C_0\gamma)_j = 0,0368 \text{ мес}^{-1}$ .

Из данных рис. 107 видно, что период устойчивой работы системы скважин  $T_s$  составляет 18 мес. При  $t > T_s$  суммарная подача воды от скважин оказывается меньше требуемой ( $Q = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) и, следовательно, производительность водозабора не обеспечивается.

Согласно п. 18.11, следующим этапом комплексных расчетов являются проведение гидравлических расчетов системы сбора воды от скважин и выбор соответствующего водоподъемного оборудования. Такие расчеты следует проводить с использованием в качестве исходных данных вычисленных значений  $Q_j$  и  $S_j$  по скважинам на момент времени  $t = T_s$ .

Результаты гидравлических расчетов сборных водоводов представлены на рис. 108, а данные по выбранному водоподъемному оборудованию сведены в табл. 47.

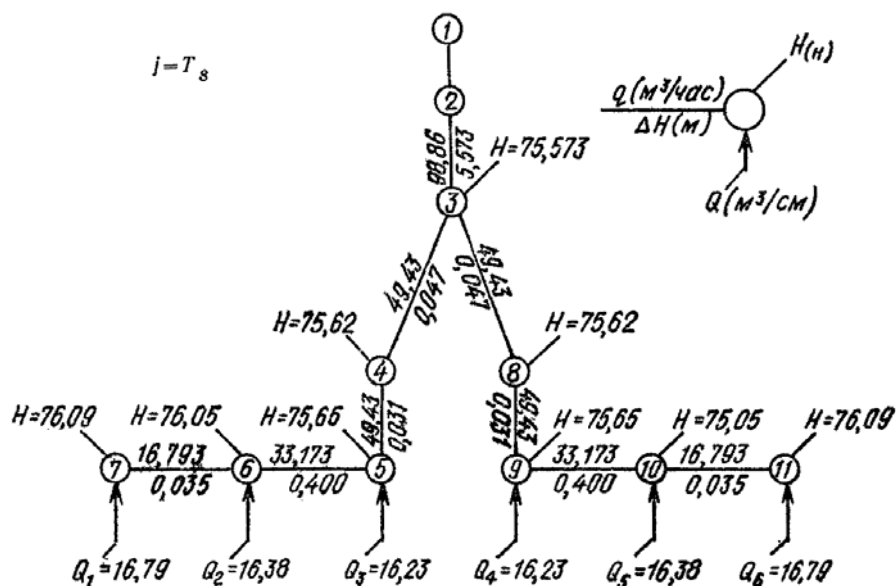


Рис. 108. Результаты гидравлического расчета сборных водоводов на момент времени  $j = T_s$

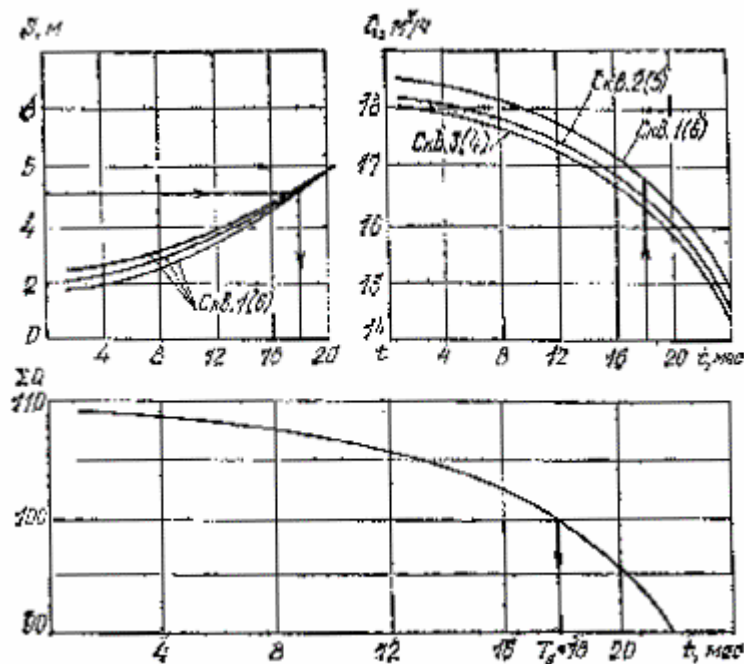
Таблица 47

№ скважины	$Q$ , м³/ч	$S$ , м	Полная высота подъема воды, м	Марка насоса	Напор насоса, м	Дросселируемый напор, м
1	16,79	5	81,09	1ЭЦВ-25-100	110,81	29,72
2	16,38	6	81,06	1ЭЦВ-25-100	111,22	30,16
3	16,23	5	80,66	1ЭЦВ-25-100	111,34	30,68
4	16,23	5	80,66	1ЭЦВ-25-100	111,34	30,68
5	16,38	5	81,06	1ЭЦВ-25-100	111,22	30,16
6	16,79	5	81,09	1ЭЦВ-25-100	110,81	29,72

Теперь необходимо проанализировать, насколько правильно подобраны погружные скважинные насосы и установлена степень их регулирования (т. е. в состоянии ли обеспечить эти насосы стабильную работу водозабора в течение времени  $T_s$ ). Для этого следует выполнить проверочные расчеты системы сбора и подачи воды от скважин.

Результаты проверочных расчетов при использовании данных табл. 47 представлены на рис. 109.





**Рис. 109. Расчетные значения изменения  $S_j(t)$ ,  $Q_j(t)$  и  $\sum Q(t)$  при насосной эксплуатации скважин**

Из данных рис. 109 видно, что вначале производительность скважин (и их суммарная подача) несколько выше требуемой, а понижения уровней меньше, чем  $S_{\text{доп}}$ . С ростом  $\zeta$  к(t) производительность скважин  $Q_j$ , снижается, а  $S_j$  возрастает, и к моменту времени  $t = T_S$  во всех скважинах  $S_j$ , оказываются равными  $S_{\text{доп}}$  и  $\sum Q_j = Q_S$ .

## 19. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

**19.1.** Опыт эксплуатации водозаборов подземных вод показывает, что их проектная производительность может существенно снижаться во времени. Одной из причин этого явления могут быть различные виды кольматажа фильтров и прифильтровых зон скважин. Для увеличения срока их службы возникает необходимость проведения мероприятий по декольматации и восстановлению производительности водозаборов. Такие мероприятия должны проводиться систематически и предусматриваться в проекте водозабора.

**19.2.** Для выявления целесообразности восстановительных работ и периодичности их проведения на водозаборных скважинах необходимо в процессе эксплуатации выполнить опробование скважин для оценки роста их сопротивления и снижения удельной производительности в результате кольматации и сопоставления полученных текущих величин с первоначальными.

Для декольматации и восстановления производительности скважин используются импульсные, реагентные и комбинированные методы. Технология этих методов восстановления производительности скважин регламентируется специальными руководствами и инструкциями.

**19.3.** Среди импульсных методов наибольшее распространение получили взрывная, электрогидравлическая и пневмоимпульсная обработки. В скважинах с пластмассовыми фильтрами из ПВХ и полиэтилена, а также в скважинах с фильтрами блочного типа импульсные методы использовать не рекомендуется.

**19.4.** Для взрывной обработки применяют торпеды ТДШ (ТДШ-50, ТДШ-25, ТДШ-В), снабженные детонирующим шнуром ДШ-В или ДШУ-В, и фугасные торпеды ТШ или Ф-2 различных конструкций.

Скважины, каптирующие рыхлые отложения, обрабатывают взрывом детонирующего шнура в одну нитку при следующих видах водоприемной поверхности: проволочная намотка диаметром каркаса 168-299 мм и штампованный лист диаметром каркаса 245- 299 мм. Обработка скважин производится через 2-5 лет их эксплуатации, но не более 3-4 раз за весь период службы скважины.

Для увеличения производительности скважин, каптирующих трещиноватые полускальные породы и оборудованных перфорированным трубчатым или каркасно-стержневым фильтром, используют фугасные торпеды различной конструкции или торпеду, состоящую из двух-трех ниток детонирующего шнура. Ориентировочная продолжительность межремонтного периода скважин изменяется от 4 до 6 лет.

**19.5.** Для электрогидравлической обработки скважин применяют специализированные установки ЭГУ, СЭУ и др., которые последовательно по всей длине фильтра создают ударные волны высоковольтными электрическими разрядами в жидкости.

Общее время электрогидравлической обработки скважин определяется конструкцией скважины. На 1 м фильтра с проволочной обмоткой или штампованным листом достаточно 300-500 импульсов, для сетчатых-100-200 импульсов. Для фильтровых каркасов, установленных в полускальных породах, количество импульсов на 1 м фильтра должно быть не менее 500.

Рациональным межремонтным периодом при обработке скважин, каптирующих рыхлые отложения, следует считать срок, равный 7 месяцам, а при обработке скважин, каптирующих трещиноватые полускальные породы и оборудованных каркасными фильтрами, ориентировочная продолжительность межремонтного периода находится в пределах двух-трех лет.

**19.6.** Для пневмоимпульсной обработки скважин применяют специализированную установку АСП-Т, которая последовательно по всей длине фильтра возбуждает при помощи сжатого воздуха упругие колебания жидкости.

Пневмоимпульсную обработку скважин в рыхлых отложениях проводят в зависимости от диаметра фильтра и водоприемной поверхности в соответствии с табл. 48.

Таблица 48

Фильтр	Технологические характеристики пневмоимпульсной обработки скважин	Диаметр фильтра, мм		
		168	219	245
Сетчатый	Объем пневмокамеры, л	0,3	0,5	1
	Давление в воздухоборнике, МПа/см <sup>2</sup>	4-6	6-8	8-10
	Количество импульсов на 1 м фильтра, шт.	2-3	3-5	5-8
Каркасный с проволочной обмоткой или с штампованным листом	Объем пневмокамеры, л	0,3	0,5	1
	Давление в воздухоборнике, МПа/см <sup>2</sup>	10-15	10-15	10-15
	Количество импульсов на 1 м фильтра, шт.	4-5	5-8	8-12

При обработке скважин, каптирующих водонасыщенные полускальные породы и оборудованных трубчатыми или каркасными фильтрами, рекомендуются следующие технологические характеристики обработки: объем пневмокамеры 1 л, давление в воздухоборнике 10-15 МПа/см<sup>2</sup>, количество импульсов на 1 м фильтра не менее 10.

Рациональная продолжительность межремонтного периода при пневмоимпульсной обработке скважин в рыхлых отложениях не превышает 6 мес, а при обработке скважин, каптирующих трещиноватые полускальные породы и оборудованных

каркасными фильтрами, ориентировочная продолжительность межремонтного периода находится в пределах двух-трех лет.

**19.7.** Реагентная обработка скважин включает следующие технологические операции: выбор необходимого количества реагента, подбор его количества, монтаж необходимого оборудования, подачу раствора в фильтр скважины, создание возвратно-поступательного движения реагента в закольматированной прифилтровой зоне, определение времени окончания обработки скважины и ее прокачки для удаления остаточного количества реагента и продуктов реакции.

Реагент выбирают в зависимости от состава кольматанта и устойчивости конструктивных элементов скважин против агрессивного воздействия реагента (табл. 49).

Химический состав кольматанта оценивается по пробе осадка, отобранного с водоподъемного оборудования, обсадной трубы или непосредственно с поверхности фильтра, извлеченного на данном водозаборе.

Таблица 49

Реагент		Состав кольматанта	Устойчивость фильтра и обсыпка к кислотам
композиция	Концентрация, %		
HCl+Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	(20 ÷ 25)+0,1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , FeCO <sub>3</sub> , FeS CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub>	Фильтр и обсыпка кислотоустойчивы
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -2HCl+Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	(8 ÷ 10)+0,1		
NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H + Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	(8 ÷ 10)+0,1		
NaHSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O + ... + Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	(5 ÷ 7)+0,1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , FeCO <sub>3</sub> , FeS	То же
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> + ... + Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	(6 ÷ 8)+1	Преобладают Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub>	Фильтр неустойчив к кислоте
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> или (NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ,	(5-8)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , FeCO <sub>3</sub> , CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub>	Обсыпка содержит известковистые соединения
HCl + Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	(5 ÷ 10)+ +(3-2,5)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , FeCO <sub>3</sub> , FeS CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub>	Фильтр и обсыпка устойчивы к разбавленной кислоте

В кислотных растворах применяют ингибиторы коррозии каталин-А и каталин-Б в концентрациях соответственно 0,5 и 0,05 %. При реагентных обработках скважин следует учитывать, что из всех рекомендуемых реагентов наиболее эффективна соляная кислота, близок к ней по растворяющей способности раствор дитионита натрия, достигающий около 90 % растворяющей способности соляной кислоты. Соответственно растворяющая способность раствора гидразина солянокислого составляет 60 %, раствора бисульфата натрия водного - 40%, раствора сульфаминовой кислоты - 10%. Применение фосфатных растворов возможно лишь на скважинах, срок эксплуатации которых не более трех лет.

**19.8.** При отборе железосодержащих вод гидрокарбонатно-кальциевого типа в песчаных отложениях и соблюдении межремонтного периода требуемое количество реагента приближенно может быть определено по табл. 50.

Таблица 50

Диаметр фильтра длиной 10 м, мм	Объем раствора, л	Количество, кг	
		соляной кислоты 25 %-ной концентрации	порошкообразных реагентов
168	300 - 400	340 - 350	24 - 32
	200 - 250	220 - 280	16 - 20
219	500 - 600	620 - 670	40 - 48
	360 - 400	415 - 470	30 - 34
245	700 - 800	790 - 900	56 - 64
	560 - 610	630 - 685	45 - 49
299	900 - 1000	1000 - 1100	72 - 80
	780 - 830	880 - 930	62 - 66

Примечание. Над чертой - для гравийно-проволочных фильтров; под чертой - для сетчатых и блочных фильтров.

При приготовлении растворов из порошкообразных реагентов в заливочной емкости концентрация раствора в ней, необходимая для создания в фильтре скважины оптимальной концентрации, определяется по формуле

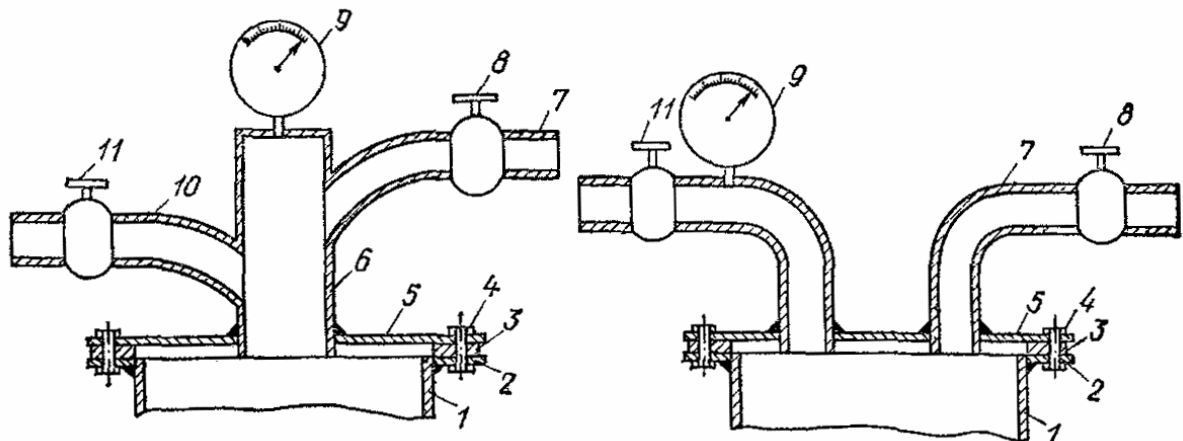
$$C_{емк} = C_{опт}(V_{емк} + V_{ф})/V_{емк}, \quad (226)$$

где  $V_{ф}$  - объем воды в фильтре скважины, л;  $V_{емк}$  - объем раствора в заливочной емкости, л;  $C_{емк}$  - концентрация реагента в заливочной емкости, %;  $C_{опт}$  - оптимальная концентрация реагента, %.

При подаче раствора непосредственно в ствол скважины необходимо учитывать весь объем воды, заключенный в нем.

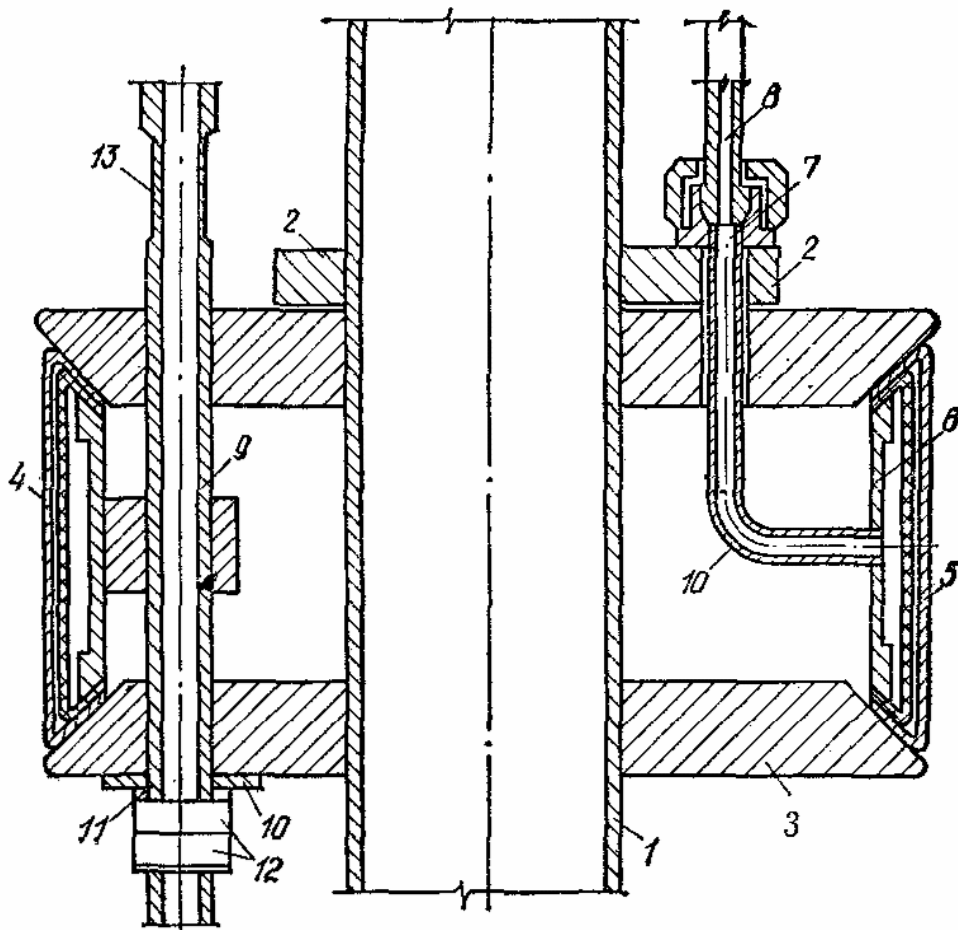
Для восстановления производительности скважин, каптирующих трещиноватые карбонатные породы, необходимое количество соляной кислоты составляет 6-8 т, что позволяет не только растворить кольматирующие образования, но и существенным образом увеличить производительность скважины за счет увеличения проницаемости призабойной зоны. Добавка к соляной кислоте уксусной кислоты с концентрацией 1-3 % позволяет снизить скорость реакции соляной кислоты с карбонатами, что увеличивает дальность ее проникания в пласт.

**19.9.** Для восстановления производительности скважин реагентными методами необходимо следующее оборудование: передвижная емкость или баллоны в кислотостойком исполнении для доставки кислоты к скважине; заливочная емкость для приготовления раствора; насос в кислотостойком исполнении для закачки раствора в фильтр скважины; оголовок для герметизации устья скважины; пакер для герметизации фильтра; шланги для подачи реагента и отвода продуктов реакции; манометр; эрлифтная система; компрессор производительностью 3-6 м<sup>3</sup>/мин. В основном все оборудование для обработки скважин является стандартным; определенную специфику представляет оголовок для герметизации устья скважины. Основные типы оголовков представлены на рис. 110, а пневматический пакер для герметизации фильтра - на рис. 111. Для герметизации фильтра, установленного впотай, эффективно применение конического резинового уплотнительного элемента, герметизирующего фильтр под действием силы тяжести несущих труб.



**Рис. 110. Конструкция оголовков скважины при реагентной обработке фильтра и прискважинной зоны**

1 - обсадная колонна; 2 - нижний фланец; 3 - резиновая прокладка; 4 - отверстия под стягивающие болты; 5 - верхний фланец; 6 - корпус оголовка; 7 - патрубок для заливки реагента; 8 - вентили, 9 - манометр; 10 - патрубок для выпуска продуктов реакции.

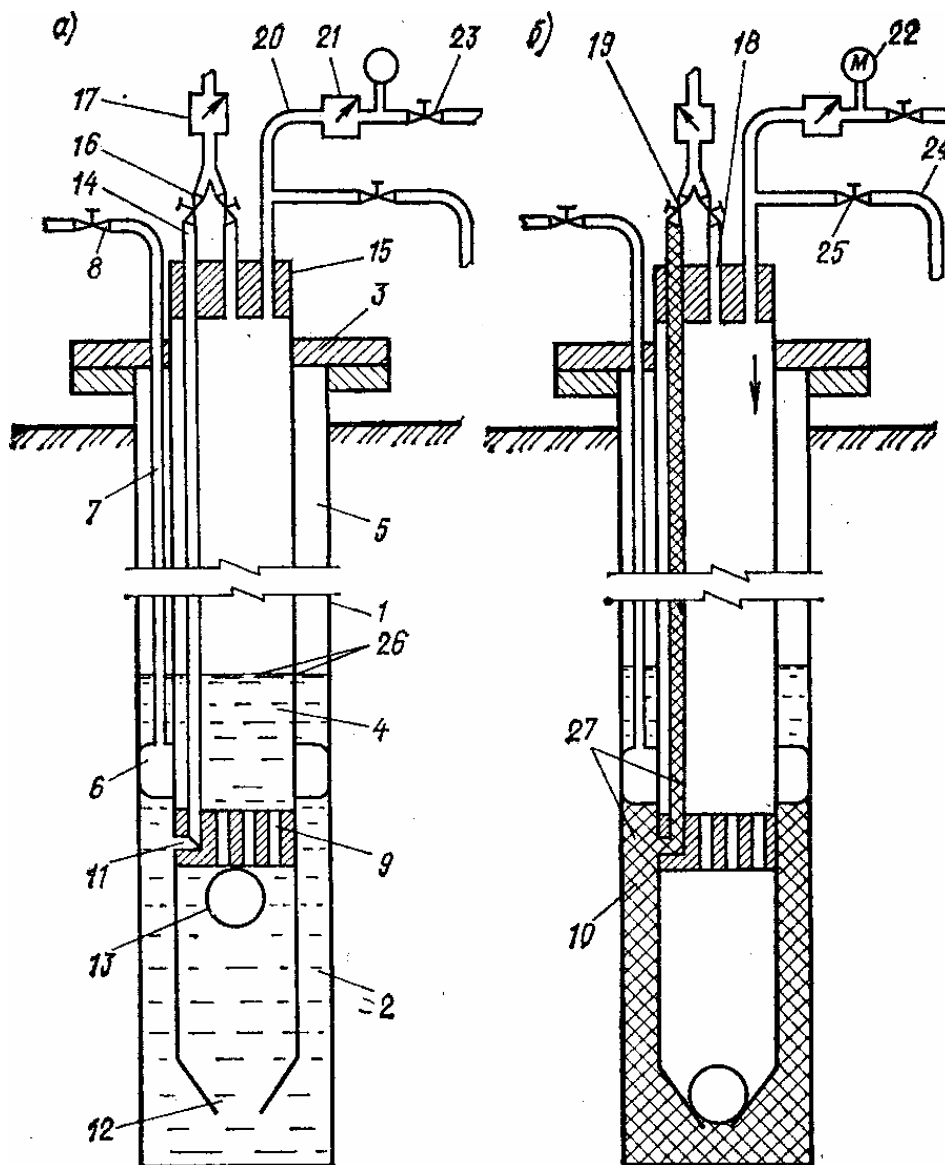


**Рис. 111. Пневматический пакер**

1 - труба для подачи сжатого воздуха; 2 - фланец; 3 - опорный фланец; 4 - уплотнительный элемент; 5 - защитная крышка; 6 - обечайка; 7 - nipple; 8 - воздухопровод; 9 - труба для подачи реагента; 10 - резиновая прокладка; 11 - шайба; 12 - гайка; 13 - фаска для соединения хомутного типа

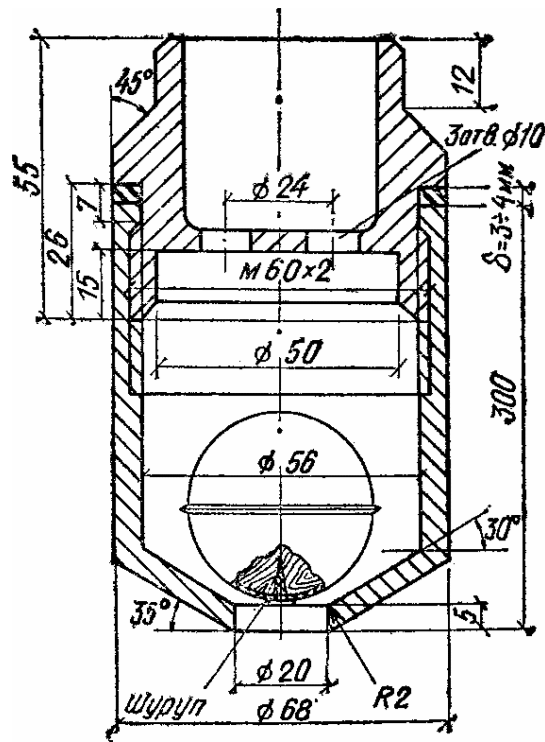
В условиях близкого залегания уровня подземных вод к верхней части фильтра, при установке фильтров большей длины и негерметичности эксплуатационной колонны

труб используют специальное устройство (рис. 112), обеспечивающее непрерывное возвратно-поступательное движение реагента в закольматированной зоне и исключаящее проникание сжатого воздуха в прифилтрованную зону. Коническое седло с плавающим клапаном этого устройства представлено на рис. 113.



**Рис. 112. Устройство для циклической реагентной обработки**

*a* - после монтажа устройства; *б* - при задавливании реагента; 1 - скважина; 2 - фильтр; 3 - опора; 4 - труба; 5 - межтрубное пространство; 6 - пакер; 7, 18, 24 - трубопроводы; 8, 16, 19, 23, 25 - вентили; 9 - муфта; 10 - перфорированное отверстие; 11 - угловой клапан; 12 - коническое седло; 13 - шаровой клапан; 14 - реагентопровод; 15 - крышка; 17, 21 - обратные клапаны; 20 - воздуховод; 22 - манометр; 23 - уровень подземных вод; 27 - реагент.



**Рис. 113. Коническое седло с плавающим шаровым клапаном и перфорированной перегородкой**

**19.10.** При глубоком залегании уровня подземных вод (более 60 м) для восстановления производительности скважин на воду может использоваться способ “реагентной ванны”. При восстановлении производительности скважин, каптирующих песчаные отложения, рекомендуемая длительность “реагентной ванны” 10-12 ч. При обработке скважин, каптирующих водонасыщенные трещиноватые карбонатные породы, целесообразно после закачки 6-8 т кислоты в герметизированную скважину продавить ее в пласт водой. Объем продавливаемой воды составляет 3-5 м<sup>3</sup> при расходе воды не менее расхода поданной ранее кислоты. Кислота в герметизированной скважине выдерживается до окончания реакции кислоты с породами, что контролируют по окончанию газовых выделений из скважины.

**19.11.** Наиболее эффективная регенерация герметизированных скважин, каптирующих песчаные породы, обеспечивается созданием пульсирующего возвратно-поступательного движения реагента в прифильтровой зоне, осуществляемого путем повышения и снятия давления или путем вакуумирования скважины с последующей ее разгерметизацией. Количество задавливаемого реагента должно быть достаточным для заполнения пор гравийной обсыпки или закольматированной прифильтровой зоны, поэтому время задавливания и снятия давления определяется положением уровня жидкости в стволе скважины, что может контролироваться с помощью уровнемера. Ориентировочно в каждом цикле повышения - снятия давления должно обеспечиваться давление 0,15-0,2 МПа/см<sup>2</sup> в течение 5 мин для гравийных фильтров и 10 мин для фильтров сетчатого и блочного типа с последующим сбросом давления в течение 3 и 5 мин соответственно. При обработке скважины с применением специального устройства (см. рис. 112) время окончания задавливания реагента контролируется по моменту постановки плавающего шарового клапана на коническое седло, что фиксируется скачком давления на манометре, а время сброса давления и выпуска продуктов реакции принимается не менее времени задавливания реагента.

Время окончания циклической реагентной обработки при режиме задавливания реагента сжатым воздухом может определяться по стабилизации времени восстановления уровня, или времени задавливания реагента в скважине, или по

стабилизации электрического сопротивления реагента, измеряемого в фильтре скважины. Общая продолжительность обработки может также приниматься не более трех часов.

После окончания обработки производят демонтаж оборудования, монтаж эрлифта или другого водоподъемного оборудования и прокачивают скважину. При прокачке из скважины удаляются остаточное количество реагента и продукты реакции. Во всех случаях при прокачке скважин всасывающая система водоподъемного оборудования должна располагаться в нижней части фильтра. Прокачка скважины прекращается, когда электрическое сопротивление откачиваемой жидкости становится равным электрическому сопротивлению чистой воды, зафиксированному перед обработкой в скважине.

**19.12.** С целью интенсификации обработки и достижения высоких показателей восстановления производительности скважин целесообразно применять комбинированный виброреагентный метод, разработанный ВНИИГС и ВОДГЕО, при котором воздействие на кольматант реагентом сочетается с его гидродинамической обработкой вибрирующим рабочим органом, осуществляемой виброустановками ВУР, применяемыми для разглинизации скважин (см. разд. 3 настоящего Пособия). Вибрирование ускоряет реакцию растворения кольматирующих веществ, способствует разрушению их структурных связей, улучшает условия массообмена на контакте реагент-кольматант.

Виброреагентная обработка скважины включает в себя серию последовательных циклов, в каждом из которых чередуют вибрирование в течение 5-10 мин и выпуск продуктов реакции 3-5 мин. Общее время вибрирования составляет 40-60 мин, после чего осуществляют прокачку скважины. Время окончания обработки может контролироваться по стабилизации электрического сопротивления реагента или по достижению стабилизации наименьших по ходу обработки амплитуд гидродинамического давления, создаваемого в фильтре вибрационным рабочим органом. Для комплексной механизации работ виброреагентную обработку рационально осуществлять с использованием самоходных агрегатов АВО-2 и АВР-1 (см. разд. 3 настоящего Пособия).

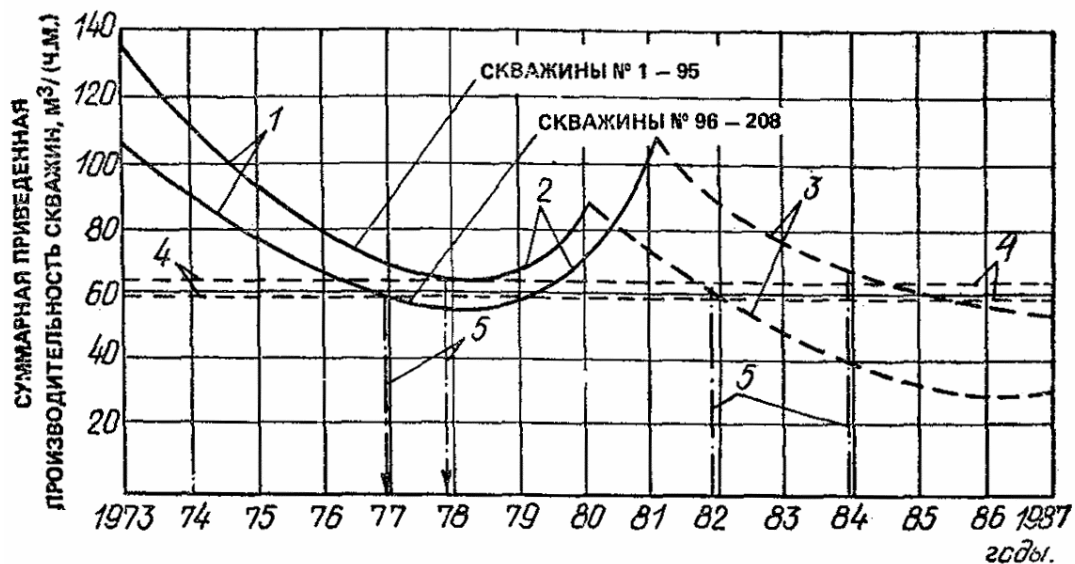
**19.13.** В скважинах, значительное время находившихся в эксплуатации, для эффективного восстановления их производительности рекомендуется производить предварительное разрушение кольматирующих образований с использованием импульсных методов (взрыв детонирующего шнура, электрогидравлическая и пневмоимпульсная обработка) и последующую реагентную обработку.

**19.14.** Межремонтный период скважин водозабора  $T_{\text{мр}}$  в условиях сложного взаимодействия системы скважин и их кольматации определяется по времени стабильной работы скважин как сооружения, обеспечивающего производительность водозабора в целом с обеспечением допустимого понижения уровня.

При оценке действия одиночной скважины, а также отдельных скважин в водозаборе или дренажной системе состояние скважины и необходимость ее регенерации определяются на основе построения графиков зависимости  $\xi_{\text{к}} = f(t)$  и  $q = f(t)$ , где  $\xi_{\text{к}}$  - показатель сопротивления, обусловленный кольматационными процессами,  $q$  - удельный дебит скважины. Восстановительные мероприятия приурочиваются к началу интенсивного изменения этих параметров до значений меньших, чем заданная удельная производительность.

При оценке действия системы скважин необходимо принимать во внимание, что зачастую отсутствует период стабильной работы системы  $t_{\text{стаб}}$ , и межремонтный период будет определяться темпами снижения удельной производительности системы в целом (рис. 114).





**Рис. 114. Изменение во времени суммарной удельной производительности самоизливающихся скважин дренажной системы**

1 - по данным наблюдений; 2 - после реагентной обработки; 3 - прогнозные снижения; 4 - требуемая производительность системы; 5 - предельный срок межремонтного периода

При уточнении начала ремонтного периода системы скважин необходимо учитывать общее количество скважин, время, затрачиваемое на их обработку, степень восстановления производительности относительно первоначальной. Это определяется способностью кольматирующих соединений растворяться в выбранном реагенте, гидродинамическими и термическими условиями обработки, эффективностью используемого способа и др.

Ориентировочно межремонтный период при эксплуатации водоносных песчаных горизонтов с железосодержащими подземными водами гидрокарбонатно-кальциевого типа составит для импульсных методов до одного года, для реагентных и комбинированных методов два - четыре года.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОРОДОВ,  
ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

---

**ПОСОБИЕ  
ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И КАНАЛИЗАЦИИ  
ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ**

(к СНиП 2.07.01-89)

*Утверждено  
приказом ЦНИИЭП  
инженерного оборудования Госархитектуры СССР  
от 6 ноября 1990 г. № 22*

Москва

**Арендное производственное  
предприятие ЦИТП  
1992**

Рекомендовано к изданию решением Научно-технического Совета ЦНИИЭП инженерного оборудования Госархитектуры СССР.

Пособие предназначено для использования при проектировании систем водоснабжения и канализации на стадии разработки генеральных планов городских и сельских поселений.

Пособие состоит из двух частей:

- часть 1. Водоснабжение;
- часть 2. Канализация.

Для проектных организаций, занимающихся разработкой генеральных планов городских и сельских поселений, а также организаций, связанных с реализацией генеральных планов.

*Составители - инженеры Г.Р. Рабинович (ч. 1 «Водоснабжение») и И.Ш. Свердлов (ч. 2 «Канализация»).*

*При пользовании Пособием следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов.*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Пособие имеет цель унифицировать перечень вопросов, рассматриваемых в разделах «Водоснабжение» и «Канализация», определить степень детализации проработок и условия оформления разделов.

Пособие разработано к [СНиП 2.07.01-89](#) и «Инструкции о составе, порядке разработки, согласования и утверждения схем и проектов районной планировки и застройки городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов» (ВСН 38-82/Госгражданстрой).

## **Часть 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Основной задачей раздела «Водоснабжение» в составе генерального плана является определение долгосрочной перспективы развития системы водоснабжения населенного пункта.

При составлении раздела «Водоснабжение» разрабатывается схема водоснабжения с определением водопотребления, источников водоснабжения, обоснованием

оптимальной системы водоснабжения; выявлением состава основных сооружений, месторасположения и размеров площадок для их размещения, диаметров основных водоводов и магистральных сетей, их трассировки, типов прокладок, материалов труб и определением ориентировочных затрат на строительство.

При разработке схемы рекомендуется рассматривать все виды потребителей в зависимости от требований, предъявляемых к качеству используемой воды (питьевая, техническая, поливная).

**1.2.** Примерный состав раздела «Водоснабжение», включаемого в генеральные планы городских и сельских поселений, приведен в прил. 1.

**1.3.** Схема водоснабжения составляется на расчетный срок с выделением 1-й очереди строительства, а в необходимых случаях и промежуточного срока, как это установлено при разработке генерального плана.

В целях резервирования территории для размещения площадок и коммуникаций приводится прогноз развития системы водоснабжения на более отдаленный период развития населенного пункта.

**1.4.** При составлении генеральных планов городских и сельских поселений рекомендуется учитывать, что планировочные решения, специфика промышленных предприятий, размещение объектов 1-й очереди строительства оказывают существенное влияние на стоимость систем водоснабжения, а именно:

а) максимально возможное приближение основных потребителей к источникам водоснабжения и увеличение плотности застройки способствуют снижению стоимости строительства за счет сокращения длины коммуникаций;

б) увеличение ширины улиц и проездов на величину свыше 60 м в пределах красных линий повышает стоимость строительства сетей из-за необходимости их прокладки, как правило, по обеим сторонам улиц;

в) размещение в населенных пунктах промышленных предприятий с водоемкими технологическими процессами при дефиците воды в регионе вызывает значительное удорожание, связанное с необходимостью регулирования поверхностного стока и (или) использования отдаленных источников.

Рекомендуется также учитывать проведение на предприятиях мероприятий по снижению расходования свежей воды из источников применением водооборота, внедрением бессточных систем, использованием для предприятий и полива очищенных сточных вод и т.д.

**1.5.** При разработке схемы водоснабжения рекомендуется предусматривать:

а) комплексное решение хозяйственно-питьевой и производственной систем; объединение отдельных систем одного назначения независимо от их ведомственной принадлежности; комплексную прокладку трубопроводов, а также объединение эксплуатационных служб различных инженерных систем;

б) максимальное использование существующих сетей, водоводов и сооружений с возможной их реконструкцией;

в) ограничение потребления воды питьевого качества промышленными предприятиями: на расчетный срок, как правило, до 25 % и на 1-ю очередь строительства - до 27 - 28 % общей производительности системы хозяйственно-питьевого водопровода.

## **2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

**2.1.** Основными исходными данными для составления части 1 являются материалы генерального плана с указанием расчетной численности населения, степени благоустройства жилищ, размещения промышленных и коммунальных предприятий с их характеристикой, данными по площади зеленых насаждений, проездов и т.п.

Кроме того, необходимо располагать:

ситуационным планом размещения населенного пункта, включая территорию зоны санитарной охраны источника водоснабжения;

санитарной характеристикой территории зоны санитарной охраны источника водоснабжения;

гидрогеологическим заключением о возможности использования подземных вод или

данными об утвержденных запасах подземных вод;

гидрологическими материалами о поверхностных водотоках (водоемах), намеченных к использованию в качестве источников, с указанием расходов и уровней различной обеспеченности в зависимости от категории водозаборов;

результатами химических и бактериологических анализов воды предполагаемого источника;

сведениями о существующем водоснабжении населенного пункта.

**2.2.** В работе рекомендуется также использовать проектные материалы (региональные схемы водоснабжения и канализации, ТЭО и ТЭР, проектную документацию на строительство систем водоснабжения и канализации и их отдельных узлов), выполненные специализированными организациями.

### **3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ**

В настоящем разделе приводятся сведения о существующих системах и основных сооружениях хозяйственно-питьевых и производственных водопроводов независимо от их ведомственной принадлежности с анализом и предложениями по их дальнейшему использованию;

указываются:

фактическая производительность систем и сооружений, год строительства, характеристика зданий, сооружений, оборудования и трубопроводов и их состояние;

качество воды источников;

эффективность очистки воды и выполнение требований к качеству питьевой воды;

обеспеченность сооружений зонами санитарной охраны (для хозяйственно-питьевых водопроводов);

приводятся:

диаметры основных трубопроводов, материал труб, состав и оснащенность ремонтно-эксплуатационной базы и т.д.;

предложения о дальнейшем использовании объектов;

приводятся и анализируются имеющиеся проектные материалы, относящиеся к водоснабжению данного населенного пункта;

даются описание и оценка схемы водоснабжения предыдущего генерального плана и других внестадийных проектных разработок (ТЭО, ТЭР, региональных схем водоснабжения и т.п.).

Особое внимание уделяется анализу реализации схемы водоснабжения предыдущего генерального плана в увязке с жилищно-гражданским строительством и соответствию достигнутой производительности системы потребностям населенного пункта.

Приводятся сведения об имеющейся проектной документации на строительство объектов водоснабжения и на объекты, находящиеся в стадии строительства, с их характеристикой и намеченными сроками ввода в эксплуатацию.

Перечень сведений по существующему состоянию систем и сооружений приведен в прил. [2](#).

### **4. РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ**

**4.1.** Расчетные расходы воды определяются для всех потребителей: на хозяйственно-питьевые нужды населения; на хозяйственно-питьевые нужды работающих на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях и на производственные нужды этих предприятий; на полив территорий населенного пункта (улиц, площадей зеленых насаждений); на пожаротушение.

Расходы определяются отдельно для воды питьевого и непитьевого качества.

**4.2.** Для населенных пунктов с застройкой усадебного типа дополнительно учитываются потребности приусадебного хозяйства, включая расходы воды на содержание скота, животных и птицы.

**4.3.** Нормативные данные для определения расчетных расходов воды (удельное недопотребление, коэффициенты суточной и часовой неравномерности и др.) принимаются по [СНиП 2.04.02-84](#).

**4.4.** Расходы воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий принимаются по данным

соответствующих отраслевых проектных организаций или непосредственно действующих предприятий.

Для вновь проектируемых предприятий допускается использовать разработанные ВНИИ ВОДГЕО укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности.

Расходы воды местной промышленностью учитываются вместе с неучтенными расходами в количестве от 20 % суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды.

**4.5.** По результатам определения расчетных расходов воды и исходя из анализа существующих систем (см. разд. 3 Пособия) составляется общий баланс и определяется дефицит подачи воды питьевого и непитьевого качества на расчетный срок и на 1-ю очередь строительства.

## **5. ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**5.1.** Выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения производится в соответствии с [ГОСТ 2761-84\\*](#), источника производственного водоснабжения - в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству воды предприятиями.

**5.2.** Для хозяйственно-питьевых целей в первую очередь рекомендуется использовать подземные воды, качество которых должно удовлетворять требованиям [ГОСТ 2874-82\\*](#). Предпочтение при этом рекомендуется отдавать артезианским подземным водам, надежно защищенным от поверхностного загрязнения.

**5.3.** При выборе источника наряду с другими вариантами рекомендуется рассматривать целесообразность присоединения проектируемых систем к существующим или проектируемым системам близрасположенных объектов, или создания объединенных (групповых) систем водоснабжения.

**5.4.** Для производственного водоснабжения рекомендуется использовать, как правило, поверхностные источники с очисткой или без нее в зависимости от требований, предъявляемых к качеству воды.

С разрешения органов по регулированию и охране вод допускается использовать для этих целей подземные воды при наличии их избыточных запасов, превышающих потребность населенного пункта на расчетный срок.

**5.5.** В настоящем разделе рекомендуется приводить краткие гидрогеологические и гидрологические характеристики потенциальных водоисточников, включающие сведения о запасах подземных вод (при отсутствии утвержденных запасов представляется справка территориального геологического управления) и санитарные характеристики (по данным санитарно-эпидемиологических станций).

Кроме того, необходимо показать возможность организации зон санитарной охраны источников (для хозяйственно-питьевых водопроводов) и определить их ориентировочные границы.

## **6. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**6.1.** При обосновании выбора оптимальной системы водоснабжения прорабатываются, в частности, вопросы целесообразности устройства системы водоснабжения, объединенной с производственной или отдельной, необходимости зонирования, а также определяются состав основных сооружений, трассировка основных коммуникаций и степень использования существующих реконструируемых объектов.

При обосновании необходимости зонирования следует иметь в виду, что максимальный свободный напор в сети у потребителя не должен превышать 60 м.

**6.2.** При наличии конкурентоспособных вариантов оптимальную систему водоснабжения определяют на основании технико-экономических расчетов.

Расчеты рекомендуется выполнять без излишней детализации, только по отличающимся элементам затрат.

**6.3.** Для вариантов, отличающихся в основном размерами капитальных вложений при незначительной (10 - 15 %) разнице в эксплуатационных затратах, последние в расчете можно не учитывать.

**6.4.** Для вариантов, значительно отличающихся размерами капитальных вложений и эксплуатационных затрат, оптимальная система определяется по минимуму приведенных затрат  $\Pi$ , руб/год, по формуле

$$\Pi = C + E_n K,$$

где  $C$  - эксплуатационные (текущие) затраты, руб/год;

$K$  - капитальные вложения, руб.;

$E_n$  - коэффициент эффективности капитальных вложений, принимаемый в размере 0,12.

Капитальные вложения рекомендуется определять по укрупненным удельным показателям стоимости строительства трубопроводов и сооружений водоснабжения в соответствии с прил. 3.

Эксплуатационные затраты рекомендуется определять по основным составляющим - амортизационным отчислениям, затратам на электроэнергию и реагенты, на содержание обслуживающего персонала. При этом величину амортизационных отчислений, включая затраты на текущий ремонт, допускается принимать укрупненно: для сетей и водоводов в размере 5 % стоимости строительства, для сооружений - 10 % стоимости строительства.

Затраты на электроэнергию, реагенты и содержание обслуживающего персонала определяют на основании соответствующих тарифов, прейскурантов и нормативов численности ИТР и рабочих (см. список литературы).

При разнице в приведенных затратах от 5 до 10 % варианты можно считать практически равноценными. При выборе оптимального варианта необходимо учитывать такие факторы, как сокращение продолжительности строительства, создание минимальных транспортных помех, степень дефицитности материалов и оборудования и т.п.

## **7. ВОДОПРОВОДНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ**

**7.1.** В соответствии с принятой системой водоснабжения рекомендуется намечать площадки для размещения водопроводных сооружений - водозаборов, комплекса очистных сооружений, насосных станций, резервуаров, эксплуатационных служб.

Ориентировочные размеры площадок в зависимости от производительности водопроводных узлов приведены в прил. 4.

**7.2.** Для сооружений хозяйственно-питьевых водопроводов - водозаборных и очистных сооружений, резервуаров чистой воды и насосных станций необходимо предусматривать зоны санитарной охраны, при этом граница 1-го пояса должна совпадать с ограждением площадки.

Для отдельно расположенных насосных станций подкачек, работающих без резервуаров чистой воды, а также для водонапорных башен по согласованию с СЭС 1-й пояс зоны санитарной охраны можно не предусматривать.

**7.3.** Площадки водозаборных и очистных сооружений хозяйственно-питьевых водопроводов рекомендуется размещать, как правило, вне населенного пункта.

Для существующих систем водоснабжения, подлежащих реконструкции и расширению на 1-ю очередь строительства, по согласованию с СЭС, допускается использовать водозаборы подземных вод и очистные сооружения, размещенные в пределах застройки, при условии удовлетворительного состояния, эффективности работы и наличия зон санитарной охраны. Рекомендуется на расчетный срок постепенный перевод указанных сооружений в резерв; целесообразно также рассмотреть возможность передачи этих сооружений в систему производственного водопровода при отдельных системах хозяйственно-питьевого и производственного водопроводов.

Площадки для размещения зонных резервуаров, насосных станций и водонапорных башен могут размещаться в пределах городской застройки.

**7.4.** При отдельных системах хозяйственно-питьевого и производственного водопроводов рекомендуется рассматривать целесообразность объединения сооружений в единые комплексы (например, водозаборов, очистных и насосных



станций) с размещением их на общих площадках для снижения стоимости строительства и эксплуатационных расходов.

**7.5.** Водозаборные сооружения из поверхностных источников рекомендуется проектировать с учетом перспективного развития системы.

**7.6.** Место размещения площадки водозаборных сооружений из поверхностных источников обосновывается гидрологическими, рыбохозяйственными и санитарными (для водозаборов хозяйственно-питьевых водопроводов) условиями.

Не допускается размещать водоприемники в пределах зон движений судов, в зоне отложений и движения донных наносов и переработки берегов, в местах зимовья и нереста рыб, скопления плавника и водорослей, шугозажоров и заторов.

Не рекомендуется размещать водоприемники на участках нижнего бьефа ГЭС, прилегающих к гидроузлу, в верховьях водохранилищ, ниже устьев притоков и в устьях подпертых водотоков.

Месторасположение площадок водозаборов хозяйственно-питьевых систем выбирают выше по течению водотока выпусков сточных вод, населенных пунктов, стоянок судов, складов древесины, баз и других потенциальных источников загрязнений.

**7.7.** При необходимости очистки воды схему очистки и состав основных сооружений принимают в зависимости от качества исходной воды в соответствии с табл. 15 [СНиП 2.04.02-84](#).

На площадке комплекса очистных сооружений размещаются сопутствующие сооружения, в том числе насосная станция II подъема, резервуары, котельная, сооружения для оборота промывной воды, а также для приема и предварительного сгущения осадка перед его обезвоживанием.

В комплексе очистных сооружений предусматриваются также сооружения для обезвоживания осадка, так как его сброс в водоем без обработки не допускается.

**7.8.** Для обезвоживания осадка могут применяться иловые площадки либо сооружения для механического обезвоживания, например, для фильтр-прессования или искусственного замораживания с последующим оттаиванием и вакуум-фильтрованием с аварийными иловыми площадками (см. прил. 5).

Иловые площадки рекомендуется размещать вне территории очистных сооружений, используя преимущественно земли, малопригодные для застройки или сельскохозяйственного использования.

**7.9.** Иловые площадки отделяются от жилой застройки санитарно-защитными зонами размерами: для сооружений производительностью до 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут - 100 м; производительностью 10 - 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут - 150 м; производительностью 50 - 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут - 200 м; производительностью свыше 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут - 300 м.

## **8. ВОДОВОДЫ И МАГИСТРАЛЬНЫЕ СЕТИ**

**8.1.** Трассировки водоводов и магистральных сетей рекомендуется производить с учетом комплексной прокладки трубопроводов других инженерных систем. При этом для сокращения отчуждаемой территории и улучшения условий эксплуатации рекомендуется рассматривать целесообразность совмещения прокладок (в том числе в коллекторах), а также учитывать перспективу развития населенного пункта и инженерных систем.

**8.2.** Для напорных водоводов и сетей, как правило, следует применять неметаллические трубы (железобетонные напорные, асбестоцементные напорные, пластмассовые и др.). Применение чугунных напорных труб допускается для сетей в пределах населенных пунктов и территорий промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Стальные трубы допускается предусматривать в случаях, предусмотренных [СНиП 2.04.02-84](#) и другими нормативными документами.

## **9. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**9.1.** Мероприятия по охране окружающей среды рекомендуется сводить в краткий самостоятельный раздел.

**9.2.** В разделе описываются источники загрязнений водного и воздушного

бассейнов, образующиеся в результате эксплуатации водопроводных сооружений, а именно: производственные сточные воды очистных сооружений, хозяйственно-фекальные сточные воды от бытовых помещений на площадках сооружений, выбросы в атмосферу от хлораторных установок и расходных складов хлора, котельных и т.п., а также приводятся соответствующие защитные мероприятия, предусмотренные проектами водопроводных сооружений.

## **10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**10.1.** В разделе рекомендуется приводить следующие основные технико-экономические показатели на расчетный срок и на 1-ю очередь строительства:

а) общую производительность системы, м<sup>3</sup>/сут, в том числе на хозяйственно-питьевые нужды населения, на нужды предприятий и на полив;

б) общее удельное водопотребление 1 чел., л/сут, в том числе на хозяйственно-питьевые нужды населения;

в) общую стоимость строительства, тыс. руб., в том числе отдельных узлов, водоводов и сетей;

г) стоимость строительства, отнесенную к 1 м<sup>3</sup> суточной производительности системы;

д) протяженность водоводов и сетей, км (общую и с разбивкой по диаметрам).

**10.2.** Стоимость строительства определяется по укрупненным удельным показателям (см. разд. [6](#) настоящего Пособия).

## **11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛА «ВОДОСНАБЖЕНИЕ»**

**11.1.** Материалы в виде схемы водоснабжения и канализации входят в состав генеральных планов городских и сельских поселений и включают пояснительную записку и графическую часть.

**11.2.** Состав пояснительной записки рекомендуется принимать в соответствии с составом, приведенным в прил. [1](#).

Записку рекомендуется составлять в сжатом виде, расчеты - оформлять в виде таблиц.

**11.3.** Графическая часть схемы водоснабжения выполняется в масштабе 1:10000 для городов с населением свыше 500 тыс. чел.; в масштабах 1:10000 - 1:5000 - для городов с населением 250 - 500 тыс. чел.; в масштабе 1:5000 - для городов с населением 50 - 250 тыс. чел.; в масштабах 1:5000 - 1:2000 - для городов с населением до 50 тыс. чел., а также для поселков с населением свыше 10 тыс. чел. и сельских населенных пунктов с населением свыше 5 тыс. чел.; в масштабе 1:2000 - для поселков с населением до 10 тыс. чел. и сельских населенных пунктов с населением до 5 тыс. чел.

Обычно схему водоснабжения объединяют графически со схемой канализации и санитарной очистки территории; при небольшой насыщенности (чаще всего для небольших населенных пунктов) возможно объединение схем всех инженерных систем в общую схему инженерного оборудования.

**11.4.** На схеме водоснабжения приводятся основные существующие и проектируемые площадки сооружений (узлы) системы водоснабжения, в том числе водозаборы, очистные станции, иловые площадки, зонные резервуары и насосные станции, а также водоводы и магистральные водопроводные сети с выделением совмещенных прокладок.

## **Часть 2. КАНАЛИЗАЦИЯ**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Основной задачей при разработке раздела «Канализация» в составе генерального плана является определение развития системы канализации населенного пункта на перспективу.

В разделе «Канализация» необходимо охарактеризовать состояние канализования населенного пункта; дать сопоставительный анализ его развития с обеспечением водоотведения от новых районов строительства и повышением уровня инженерного



обустройства реконструируемого жилищного фонда; сформулировать основные задачи развития системы канализации на основе градостроительных решений и представить предложения о поэтапном ее развитии с учетом реконструкции и расширения существующих и строительства новых сетей и сооружений с выбором оптимального варианта; предусмотреть меры по реализации выбранного варианта (строительству базы стройиндустрии, базы служб эксплуатации и т.д.) с учетом требований по охране окружающей среды; оценить необходимые капитальные вложения.

**1.2.** Канализование населенного пункта следует рассматривать как составную часть единой системы водного хозяйства. При разработке раздела необходимо учитывать все составляющие водного хозяйства и обеспечивать их взаимоувязку по расходам воды в системах водоснабжения и сточных вод различного происхождения и состава, сбросу сточных вод, его влиянию на водоемы как объекты культурно-бытового, хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного водопользования.

**1.3.** Основные решения по канализованию объектов жилищно-гражданского назначения должны предусматривать повышение уровня их благоустройства и охрану окружающей среды от сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод.

**1.4.** При составлении раздела рекомендуется разработать схему канализации населенного пункта с определением объемов водоотведения, выбором и обоснованием его оптимальной схемы, выявлением бассейнов канализования, трассировкой основных коллекторов, размещением насосных станций и площадки очистных сооружений, расчетом требуемой степени очистки сточных вод и выбором технологической схемы очистных сооружений (в объеме, позволяющем определить необходимую под них площадь) с указанием места выпуска сточных вод. Помимо отведения бытовых сточных вод следует учитывать отведение и очистку производственных сточных вод, содержащих органические загрязнения, и загрязненной части поверхностного стока городов.

**1.5.** В схеме канализации необходимо решать проблемы водоотведения на расчетный срок с выделением 1-й очереди строительства и с учетом перспективного развития системы.

**1.6.** При разработке генплана населенного пункта рекомендуется принимать во внимание следующие факторы:

повышение плотности и компактности застройки, которые позволят снизить протяженность коммуникаций и стоимость строительства;

размещение застройки на территории с уклоном рельефа имеет преимущество перед горизонтальной площадкой с точки зрения экономичной организации водоотведения;

в пониженных зонах (например, вдоль набережных) предусматривать коммуникационные коридоры для прохождения главных коллекторов канализации.

**1.7.** При разработке систем канализации необходимо:

объединять в общую систему канализации хозяйственно-бытовые и близкие к ним по составу производственные сточные воды (при наличии в них преимущественно органических загрязнений с не очень высокой концентрацией - до 1000 мг/л, которые поддаются биологической очистке со скоростью окисления, близкой к скорости окисления загрязнений бытовых сточных вод);

рационально использовать существующие сети и сооружения, при необходимости осуществляя их реконструкцию и интенсификацию;

сокращать сброс сточных вод в водоем за счет их повторного использования в промышленности и городском хозяйстве.

**1.8.** Примерный состав раздела «Канализация», включаемого в генеральный план, приведен в прил. [6](#).

## **2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Для разработки генплана необходимы следующие исходные данные:

а) промежуточная схема генплана с указанием селитебной территории и размещения на ней существующих и намечаемых под застройку микрорайонов, расчетного числа жителей, основных улиц и дорог; промзон.

К схеме следует приложить перечень существующих и намечаемых к строительству промышленных предприятий, указав их мощности по основному виду продукции. Масштаб схемы в зависимости от размеров площадки должен быть от 1:10000 до 1:25000. Схема передается разработчиком планировочных решений генплана;

б) ситуационный план размещения населенного пункта, содержащий информацию о населенных пунктах, водных объектах и т.д. в радиусе от 5 - 7 до 20 - 25 км (в зависимости от размеров населенного пункта). Передается разработчиком планировочных решений генплана или заказывается в Госгеодезии СССР;

в) характеристика водных объектов, намечаемых к приему сточных вод; необходимые данные об их виде и категории, водохозяйственном использовании водного объекта и гидрологических условиях [минимальный среднемесячный расход воды 95 %-ной обеспеченности; средняя ширина, глубина и скорость реки; коэффициент извилистости русла; фоновые значения показателей качества воды в водоеме в меженьный период с указанием участка реки (створа), где произведены измерения, года и сезона, когда они осуществлялись]. Данные запрашиваются в организациях по охране природы, Минрыбхозе СССР, Минздраве СССР;

г) данные о существующих системах канализации населенного пункта (схемы отведения бытовых, производственных и дождевых сточных вод) и об их состоянии, а также о разработанных проектах, нереализованных в строительстве. Данные представляются заказчиком, который может поручить их сбор организации-разработчику раздела «Канализация» на договорной основе;

д) данные о системах водного хозяйства предприятий населенного пункта, на которых, помимо бытовых сточных вод, образуются производственные сточные воды; об объеме, составе и концентрации загрязнений производственных сточных вод, сбрасываемых в систему канализации;

е) данные о схемах водо- и теплоснабжения населенного пункта (при параллельной разработке со схемой канализации могут быть получены в рабочем порядке).

### **3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ**

В данном разделе приводят описание системы канализации; указывают объекты канализования, расходы, состав и концентрацию загрязнений сточных вод; приводят характеристику сооружений местной очистки сточных вод; распределение объектов канализования по бассейнам; трассировки и характеристики основных коллекторов (диаметр, материал труб, заглубление); положение и характеристики районных и главной канализационных насосных станций (размещение, заглубление подводящего коллектора, размеры в плане, тип и число насосов), очистных сооружений канализации, включая их размещение; наличие нормативных санитарных разрывов; расчетную производительность и степень очистки сточных вод по видам загрязнений; состав сооружений (только основных с приведением их краткой характеристики: для емкостных сооружений - объем; для производственных зданий - площадь и основное оборудование); указывают степень амортизационного износа коллекторов, насосных станций и очистных сооружений на промышленных предприятиях и общегородских канализационных очистных сооружений, причем особо отмечают объекты, лимитирующие производительность комплексов; характеризуют состояние водоема-приемника сточных вод и влияние сброса в него сточных вод населенного пункта; расчетные расходы, количество и состав загрязнений сточных вод по выпускам ливневой канализации; отмечают наличие и состав сооружений для очистки загрязнений части поверхностного стока.

### **4. РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД**

**4.1.** Расчетные расходы сточных вод от населения и местной промышленности определяют по бассейнам канализования селитебной территории на основе удельных норм водоотведения с учетом коэффициентов неравномерности. Значения расчетных расходов сточных вод от промышленных предприятий, поступающих в систему канализации населенного пункта (получение организациями-генпроектировщиками), должны быть также сведены по бассейнам канализования промышленно-коммунальной зоны, причем при определении суммарных расчетных часовых расходов следует

учитывать режимы водоотведения, т.е. суммировать расходы по часам суток.

**4.2.** Для определения расходов сточных вод промышленных предприятий при отсутствии данных о планируемом развитии их водного хозяйства можно пользоваться разработанными ВНИИ ВОДГЕО укрупненными нормами [2].

**4.3.** Полученные значения расчетных расходов сточных вод по бассейнам канализования в районах существующей застройки селитебной территории и промышленно-коммунальной зоны на расчетный срок и перспективу необходимо сопоставить с современными значениями расхода для оценки последующего развития систем канализации.

**4.4.** Удельное среднесуточное (за год) водоотведение следует определять согласно п. 2.9 [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения» с учетом предусматриваемых в разделах «Водоснабжение» и «Теплоснабжение» генплана комплексных мероприятий по экономии воды; необходимо также предусматривать снижение удельного среднесуточного (за год) водоотведения по отношению к указанному в табл. 3 [СНиП 2.04.03-85](#) до 2000 г. до 10 %, до 2010 г. - до 15 %. Расчетный суточный расход сточных вод следует определять в соответствии с п. 2.6 [СНиП 2.04.03-85](#).

**4.5.** При разработке генплана необходимо учитывать очистку наиболее загрязненной части поверхностного стока (расход поверхностного стока следует определять с учетом расчетной интенсивности дождя, ниже которой поверхностные сточные воды направляют на очистку). Для предварительных расчетов величину расхода загрязненной части поверхностного стока можно ориентировочно принимать в размере 25 - 30 % расчетного суточного расхода сточных вод.

**4.6.** При расчете отдельных составляющих элементов системы канализации, изменение стоимости строительства которых значительно отклоняется от линейной зависимости (например, коллекторы, строящиеся методом щитовой проходки; крупные насосные станции с большим заглублением; выпуски сточных вод в водоемы и другие сооружения), рекомендуется предусматривать их расчетную пропускную способность сразу на расчетный срок, а при наличии специального обоснования - на перспективу.

**4.7.** Расчет загрязнений сточных вод от селитебной территории следует производить в соответствии с расчетным числом жителей по табл. 25 [СНиП 2.04.03-85](#); загрязнения сточных вод от предприятий промышленно-коммунальной зоны необходимо принимать по данным предприятий (действующих) или проектных организаций (для проектируемых предприятий).

## **5. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ**

**5.1.** Для выбора оптимальной системы канализации населенного пункта необходимо предусматривать:

устройство совместной или раздельной системы канализации и очистки сточных вод рассматриваемого населенного пункта и других близрасположенных населенных пунктов;

объединение в населенном пункте систем канализации и очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, а также совместной очистки указанных сточных вод и загрязненной части поверхностного стока;

рассмотрение вариантов построения схем канализации и очистки сточных вод, и те из них, которые не могут быть отклонены по принципиальным соображениям или как заведомо неэкономичные, должны быть подвергнуты технико-экономическому анализу с определением минимальных приведенных затрат.

**5.2.** При разработке раздела «Канализация» рекомендуется учитывать основные направления совершенствования систем канализации населенных пунктов на 1991 - 1995 гг., приведенные в прил. 7.

**5.3.** При составлении схем и определении расчетной пропускной способности систем канализации на расчетный срок и перспективу необходимо учитывать требования утвержденных схем комплексного использования и охраны вод, схем и проектов районной планировки и других предпроектных и проектных материалов, относящихся к системам канализации рассматриваемого населенного пункта. Особое внимание

следует уделять анализу опыта реализации предыдущей схемы канализации населенного пункта, недостатков, выявившихся в ходе ее реализации, а также нереализованных элементов схемы.

**5.4.** При технико-экономическом анализе вариантов рекомендуется:

определять стоимость строительства и эксплуатации систем по укрупненным показателям без излишней детализации;

сравнивать различные варианты систем по изменяющимся элементам;

считать варианты систем при разнице в приведенных затратах до 5 - 10 % практически равноценными с технико-экономической точки зрения;

учитывать при выборе оптимального варианта такие факторы как сокращение продолжительности строительства, создание минимальных помех при строительстве на транспортных коммуникациях, степень дефицитности используемых материалов, оборудования и т.д.

При расчетах рекомендуется пользоваться списком литературы, приведенным в настоящем Пособии.

## **6. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ**

**6.1.** В проектах планировки и застройки населенных пунктов рекомендуется предусматривать в каждом из бассейнов канализования трассировку и пропускную способность только основных коллекторов с размещением на них районных насосных станций. При выборе трасс коллекторов следует учитывать инженерно-геологические условия строительства и планировочные решения в районе трассы, по возможности избегая прокладки сетей ниже уровня грунтовых вод, на слабых грунтах, стесненных участках и т.д.

**6.2.** При трассировке канализационных коллекторов необходимо учитывать другие коммуникации, прежде всего коммуникационные тоннели и подземные пешеходные переходы, влияющие на заглубление коллекторов.

При использовании коммуникационных тоннелей следует учитывать необходимость значительного первоначального заглубления канализационных сетей при их пересечении с тоннелем и резервировать площадки для размещения канализационных насосных станций.

**6.3.** В районах существующей застройки целесообразно предусматривать варианты прокладки коллекторов глубокого заложения, сооружаемых методом щитовой проходки, реконструкцию существующих сетей, их разгрузку переброской части стока по напорным коллекторам в другие бассейны канализования.

**6.4.** При разработке генплана следует предусматривать мероприятия, исключающие подтопление территории населенного пункта за счет утечек из канализационных сетей, особенно при просадочных грунтах, повышенной сейсмичности, карстовых явлениях и т.п., при необходимости используя пластмассовые трубы со сварными соединениями, попутные дренажи и т.п. (если они не предусмотрены разд. «Инженерная подготовка территории»).

**6.5.** При определении требуемой ширины проездов необходимо предусматривать раскладку сетей бытовой канализации вне проезжей части дорожных магистралей с учетом их расширения, а также размещения подземных пешеходных переходов.

**6.6.** Особое внимание рекомендуется уделять рациональной трассировке и высотному размещению диктующих коллекторов, определяющих заглубление главного коллектора и главной насосной станции, избегая большого заглубления их начальных участков.

## **7. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В РЕСУРСАХ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ**

**7.1.** Размещение районных канализационных насосных станций целесообразно предусматривать вне территории микрорайонов, желательно в зеленой зоне.

В зависимости от местных условий площадку, выделенную для их размещения, можно ограждать или оставлять без ограждения. Главную насосную станцию при пропускной способности свыше 25 тыс. м<sup>3</sup>/сут размещают, как правило, на

огражденной площадке.

**7.2.** Площадки под канализационные насосные станции следует резервировать на наиболее низких участках естественного рельефа для возможности их сооружения более простым открытым способом.

**7.3.** При размещении очистных сооружений на площадках рекомендуется предусматривать:

расположение площадки ниже населенного пункта по течению реки; если очистные сооружения предназначены для группы населенных пунктов и такое решение трудно выполнимо, рекомендуется предусматривать выпуск очищенной воды в створе ниже этих населенных пунктов по течению;

размещение площадки с подветренной стороны к жилой застройке по отношению к преимущественному направлению ветров в теплый сезон года с соблюдением нормативных санитарно-защитных зон;

расположение площадки, как правило, на сухих фильтрующих грунтах (с учетом резкого удорожания емкостных сооружений и коммуникаций, которыми насыщена площадка при строительстве в сложных инженерно-геологических условиях);

размеры площадки с учетом ориентировочной площади, приведенной в прил. 8;

резерв прилегающей к площадке территории для расширения сооружений;

отдельное расположение сооружений для обработки осадка, особенно иловых площадок, при недостатке площади для комплекса очистных сооружений и размещении площадки с наветренной стороны по отношению к жилой застройке.

**7.4.** Требуемую степень очистки сточных вод по каждому из видов загрязнений (БПК<sub>полн</sub>, взвешенные вещества, азотаммонийные соли, окислы азота, фосфор, соли тяжелых металлов, СПАВ, нефтепродукты, красители и т.д.) рекомендуется определять с учетом начальной и предельной концентраций соответствующего вида загрязнений в очищенной сточной воде, степени смешения очищенных сточных вод с водой водоема в расчетном створе, фоновой и допустимой концентрации соответствующего загрязнения в водоеме. Расчет рекомендуется осуществлять в соответствии с «Правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» [3] и другими документами.

*Примечание.* При сильно загрязненных водоемах органы охраны природы могут принять расчетный створ непосредственно в точке выпуска. Это означает, что требования к качеству воды в водоеме распространяются на качество очищенных сточных вод (без учета разбавления).

**7.5.** При несоответствии качества очищенных сточных вод по какому-либо виду загрязнений, требуемому по расчету, следует повысить степень очистки сточных вод или потребовать от промышленных предприятий местную очистку сточных вод с доведением остаточного содержания загрязнения до величины, обеспечивающей необходимое его содержание в очищенной воде.

**7.6.** При проектировании очистных сооружений следует учитывать, что типовые проекты сооружений глубокой очистки сточных вод со снижением БПК<sub>полн</sub> и содержания взвешенных веществ до 3 мг/л, а также удалением соединений азота и фосфора разработаны лишь для станций малой пропускной способности (до 700 м<sup>3</sup>/сут).

При большей пропускной способности станций необходимо предусматривать индивидуальное решение сооружений со специальными технологиями (фильтрование сточных вод, прошедших биологическую очистку, с использованием реагентов; глубокую очистку на фильтрах «ОКСИПОР»; глубокую очистку в аэротенках с прикрепленной микрофлорой и т.д.) и получение, при необходимости, рекомендаций специализированных организаций.

Значительное уменьшение размеров требуемой площадки может быть достигнуто за счет физико-химической очистки сточных вод.

**7.7.** При наличии свободных территорий и благоприятных грунтовых и климатических условий рекомендуется предусматривать очистку и глубокую очистку сточных вод в естественных условиях. В естественных условиях (на иловых площадках) следует предусматривать также сушку осадка. В целях сокращения требуемой площади для глубокой очистки сточных вод рекомендуется

предусматривать аэрируемые биопруды.

**7.8.** Подсушенный на иловых площадках или обезвоженный осадок, предназначенный для использования в сельском хозяйстве в качестве удобрения, должен быть обеззаражен (уничтожены яйца гельминтов). С этой целью осадок может быть подвергнут компостированию или обработке в сушильных установках, после чего существенно уменьшается влажность и объем осадка, а также затраты на его вывоз. Возможно совместное компостирование осадка с твердыми бытовыми отходами (городским мусором), а также сжигание при невозможности или нецелесообразности его использования.

**7.9.** В схеме должны быть решены и согласованы с основными потребителями вопросы утилизации осадка в сельском хозяйстве. Если осадок содержит элементы, вредные для выращивания культур, идущих в пищу человека или животных (например, соли тяжелых металлов), его можно использовать в городском зеленом хозяйстве или для выращивания технических культур.

**7.10.** При реконструкции и расширении существующих сооружений биологической очистки сточных вод рекомендуется, как правило, предусматривать интенсификацию их работы за счет применения тонкослойного отстаивания, прикрепленной микрофлоры, флотационного илоразделения, химико-биологической очистки, обработки активного ила ультразвуком в гидродинамических излучателях и других способов.

## **8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**8.1.** В разделе должны быть проанализированы вредные воздействия системы канализации на поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, почву.

**8.2.** Вопросы снижения вредного воздействия на поверхностные воды необходимо решать при определении требуемой степени очистки сточных вод. Для исключения вредных воздействий на подземные воды за счет утечек из сетей и сооружений рекомендуется предусматривать, при необходимости, водонепроницаемые экраны из мятой глины или пластмассовой пленки, сети из пластмассовых труб со сварными соединениями, дренажи кольцевые и пластовые и другие мероприятия.

**8.3.** Для снижения выделения запахов в атмосферу рекомендуется применять на сооружениях биологической очистки сточных вод обогащенный кислородом воздух, аэробную минерализацию осадков (при пропускной способности до 50 - 70 тыс. м<sup>3</sup>/сут), флотационное илоразделение при биологической очистке, исключать подачу на иловые площадки сырых осадков и т.д. Следует предусматривать очистку аварийных выбросов хлораторной до нормативных требований.

Одновременно за счет указанных мероприятий можно сократить до 50 % размеры санитарно-защитных зон очистных сооружений, предусмотренных табл. 1 [СНиП 2.04.03-85](#), по согласованию с санитарными органами.

**8.4.** Во избежание загрязнения почвы осадок, образующийся на очистных сооружениях, не должен содержать соли тяжелых металлов в количестве, препятствующем его использованию в сельском хозяйстве, и, кроме того, должен быть обеззаражен.

## **9. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ**

**9.1.** В настоящем разделе приводятся следующие основные показатели:

протяженность канализационных сетей (с разбивкой по диаметрам);

число и суммарная производительность насосных станций;

пропускная способность очистных сооружений;

общая стоимость строительства системы канализации и стоимость отдельных составляющих ее элементов (канализационные сети, главная насосная станция; очистные сооружения, выпуск);

стоимость строительства, отнесенная к 1 м<sup>3</sup> суточной пропускной способности.

**9.2.** Стоимость строительства определяется по укрупненным удельным показателям прил. 9 (с коэффициентами, приведенными в прил. 10 и 11).

**9.3.** Стоимость предотвращенного ущерба природной среде благодаря отведению и очистке сточных вод определяется в соответствии с методикой, приведенной в Пособии



[20].

9.4. При проектировании очистных сооружений необходимо определить потребность в топливно-энергетических ресурсах, реагентах и т.п. для эксплуатации сооружений (см. прил. 12).

## 10. РЕКОМЕНДАЦИИ К ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛА «КАНАЛИЗАЦИЯ»

Рекомендации аналогичны приведенным в разд. 11 ч. 1 «Водоснабжение».

## 11. СОГЛАСОВАНИЕ И УТВЕРЖДЕНИЕ СХЕМ КАНАЛИЗАЦИИ

При разработке схем канализации в составе генерального плана необходимо согласовать решения по выбору трасс основных коллекторов, площадок для размещения главной и районных канализационных насосных станций и очистных сооружений с разработчиками архитектурно-планировочных разделов генплана и других инженерных коммуникаций. Размещение насосных станций и очистных сооружений должно быть согласовано с территориальными санитарными органами.

Степень и способ очистки сточных вод и обработки осадков следует согласовать с местными органами охраны природы и территориальными санитарными органами.

Основные положения ч. 2 «Канализация» должны быть согласованы с головной территориальной организацией по водоснабжению и канализации.

Дальнейшее рассмотрение схемы канализации проводится в составе соответствующего проекта планировки и застройки.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### ПРИМЕРНЫЙ СОСТАВ РАЗДЕЛА «ВОДОСНАБЖЕНИЕ»

1. Общие положения
2. Исходные данные
3. Существующее состояние систем и сооружений
4. Расчетные расходы воды
5. Источники водоснабжения
6. Обоснование выбора оптимальной системы водоснабжения
7. Водопроводные сооружения и площадки для их размещения
8. Водоводы и магистральные сети
9. Мероприятия по охране окружающей среды
10. Техничко-экономические показатели систем водоснабжения

### ПРИЛОЖЕНИЕ 2

#### ПЕРЕЧЕНЬ СВЕДЕНИЙ, ПРИВОДИМЫХ В РАЗД. 3 «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ»

1. Наименование систем водоснабжения;
2. Назначение (подача питьевой, технической, поливной воды и т.д.) и ведомственная принадлежность системы;
3. Производительность среднесуточная, максималносуточная, м<sup>3</sup>;
4. Источники водоснабжения и их качество (для хозяйственно-питьевых систем соответствие [ГОСТ 2761-84\\*](#));
5. Соответствие качества подаваемой воды требованиям потребителей (для хозяйственно-питьевых систем соответствие [ГОСТ 2874-82\\*](#));
6. Схема водоснабжения, состав основных сооружений, водоводов и сетей, их основные характеристики. Установленное основное оборудование и его характеристика;
7. Наличие и характеристика ремонтно-эксплуатационной базы;
8. Возможность расширения, увеличения производительности данного узла (сооружения);
9. Год строительства системы, сооружений;
10. Наличие зон санитарной охраны (для хозяйственно-питьевых водопроводов);
11. Общая оценка состояния зданий и сооружений (строительных конструкций, оборудования, трубопроводов и др.), предложения по возможности их дальнейшего

использования;

12. Наличие проектной документации (в том числе внестадийной), относящейся к водоснабжению населенного пункта;

13. Объекты водоснабжения, находящиеся в стадии строительства, их характеристика, сроки ввода в эксплуатацию.

### *ПРИЛОЖЕНИЕ 3*

## **УКРУПНЕННЫЕ УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Приведенные в табл. [1](#) - [8](#) показатели предназначены для определения ориентировочной стоимости строительства при составлении раздела «Водоснабжение» в составе генеральных планов городских и сельских поселений.

Показатели составлены на основе Прейскуранта [\[3\]](#) с учетом типовых проектов водопроводных сооружений, разработанных в 1989 - 1990 гг. для 1-го территориального района - Московской обл.

Стоимость строительства в других территориальных районах, а также особые условия строительства учитываются с дополнительными коэффициентами - прил. [10](#), [11](#).

Общая стоимость строительства объекта определяется суммированием ее отдельных элементов.

Показатели стоимости сооружений (водозаборов, станций очистки, резервуаров и др.) являются комплексными и включают все затраты по данной площадке, в том числе на внутриплощадочные коммуникации, благоустройство и вертикальную планировку площадки, ее ограждение и т.п., но не включают внеплощадочные коммуникации, которые следует учитывать дополнительно.

Показатели строительства сооружений и прокладки трубопроводов, отличающиеся от приведенных в табл. [1](#) - [8](#), определяются интерполяцией.



Таблица 1

## Укрупненные показатели стоимости прокладок водоводов и сетей

Диаметр труб, мм	Стоимость, тыс. руб/км									Коэффициент удорожания прокладки при мокрых грунтах
	водоводов из напорных труб					сетей из напорных труб				
	асбестоцементных	чугунных	стальных	полиэтиленовых	железобетонных	асбестоцементных	чугунных	стальных	полиэтиленовых	
100	<u>6</u> 11	<u>10</u> 14	<u>8</u> 13	<u>6</u> 11	-	<u>14</u> 24	<u>17</u> 27	<u>16</u> 26	<u>15</u> 25	<u>1,25</u> 1,50
150	<u>8</u> 13	<u>13</u> 17	<u>11</u> 16	<u>9</u> 14	-	<u>17</u> 27	<u>21</u> 30	<u>20</u> 29	<u>19</u> 28	<u>1,20</u> 1,40
200	<u>9</u> 14	<u>16</u> 21	<u>14</u> 19	<u>11</u> 16	-	<u>18</u> 28	<u>25</u> 35	<u>23</u> 33	<u>22</u> 32	<u>1,15</u> 1,35
250	<u>11</u> 16	<u>20</u> 25	<u>17</u> 22	<u>16</u> 21	-	<u>20</u> 30	<u>29</u> 38	<u>27</u> 36	<u>27</u> 36	<u>1,15</u> 1,25
300	<u>13</u> 18	<u>25</u> 30	<u>21</u> 26	<u>21</u> 26	<u>28</u> 33	<u>22</u> 32	<u>34</u> 43	<u>30</u> 40	<u>34</u> 44	<u>1,15</u> 1,25
400	<u>20</u> 25	<u>37</u> 42	<u>34</u> 39	-	<u>36</u> 41	<u>30</u> 40	<u>47</u> 56	<u>45</u> 4	-	<u>1,10</u> 1,20
500	<u>25</u> 30	<u>49</u> 54	<u>48</u> 52	-	<u>40</u> 53	<u>39</u> 49	<u>62</u> 72	<u>62</u> 72	-	<u>1,05</u> 1,15
600	-	<u>66</u> 71	<u>57</u> 62	-	<u>57</u> 61	-	<u>81</u> 91	<u>74</u> 84	-	<u>1,05</u> 1,10
800	-	<u>97</u> 102	<u>78</u> 83	-	<u>81</u> 86	-	<u>112</u> 123	<u>97</u> 107	-	<u>1,05</u> 1,10
1000	-	<u>136</u> 141	<u>96</u> 101	-	<u>112</u> 118	-	<u>156</u> 166	<u>118</u> 128	-	<u>1,05</u> 1,10
1200	-	-	<u>125</u> 132	-	<u>159</u> 164	-	-	-	-	<u>1,05</u> 1,10
1400	-	-	<u>161</u> 167	-	<u>218</u> 223	-	-	-	-	<u>1,05</u> 1,10

Пр и м е ч а н и я : 1. Над чертой приведены показатели стоимости заложения труб на глубину 2 м, под чертой - 4 м.  
2. Показатели не учитывают работы по реконструкции существующих трубопроводов.

Таблица 2

**Укрупненные удельные показатели стоимости строительства водозаборных скважин**

Производительность скважины, м <sup>3</sup> /сут	Глубина скважины, м	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут при бурении скважин в грунтах групп	
		II, III	VIII, IX
120	50	200	213
	100	250	290
	200	330	406
240	50	100	108
	100	124	146
	200	166	204
480	50	49	53
	100	61	72
	200	82	101
960	50	25	27
	100	31	36
	200	41	51
1800	50	22	23
	100	25	28
	200	31	36
3600	50	13	14
	100	15	17
	200	19	22
7200	50	7	8
	100	8	10
	200	10	13

Примечание. Показатели стоимости приведены на площадку с одной эксплуатационной скважиной.

При определении общей стоимости водозабора учитывается общее число рабочих и резервных скважин и стоимость сборных водоводов.

Таблица 3

**Укрупненные удельные показатели стоимости строительства водозаборных сооружений поверхностных вод**

Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут	Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут
1600	180	32000	11
3200	92	50000	8
5000	60	100000	7
8000	38	200000	4
12500	25	500000	2,3
20000	16		

Примечание. Показатели включают стоимость затопленного водоприемника, самотечных водоводов из двух ниток длиной по 50 м каждая, водозаборного сооружения, совмещенного с насосной станцией 1-го подъема глубиной подземной части 17 м.

Стоимость работ по переформированию русла, изменению глубины, шугозащите и т.п. не учтена.

Таблица 4

**Укрупненные удельные показатели стоимости прокладки дюкеров**

Диаметр дюкера, мм	Стоимость, руб/м длины, дюкера в две нитки	Диаметр дюкера, мм	Стоимость, руб/м длины, дюкера в две нитки
250	406	1000	954
400	521	1200	1117
600	666	1400	1286
800	827		

**Укрупненные удельные показатели стоимости строительства станций  
водоподготовки**

Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут		Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут	
	обезжелезивания подземных вод	очистки поверхностных вод		обезжелезивания подземных вод	очистки поверхностных вод
800	120	-	20000	40	100
1600	100	-	32000	29	75
3200	80	222	40000	25	-
5000	90	163	50000	-	63
8000	70	155	100000	-	48
12500	53	126	200000	-	39

Примечание. Показатели включают резервуары чистой воды, насосные станции II подъема, хлораторные, сооружения по обороту промывной воды и уплотнению осадка и другие подсобно-вспомогательные сооружения, размещаемые на площадке станции водоподготовки.

При необходимости устройства иловых площадок для обезвоживания осадка их стоимости учитывают дополнительно для площадок на естественном основании из расчета 5 руб/м<sup>2</sup>, на искусственном песчано-щебеночном основании - 9 руб/м<sup>2</sup>, на бетонном - 16 руб/м<sup>2</sup>, на асфальто-бетонном - 17 руб/м<sup>2</sup>.

Таблица 6

**Укрупненные удельные показатели стоимости строительства насосных станций**

Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут	Производительность, м <sup>3</sup> /сут	Стоимость, руб., на 1 м <sup>3</sup> /сут
1600	33	20000	10
3200	20	32000	7,2
5000	15	50000	6
8000	12	100000	3,6
12500	11	200000	3,5

Таблица 7

**Укрупненные показатели стоимости строительства резервуаров чистой воды**

Емкость резервуаров, м <sup>3</sup>	Стоимость, тыс. руб., группы из двух резервуаров	Емкость резервуаров, м <sup>3</sup>	Стоимость, тыс. руб., группы из двух резервуаров
2×100	35	2×2500	219
2×200	45	2×5000	345
2×500	67	2×7000	444
2×1200	121	2×10000	600

Примечание. Показатели могут быть использованы при определении стоимости отдельно размещаемых групп резервуаров.

Показатели учитывают оборудование резервуаров фильтрами-поглопителями.

Таблица 8

**Укрупненные показатели стоимости строительства водонапорных башен**

Емкость бака водонапорной башни, м <sup>3</sup>	Стоимость сооружения, тыс. руб.	Емкость бака водонапорной башни, м <sup>3</sup>	Стоимость сооружения, тыс. руб.
100	21	300	28
150	23	500	40
200	26		

Примечание. Показатели приведены для башен с кирпичным стволом высотой 24 м.

**ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ПЛОЩАДОК ВОДОПРОВОДНЫХ УЗЛОВ**

Наименование площадки (узла)	Состав основных сооружений	Размеры площадок, га, при производительности узла, тыс. м <sup>3</sup> /сут							
		до 0,8	0,8 - 12	12 - 32	32 - 80	80 - 125	125 - 250	250 - 400	400 - 800
1. Водозабор из поверхностного источника	Водозабор, насосная станция 1-го подъема, хлораторная	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0
2. Водозабор из одиночной скважины для подземных вод	Скважина	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	-	-
3. Головные сооружения при подземном источнике без очистки воды	Скважина, 2 резервуара, насосная станция 2-го подъема, хлораторная, водонапорная башня	1,0	2,0	2,5	3,5	-	-	-	-
4. То же, с обезжелезиванием воды	То же и установка для обезжелезивания воды	1,0	2,0	3,0	4,0	-	-	-	-
5. Водонапорная башня отдельная	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-	-	-
6. Насосная станция отдельная	-	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,8	-	-
7. То же, с резервуарами чистой воды	2 резервуара, насосная станция подкачки	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	-	-
8. Резервуары чистой воды отдельные	2 резервуара	1,0	1,0	2,0	2,5	3,5	4,0	-	-
9. Очистные сооружения для поверхностного источника	-	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0	12,0	18,0	24,0
10. База служб эксплуатации	-	1,0	1,54	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	5,0

Примечания: 1. Размеры площадок приведены для сооружений системы хозяйственно-питьевого водопровода и включают территорию 1-го пояса зоны санитарной охраны.

2. Общая площадь водозабора и головных сооружений при подземном источнике по поз. 2 - 4 настоящей таблицы определяется числом скважин и расстоянием между ними по гидрогеологическим условиям.

**ПЛОЩАДЬ ИЛОВЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ**

Производительность станции, тыс. м <sup>3</sup> /сут	1,6	3,2	5,0	8,0	12,5	20,0	32,0	40,0	50,0	63,0	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0
Площадь иловой площадки, га	<u>0,35</u> 0,14	<u>0,70</u> 0,27	<u>1,10</u> 0,40	<u>1,80</u> 0,70	<u>2,75</u> 1,00	<u>4,50</u> 1,70	<u>7,00</u> 2,70	<u>9,00</u> 3,30	<u>11,00</u> 4,20	<u>14,00</u> 4,90	<u>18,00</u> 6,70	<u>22,00</u> 8,30	<u>28,00</u> 10,40	<u>15,00</u> 13,40	<u>45,00</u> 16,70

Примечания: 1. Таблица составлена с использованием типового проекта 901-03-171\*\* «Площадки обезвоживания осадка станций очистки воды поверхностных источников производительностью от 0,8 до 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут» ЦНИИЭП инженерного оборудования Госкомархитектуры.

2. При механическом обезвоживании осадка (фильтр-прессовании, искусственном вымораживании и др.) площадь резервных иловых площадок определяется по настоящему приложению с коэффициентом 0,25.

3. Над чертой приведена площадь для поверхностных источников с высокомутными водами (среднегодовая мутность 300 мг/л), под чертой - для источников с маломутными (цветными) водами (среднегодовая мутность 30 мг/л, цветность 80°).

**ПРИМЕРНЫЙ СОСТАВ РАЗДЕЛА «КАНАЛИЗАЦИЯ»**

1. Вводная часть (основание работы, заказчики, основные условия выполнения работы).
2. Общая характеристика населенного пункта, перспективы его развития, природно-климатические условия, перечень промышленных предприятий, сбрасывающих основное количество сточных вод и загрязнений, состояние водоемов.
3. Описание предшествующих предпроектных и проектных разработок с оценкой их соответствия современным требованиям современного состояния канализации (расчетные расходы сточных вод и количество загрязнений в них; система канализации, уличные сети, коллекторы, насосные станции и очистные сооружения, их пропускная способность и состояние; выявление дефицита или избытка пропускной способности; находящиеся в стадии строительства очистные сооружения; ремонтно-эксплуатационная база; влияние сброса сточных вод населенного пункта на водоем; наличие неприятных запахов на территории, прилегающей к насосным станциям и очистным сооружениям).
4. Оценка реализации основных положений раздела «Канализация» предыдущего генерального плана, ранее выполненной схемы канализации. Перспективы развития системы канализации.
5. Расчетные расходы и количество загрязнений сточных вод в целом по населенному пункту, его планировочным районам, предприятиям промышленно-коммунальной зоны по этапам их развития.
6. Схема канализации населенного пункта с включением в нее элементов существующей системы канализации. Предложения по строительству новых и реконструкции существующих сетей, насосных станций и очистных сооружений канализации.
7. Мероприятия по экономии ресурсов и охране окружающей среды.
8. Предложения по развитию строительной и ремонтно-строительной баз.
9. Предложения по разработке проектно-сметной документации на реконструкцию и расширение существующих и строительство новых сетей и сооружений.
10. Размеры капитальных вложений в реализацию решений по перспективному развитию канализации населенного пункта по этапам.

**ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА 1991 - 1995 гг.**

В таблице приведены мероприятия, связанные с разработкой схемы канализации с учетом планировочных вопросов, решаемых в составе генпланов.

Мероприятия	Качественная характеристика результатов мероприятий	
	преимущества	недостатки
1. Прокладка главных коллекторов в исторических центрах городов и в районах с плотной современной застройкой методом щитовой проходки	Сохранение жилой застройки и проездов, минимальные помехи для организации движения транспорта и пешеходов	Значительные единовременные затраты на строительство
2. Реконструкция канализационных сетей в исторических центрах городов и в районах с плотной современной городской застройкой без отрывки траншей (например, методом фирмы «Инсютиформ» с устройством внутренней облицовки из нетканого материала на полиэфирной смоле, методом «Рилайнинг» - протаскиванием через трубу вкладыша из пластмассы, устройством внутренней цементно-песчаной облицовки)	То же, и снижение затрат на реконструкцию сетей	Отсутствие отечественных разработок и опыта по применению указанных методов, что обуславливает необходимость привлечения иностранных фирм с покупкой лицензий
3. Снижение заглубления главных	Снижение стоимости и	Дефицитность погружных

Мероприятия	Качественная характеристика результатов мероприятий	
	преимущества	недостатки
канализационных коллекторов за счет устройства на выпусках из микрорайонов, диктующих заглубление, насосных станций с погружными канализационными насосами	сокращение сроков строительства канализационных сетей	канализационных насосов отечественного производства
4. Применение для прокладки канализационных сетей пластмассовых труб	Уменьшение заглубления сетей и сокращение сроков их строительства; снижение утечек из сетей и ликвидация опасности подтопления городской территории	Увеличение стоимости строительства сетей
5. Применение для канализования объектов, разделенных значительными расстояниями, напорной системы канализации	Снижение сроков и стоимости строительства	Усложнение эксплуатации системы канализации
6. Интенсификация работы существующих очистных сооружений взамен их экстенсивного расширения (применение реагентов для повышения эффективности отстаивания и биологической очистки, методов тонкослойного отстаивания, флотационного илоразделения и т.д.)	Снижение затрат на расширение сооружений, уменьшение требуемой территории	Сложность организации строительства на действующих сооружениях
7. Применение очищенной сточной воды для водоснабжения промышленных предприятий	Уменьшение потребности в водных ресурсах, снижение вредного воздействия на водоем	Необходимость прокладки самостоятельной сети и реконструкции водного хозяйства существующих предприятий
8. Применение технического кислорода или воздуха, обогащенного кислородом, при биологической очистке сточных вод	Снижение выделения неприятных запахов, уменьшение площади сооружений, возможность сокращения санитарно-защитной зоны	Усложнение эксплуатации сооружений
9. Замена сушки осадка на иловых площадках механическим обезвоживанием	То же	То же

*ПРИЛОЖЕНИЕ 8*

**ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ ПЛОЩАДЬ ПОД ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ  
КАНАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ**

Пропускная способность сооружения, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Площадь очистных сооружений, га							
	при биологической очистке		при глубокой очистке		при физикохимической очистке	при обработке осадка		
	в биопрудах (аэрируемых)	в аэротенках	в биопрудах (аэрируемых)	на фильтрах		мехобезвоживанием и компостированием		иловых площадок
						основных сооружений	аварийных иловых площадок	
1,4	2,5	0,6	0,7	0,1	0,4	-	-	0,7
7	8,0	1,1	2,0	0,1	0,7	0,2	0,6	3,0
25	20,0	3,0	7,0	0,2	1,8	0,5	2,0	10,0
70	55,0	8,0	18	0,9	5,0	1,3	5,2	26,0
140	-	13,0	-	1,5	-	2,0	9,6	48,0
280	-	22,0	-	2,8	-	3,0	19,0	95,0

Примечание. Промежуточные значения показателей следует определять интерполяцией.

**УКРУПНЕННЫЕ УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТОИМОСТИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ  
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Сети и сооружения	Стоимость строительства на единицу измерения, руб.
<b>I. Самотечные канализационные сети</b>	
<b>1. Из полиэтиленовых труб</b>	
а) диаметром 200 мм при глубине наложения, м, до:	
2	<u>21</u>
	23
3	<u>24,5</u>
	29
4	<u>31</u>
	38
5	<u>37</u>
	47
б) диаметром 300 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>35,5</u>
	38
3	<u>38,7</u>
	43
4	<u>46</u>
	53
5	<u>52</u>
	62
в) диаметром 400 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>55</u>
	58
3	<u>58,5</u>
	63
4	<u>67</u>
	75
5	<u>73</u>
	81
г) диаметром 500 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>77</u>
	80
3	<u>81</u>
	85
4	<u>87</u>
	93
5	<u>94</u>
	100
д) диаметром 600 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>102</u>
	106
3	<u>106</u>
	111
4	<u>112</u>
	118
5	<u>119</u>
	128
е) диаметром 800 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>145</u>
	149
3	<u>150</u>
	156
4	<u>157</u>
	165
5	<u>162</u>
	170
<b>2. Из асбестоцементных безнапорных труб:</b>	
а) диаметром 200 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>14,5</u>

Сети и сооружения	Стоимость строительства на единицу измерения, руб.
	16,5
3	<u>18</u>
	22,5
4	<u>24,5</u>
	32
5	<u>32,5</u>
	42
б) диаметром 300 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>16,5</u>
	19
3	<u>20</u>
	24,5
4	<u>27</u>
	34,5
5	<u>32,5</u>
	44
в) диаметром 400 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>18,5</u>
	21
3	<u>22,5</u>
	27
4	<u>29</u>
	36
5	<u>34,5</u>
	45,5
<b>3. Из керамических труб:</b>	
а) диаметром 200 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>16,5</u>
	18,5
3	<u>20</u>
	24,5
4	<u>27</u>
	34
5	<u>32,5</u>
	44
б) диаметром 300 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>21</u>
	23
3	<u>24,5</u>
	29
4	<u>31</u>
	38,5
5	<u>37</u>
	48,5
в) диаметром 400 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>24,5</u>
	27
3	<u>28,5</u>
	33
4	<u>35</u>
	42
5	<u>40,5</u>
	52
г) диаметром 500 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>33</u>
	35
3	<u>37</u>
	42
4	<u>44</u>
	52
5	<u>50</u>
	61,5
<b>4. Из железобетонных раструбных труб:</b>	
а) диаметром 400 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>25</u>



Сети и сооружения	Стоимость строительства на единицу измерения, руб.
	27,5
3	<u>30</u>
	34,5
4	<u>35,5</u>
	42,5
5	<u>41</u>
	52
б) диаметром 500 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>30</u>
	32,5
3	<u>34,5</u>
	39,5
4	<u>48</u>
	56
5	<u>47</u>
	58,5
в) диаметром 600 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>36</u>
	39
3	<u>41</u>
	46,5
4	<u>41</u>
	49
5	<u>54</u>
	65,5
г) диаметром 800 мм при глубине заложения, м до:	
2	<u>51</u>
	53,5
3	<u>56,5</u>
	62
4	<u>63</u>
	71
5	<u>69,5</u>
	81
д) диаметром 1000 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>68,5</u>
	72
3	<u>75</u>
	81
4	<u>81</u>
	89,5
5	<u>88,5</u>
	100,5
е) диаметром 1200 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>84,5</u>
	87,5
3	<u>91</u>
	97
4	<u>98,5</u>
	106,5
5	<u>106</u>
	118,5
ж) диаметром 1400 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>106</u>
	109
3	<u>112</u>
	120
4	<u>121</u>
	130
5	<u>128,5</u>
	142
з) диаметром 1600 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>120</u>
	123,5
3	<u>126</u>

Сети и сооружения	Стоимость строительства на единицу измерения, руб.
	133,5
4	<u>135</u>
	144
5	<u>142,5</u>
	156,5
и) диаметром 1800 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>137</u>
	140,5
3	<u>143</u>
	150,5
4	<u>152</u>
	161
5	<u>167,5</u>
	181,5
к) диаметром 2000 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>141</u>
	145
3	<u>158</u>
	166
4	<u>167</u>
	177
5	<u>197</u>
	211,5
л) диаметром 2500 мм при глубине заложения, м, до:	
2	<u>145,5</u>
	150
3	<u>173</u>
	184,5
4	<u>184</u>
	195
5	<u>222</u>
	236,5
<b>II. Канализационные насосные станции <sup>1</sup> пропускной способностью, тыс. м<sup>3</sup>/сут:</b>	
1,4	58
2,7	45
4,2	36
7	30
10	25
17	21
25	17
35	14,5
50	12
70	9,5
100	7,5
140	5,5
200	4
280	3,5
<b>III. Сооружения очистки городских сточных вод <sup>2</sup> пропускной способностью, тыс. м<sup>3</sup>/сут:</b>	
1,4	490
2,7	380
4,2	310
7	270
10	235
17	205
25	180
35	160
50	140
70	125
100	115
140	105
200	100

Сети и сооружения	Стоимость строительства на единицу измерения, руб.
280	96
<p><sup>1</sup> Глубина заложения подводящего коллектора принята 5,5 м. При глубине заложения 4 м к показателям рекомендуется вводить коэффициент 0,95, при глубине заложения 7 м - коэффициент 1,07.</p> <p><sup>2</sup> Сточные воды с начальными концентрациями БПК<sub>полн</sub> 200 мг/л взвешенных веществ 250 мг/л со снижением их до 3 мг/л.</p> <p>При необходимости удаления биогенных элементов (азота, фосфора) к удельным значениям стоимости строительства следует применять коэффициент 1,3.</p>	

Примечания: 1. Укрупненные показатели приведены для ориентировочной оценки стоимости строительства при составлении раздела «Канализация» генеральных планов населенных пунктов.

2. Показатели приведены для 1-го территориального района при условиях строительства в соответствии с «Инструкцией по типовому проектированию» (СН 227-82). Для определения стоимости строительства в других территориальных районах и для других условий строительства рекомендуется применять отраслевые территориальные коэффициенты и коэффициенты, приведенные соответственно в прил. 10 и 11.

3. Показатели стоимости строительства являются комплексными и включают все затраты по строительству на площадке.

4. Для промежуточных значений пропускной способности сооружений показатели следует определять интерполяцией.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 10

### ОТРАСЛЕВЫЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ К СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ДЛЯ РАЗДЕЛА «КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Наименования территорий <sup>1</sup>	Значения коэффициентов
<b>РСФСР</b>	
Башкирская АССР	1,04
Марийская АССР	1,01
Мордовская АССР	1,02
Татарская АССР	1,02
Чувашская АССР	1,02
Астраханская обл.	0,99
Белгородская обл.	1,01
Брянская обл.	0,99
Владимирская обл.	1,00
Волгоградская обл.	0,99
Вологодская обл.	1,05
Воронежская обл.	1,01
Горьковская обл.	0,99
Ивановская обл.	1,00
Калининская обл.	1,00
Калужская обл.	1,01
Кировская обл.	0,99
Костромская обл.	1,02
Куйбышевская обл.	1,00
Курская обл.	1,01
Ленинградская обл.	1,01
Липецкая обл.	1,01
Московская обл.	1,00
Новгородская обл.	1,04
Орловская обл.	1,04
Пензенская обл.	1,03
Псковская обл.	0,99
Рязанская обл.	1,00
Саратовская обл.	1,00
Смоленская обл.	0,99
Тамбовская обл.	1,00
Тульская обл.	1,00
Ульяновская обл.	1,00
Ярославская обл.	0,99
г. Москва	0,96
г. Ленинград	0,98
Карельская АССР	1,15

Наименования территорий <sup>1</sup>	Значения коэффициентов
Коми АССР, южнее Полярного круга	1,23
Архангельская обл.	1,18
Мурманская обл.	1,23
Калининградская обл.	1,01
Дагестанская АССР	1,05
Кабардино-Балкарская АССР	1,03
Калмыцкая АССР	1,16
Северо-Осетинская АССР	1,04
Чечено-Ингушская АССР	1,04
Краснодарский край	1,02
Ставропольский край	1,04
Ростовская обл.	1,03
Удмуртская АССР	1,05
Курганская обл.	1,09
Оренбургская обл.	1,09
Пермская обл.	1,08
Свердловская обл.	1,06
Челябинская обл.	1,05
Алтайский край	1,06
Красноярский край, южнее 60-й параллели	1,14
Кемеровская обл.	1,06
Новосибирская обл.	1,08
Омская обл.	1,09
Томская обл., южнее 60-й параллели	1,09
Тюменская обл., южнее 60-й параллели	1,16
Тувинская АССР	1,25
Бурятская АССР	1,15
Иркутская обл., южнее 60-й параллели	1,15
Читинская обл.	1,28
Приморский край	1,27
Хабаровский край, южнее 55-й параллели	1,32
Амурская обл.	1,28
<b>Районы Крайнего Севера и местности, приравненные к ним</b>	
Камчатская обл.	1,56
Сахалинская обл.	1,56
Якутская АССР	1,54
Магаданская обл.	1,59
<b>УССР</b>	
Ворошиловградская обл.	1,02
Днепропетровская обл.	1,02
Донецкая обл.	1,02
Запорожская обл.	1,01
Кировоградская обл.	1,03
Полтавская обл.	1,01
Сумская обл.	1,03
Харьковская обл.	1,02
Винницкая обл.	1,02
Волинская обл.	1,03
Житомирская обл.	1,01
Закарпатская обл.	1,02
Ивано-Франковская обл.	1,02
г. Киев	1,02
Киевская обл.	1,02
Львовская обл.	1,02
Ровенская обл.	1,03
Тернопольская обл.	1,02
Хмельницкая обл.	1,02
Черкасская обл.	1,02
Черниговская обл.	1,01
Крымская обл.	1,02
Николаевская обл.	1,01
Одесская обл.	1,02
Херсонская обл.	1,02
Черновицкая обл.	1,03

Наименования территорий <sup>1</sup>	Значения коэффициентов
<b>Узбекская ССР</b>	
Кара-Калпакская АССР	1,09
Андижанская обл.	1,11
Бухарская обл.	1,09
Кашкадарьинская обл.	1,09
Джизакская обл.	1,09
Наманганская обл.	1,08
Самаркандская обл.	1,09
Сурхандарьинская обл.	1,09
Сырдарьинская обл.	1,06
г. Ташкент	1,10
Ташкентская обл.	1,07
Ферганская обл.	1,10
Хорезмская обл.	1,10
<b>Казахская ССР</b>	
Актюбинская обл.	1,07
Алма-Атинская обл.	1,05
г. Алма-Ата	1,02
Восточно-Казахстанская обл.	1,11
Гурьевская обл.	1,16
Джамбулская обл.	1,10
Карагандинская обл.	1,05
Джезказганская обл.	1,09
Мангышлакская обл.	1,16
Турганская обл.	1,23
Кзыл-Ордынская обл.	1,11
Кокчетавская обл.	1,14
Кустанайская обл.	1,12
Павлоградская обл.	1,14
Северо-Казахстанская обл.	1,19
Семипалатинская обл.	1,10
Талды-Курганская обл.	1,05
Уральская обл.	1,12
Целиноградская обл.	1,11
Чимкентская обл.	1,09
Белорусская ССР	0,97
Латвийская ССР	0,98
Литовская ССР	0,99
Эстонская ССР	0,99
Молдавская ССР	1,05
Грузинская ССР	1,08
Азербайджанская ССР	1,06
Армянская ССР	1,05
Киргизская ССР	1,10
Таджикская ССР	1,09
Туркменская ССР	1,14

<sup>1</sup> Приводятся по состоянию на 1 января 1990 г.

## КОЭФФИЦИЕНТЫ К СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Для районов с особыми условиями строительства для предварительных расчетов необходимо применять следующие коэффициенты к стоимости строительно-монтажных работ, определяемой в соответствии с прил. 9.

Условия строительства	Значения коэффициентов	
	для зданий и сооружений	для сетей
Намывные (насыпные) площадки высотой намыва (подсыпки), м:		
до 3	1,10	1,10
св. 3	1,20	1,20
Сейсмические районы сейсмичностью, баллах:		
8	1,10	1,20
9	1,15	1,40
Просадочные грунты на территории:		
незастроенной	1,10	1,15
застроенной	1,10	1,25
Вечномерзлые грунты	1,25	1,40
Площадки с высоким уровнем состояния грунтовых вод при глубине их, м, до:		
1	1,15	1,20
2	1,05	1,15
Площадки в скальных грунтах	1,30	1,40
В 1-й строительной-климатической зоне для расчетной температуры, °С:		
до минус 40	1,20	1,15
» минус 50	1,30	1,35
ниже минус 50	1,40	1,45

## ДАнные для определения ориентировочной потребности в основных ресурсах очистных сооружений канализации

*(выписка из «Основных удельных эксплуатационных показателей коммунальных предприятий по отрасли «Коммунальное хозяйство» на 1990 г. и на период до 2000 года», утвержденных приказом Минжилкомхоза РСФСР от 19.08.88 г. № 220)*

### 2.2. Водоснабжение и канализация

#### 2.2.1. Расчет удельных показателей расхода электроэнергии.

В табл. 2; 2.1 и 2.2 удельные показатели расхода электроэнергии учитывают только расходы на технологические нужды. Расходы электроэнергии на вспомогательные нужды (освещение, вентиляцию, отопление, грузоподъемные механизмы и т.п.) для систем водоснабжения и отведения определяются с коэффициентом 1,1 к общему расходу электроэнергии.

Потери электроэнергии в электрических сетях и силовых трансформаторах для систем водоснабжения и водоотведения определяются с коэффициентом 1,06 к общему расходу электроэнергии.

Для очистных сооружений систем водоотведения удельные расходы электроэнергии даны с учетом перекачки сточных вод и осадков в пределах территории очистных сооружений. При перекачке сточных вод и осадков за пределы территории очистных сооружений расход электроэнергии определяется прямым расчетом.

При наличии в составе сооружений аэробных стабилизаторов удельные расходы электроэнергии по станции биологической очистки принимаются с учетом коэффициентов 1,3 - 1,4.

При определении значений показателя расхода электроэнергии по конкретному объекту и при наличии в нем вышеуказанных технологических факторов следует определять дополнительный расход электроэнергии по табл. 2; 2.1; 2.2, затем результат прибавляется к базовому показателю объекта.

Удельные показатели расхода тепловой энергии учитывают расходы на технические

нужды, административные здания и вспомогательные сооружения, находящиеся непосредственно на площадках очистных сооружений.

Для систем канализации удельные показатели учитывают расход тепла на сооружения доочистки, начиная с производительности системы 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В удельные показатели расхода тепла не включены расход топлива на обеззараживание и термическую обработку осадков, расхода и получение топлива при сбраживании осадков в метантенках.

При наличии указанных технологических факторов при проектировании конкретного объекта дополнительный расход тепла следует определять по табл. 2.3 и 2.4, затем результат добавляется к базовому значению показателя по расходу тепла.

Таблица 2

**2.2.3. Основные удельные эксплуатационные показатели на 1990 г. в разрабатываемых проектах коммунальных предприятий (отрасль «Коммунальное хозяйство») для систем водоснабжения и канализации**

№ п.п.	Наименование подотраслей: видов производств, входящих в подотрасли; предприятий, зданий и сооружений в составе производств или предприятий	Расчетная единица мощности, вместимости, производительности и т.д.	Наименование удельного показателя (расход на расчетную единицу)				
			Электроэнергия		Тепловая энергия, МВт/ч МВт/год	Вода, м <sup>3</sup> /ч м <sup>3</sup> /год	Канализационные сети, м <sup>3</sup> /ч м <sup>3</sup> /год
			потребная мощность, кВт	годовой расход, кВт·ч			
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ</b>							
<b>Система водоснабжения</b>							
1	Водозаборные сооружения: артезианские скважины	1000 м <sup>3</sup> воды на 1 м подъема	5,98	52385			
	насосная станция I подъема:						
	при горизонтальных насосах	То же	3,71	32500			
	при вертикальных насосах	”	4,20	36792			
2	Насосная станция II подъема	”	4,43	38807			
3	Насосная станция подкачки на сети	”	4,75	41610			
4	Очистная водопроводная станция производительностью, тыс. м <sup>3</sup> /сут:						
	20	1000 м <sup>3</sup> /сут	32	11630			
	32	То же	28	10220			
	50	”	24	8760			
	63	”	23	8395			
	80	”	22	8030			
	125	”	17	6205			
	160	”	16,5	6023			
	220	”	16	5840			
	280	”	15	5475			
	350	”	8	2920			
<b>Система канализации</b>							
1	Насосная станция перекачки сточных вод на канализационной сети	1000 м <sup>3</sup> стоков на 1 м подъема	5,42	47479			
2	Очистные сооружения канализации пропускной способностью, тыс. м <sup>3</sup> /сут;						

№ п.п.	Наименование подотраслей: видов производств, входящих в подотрасли; предприятий, зданий и сооружений в составе производств или предприятий	Расчетная единица мощности, вместимости, производительности и т.д.	Наименование удельного показателя (расход на расчетную единицу)					
			Электроэнергия		Тепловая энергия, МВт/ч МВт/год	Вода, м <sup>3</sup> /ч м <sup>3</sup> /год	Канализационные сети, м <sup>3</sup> /ч м <sup>3</sup> /год	
			потребная мощность, кВт	годовой расход, кВт·ч				
	<i>сооружения механической очистки:</i>							
	20	1000 м <sup>3</sup> /сут	190	69350				
	32	То же	170	62050				
	50	”	150	54750				
	63	”	135	49275				
	80	”	110	40150				
	125	”	95	34675				
	160	”	87	31755				
	220	”	75	27375				
	280	”	63	22995				
	350	”	50	18250				
	<i>станция биологической очистки <sup>1</sup>:</i>							
	20	1000 м <sup>3</sup> /сут	796	290540				
	32	То же	722	263530				
	50	”	628	229220				
	63	”	555	202575				
	80	”	444	162060				
	125	”	339	141985				
	160	”	370	135050				
	220	”	333	121545				
	280	”	296	108040				
	350	”	259	94535				
	20	1 кг БПК <sub>5</sub>	4,3	1570				
	32	То же	3,9	1424				
	50	”	3,4	1241				
	63	”	3,0	1059				
	80	”	2,4	876				
	125	”	2,1	767				
	160	”	2,0	730				
	220	”	1,8	657				
	280	”	1,6	584				
	350	”	1,4	511				
	<b>ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ</b>							
	<b>Система водоснабжения</b>							
	Производительность системы, тыс. м <sup>3</sup> /сут;							
	5	1000 м <sup>3</sup> /сут			0123			
					666			
	7 - 10	То же			0,107			
					570			
	17 - 20	”			0,094			
					501			
	132	”			0,078			
					416			
	50	”			0,066			
					298			
	63	”			0,061			
					272			
	80	”			0,046			
					245			
	125	”			0,036			
					192			
	160	”			0,031			
					165			



№ п.п.	Наименование подотраслей: видов производств, входящих в подотрасли; предприятий, зданий и сооружений в составе производств или предприятий	Расчетная единица мощности, вместимости, производительности и т.д.	Наименование удельного показателя (расход на расчетную единицу)				
			Электроэнергия		Тепловая энергия, МВт/ч МВт/год	Вода, м <sup>3</sup> /ч м <sup>3</sup> /год	Канализационные сети, м <sup>3</sup> /ч м <sup>3</sup> /год
			потребная мощность, кВт	годовой расход, кВт·ч			
	220	”			<u>0,025</u>		
	280	”			133 <u>0,022</u>		
	350	”			117 <u>0,019</u>		
	<b>Система канализации</b>				101		
	Производительность системы, тыс. м <sup>3</sup> /сут:				<u>0,051</u>		
	7 (без доочистки)	1000 м <sup>3</sup> /сут			270		
	10 (с доочисткой)	То же			<u>0,086</u>		
	17 - 20 (с доочисткой)	”			460 <u>0,051</u>		
	32 (с доочисткой)	”			274 <u>0,047</u>		
	Производительность системы, тыс. м <sup>3</sup> /сут:				249		
	50 (с доочисткой)	1000 м <sup>3</sup> /сут			<u>0,040</u>		
	63 (с доочисткой)	То же			212 <u>0,035</u>		
	80 (с доочисткой)	”			185 <u>0,028</u>		
	125 (с доочисткой)	”			150 <u>0,018</u>		
	160 (с доочисткой)	”			94 <u>0,015</u>		
	220 (с доочисткой)	”			80 <u>0,012</u>		
	280	”			64 <u>0,010</u>		
	350	”			51 <u>0,007</u>		
					36		

<sup>1</sup> Удельные показатели расхода электроэнергии по очистным сооружениям канализации для станции биологической очистки рекомендуется определять как на расчетную единицу на 1000 м<sup>3</sup>/сут стоков, так и на 1 кг снятого БПК

Таблица 2.1

#### 2.2.4. Удельный расход электроэнергии на отдельные технологические энергоемкие процессы и установки

1. **Электролизеры типа ЭН.** Расход электроэнергии на 1 кг активного хлора 10 кВт·ч.

Удельный расход электроэнергии на обеззараживание 1000 м<sup>3</sup> в зависимости от типа обрабатываемой воды составляет, кВт·ч: подземных вод - 10, поверхностных вод - 25, сточных жидкостей - 50.

2. **Бактерицидные установки.** Затраты электроэнергии на обеззараживание 1000 м<sup>3</sup> подземных вод составляют, кВт·ч: ОВ-1П - 20; ОВ-50 - 50; ОВ-150 - 50.

3. Расход электроэнергии на озонирование принимают в размере 23 - 30 кВт·ч/кг озона.

4. Удельный расход электроэнергии на установках типа «Струя» составляет 12 - 20 кВт·ч/1000 м<sup>3</sup>.

### 2.2.5. Удельные показатели расхода электроэнергии на механическое обезвоживание и термическую обработку осадков

Способ обработки осадка	Единица измерения	Удельные показатели расхода	
		основной электроэнергии	вспомогательной электроэнергии
Центрифугирование	кВт·ч/м <sup>3</sup> подаваемого осадка	1,5	-
	кВт·ч/т сухого вещества (при влажности 96 %)	-	40
Вакуум-фильтрация	кВт·ч/м <sup>3</sup> подземного осадка	2	-
	кВт·ч/т сухого вещества (при 96 %)	-	50
	кВт·ч/т механического обезвоживания осадка	5	-
Термическая сушка в сушилках со встречными струями	кВт·ч/т испаряемой влаги	20 - 50	-
	кВт·ч/т сухого вещества (при испарении влаги 3 т на 1 т сухого вещества)	-	60 - 180

Таблица 2.3

### 2.2.6. Удельные показатели расхода топлива на механическое обезвоживание и термическую обработку осадка

Способ обработки осадка	Единица измерения	Удельные показатели расхода топлива	
		основного	вспомогательного
Обеззараживание в камерах дегельминтизации	МВт/т механического обезвоживания осадка	0,16	-
	МВт/т сухого вещества осадка (при влажности 75 %)	-	0,65
Термическая сушка в сушилках со встречными струями	МВт/т испаряемой влаги	0,98 - 1,10	-

Таблица 2.4

### 2.2.7. Удельные показатели расхода и получения топлива при сбраживании осадка в метантенках

Производительность очистной станции, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Количество осадков, тыс. м <sup>3</sup> /год	Расход топлива на сбраживание без учета утилизации газов брожения, МВт/год, при процессах		Получение топлива при полном самообеспечении метантенков теплом (мезофильный процесс), МВт/год
		мезофильном	термофильном	
100	290 - 366	6504 - 8130	15447 - 19512	9756 - 17073
280	820 - 1010	19512 - 24390	44715 - 56098	27642 - 47154
500	1460 - 1600	34146 - 37398	80488 - 87805	49593 - 73984
1000	2900 - 3200	69106 - 75610	160163 - 175610	99187 - 147154

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Водоснабжение.** Наружные сети и сооружения. [СНиП 2.04.02-84.](#) - М.: Стройиздат, 1985.
- 2. Укрупненные нормы** недопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. - М.: Стройиздат, 1982.
- 3. Прейскуранты** на строительство зданий и сооружений межотраслевого назначения. Прейскурант на потребительную единицу строительной продукции для объектов внеплощадочного водоснабжения и канализации. - М.: ЦИТП, 1988.
- 4. Вода** питьевая. [ГОСТ 2874-82.](#) - М.: Госстандарт, 1982.
- 5. Источники** централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. [ГОСТ 2761-84.](#) - М.: Госстандарт, 1985.
- 6. Тарифы** на электрическую и тепловую энергию. Прейскурант № 09-01, - М.: Прейскурантиздат, 1988.
- 7. Оптовые цены** на химическую продукцию общепромышленного назначения.

Прейскурант № 05-01. - М.: Прейскурантиздат, 1981.

**8. Нормативы** численности инженерно-технических работников и служащих производственных управлений водопроводно-канализационного хозяйства. - М.: МЖКХ РСФСР, 1982.

**9. Нормативы** численности рабочих, занятых на работах по эксплуатации сетей, очистных сооружений и насосных станций водопровода и канализации. - М.: Экономика, 1986.

**10. Рекомендации** по инженерному оборудованию сельских населенных пунктов, ч. 1. Водоснабжение. - М.: «КОМТЭКС», 1990.

**11. Канализация.** Наружные сети и сооружения. [СНиП 2.04.03-85.](#) - М.: ЦИТП, 1986.

**12. Правила** охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. - М.: Минводхоз СССР, 1975.

**13. Правила** приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов. Изд. 4-е, доп. - М.: АКХ, 1988.

**14. Санитарные** правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. [СанПиН № 4630-88.](#) - М.: Минздрав СССР, 1989.

**15. Правила** охраны от загрязнений прибрежных вод морей. - М.: Минводхоз СССР, 1987.

**16. Методические** указания по применению «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». - Харьков: ВНИИВО, 1982.

**17. Рекомендации** по размещению и проектированию выпусков сточных вод. - М.: Госкомгидромет СССР, 1981.

**18. Указания** о порядке рассмотрения и согласования органами рыбоохраны намечаемых решений и проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. - М.: Минрыбхоз СССР, 1986.

**19. Методика** подсчета убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства. - М.: Минводхоз СССР, 1983.

**20. Пособие** по составлению раздела проекта (рабочего проекта) «Охрана окружающей природной среды» к СНиП 1.02.01-85. - М.: ЦНИИпроект, 1988.

**21. Руководство** по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий. - М.: Стройиздат, 1984.

**22. Рекомендации** по инженерному оборудованию сельских населенных пунктов. Ч. 2. Канализация. - М.: «КОМТЭКС», 1990.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	1
Часть 1. Водоснабжение .....	1
1. Общие положения .....	1
2. Исходные данные .....	2
3. Современное состояние систем и сооружений .....	3
4. Расчетные расходы воды .....	3
5. Источники водоснабжения.....	4
6. Обоснование выбора оптимальной системы водоснабжения.....	4
7. Водопроводные сооружения и площадки для их размещения .....	5
8. Водоводы и магистральные сети .....	6
9. Мероприятия по охране окружающей среды .....	6
10. Техничко-экономические показатели систем водоснабжения .....	7
11. Рекомендации по оформлению раздела «Водоснабжение» .....	7
Часть 2. Канализация .....	7
1. Общие положения .....	7
2. Исходные данные .....	8
3. Современное состояние системы канализации .....	9
4. Расчетные расходы и загрязнения сточных вод.....	9
5. Обоснование выбора оптимальной системы канализации .....	10
6. Канализационные сети .....	11
7. Канализационные сооружения и площадки для их размещения. Определение потребности в ресурсах для эксплуатации сооружений .....	11
8. Мероприятия по охране окружающей среды .....	13
9. Техничко-экономические показатели систем канализации .....	13
10. Рекомендации к оформлению раздела «Канализация» .....	14
11. Согласование и утверждение схем канализации .....	14
Приложение 1 Примерный состав раздела «Водоснабжение» .....	14
Приложение 2 Перечень сведений, приводимых в разд. 3 «Современное состояние систем и сооружений».....	14
Приложение 3 Укрупненные удельные показатели стоимости строительства трубопроводов и сооружений водоснабжения .....	15
Приложение 4 Ориентировочные размеры площадок.....	19
Приложение 5 Площадь иловых площадок для обезвоживания осадка станций водоподготовки.....	19
Приложение 6 Примерный состав раздела «Канализация» .....	20
Приложение 7 Перечень основных направлений совершенствования систем канализации населенных пунктов на 1991 - 1995 гг. ....	20
Приложение 8 Ориентировочная площадь под очистные сооружения канализации различной пропускной способности.....	21
Приложение 9 Укрупненные удельные показатели стоимости строительства сетей и сооружений канализации населенных пунктов.....	22
Приложение 10 Отраслевые территориальные коэффициенты к сметной стоимости строительно-монтажных работ для раздела «Коммунальное хозяйство» .....	26
Приложение 11 Коэффициенты к стоимости строительства в особых условиях .....	29
Приложение 12 Данные для определения ориентировочной потребности в основных ресурсах очистных сооружений канализации.....	29
Список литературы.....	33

# СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

СП 40-102-2000

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ  
(ГОССТРОЙ РОССИИ)

МОСКВА 2001

#### ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН Государственным проектным, конструкторским и научно-исследовательским институтом «СантехНИИпроект» при участии Государственного унитарного предприятия - Научно-исследовательского института московского строительства (ГУП НИИМосстрой), Закрытого акционерного общества «НПО Стройполимер», Государственного предприятия - Центра методологии нормирования и стандартизации в строительстве (ГП ЦНС) и группы специалистов

2 ОДОБРЕН И РЕКОМЕНДОВАН к применению в качестве нормативного документа Системы нормативных документов в строительстве постановлением Госстроя России от 16.08.2000 г. № 80

ОДОБРЕН для применения в странах СНГ протоколом от 17 мая 2000 г. № 17 Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС)

3 ВЗАМЕН [СН 478-80](#)

#### СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
1 Область применения .....	2
2 Общие положения .....	2
3 Проектирование внутренних водопроводных сетей.....	3
4 Проектирование внутренней канализации и водостоков .....	9
5 Проектирование наружного водопровода.....	13
6 Проектирование наружной канализации, водостоков и дренажей.....	14
7 Монтаж трубопроводов .....	16
8 Испытание и сдача трубопроводов в эксплуатацию.....	23
9 Техника безопасности при монтаже труб из полимерных материалов .....	25
10 Транспортирование и хранение труб из полимерных материалов.....	26
Приложение А Классификация труб из полимерных материалов .....	26
Приложение Б Перечень нормативных документов.....	27
Приложение В Номограммы для определения потерь напора в трубах .....	28
Приложение Г Номограмма для определения диаметра канализационного трубопровода.....	31
Приложение Д Методика прочностного расчета трубопроводов из полимерных материалов при подземной прокладке (общие принципы) .....	31
Приложение Е Акт о проведении входного контроля партии труб из полимерных материалов (соединительных деталей) .....	36

## ВЕДЕНИЕ

Настоящий Свод правил содержит указания по проектированию и расчету систем трубопроводов наружного и внутреннего водоснабжения и канализации из труб из полимерных материалов. Выполнение этих указаний обеспечит соблюдение обязательных требований к наружным и внутренним системам водоснабжения и канализации, установленных действующими [СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий», [СНиП 2.04.02-84\\*](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Решение вопроса о применении данного документа при проектировании и строительстве конкретных зданий и сооружений относится к компетенции проектной или строительной организации. В случае если принято решение о применении настоящего документа, все установленные в нем правила являются обязательными. Частичное использование требований и правил, приведенных в настоящем документе, не допускается.

В данном Своде правил рассмотрены общие вопросы, касающиеся труб из различных полимерных материалов. Установлены общие требования к сортаменту труб и способам их соединения, рассмотрены вопросы монтажа трубопроводов, хранения труб и техники безопасности при их монтаже. Приведены методики гидравлического расчета систем водоснабжения и канализации, а также прочностного расчета напорных и безнапорных трубопроводов при подземной прокладке в грунте.

В разработке свода правил принимали участие: Ю.Н. Саргин, А. Я. Шарипов (Сантехниипроект), А.В. Сладков, А.А. Отставнов (ГУП НИИМосстрой), В.А. Устюгов, В.С. Ромейко, А.Я. Добромислов, В.Е. Бухин, Л.Д. Павлов (ЗАО «НПО Стройполимер»), К.И. Зайцев (АО «ВНИИСТ»), В.А. Глухарев, В.П. Бовбель (Госстрой России), Л.С. Васильева (ГП ЦНС).

---

### СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

---

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

##### Общие требования

#### DESIGN AND INSTALLATION OF POLYMERIC PIPELINES FOR WATER SUPPLY AND SEWAGE SYSTEMS

##### General requirements

---

### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил распространяется на проектирование и монтаж строящихся и реконструируемых систем внутренних и наружных сетей водоснабжения и канализации из труб и соединительных деталей (далее - трубы) из полимерных материалов.

### 2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**2.1** Данный документ включает требования, общие для всех видов труб из полимерных материалов. Специфические требования для каждого вида трубопроводов из полимерных материалов приведены в соответствующих сводах правил.

**2.2** Трубы, соединительные детали и элементы из полимерных материалов, применяемые в системах водоснабжения и канализации, уплотнительные материалы, вещества для смазки, клеи и пр. должны иметь сертификаты или технические свидетельства, а для систем водоснабжения - гигиенические заключения Госсанэпиднадзора Минздрава России.

**2.3** Характеристики некоторых полимерных материалов, применяемых для производства труб и соединительных деталей, приведены в [приложении А](#).

**2.4** Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в Своде правил, приведен в [приложении Б](#).

## 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

### 3.1 Общие требования

**3.1.1** Выбор материала труб для систем холодного и горячего водоснабжения следует производить с учетом назначения и условий работы трубопроводов, температуры транспортируемой воды, а также срока службы трубопроводов, руководствуясь отдельными сводами правил на проектирование и монтаж тех или иных видов труб трубопроводных систем.

**3.1.2** Трубы и соединительные детали из полимерных материалов, предназначенные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, должны иметь в маркировке слово «Питьевая».

### 3.2 Классификация

**3.2.1** Тип труб и соединительных деталей (за исключением изготовленных из стеклопластика) для трубопроводов холодной воды определяется по номинальному давлению в соответствии с [таблицей 1](#).

Т а б л и ц а 1

Тип трубы	Номинальное давление по ГОСТ 29324, МПа
Легкий Л	0,25
Среднелегкий СЛ	0,4
Средний С	0,6
Тяжелый Т	1,0
Особотяжелый ОТ	1,6 2,0 2,5

Напорные трубы из стеклопластиков подразделяются на три типа по номинальному давлению - 0,6; 1,6 и 2,5 МПа.

За номинальный диаметр трубопроводов, изготавливаемых методом экструзии, принят наружный диаметр. Для труб, изготавливаемых методом намотки (например, стеклопластиковые и базальтопластиковые), за номинальный диаметр принят внутренний диаметр.

*Примечание* - Номинальное давление - это постоянное внутреннее избыточное давление воды, которое трубы и соединительные детали могут выдерживать в течение всего срока эксплуатации (50 лет) при температуре воды 20 °С.

**3.2.2** Напорные трубы из полимерных материалов и их соединения, применяемые для внутреннего водопровода горячей воды, должны быть рассчитаны на условия постоянного воздействия температуры воды 75 °С и расчетного периода эксплуатации не менее 25 лет.

**3.2.3** Классификация напорных труб может производиться также по показателю «SDR» и по сериям «S». Определение этих показателей приведено в [приложении А](#).

### 3.3 Виды и способы соединения труб

**3.3.1** Напорные трубы, предназначенные для внутренних водопроводов, должны соединяться в зависимости от вида полимерного материала:

- на сварке вразруб (полиэтиленовые, полипропиленовые, полибутеновые и др.);
- на клею вразруб (поливинилхлоридные, стеклопластиковые, базальтопластиковые и др.);
- механическим путем с помощью разъемных и неразъемных соединительных деталей (металлополимерные, «сшитого» полиэтилена и др.).

**3.3.2** Способы соединения пластмассовых труб, соединительных деталей и арматуры и места их расположения устанавливаются проектом в зависимости от:

- назначения трубопровода;
- свойств материала;
- вида, номенклатуры и размеров труб, соединительных деталей и арматуры;
- рабочего давления и температуры транспортируемой воды;
- вида и свойств транспортируемого вещества;
- нормативного срока службы трубопровода;
- способа прокладки трубопровода и условий выполнения строительно-монтажных



работ;

- температуры окружающей среды;
- планировочных решений.

**3.3.3** Вид соединения следует принимать из условий обеспечения герметичности и прочности трубопровода на весь проектируемый срок эксплуатации, а также технологичности при монтаже и возможности ремонта трубопровода.

**3.3.4** Разъемные соединения предусматриваются в местах установки на трубопроводе арматуры и присоединения к оборудованию и для возможности демонтажа элементов трубопровода в процессе эксплуатации. Эти соединения должны быть расположены в местах, доступных для осмотра и ремонта.

**3.3.5** Соединение труб из разнородных несклеивающихся и несваривающихся модифицированных и композиционных полимерных материалов осуществляется с помощью механических соединений, конструкция и технология применения которых устанавливаются по данным их изготовителей и поставщиков для конкретного полимерного материала.

**3.3.6** Металлические детали соединений должны быть изготовлены из коррозионно-стойкого материала.

**3.3.7** Срок службы соединений должен соответствовать сроку службы труб.

### **3.4 Прокладка трубопроводов**

**3.4.1** Трассировка трубопроводов водопровода производится с учетом физических (химических) и механических свойств материала труб и способов их соединения и требований, указанных в [СНиП 2.04.01](#).

При монтаже труб на сварке можно применять традиционные схемы прокладки водопроводов - кольцевые и тупиковые, при соединении труб с помощью соединительных деталей системы рекомендуется выполнять с применением коллекторных узлов с размещением в них запорной и регулирующей арматуры, узлов присоединения участков трубопроводов и приборов учета количества и расхода воды.

**3.4.2** Трубопроводы, как правило, должны прокладываться скрыто (в шахтах, штробах и т.д.). Открытая прокладка трубопроводов разрешается в местах подвода воды к водоразборной арматуре, а также в местах, где исключены их механические повреждения.

Прокладывать трубопроводы под перекрытием подвальных помещений следует только в тех случаях, когда предусмотрена защита от механических повреждений.

При горизонтальной прокладке участки водопроводных линий из пластмассовых труб следует прокладывать выше канализационных трубопроводов. При невозможности обеспечить прокладку выше канализационного трубопровода, транспортирующего агрессивные, токсичные, пахучие жидкости, водопровод следует проектировать из труб только со сварными или клеевыми соединениями.

**3.4.3.** При проектировании трубопроводов следует полностью использовать компенсирующую способность трубопровода. Это достигается путем выбора рациональной схемы прокладки и правильным размещением неподвижных опор, делящих трубопровод на участки, температурная деформация которых происходит независимо один от другого и воспринимается компенсирующими элементами трубопровода.

Размещение опор производят в следующей последовательности:

- на схеме трубопроводов намечают места расположения неподвижных опор с учетом компенсации температурных изменений длины труб элементами трубопровода;
- проверяют расчетом компенсирующую способность участков;
- намечают расположение скользящих и неподвижных опор.

В тех случаях когда температурные изменения длины трубопровода превышают компенсирующую способность его элементов, на нем необходимо установить дополнительный компенсатор, как правило, посередине между неподвижными опорами.

При расстановке опор следует учитывать, что перемещение трубы в плоскости, перпендикулярной оси трубы, ограничивается расстоянием от поверхности до стены.

**3.4.4** Запорная и водоразборная арматура должна иметь неподвижное крепление к



строительным конструкциям для того, чтобы усилия, возникающие при использовании арматурой, не передавались на трубы.

Запорную арматуру диаметром до 32 мм с корпусом из полимерных материалов допускается устанавливать без крепления к строительным конструкциям.

**3.4.5** Расстояние при параллельной прокладке и между пересекающимися трубопроводами, выполненными из полимерных материалов, и трубопроводами, выполненными из других материалов, в том числе стальными, регламентируется нормативными документами.

**3.4.6** Скрытая прокладка в бороздах и штробах должна обеспечивать возможность компенсации деформаций пластмассовых трубопроводов без механических повреждений их элементов.

**3.4.7** При сборке фланцевых соединений трубопроводов запрещается устранение перекоса фланцев путем неравномерного натягивания болтов и устранение зазоров между фланцами при помощи клиновых прокладок и шайб.

**3.4.8** При скрытой прокладке трубопроводов из полимерных материалов внутренняя поверхность борозд или каналов не должна иметь твердых острых выступов.

**3.4.9** При сборке резьбовых соединений должна быть соблюдена соосность металлических и пластмассовых труб и деталей. Поверхность резьбы детали должна быть ровной, чистой и без заусенцев.

### **3.5 Гидравлический расчет трубопроводов**

**3.5.1** Величина напора  $H_{тр}$ , необходимая для подачи воды потребителю, определяется по формуле

$$H_{тр} = \sum i_t l + \sum h_{мс} + h_{геом} + h_{св}, \quad (1)$$

где  $i_t$  - удельные потери напора при температуре воды  $t$ , °С (потери напора на единицу длины трубопровода), м/м;  
 $l$  - длина участка трубопровода, м;  
 $h_{мс}$  - потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях, м;  
 $h_{геом}$  - геометрическая высота (отметка самой высокой точки расчетного участка трубопровода), м;  
 $h_{св}$  - свободный напор на изливе из трубопровода, м (для санитарно-технических приборов принимается по приложению 2 [СНиП 2.04.01](#)).

*Примечание* - Допускается  $\sum h_{мс}$  принимать равной 20-30 %  $\sum i_t l$ .

**3.5.2** Потери напора на единицу длины трубопровода  $i$ , без учета гидравлического сопротивления стыковых соединений следует определять по формуле

$$i_t = \frac{\lambda V^2}{2gd}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода;  
 $V$  - средняя скорость движения воды, м/с;  
 $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $d$  - расчетный (внутренний) диаметр трубопровода, м.

Коэффициент гидравлического сопротивления следует определять по формуле

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \left[ \frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \lg(3,7d/K_s)}{\lg Re_\phi - 1} \right]}{\lg(3,7d/K_s)}, \quad (3)$$

где  $b$  - число подобия режимов течения воды;  
 $Re_\phi$  - число Рейнольдса фактическое;  
 $K_s$  - коэффициент эквивалентной шероховатости, м, приводится в отдельных сводах правил, но не менее 0,00001 м.

Число подобия режимов течения воды  $b$  определяют по формуле

$$b = 1 + \frac{\lg \text{Re}_\phi}{\lg \text{Re}_{\text{кв}}} \quad (4)$$

(при  $b > 2$  следует принимать  $b = 2$ ). Фактическое число Рейнольдса  $\text{Re}_\phi$  определяется по формуле

$$\text{Re}_\phi = \frac{Vd}{\nu}, \quad (5)$$

где  $\nu$  - коэффициент кинематической вязкости воды,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении воды, определяется по формуле

$$\text{Re}_{\text{кв}} = \frac{500d}{K_s}, \quad (6)$$

**3.5.3** Для ориентировочных расчетов по вышеприведенным формулам можно использовать номограммы, приведенные в приложении В.

Номограммы на [рис. В.1](#) и [В.2](#) предназначены для определения удельных потерь напора на трение при транспортировании воды с температурой  $10^\circ\text{C}$ .

По номограммам на [рис. В.3](#) и [В.4](#) определяется поправочный коэффициент  $k_t$  к величине  $1000i_{10}$ , если температура воды отлична от  $10^\circ\text{C}$ .

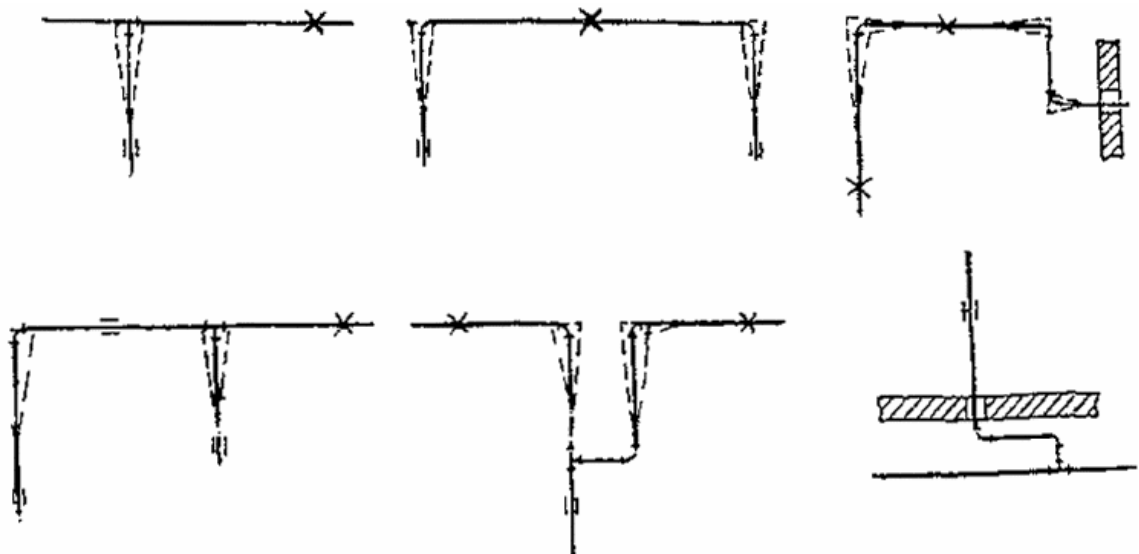
### 3.6 Опоры и крепления

**3.6.1** В местах прохода через строительные конструкции трубы из полимерных материалов необходимо прокладывать в гильзах. Длина гильзы должна превышать толщину строительной конструкции на толщину строительных отделочных материалов, а над поверхностью пола возвышаться на 20 мм. Расположение стыков труб в гильзах не допускается.

**3.6.2** Для трубопроводов из полимерных материалов применяются подвижные опоры, допускающие перемещение труб в осевом направлении, и неподвижные опоры, не допускающие таких перемещений.

**3.6.3** Неподвижные опоры на трубах следует выполнять с помощью приваренных или приклеенных (в зависимости от материала труб) к телу трубы упорных колец, муфт - для труб диаметром до 160 мм или сегментов - для труб диаметром больше 160 мм.

Примеры расстановки опор приведены на [рисунке 1](#).



**Рисунок 1** - Примеры расстановки неподвижных опор

Неподвижное крепление трубопровода на опоре путем сжатия трубы не допускается.

В качестве подвижных опор следует применять подвесные опоры или хомуты, выполненные из металла или полимерного материала, внутренний диаметр которых должен быть на 1-3 мм (с учетом прокладки и теплового расширения) больше

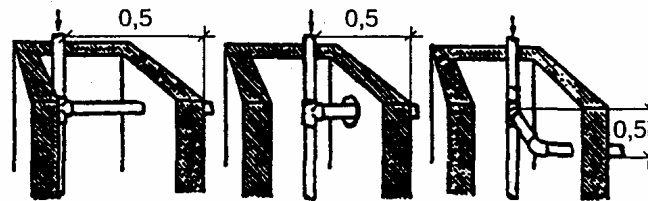
наружного диаметра монтируемого трубопровода.

Между трубопроводом и металлическим хомутом следует помещать прокладку из мягкого материала. Ширина прокладки должна превышать ширину хомута не менее чем на 2 мм.

**3.6.4** Расстановку неподвижных опор следует принимать такой, чтобы температурные изменения длины участков трубопроводов не превышали их компенсирующую способность.

**3.6.5** При невозможности установки креплений на расчетном расстоянии по конструктивным соображениям трубопроводы допускается прокладывать на сплошном основании.

**3.6.6** Длина незакрепленных горизонтальных трубопроводов в местах поворотов и присоединения их к приборам, оборудованию, фланцевым соединениям не должна превышать 0,5 м ([рисунок 2](#)).



**Рисунок 2** - Прокладка трубопроводов в шахтах

**3.6.7** Заделку штроб, коробов, отверстий в междуэтажных перекрытиях и стенах следует выполнять после окончания всех работ по монтажу и испытанию трубопроводов.

### **3.7 Компенсация температурного удлинения трубопроводов**

**3.7.1** При проектировании и монтаже трубопроводов из полимерных материалов необходимо учитывать значительные температурные изменения длины и принимать соответствующие меры по их компенсации.

**3.7.2** Величину температурного изменения длины трубопровода  $\Delta l$  определяют по формуле

$$\Delta l = \alpha \Delta T L, \quad (7)$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплового линейного расширения материала трубы,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  
 $\Delta T$  - разность между максимальной и минимальной температурами трубопровода;  
 $L$  - длина трубопровода, м.

**3.7.3** Продольные усилия  $N_t$ , возникающие в трубопроводе при изменении температуры, без учета компенсации температурных деформаций определяют по формуле

$$N_t = \alpha \Delta T E_0 F, \quad (8)$$

где  $E_0$  - модуль упругости материала трубы, МПа;  
 $F$  - площадь поперечного сечения стенки трубы,  $\text{м}^2$ .

Температурные напряжения необходимо учитывать в любом закрепленном участке трубопровода при любой длине участка.

**3.7.4** Основными компенсирующими элементами трубопровода являются отводы, петлеобразные, П-образные, сильфонные и другие виды компенсаторов.

**3.7.5** Компенсирующая способность отвода под углом  $90^{\circ}$  определяется по формуле

$$\Delta l_0 = \frac{2[\sigma]}{3E_0 D} \cdot \frac{(l_1 + r)^3 + 0,07r^3}{l_1 + r}, \quad (9)$$

где  $\Delta l_0$  - максимально допустимое продольное перемещение трубопровода от действия температуры, которое может быть компенсировано отводом, м;  
 $l_1$  - длина прилегающего к отводу прямого участка трубопровода до подвижной опоры, м;

$r$  - радиус изгиба отвода, м;  
 $D$  - наружный диаметр труб, м;  
 $[\sigma]$  - расчетная прочность, МПа;  
 $E_0$  - модуль упругости, МПа.

Схемы гнutoго отвода и компенсатора показаны на [рисунке 3](#).

**3.7.6** Компенсирующая способность П-образного компенсатора определяется по формуле

$$\Delta l = \frac{[\sigma]}{0,25E_0hD} (9,4r^3 + 14,9r^2a + 7,8a^2 + 1,3a^3) \quad (10)$$

где  $\Delta l$  - максимально допустимое продольное перемещение трубопровода от действия температуры, которое может быть воспринято компенсатором, м;  
 $h$  - вылет компенсатора, м;  
 $r$  - радиус изгиба отводов компенсатора, м;  
 $a$  - длина прямого участка компенсатора, м;  
 $D$  - наружный диаметр трубы, м;  
 $[\sigma]$  - допускаемое напряжение из условий длительной прочности, МПа.

**3.7.7** Максимально допустимое расстояние от оси компенсатора до оси неподвижной опоры трубопровода  $L_{ком}$ , см, должно вычисляться по формуле

$$L_{ком} = \frac{\Delta l}{2\alpha\Delta T} \quad (11)$$

**3.7.8** Расстояние  $l$  от оси трубы отвода до оси установки скользящей опоры ([рисунк 4](#)) следует принимать равным

$$l = K\sqrt{\Delta l D} \quad (12)$$

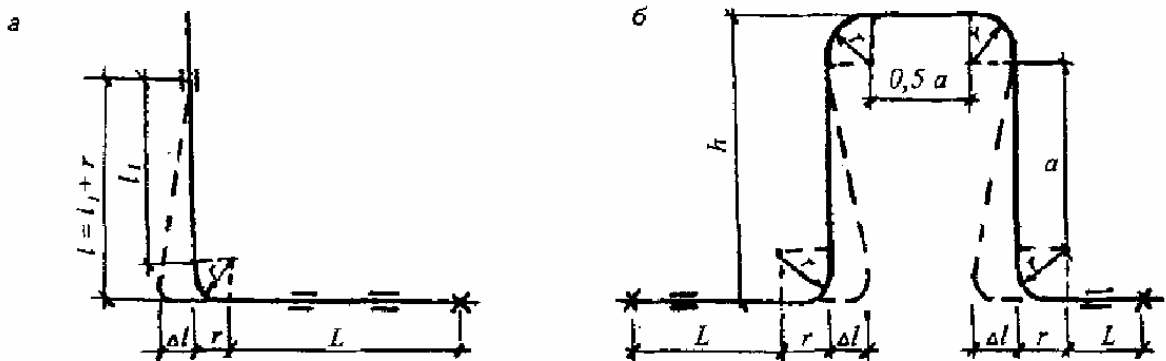
где  $K$  - коэффициент, определяемый прочностными и упругими свойствами полимерного материала труб по формуле

$$K = \sqrt{\frac{3E_0}{\sigma}} \quad (13)$$

где  $\sigma$  - расчетная прочность материала трубы, МПа.

**3.7.9** В необходимых случаях компенсирующая способность трубопроводов может быть повышена за счет введения дополнительных поворотов, спусков и подъемов.

**3.7.10** Компенсация теплового линейного удлинения труб из полимерных материалов может обеспечиваться продольным изгибом при укладке их в виде «змейки» на опоре, ширина которой должна допускать возможность изгиба трубопровода при перепаде температур.



а - отвод; б - компенсатор

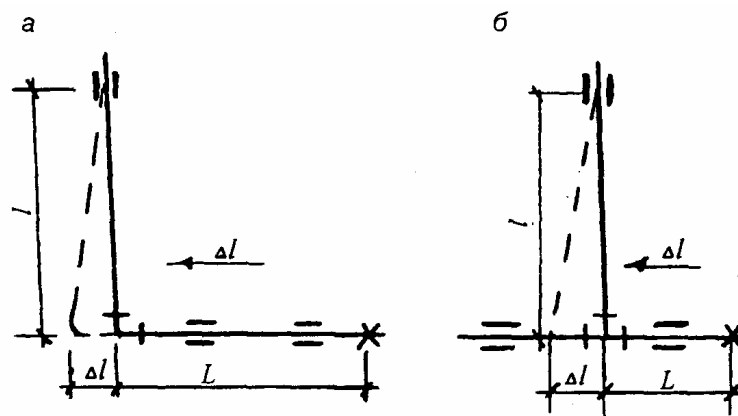
**Рисунок 3** - Схемы гнutoго отвода и компенсатора

**3.7.11** При необходимости увеличения компенсирующей способности Г-, Z- и П-

образных элементов трубопроводов применяют метод «растяжки» (предварительное напряжение) при монтаже трубопровода.

### 3.8 Тепловая изоляция трубопроводов

3.8.1 Трубопроводы для горячей воды (кроме подводок к водоразборным приборам) из полимерных труб должны иметь тепловую изоляцию.



а - на отводе; б - на тройниковом ответвлении

Рисунок 4 - Схемы расположения опор

3.8.2 Тепловую изоляцию трубопроводов определяют расчетом согласно [СНиП 2.04.14](#). Коэффициент теплопроводности материала должен быть не более  $0,05 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ , но при этом толщина тепловой изоляции должна быть не менее 10 мм.

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВОДОСТОКОВ

### 4.1 Общие требования

4.1.1 Системы внутренней канализации зданий следует проектировать из канализационных труб, рассчитанных на транспортирование сточных вод с постоянной температурой не ниже  $75^\circ\text{C}$  и кратковременно не менее 1 мин с температурой не менее  $90^\circ\text{C}$ .

4.1.2 Проектирование системы канализации из труб и соединительных деталей из различных полимерных материалов не допускается.

4.1.3 Системы внутренних водостоков для зданий высотой до 10 м допускается выполнять из безнапорных труб, при большей высоте здания следует применять напорные трубы.

4.1.4 Трубы из полимерных материалов должны быть проложены, как правило, скрыто - в шахтах, коробах, бороздах и т.п.

В местах возможного механического повреждения труб следует применять только скрытую прокладку.

Допускается открытая прокладка канализационных и водосточных трубопроводов в подвалах зданий, не оборудованных под производственные, складские или служебные помещения, на чердаках и в санузлах зданий.

4.1.5 К местам прочистки трубопроводов из полимерных материалов должен быть обеспечен легкий доступ посредством установки дверок, съемных щитов, решеток и т.п.

### 4.2 Размеры труб

Диаметры канализационных труб и соединительных деталей должны быть унифицированы по наружному диаметру: 32, 40, 50, 75, 90, 110 и 160 мм. Толщина стенок труб и соединительных деталей зависит от вида полимерного материала и указывается в соответствующих нормативных документах.

### 4.3 Виды и способы соединения труб

4.3.1 Трубопроводы для систем внутренней канализации соединяются с помощью раструбных соединений с использованием уплотнительных колец, а для труб ПВХ - также на клею.

4.3.2 Фланцевые соединения используются в местах перехода трубопровода на чугунные или стальные трубы или для подключения к оборудованию.

**4.3.3** Соединение отводящих трубопроводов со стояками надлежит производить на раструбе с уплотнительным кольцом. При соединении гладких труб между собой допускается применение двухраструбных муфт, при этом муфты необходимо закреплять на опорах.

**4.3.4** Гладкие концы чугунных деталей (выпуски трапов, водосточные воронки и т.п.) следует соединять с трубами из полимерных материалов соединительными раструбными патрубками с уплотнительными кольцами или манжетами.

**4.3.5** Соединение гладких концов канализационных труб из полимерных материалов с раструбом чугунной канализационной трубы того же диаметра следует производить с применением специальных уплотнительных колец или манжет.

#### **4.4 Прокладка трубопроводов**

**4.4.1** При прокладке канализационных стояков в коммуникационных шахтах, штробах, каналах и коробах ограждающие конструкции, обеспечивающие доступ в шахту, короб и т.п., должны быть выполнены в соответствии со [СНиП 2.04.01](#).

**4.4.2** Места прохода стояков через перекрытия допускается заделывать цементным раствором на всю толщину перекрытия.

При прокладке труб в перекрытии их следует обертывать гидроизоляционным материалом без зазора.

**4.4.3** Трубопроводы не должны примыкать вплотную к поверхности строительных конструкций. Расстояние в свету между трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм.

**4.4.4** Компенсация температурного удлинения трубопроводов при использовании сварных и клеевых соединений должна обеспечиваться с помощью раструбных соединений с уплотнительными кольцами, вставляемыми в обычный или компенсационный (удлиненный) раструб.

**4.4.5** Следует предусматривать жесткое и прочное крепление санитарных приборов к строительным конструкциям без передачи усилий на трубопроводы.

#### **4.5 Гидравлический расчет трубопроводов**

**4.5.1** Диаметр канализационного стояка рассчитывается на пропуск расчетного расхода воды из условия устойчивости против срыва гидравлических затворов санитарно-технических приборов, присоединенных к этому стояку. При этом величина разрежения, возникающего в стояке, не должна превышать минимальной высоты гидравлических затворов.

Все отводные канализационные трубопроводы, как правило, следует рассчитывать так, чтобы при расчетном расходе стоков они работали в безнапорном режиме.

Водосточные стояки и соединения должны быть герметичными при давлении воды, равном высоте стояка, и прочными при засорении и переполнении.

**4.5.2** Допустимая величина разрежения в вентилируемых и невентилируемых канализационных стояках не должна превышать  $0,9h_3$ , где  $h_3$  - высота наименьшего из гидравлических затворов санитарно-технических приборов, присоединенных к канализационному стояку.

**4.5.3** Величину разрежения в вентилируемом канализационном стояке следует определять по формуле

$$\Delta p = \frac{366 \left[ \frac{q_s}{(1 + \cos \alpha_0) D_{cm}^2} \right]^{1,677}}{\left( \frac{D_{cm}}{d_{oms}} \right)^{0,71} \left( \frac{90 D_{cm}}{L_{cm}} \right)^{0,5}}, \quad (14)$$

где  $\Delta p$  - величина разрежения в стояке, мм вод. ст.;

$q_s$  - расчетный расход стоков, мс;

$\alpha_0$  - угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.;

$D_{cm}$  - диаметр стояка (внутренний), м;

$d_{oms}$  - диаметр поэтажного отвода, м;

$L_{cm}$  - рабочая высота стояка, м.

**Примечание** - При  $90D_{ст} > L_{см}$  следует принимать  $90D_{ст} = L_{см}$ .

**4.5.4** Величину разрежения в неветилируемом канализационном стояке следует определять по формуле

$$\Delta p = 0,31 V_{см}^{4,3}, \quad (15)$$

где  $V_{см}$  - скорость водовоздушной смеси, м/с, которую определяют по формуле

$$V_{см} = \frac{Q_г + q_s}{w}, \quad (16)$$

где  $Q_г$  - расход воздуха, эжектируемого (увлекаемого) в стояк движущимися в нем сверху вниз стоками, мс, определяется по формуле

$$Q_г = \frac{13,8 q_s^{0,333} D_{см}^{1,75} \left( \frac{D}{d_{омб}} \right)^{0,12}}{\left( \frac{90 D_{см}}{L} \right)^{0,5} (1 + \cos \alpha_0)^{0,177}}, \quad (17)$$

$w$  - площадь сечения стояка, м<sup>2</sup>.

**Примечание** - См. примечание к [4.5.3](#).

**4.5.5** Уклон самотечного трубопровода  $i_s$  следует определять по формуле

$$i_s = \frac{\lambda_s V^{b_s}}{2g4R_s}, \quad (18)$$

где  $\lambda_s$  - коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода (канала);  
 $V$  - средняя скорость течения жидкости, м/с;  
 $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $R_s$  - гидравлический радиус потока, м;  
 $b_s$  - безразмерный показатель степени, характеризующий режим турбулентного течения жидкости - переходный ( $b_s < 2$ ) или квадратичный ( $b_s = 2$ ).

При  $b_s > 2$  следует принимать  $b_s = 2$ .

$$\lambda_s = 0,2 \left( \frac{K_э}{4R_s} \right)^a, \quad (19)$$

где  $a$  - эмпирический показатель степени, зависящий от  $K_э$

$$a = 0,3124 K_э^{0,0516}, \quad (20)$$

$$b_s = 3 - \frac{\lg Re_{кв}}{\lg Re_\phi}, \quad (21)$$

Число Рейнольдса  $Re_{кв}$  определяют по формуле

$$Re_{кв} = \frac{500 \cdot 4R_s}{K_э}, \quad (22)$$

Число Рейнольдса  $Re_\phi$  определяют по формуле

$$Re_\phi = \frac{V \cdot 4R_s}{\nu}, \quad (23)$$

где  $\nu$  - коэффициент кинематической вязкости жидкости, м<sup>2</sup>/с. Для бытовых стоков следует принимать  $\nu = 1,49 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

**Примечание** - Средняя скорость течения жидкости  $V_n$  при неполном наполнении трубопровода



(канала) равна:

$$V_n = V_n \left( \frac{R_{sh}}{R_{sn}} \right)^{\frac{1+a}{b_s}}, \quad (24)$$

где  $V_n$  - средняя скорость течения жидкости при полном наполнении трубопровода, м/с;  
 $R_{sh}$ ,  $R_{sn}$  - гидравлические радиусы при неполном и полном наполнении трубопровода, м.

**4.5.6** Расход жидкости  $q_s$  равен:

$$q_s = V_n \cdot w, \quad (25)$$

где  $w$  - живое сечение потока жидкости при данном наполнении трубопровода, м<sup>2</sup>, которое равно:  $w = K_w d^2$ .

Значения  $h_s/d$ ,  $R_s$ ,  $R_{sh}/R_{sn}$ ,  $K_w$  представлены в [таблице 2](#).

Т а б л и ц а 2

Наполнение трубопровода $h_s/d$	Значение гидравлического радиуса $R_s$	Отношение гидравлических радиусов $R_{sh}/R_{sn}$	$K_w$
0,1	0,0635	0,2540	0,0409
0,2	0,1206	0,4824	0,1118
0,3	0,1709	0,6836	0,1982
0,4	0,2142	0,8568	0,2934
0,5	0,2500	1,0000	0,3927
0,6	0,2776	1,1104	0,4920
0,7	0,2962	1,1848	0,5872
0,8	0,3042	1,2168	0,6736
0,9	0,2980	1,1920	0,7445
1,0	0,2500	1,0000	0,7854

**4.5.7** Диаметр безнапорного трубопровода в зависимости от его наполнения и расхода сточной жидкости допускается определять по номограмме [приложения Г](#).

#### 4.6 Опоры и крепления

**4.6.1** Крепить трубопроводы канализации и внутренних водостоков необходимо в местах, указанных в проекте, соблюдая следующие требования:

- крепления должны направлять усилия, возникающие при удлинении трубопровода, в сторону соединений, используемых в качестве компенсаторов;
- крепления следует устанавливать у раструбов трубопроводов;
- крепления должны обеспечить уклон и соосность деталей трубопроводов;
- установленные на гладком конце трубы крепления должны допускать расчетные температурные удлинения трубопровода;

- расстояние между креплениями для трубопроводов диаметром до 50 и до 110 мм с соединениями на кольцах должно приниматься в зависимости от материала трубы по соответствующему своду правил;

- при установке креплений на соединительных деталях необходимо предусматривать расстояние для компенсации температурного удлинения. При невозможности установки креплений на соединительной детали соседние детали закрепляют хомутами на расстояниях, обеспечивающих удлинение соединительной детали.

**4.6.2** Вертикальные участки трубопровода должны иметь крепления, устанавливаемые: под раструбом; на патрубках, используемых для присоединения к сети унитазов и трапов. На отводных трубах от гидрозатворов крепления не устанавливают.

**4.6.3** Перед прокладкой трубопроводов и расстановкой креплений следует прочно закрепить к строительным конструкциям санитарные приборы, водосточные воронки и другие приемники сточных вод. Металлические соединительные детали должны иметь самостоятельные крепления, предотвращающие передачу нагрузок на трубы.

**4.6.4** При сборке фланцевых соединений трубопроводов запрещается устранение



перекоса фланцев путем неравномерного натягивания болтов и устранение зазоров между фланцами при помощи клиновых прокладок и шайб.

**4.6.5** При скрытой прокладке трубопроводов из полимерных материалов внутренняя поверхность борозд или каналов не должна иметь твердых острых выступов.

**4.6.6** При сборке резьбовых соединений должна быть соблюдена соосность металлических и пластмассовых деталей. Поверхность резьбы детали должна быть ровной, чистой и без заусенцев.

## 5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАРУЖНОГО ВОДОПРОВОДА

### 5.1 Общие требования

**5.1.1** Выбор напорных труб из полимерных материалов для наружных систем водоснабжения производится с учетом климатических условий и технико-экономических оценок.

**5.1.2** Трубы подбирают расчетом, при этом для наружного водопровода, как правило, следует принимать трубы типа «С» (PN-6) и выше.

### 5.2 Классификация труб

**5.2.1** Требования к геометрическим размерам труб и их параметрам указаны в [разделе 3.2](#).

**5.2.2** Длину отрезков труб или бухты указывают в документации изготовителя.

### 5.3 Соединение труб

**5.3.1** Для соединения труб из полимерных материалов должны использоваться, как правило, соединительные детали из полимерных материалов. Допускается использовать специальные соединительные детали из металла.

**5.3.2** Для соединения труб диаметром до 110 мм из полиолефинов следует использовать сварку. Трубы из ПВХ, стеклопластиков и базальтопластиков следует соединять на раструбных соединениях, уплотняемых профильным резиновым кольцом, или на клею.

**5.3.3** Для присоединения труб из полимерных материалов к арматуре и металлическим трубам следует использовать пластмассовые буртовые втулки и свободные металлические фланцы или неразъемные соединения из пластмассы-металла.

### 5.4 Прокладка трубопроводов

**5.4.1** Трассировка водопровода должна осуществляться в соответствии со [СНиП 2.04.02](#) с учетом способа прокладки - в грунте, в коллекторах, непроходных каналах либо в реконструируемых трубопроводах, определяемого местными условиями и результатами экономического расчета.

**5.4.2** При новом строительстве предпочтение следует отдавать прокладке трубопровода в грунте.

**5.4.3** Следует использовать возможность поворота трассы за счет изгиба трубы с минимальным радиусом

$$r = \frac{E_0 D}{2\sigma}, \quad (26)$$

где  $E_0$  - модуль упругости полимера при растяжении, МПа;  
 $D$  - наружный диаметр труб, мм;  
 $\sigma$  - расчетная прочность (предел текучести) для материала труб при растяжении, МПа.

**5.4.4** Поворот трассы может быть осуществлен также за счет отклонения оси одной трубы относительно другой в раструбном соединении, уплотняемом кольцом, на угол до 2°.

**5.4.5** Минимальное заглубление водопровода до верха трубопровода согласно [СНиП 2.04.02](#) должно превышать глубину промерзания грунта для данной местности не менее чем на 0,5 м. Уменьшать глубину заложения трубопровода допускается только при применении тепловой изоляции, конструкция которой не поглощает влагу.

**5.4.6** Минимальное заглубление водопровода из условий прочности при отсутствии транспортных нагрузок (кроме поливочного водопровода) должно быть не менее 1,0 м.

**5.4.7** Пересечение водопровода с другими коммуникациями, а также автомобильными и железными дорогами следует выполнять в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02](#).

**5.4.8** При пересечении с канализацией на расстоянии, меньшем 0,4 м (по вертикали в свету), водопроводы из полимерных труб должны проектироваться в футлярах. Расстояние от края футляра до пересекаемого трубопровода должно быть не менее 5 м в каждую сторону.

**5.4.9** Соединение пластмассовых труб с трубами из других материалов (стальными, чугунными, асбестоцементными и т. д.) следует выполнять на разъемных соединениях. При подземной прокладке такие соединения следует устанавливать в колодцах.

**5.4.10** Пересечение пластмассовым трубопроводом стен сооружений следует предусматривать в футлярах. Зазор между футляром и трубопроводом заделывается эластичными материалами, предотвращающими попадание влаги внутрь футляра.

**5.4.11** При прокладке труб в туннелях (коммуникационных коллекторах) следует выполнять требования [СНиП 2.07.01](#), при этом электрические кабели и провода должны прокладываться выше трубопроводов из полимерных материалов и должны быть конструктивно выделены.

**5.4.12** Крепление арматуры к стенкам и днищу колодца, туннеля или канала следует производить с помощью анкерных болтов и хомутов или замоноличивать бетоном.

**5.4.13** Пересечение трубопроводом стенок колодцев или фундаментов зданий следует предусматривать в стальных или пластмассовых футлярах. Зазор между футляром и трубопроводом заделывается водонепроницаемым эластичным материалом.

## **5.5 Расчет трубопровода на прочность**

Расчет трубопровода на прочность возможно производить по различным методикам, приведенным в справочной литературе. Одна из них дана в [приложении Д](#).

## **5.6 Гидравлический расчет трубопровода**

Гидравлический расчет систем водоснабжения, изложенный в [разделе 3.5](#), следует применять также и для расчета наружных систем водоснабжения.

## **5.7 Компенсация температурного удлинения**

**5.7.1** Компенсация температурного удлинения подземных водопроводов холодной воды из труб с раструбными соединениями, уплотняемыми резиновыми кольцами, достигается в раструбках.

**5.7.2** Для подземных водопроводов на сварных или других неразъемных соединениях, прокладываемых в грунте, с учетом заземления труб грунтом специальной компенсации не требуется. При прокладке в каналах следует проводить расчет на компенсацию удлинения в соответствии с [разделом 3.7](#).

# **6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ, ВОДОСТОКОВ И ДРЕНАЖЕЙ**

## **6.1 Общие требования**

**6.1.1** Выбор труб следует производить с учетом состава стоков, их температуры, на основании гидравлических и прочностных расчетов.

**6.1.2** Для самотечной канализации следует использовать трубы канализационного сортамента. Применение напорных труб должно быть обосновано.

## **6.2 Классификация труб**

**6.2.1** Для безнапорной канализации гладкие трубы унифицированы по наружным диаметрам, кроме труб из стекло- и базальтопластиков, изготавливаемых намоткой.

Трубы по кольцевой жесткости оболочки подразделяются на классы: нежесткая, полужесткая и жесткая. Класс труб приведен в [приложении А](#).

## **6.3 Соединение труб**

**6.3.1** На трубопроводах самотечной канализации следует предусматривать как разъемные, так и неразъемные соединения.

**6.3.2** В качестве разъемных следует использовать раструбные соединения, уплотняемые кольцами различного профиля.

**6.3.3** Основные виды и способы соединений труб приведены в [разделе 3.3](#).

**6.3.4** Для напорных трубопроводов канализации следует использовать преимущественно неразъемные соединения - склеивание и сварку.

**6.3.5** Разъемные соединения (фланцевые и др.) на напорной канализации, как правило, используются для соединения труб с оборудованием.

#### **6.4 Прокладка трубопроводов**

**6.4.1** Трассировка наружной канализации должна выполняться с учетом требований [СНиП 2.04.03](#).

**6.4.2** Трубопроводы самотечной канализации должны быть только прямолинейными. Изменение диаметра трубопровода и его направления допускается только в колодцах.

Напорные системы канализации выполняют согласно [разделу 5](#).

#### **6.5 Расчет трубопровода на прочность**

Расчет самотечных трубопроводов на прочность следует производить по методике, приведенной в [приложении Д](#).

#### **6.6 Гидравлический расчет трубопровода**

Гидравлический расчет самотечных подземных трубопроводов канализации производят по формулам, приведенным в [разделе 4.5](#).

#### **6.7 Компенсация температурного удлинения труб**

**6.7.1** Необходимость компенсации температурного удлинения труб в напорной канализации устанавливается расчетом в соответствии с [разделом 3.7](#) настоящего свода правил с учетом защемляющего действия грунта.

При защемлении трубопровода грунтом удлинение трубопровода уменьшается. Величина уменьшения  $\Delta l_{ум}$  определяется по формуле

$$\Delta l_{ум} = L^2 \frac{K_y f_m \gamma H}{E_{сж} s}, \quad (27)$$

где  $f_m$  - коэффициент трения материала о грунт, определяемый опытным путем; при отсутствии данных может быть ориентировочно принят равным 0,4;  
 $\gamma$  - объемный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>;  
 $H$  - глубина заложения трубопровода, м;  
 $L$  - длина трубопровода, м;  
 $E_{сж}$  - модуль упругости материала в направлении деформации, Па;  
 $s$  - толщина стенки трубопровода, м;  
 $K_y$  - коэффициент уплотнения грунта, принимается равным 1 при степени уплотнения 0,95 и 0,5 - при неконтролируемой степени уплотнения при засыпке траншеи.

**6.7.2** Компенсация температурных деформаций трубопроводов в самотечной канализации обеспечивается:

- раструбными соединениями, уплотняемыми кольцами;
- частично в канализационных колодцах путем устройства прохода через стенки колодца и набивки лотка.

#### **6.8 Колодцы для систем канализации**

**6.8.1** Для систем водоотведения допускается применять канализационные, водосточные и водоприемные колодцы из: полимерных материалов (ПЭ, ПВХ и др.), комбинированные (элементы из полимерных материалов в сочетании с элементами из железобетона), железобетонные и кирпичные. Размеры колодцев должны соответствовать указанным в [СНиП 2.04.03](#).

**6.8.2** Колодцы из полимерных материалов следует применять совместно с защитной плитой из железобетона и традиционными элементами люка из металла.

**6.8.3** Лотковая часть колодцев из полимерных материалов должна иметь готовые лотки из полимерных материалов, а также выступающие патрубки для присоединения трубопровода.

## 7 МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

### 7.1 Общие указания

**7.1.1** При строительстве трубопроводов с применением труб из полимерных материалов для обеспечения требуемого качества строительства необходимо производить:

- проверку квалификации монтажников и сварщиков;
- входной контроль качества применяемых труб, соединительных деталей и арматуры;
- технический осмотр сварочных устройств и применяемого инструмента;
- систематический операционный контроль качества сборки и режимов сварки;
- визуальный контроль качества сварных соединений и контроль их геометрических параметров;
- механические испытания сварных и других соединений.

**7.1.2** Контроль качества сварных и соединительных деталей, входной контроль труб и т.д. следует производить в соответствии с требованиями, указанными в [разделе 7.2](#).

### 7.2 Входной контроль качества труб и соединительных деталей

**7.2.1** Входной контроль качества труб и соединительных деталей осуществляется строительной-монтажной организацией, допущенной к выполнению работ по монтажу трубопроводов из полимерных материалов.

**7.2.2** Входной контроль включает следующие операции:

- проверка целостности упаковки;
- проверка маркировки труб и соединительных деталей на соответствие технической документации;
- внешний осмотр наружной поверхности труб и соединительных деталей, а также внутренней поверхности соединительных деталей;
- измерение и сопоставление наружных и внутренних диаметров и толщины стенок труб с требуемыми. Измерения следует производить не менее чем по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Результаты измерений должны соответствовать величинам, указанным в технической документации на трубы и соединительные детали. Овальность концов труб и соединительных деталей, выходящая за пределы допусковых отклонений, не разрешается.

**7.2.3** Все трубы и соединительные детали зарубежной поставки должны иметь техническое свидетельство.

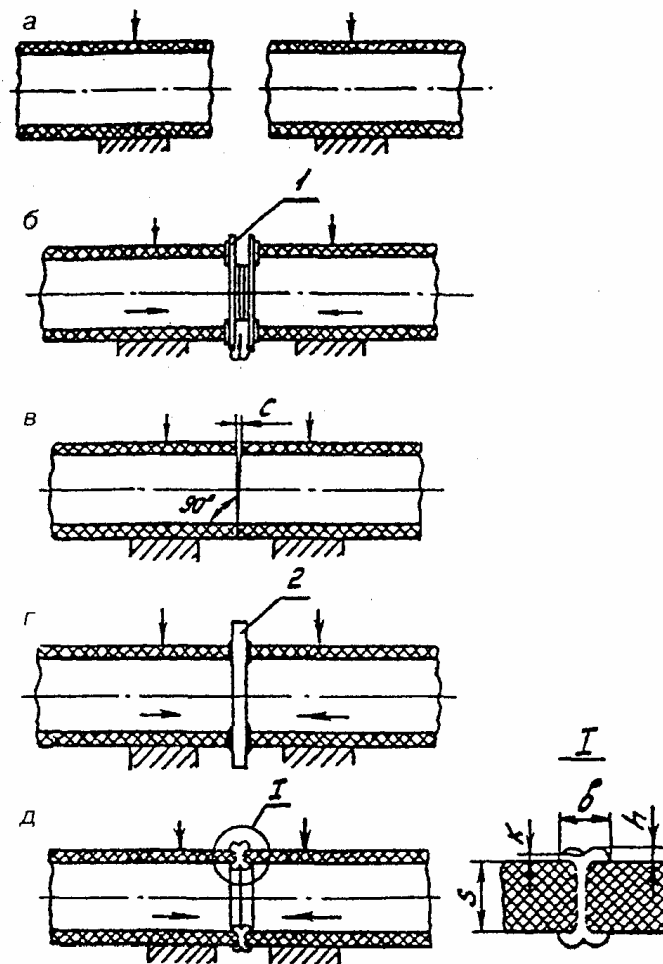
**7.2.4** Не допускается использовать для строительства трубы и соединительные детали с технологическими дефектами, царапинами и отклонениями от допусков больше, чем предусмотрено стандартом или техническими условиями.

Результаты входного контроля оформляются актом по форме, приведенной в [приложении Е](#).

### 7.3 Сварка и склеивание труб из полимерных материалов

**7.3.1** Соединения труб и деталей из свариваемых полимерных материалов должны выполняться при помощи сварки контактным нагревом (стыковой, раструбной) либо соединительными деталями с закладным нагревательным элементом.

**7.3.2** Стыковая сварка рекомендуется для соединения между собой труб и соединительных деталей наружным диаметром более 50 мм и толщиной стенки более 4 мм ([рисунк 5](#)).



а - центровка и закрепление в зажимах сварочной машины концов свариваемых труб; б - механическая обработка торцов труб с помощью торцовки (1); в - проверка точности совпадения торцов по величине зазора (с); г - нагрев и оплавление свариваемых поверхностей нагретым инструментом (2); д - осадка стыка

**Рисунок 5** - Последовательность процесса сборки и стыковой сварки труб контактным нагревом

Раструбная сварка рекомендуется для труб наружным диаметром до 110 мм и стенками любой толщины.

При сварке необходимо подбирать трубы и соединительные детали по партиям поставки. Не допускается сварка труб и деталей из различных полимерных материалов.

При стыковой сварке максимальная величина несовпадения кромок не должна превышать 10 % номинальной толщины стенки трубы.

Внутренний диаметр раструба соединительных деталей должен быть меньше номинального наружного диаметра свариваемой трубы в пределах допуска.

**7.3.3** При стыковой сварке непосредственно перед нагревом свариваемые поверхности должны подвергаться механической обработке для снятия возможных загрязнений и окисной пленки. После механической обработки между торцами труб, приведенными в соприкосновение с помощью центрирующего приспособления, не должно быть зазоров, превышающих 0,5 мм для труб диаметром до 110 мм и 0,7 мм - для больших диаметров.

Концы труб при раструбной сварке должны иметь наружную фаску под углом  $45^\circ$  на  $\frac{1}{3}$  толщины стенки трубы.

**7.3.4** Сварку труб встык в монтажных условиях следует производить на сварочных установках, обеспечивающих автоматизацию основных процессов сварки и компьютерный контроль с регистрацией технологического процесса (см. [рисунок 5](#)).

Для предотвращения налипания расплавленного материала при сварке труб нагреватель следует покрыть теплостойким антиадгезионным покрытием.

**7.3.5** При контактной стыковой сварке с применением сварочных машин и монтажных приспособлений следует выполнять следующие операции:



- установка и центровка труб в зажимном центрирующем приспособлении;
- механическая торцовка труб и обезжиривание торцов;
- нагрев и оплавление свариваемых поверхностей под давлением;
- удаление сварочного нагревателя;
- сопряжение разогретых свариваемых поверхностей (осадка) под давлением;
- охлаждение сварного шва под давлением.

**7.3.6** Основными контролируемыми параметрами процесса стыковой сварки являются: температура рабочих поверхностей нагревателя, продолжительность нагрева, глубина оплавления, величина контактных давлений при оплавлении и осадке. Высота  $h$  внутреннего и наружного грата (валиков) после сварки должна быть не более 2-2,5 мм при толщине стенки трубы  $s$  до 5 мм и не более 3-5 мм при толщине стенок 6-20 мм.

**7.3.7** Контактная раструбная сварка включает в себя следующие операции:

- нанесение метки на расстоянии от торца трубы, равном глубине раструба соединительной детали плюс 2 мм;
- установку раструба на дорне;
- установку гладкого конца трубы в гильзе нагревательного элемента;
- нагрев в течение заданного времени свариваемых деталей;
- одновременное снятие деталей с дорна и гильзы;
- соединение деталей между собой до метки с выдержкой до отверждения оплавленного материала.

При сварке поворот деталей относительно друг друга после сопряжения деталей не допускается. После каждой сварки необходима очистка рабочих поверхностей от налипшего материала. Время выдержки свариваемых изделий до частичного отверждения зависит от применяемого материала.

**7.3.8** Маркировку сварных стыков производят сразу после окончания операции на горячем расплаве наружного грата в двух диаметрально противоположных точках в процессе охлаждения стыка в зажимах центрирующей установки или монтажного приспособления.

Для маркировки стыков рекомендуется использовать клейма типа ПУ-6 или ПУ-8 по ГОСТ 2930.

**7.3.9** Сварку при помощи соединительных деталей с закладными электронагревательными элементами применяют для соединения пластмассовых труб диаметром от 20 до 500 мм с любой толщиной стенки, а также для приварки к трубопроводу седловых отводов.

Сварку муфтами с закладными нагревателями рекомендуется производить для:

- соединения длинномерных труб;
- соединения труб с толщиной стенки менее 5 мм;
- ремонта трубопровода в стесненных условиях.

Сварку трубопроводов с применением соединительных деталей с закладными нагревателями производят при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5 °С и не выше +35 °С.

В случаях необходимости проведения сварки при других температурах воздуха работы выполняют в укрытиях (палатки, шатры и т. п.) с обеспечением подогрева зоны сварки. Место сварки защищают от воздействия влаги, песка, пыли и т. п.

**7.3.10** Технологический процесс соединения труб с помощью муфт с закладными нагревателями включает:

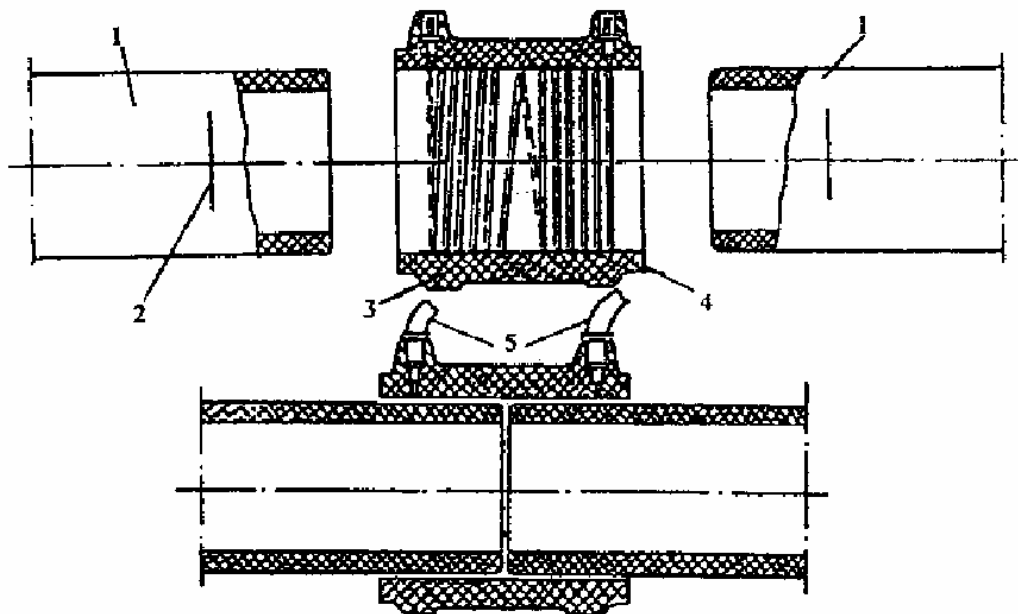
- подготовку концов труб - очистка от загрязнения, разметка, механическая обработка (циклевка) свариваемых поверхностей и обезжиривание их. Общая длина очищаемых концов труб должна быть не меньше 1,5 длины применяемых для сварки муфт;
- сборку стыка (установка и закрепление концов свариваемых труб в зажимах центрирующего приспособления с одновременной посадкой муфты);
- подключение к сварочному аппарату;
- сварку (задание программы процесса сварки, нагрев, охлаждение соединения) по [рисунку 6](#).

Перед механической обработкой на концы свариваемых труб на длину  $1/2$  длины

муфты наносят метки глубины посадки муфты для обозначения зоны обработки.

Механическая обработка концов труб заключается в снятии с поверхности размеченного конца трубы слоя материала толщиной 0,1-0,2 мм, а также удалении заусенцев. Зазор между свариваемыми поверхностями трубы и раструбной детали не должен превышать 0,3 мм.

Свариваемые поверхности труб после механической обработки и муфты тщательно обезжиривают путем протирки специально рекомендованными для этих целей составами.

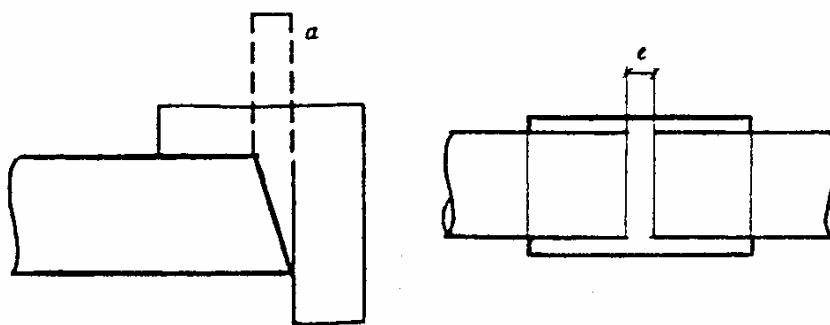


1 - труба; 2 - метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы; 3 - муфта; 4 - закладной нагреватель; 5 - токоподводящие (сварочные) провода

**Рисунок 6** - Сварка труб муфтой с закладным нагревателем

Муфты с закладными нагревателями, поставляемые изготовителем в индивидуальной герметичной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сборкой, обезжириванию не подвергаются.

7.3.11 Допуск перпендикулярности торцов труб и максимальный зазор между ними приведены в [таблицах 3 и 4](#) ([рисунок 7](#)).



**Рисунок 7** - Установка зазора при стыковке труб

**Таблица 3** - Допуск перпендикулярности торцов труб

В миллиметрах

Наружный диаметр	20	32	40	63	90	110	125	160	200
a	2	2	2	3	4	5	6	7	8

**Таблица 4** - Максимальный допустимый зазор между двумя трубами

Наружный диаметр	20	32	40	63	90	110	125	160	200
е	*	*	*	7	9	11	13	16	20
* Во внутренней полости муфт диаметрами 20, 32, 40 мм предусмотрен технологический центральный буртик для упора концов свариваемых труб.									

### 7.3.12 Процесс сборки включает:

- надевание муфты на конец первой трубы до совмещения торцов муфты и трубы, закрепление конца трубы в зажиме монтажного приспособления;
- установку в упор в торец первой трубы конца второй трубы и закрепление в зажиме монтажного приспособления;
- продвижение муфты на конец второй трубы на  $\frac{1}{2}$  длины муфты до упора в зажиме приспособления или до метки, нанесенной на трубу;
- подключение к клеммам муфты токоподводящих проводов от сварочного аппарата.

Во избежание повреждения закладных нагревателей (проволочных электроспиралей) надевание муфты на конец трубы или введение конца трубы в муфту производят с осторожностью без больших усилий, перекосов и прокручивания.

Собранные трубы укладывают прямолинейно без изгиба и провисания, клеммы токопровода муфты располагают с возможностью свободного обслуживания. Параметры режимов сварки устанавливают на сварочном аппарате в зависимости от сортамента муфты или считывают со штрихового кода с муфты или магнитной карточки при помощи датчика в зависимости от вида используемых муфт и сварочных аппаратов. После включения аппарата процесс сварки проходит в автоматическом режиме.

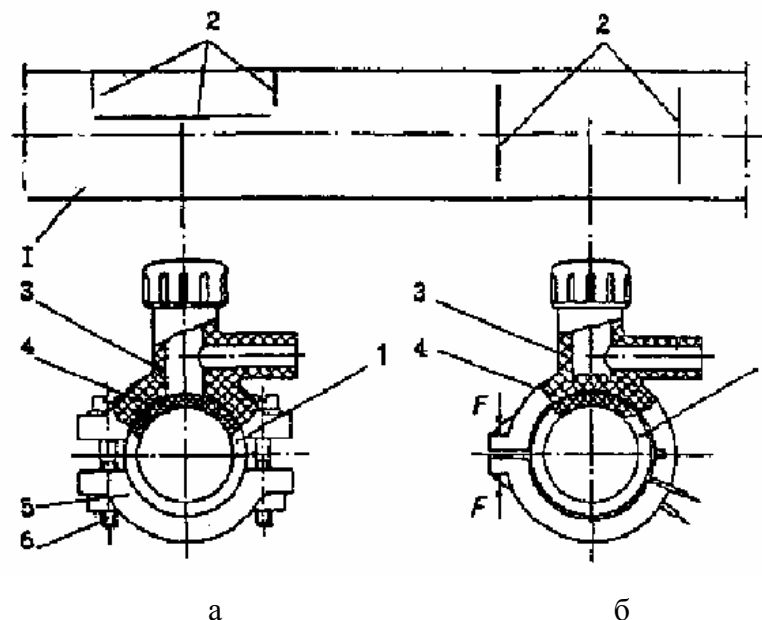
После завершения нагрева сварное соединение можно перемещать не ранее, чем через 20 мин охлаждения.

### 7.3.13 Приварку к трубам седловых отводов ([рисунок 8](#)) производят в следующей последовательности:

- размечают место приварки отвода на трубе;
- поверхность трубы в месте приварки отвода зачищают, а затем обезжиривают;
- привариваемую поверхность отвода, если он поставляется изготовителем в герметичной индивидуальной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сборкой, обезжириванию не подвергают;
- отвод устанавливают на трубу и прикрепляют к ней с помощью механического зажима;
- подключают к контактными клеммам токопровода сварочные провода и производят сварку.

После охлаждения через патрубок приваренного отвода производят сверловку (фрезерование) стенки трубы для соединения внутренних полостей отвода и трубы.





а - отвод с седловым нагревателем; б - отвод с кольцевым нагревателем;  
 1 - труба; 2 - метки посадки отводов и механической обработки поверхности трубы; 3 - отвод; 4 - закладной нагреватель; 5 - полухомут; 6 - винты крепления;  
 F - направление усилия сжатия отвода при сборке и сварке

**Рисунок 8** - Сварка седловых отводов с закладными нагревателями с трубой

**7.3.14** Контроль качества сварных соединений выполняется в соответствии с нормативной документацией. Для оценки качества сварных соединений, выполненных при помощи муфт и отводов с закладными нагревателями, муфтовые соединения испытываются на сплющивание, а седловые отводы - на разрыв.

**7.3.15** Трубы из несварных полимерных материалов, в том числе стекло- и базальтопластиковые, склеиваются между собой и с фасонными частями внахлест.

**7.3.16** Склеиваемые поверхности должны проходить специальную механическую обработку, обезжириваться, покрываться клеем.

**7.3.17** Состав клея или его марка должны соответствовать материалу трубопровода.

**7.3.18** Конфигурация и размеры клеевых соединений должны выполняться по специальным регламентам с учетом используемых труб, срока службы и технологии выполнения монтажных работ.

**7.3.19** В регламенте должна указываться технология склеивания, включающая технологические процессы подготовки поверхности, а при необходимости приготовление самого клея, собственно самого процесса склеивания, время до испытания соединения с указанием необходимых параметров.

#### **7.4 Соединение труб на металлических соединительных деталях**

Трубы из полимерных материалов, не соединяющиеся с помощью сварки или склеивания, следует соединять между собой и с соединительными деталями с помощью металлических резьбовых соединений с обжимными кольцами, муфтами или на накидных гайках.

#### **7.5 Монтаж внутренних сетей водопровода**

**7.5.1** Монтаж внутренних систем водоснабжения следует производить в соответствии с проектом производства работ и технологических карт, при положительной температуре с соблюдением требований [СНиП 3.05.01](#).

**7.5.2** Монтаж трубопроводов следует выполнять после окончания газо- и электросварочных работ.

**7.5.3** При монтаже следует применять, как правило, укрупненные узлы трубопроводов.

**7.5.4** Резьбовые соединения труб и соединительных деталей следует выполнять вручную или с использованием ключей с регулируемым моментом.

#### **7.6 Монтаж внутренней канализации и водостоков**

**7.6.1** Монтаж внутренних сетей канализации и водостоков может выполняться как с

использованием отдельных труб и соединительных деталей с креплением их по месту, так и с использованием укрупненных узлов, в том числе и смонтированных в санитарно-технических кабинах, с сопряжением стояков кабин межэтажными вставками. Монтаж трубопроводов следует вести по схеме «снизу вверх».

**7.6.2** При сборке раструбных соединений с уплотнительными кольцами выполняются следующие операции:

- очистка от загрязнения наружной поверхности гладкого конца детали или трубы и внутренней поверхности раструба;

- очистка уплотнительного кольца от грязи и масел;

- укладка уплотнительного кольца в желобок раструба;

- смазка гладкого конца трубы или соединительной детали и уплотнительного кольца мыльным раствором, глицерином или их смесью (применять для смазки солидол или другие аналогичные смазки запрещается);

- введение гладкого конца в раструб до метки с обязательной проверкой качества сборки путем собранных деталей относительно друг друга на угол до 45° с возвращением в монтажное положение вручную.

**7.6.3** Закрепление хомутов опор на стояках и отводящих трубопроводах следует производить после соединения их с санитарными приборами в проектном положении.

## **7.7 Монтаж подземных сетей водоснабжения и канализации из полимерных труб**

**7.7.1** Прокладку сетей водоснабжения и канализации следует выполнять в соответствии с требованиями [СНиП 3.01.01](#).

**7.7.2** Ширина траншеи по дну должна быть не менее чем на 40 см больше наружного диаметра трубопровода. При плотных и твердых грунтах на дне траншеи перед укладкой труб следует предусматривать постель из песка толщиной не менее 10 см.

При укладке длиномерных труб и рытье траншей узкозахватным цепным экскаватором ширина траншеи может быть уменьшена.

**7.7.3** Монтаж трубопроводов следует выполнять: с раструбными соединениями на дне траншеи; с неразъемными соединениями, как правило, на бровке траншеи.

**7.7.4** При засыпке трубопроводов над верхом трубы обязательно устройство защитного слоя из песчаного или мягкого местного грунта толщиной не менее 30 см, не содержащего твердых включений (щебня, камней, кирпичей и т.д.). Подбивка грунта трубопровода производится ручным немеханизированным инструментом. Уплотнение грунта в пазухах между стенкой траншеи и трубой, а также всего защитного слоя следует проводить ручной механической трамбовкой до достижения коэффициента уплотнения, установленного проектом. Уплотнение первого защитного слоя толщиной 10 см непосредственно над трубопроводом производят ручным инструментом.

**7.7.5** Раструбные соединения напорных труб выполняют по следующей технологии: очистка от грязи и масел гладкого конца трубы; нанесение на гладком конце трубы метки, обозначающей глубину надвигания конца трубы в раструб; помещение уплотнительного кольца в паз раструба; смазка гладкого конца трубы и уплотнительного кольца (глицериновый или мыльный раствор); надвигание гладкого конца трубы в раструб до метки. На концах труб должна быть фаска под углом 15°, выполненная в заводских условиях или на месте монтажа. Сборку раструбных соединений диаметром до 110 мм осуществляют вручную, для труб большего диаметра используют натяжные монтажные приспособления. Правильность сборки соединения и установки уплотнительного кольца проверяется щупом толщиной 0,5 мм.

**7.7.6** Сборку раструбных соединений следует производить при температуре наружного воздуха не ниже нуля. Уплотнительные кольца до начала монтажа должны находиться в теплом помещении.

**7.7.7** При засыпке пазух и устройстве защитного слоя грунта соединения трубопроводов оставляют незасыпанными до проведения предварительных испытаний на герметичность. Засыпку пазух и уплотнение грунта в прямках производят с использованием механических трамбовок.

**7.7.8** Монтаж узлов в колодцах производят одновременно с прокладкой трубопровода. Присоединение трубопроводов к фланцам, запорной и регулирующей

арматуре производят перед засыпкой трубопровода защитным слоем грунта, без затяжки болтов. Окончательная затяжка болтовых соединений выполняется непосредственно перед гидравлическим испытанием системы.

## **8 ИСПЫТАНИЕ И СДАЧА ТРУБОПРОВОДОВ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

**8.1** Согласно [СНиП 3.05.04](#) напорные и безнапорные трубопроводы водоснабжения и канализации испытывают на прочность и плотность (герметичность) гидравлическим или пневматическим способом дважды (предварительное и окончательное).

**8.2** Предварительное испытательное (избыточное) гидравлическое давление при испытании на прочность, выполняемое до засыпки траншеи и установки арматуры (гидрантов, предохранительных клапанов, вантузов), должно быть равно расчетному рабочему давлению, умноженному на коэффициент 1,5.

**8.3** Окончательное испытательное гидравлическое давление при испытаниях на плотность, выполняемых после засыпки траншеи и завершения всех работ на данном участке трубопровода, но до установки гидрантов, предохранительных клапанов и вантузов, вместо которых на время испытания устанавливаются заглушки, должно быть равно расчетному рабочему давлению, умноженному на коэффициент 1,3.

**8.4** До проведения испытания напорных трубопроводов с раструбными соединениями с уплотнительными кольцами по торцам трубопровода и на отводах необходимо устраивать временные или постоянные упоры.

**8.5** Предварительное гидравлическое испытание напорных трубопроводов следует производить в следующем порядке:

- трубопровод заполнить водой и выдержать без давления в течение 2 ч;
- в трубопроводе создать испытательное давление и поддерживать его в течение 0,5 ч;
- испытательное давление снизить до расчетного и произвести осмотр трубопровода.

Выдержка трубопровода под рабочим давлением производится не менее 0,5 ч. Ввиду деформации оболочки трубопровода необходимо поддерживать в трубопроводе испытательное или рабочее давление подкачкой воды до полной стабилизации.

Трубопровод считается выдержавшим предварительное гидравлическое испытание, если под испытательным давлением не обнаружено разрывов труб или стыков и соединительных деталей, а под рабочим давлением не обнаружено видимых утечек воды.

**8.6** Окончательное гидравлическое испытание на плотность проводится в следующем порядке:

- в трубопроводе следует создать давление, равное расчетному рабочему давлению, и поддерживать его 2 ч; при падении давления на 0,02 МПа производится подкачка воды;
- давление поднимают до уровня испытательного за период не более 10 мин и поддерживают его в течение 2 ч.

Трубопровод считается выдержавшим окончательное гидравлическое испытание, если фактическая утечка воды из трубопровода при испытательном давлении не превышает значений, указанных в [таблице 5](#).

**Т а б л и ц а 5 - Допустимая утечка воды на участке трубопровода длиной 1 км при окончательных испытаниях на герметичность**

Наружный диаметр труб, мм	Допустимая утечка, л/мин, для труб	
	с неразъемными (сварными, клеевыми) соединениями	с раструбными соединениями на уплотнительных кольцах
63-75	0,2-0,24	0,3-0,5
90-110	0,26-0,28	0,6-0,7
125-140	0,35-0,38	0,9-0,95
160-180	0,42-0,6	1,05-1,2
200	0,56	1,4
250	0,7	1,55
280	0,8	1,6
315	0,85	1,7
355	0,9	1,8
400-450	1,1-0,5	1,95-2,1
500-560	1,1-1,15	2,2-2,3
630	1,2	2,4
710	1,3	2,55
800	1,35	2,70
900	1,45	2,90
1000	1,5	3,0
1200	1,6	3,0

**8.7** Гидравлические испытания самотечных канализационных сетей выполняют после завершения гидроизоляционных работ в колодцах в два этапа: без колодцев (предварительное) и совместно с колодцами (окончательное).

**8.8** Окончательное испытание трубопровода канализации совместно с колодцами производят согласно [СНиП 3.05.04](#).

**8.9** Гидравлические испытания систем из полимерных материалов внутренних трубопроводов проводят при положительной температуре окружающей среды не ранее, чем через 24 ч после выполнения последнего сварного и клеевого соединения.

**8.10** Гидравлические испытания систем внутренних водостоков осуществляют путем заполнения их водой на всю высоту стояков. Испытания проводят после наружного осмотра трубопроводов и устранения видимых дефектов. Гидравлическое испытание склеенных трубопроводов начинают не ранее, чем через 24 ч после выполнения последнего соединения. Система водостоков считается выдержавшей испытание, если по истечении 20 мин после ее наполнения при наружном осмотре трубопроводов не обнаружено течи или других дефектов и уровень воды в стояках не понизился.

**8.11** Пневматические испытания трубопроводов, выполненных из полимерных материалов, производят при наземной и надземной их прокладке в следующих случаях: температура окружающего воздуха ниже 0 °С; применение воды недопустимо по техническим причинам; вода в необходимом для испытаний количестве отсутствует.

Порядок пневматических испытаний трубопроводов из полимерных материалов и требования безопасности при испытаниях устанавливаются проектом.

**8.12** Предварительные и окончательные испытания самотечных канализационных сетей из труб большого диаметра допускается производить пневматическим способом. Предварительные испытания проводят до окончательной засыпки траншеи (сварные соединения грунтом не засыпают). Испытательное давление сжатого воздуха, равное 0,05 МПа, поддерживают в трубопроводе в течение 15 мин. При этом осматривают сварные, клеевые и другие стыки и выявляют неплотности по звуку просачивающегося воздуха, по пузырькам, образующимся в местах утечки воздуха через стыковые соединения, покрытые мыльной эмульсией.

Окончательные испытания пневматическим способом проводят при уровне грунтовых вод над трубой в середине испытываемого трубопровода менее 2,5 м. Окончательным пневматическим испытаниям подвергают участки длиной 20-100 м, при этом перепад между наиболее высокой и низкой точками трубопровода не должен превышать 2,5 м. Пневматические испытания проводят через 48 ч после засыпки трубопровода. Испытательное избыточное давление сжатого воздуха указано в [таблице 6](#).

**Таблица 6 - Испытательное давление сжатого воздуха при пневматическом испытании самотечных канализационных трубопроводов**

Уровень грунтовых вод $h$ от оси трубопровода, м	Испытательное давление, МПа		Перепад давления, $p-p_1$ , МПа
	избыточное начальное $p$	конечное $p_1$	
$h = 0$	0,01	0,007	0,003
$0 < h < 0,5$	0,0155	0,0124	0,0031
$0,5 < h < 1$	0,021	0,0177	0,0033
$1 < h < 1,5$	0,0265	0,0231	0,0034
$1,5 < h < 2$	0,032	0,0284	0,0036
$2 < h < 2,5$	0,0375	0,0338	0,0037

**8.13** Приемку в эксплуатацию трубопроводов необходимо проводить, руководствуясь основными положениями [СНиП 3.01.04](#), а также [СНиП 3.05.04](#). При испытании трубопроводов водоснабжения и напорной канализации и сдаче их в эксплуатацию должны составляться:

- акты на скрытые работы (по основанию, опорам и строительным конструкциям на трубопроводах и т.д.);
- акты наружного осмотра трубопроводов и элементов (узлов, колодцев и т.д.);
- акты испытаний на прочность и плотность трубопроводов;
- акты на промывку и дезинфекцию водопроводов;
- установление соответствия выполненных работ проекту;
- акты входного контроля качества труб и соединительных деталей.

**8.14** Кроме приемки скрытых работ и проверки актов испытания трубопроводов на плотность и наружного осмотра, приемка безнапорных трубопроводов должна сопровождаться проверкой прямолинейности, а также инструментальной проверкой лотков в колодцах.

При приемке внутренних водопроводов дополнительно производится проверка паспортов или сертификатов на полимерные трубы, соединительные детали и арматуру.

## **9 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**9.1** Общие требования техники безопасности указаны в [СНиП III-4](#), кроме того, следует выполнять требования настоящего раздела.

**9.2** Необходимо проводить осмотр и контроль сварочного оборудования, а также изоляции электропроводок, работы устройств для механической обработки концов и торцов труб. Результаты проверки должны соответствовать паспортным данным на оборудование.

**9.3** Технический осмотр следует производить не реже, чем один раз в месяц с регистрацией результатов проверки в журнале производства работ.

**9.4** Значения параметров режимов сварки должны отвечать требованиям технологических норм для каждого вида полимера.

**9.5** К производству сварочно-монтажных работ при строительстве трубопроводов из полимерных материалов допускаются сварщики, прошедшие теоретическое и практическое обучение по специальной программе и сварившие контрольные стыки по специальной программе.

**9.6** Трубы в процессе хранения и монтажа не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают влияния на организм человека при непосредственном контакте. Работа с трубами не требует особых мер безопасности.

**9.7** При работе с трубами следует соблюдать правила пожарной безопасности. В случае возникновения пожара и загорания труб их следует тушить любыми средствами пожаротушения. При тушении огня от загорания труб в складских помещениях следует применять противогазы с фильтром марки «В» или фильтрующие противогазы.

**9.8** Гидравлические и пневматические испытания трубопроводов следует производить после их надежного закрепления и устройства упоров по их концам и на поворотах.

**9.9** При монтаже и испытаниях трубопроводов запрещается прислонять к ним

лестницы и стремянки, ходить по трубопроводу. Запрещается обстукивать трубы молотком или оттягивать их от стенок траншеи или строительных конструкций.

## 10 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**10.1** Полимерные трубы и соединительные детали могут транспортироваться любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, техническими условиями погрузки и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта, и техническими требованиями поставщика при условии обеспечения мер по предупреждению механических повреждений груза. Все работы, связанные с транспортировкой, следует проводить при температуре окружающего воздуха не ниже указанной в соответствующих нормативных документах.

**10.2** Трубы из полимерных материалов рекомендуется хранить и перевозить намотанными в бухты или на катушки, отдельными упаковками в пачки или отдельными трубами большого диаметра в соответствии с нормативными документами на их изготовление.

**10.3** При погрузке и разгрузке труб и деталей, особенно при отрицательных температурах воздуха и температурах, близких к нулю, необходимо соблюдать осторожность для исключения ударов и механических повреждений.

**10.4** При хранении труб на складах должны соблюдаться условия, указанные в нормативных документах, при этом высота штабеля труб не должна превышать 3 м.

Хранение труб, намотанных на катушки, допускается только в вертикальном положении.

Хранение соединительных деталей должно осуществляться только в упакованном виде.

Необходимо обеспечить сохранность труб и соединительных деталей от механических повреждений, деформаций, попадания на них нефтепродуктов и жиров, засорения внутренних поверхностей, облучения солнечными лучами.

**10.5** В период монтажа срок хранения труб и деталей на строительной площадке должен быть минимальным.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для напорных труб действующие нормативные документы устанавливают соотношение между наружным диаметром и толщиной стенки труб в зависимости от максимального рабочего давления:

0,25; 0,32; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2; 2,5 МПа по формуле

$$P = \frac{2[\sigma]s}{D_n - s} \quad (\text{A.1})$$

где  $P$  - максимальное рабочее давление (МОР), МПа;

$D_n$  - наружный диаметр трубопровода, м;

$s$  - толщина стенки трубопровода, м;

$[\sigma]$  - расчетная прочность из условия длительной прочности, МПа.

В принятой в настоящее время международной классификации маркировка труб производится по сериям «S» и стандартному отношению «SDR», значения которых определяются по формулам:

$$S = \frac{SDR - 1}{2}; SDR = \frac{D}{s} \quad (\text{A.2, A.3})$$

Максимальное рабочее давление связано с «S» и «SDR» отношением

$$P = \frac{2MRS}{c(SDR - 1)}, \quad (\text{A.4})$$

где  $MRS$  - минимальная длительная прочность, МПа;



$c$  - коэффициент запаса прочности, устанавливается для каждого вида материала и должен приводиться в соответствующих сводах правил.

Канализационные трубы подразделяются на классы по кольцевой жесткости  $G_0$ , кПа

$$G_0 = \frac{E_0}{12} \left( \frac{s}{d_m} \right)^3 \frac{1}{(1-\mu)}, \quad (\text{A.5})$$

где  $E_0$  - модуль упругости материала, кПа;  
 $d_m$  - средний диаметр сечения трубы, м;  
 $\mu$  - коэффициент Пуассона материала трубы.

При  $G_0 < 2500$  труба считается «нежесткой», при  $G_0 \sim 2500-5000$  - «полужесткой», при  $G_0 = 5000-10000$  - «жесткой».

Основные показатели свойств некоторых полимерных материалов труб приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 - **Физико-механические показатели некоторых полимерных материалов, применяемых при производстве труб и соединительных деталей (справочные данные)**

Показатель	Величина показателя для материала							
	ПНД		ПВД (ПНП)	ПВХ	ПП	Сшитый полиэтилен	Хлорированный ПВХ	Стеклопластик
	ПВП	ПСП						
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,94-0,96	0,93-0,94	0,91-0,93	1,4	0,91	0,93-0,95	1,57	1,6-2,2
Предел текучести при растяжении, МПа	20-25	15-18	10-12	50-56	25-28	18-26	50-55	40-200*
Удлинение при разрыве, %	800	800	600	50	>200	200-500	70-120	0,4-1,4
Модуль упругости, МПа	800	600	200	3000	1200	550-800	2900	5000- 25000**
Коэффициент теплового линейного расширения, 10 <sup>-4</sup> °С <sup>-1</sup>	2	2	2	0,7	1,5	1,2-1,4	0,62	0,18-0,3
Расчетная прочность, МПа	5-6,3	5	2,5-3,2	10-12,5	5-6,3	6,3	10	10-30**

\* Для фенолформальдегидных, полиэфирных и эпоксидных смол.  
\*\* В осевом направлении.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

В настоящих нормах даны ссылки на следующие нормативные документы:

<a href="#">СНиП 2.04.01-85*</a>	Внутренний водопровод и канализация зданий
<a href="#">СНиП 2.04.02-84*</a>	Водоснабжение. Наружные сети и сооружения
<a href="#">СНиП 2.04.03-85</a>	Канализация. Наружные сети и сооружения
<a href="#">СНиП 2.04.14-88*</a>	Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
<a href="#">СНиП 2.07.01-89*</a>	Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
<a href="#">СНиП 3.01.01-85*</a>	Организация строительного производства
<a href="#">СНиП 3.01.04-87</a>	Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения
<a href="#">СНиП 3.05.01-85*</a>	Внутренние санитарно-технические системы
<a href="#">СНиП 3.05.04-85*</a>	Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации
<a href="#">СНиП III-4-80*</a>	Техника безопасности в строительстве
ГОСТ 2930-62.	Приборы измерительные. Шрифты и знаки

ГОСТ 18599-83.  
 ГОСТ 29324-92.  
 (ИСО 161/1-78)

Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия  
 Трубы из термопластов для транспортирования  
 жидкостей. Номинальные наружные диаметры и  
 номинальные давления. Метрическая серия

ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное)  
 НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПОРА В ТРУБАХ

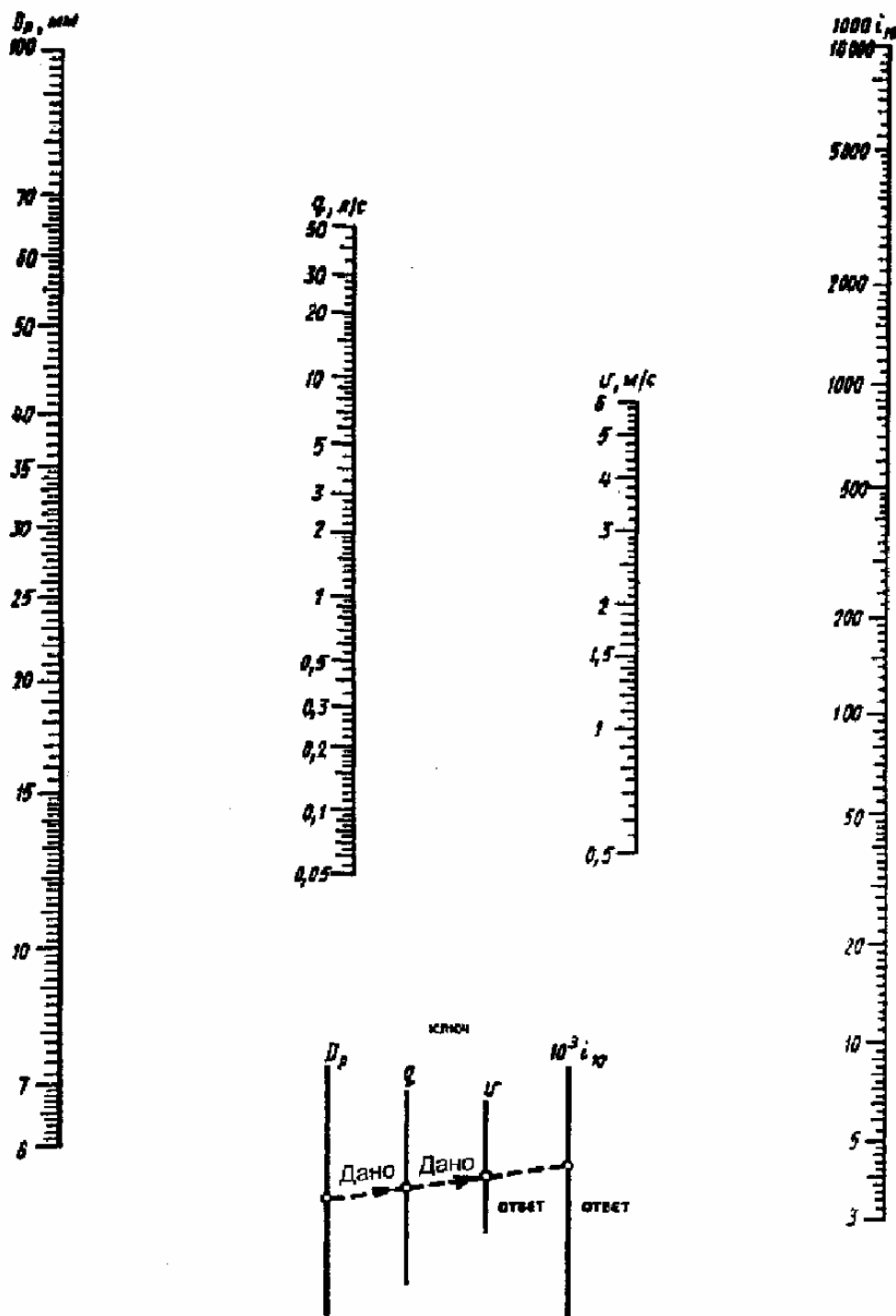


Рисунок В.1 - Номограмма для определения потерь напора в трубах диаметром 6 -100 мм (при  $K_3 = 0,00002$ )



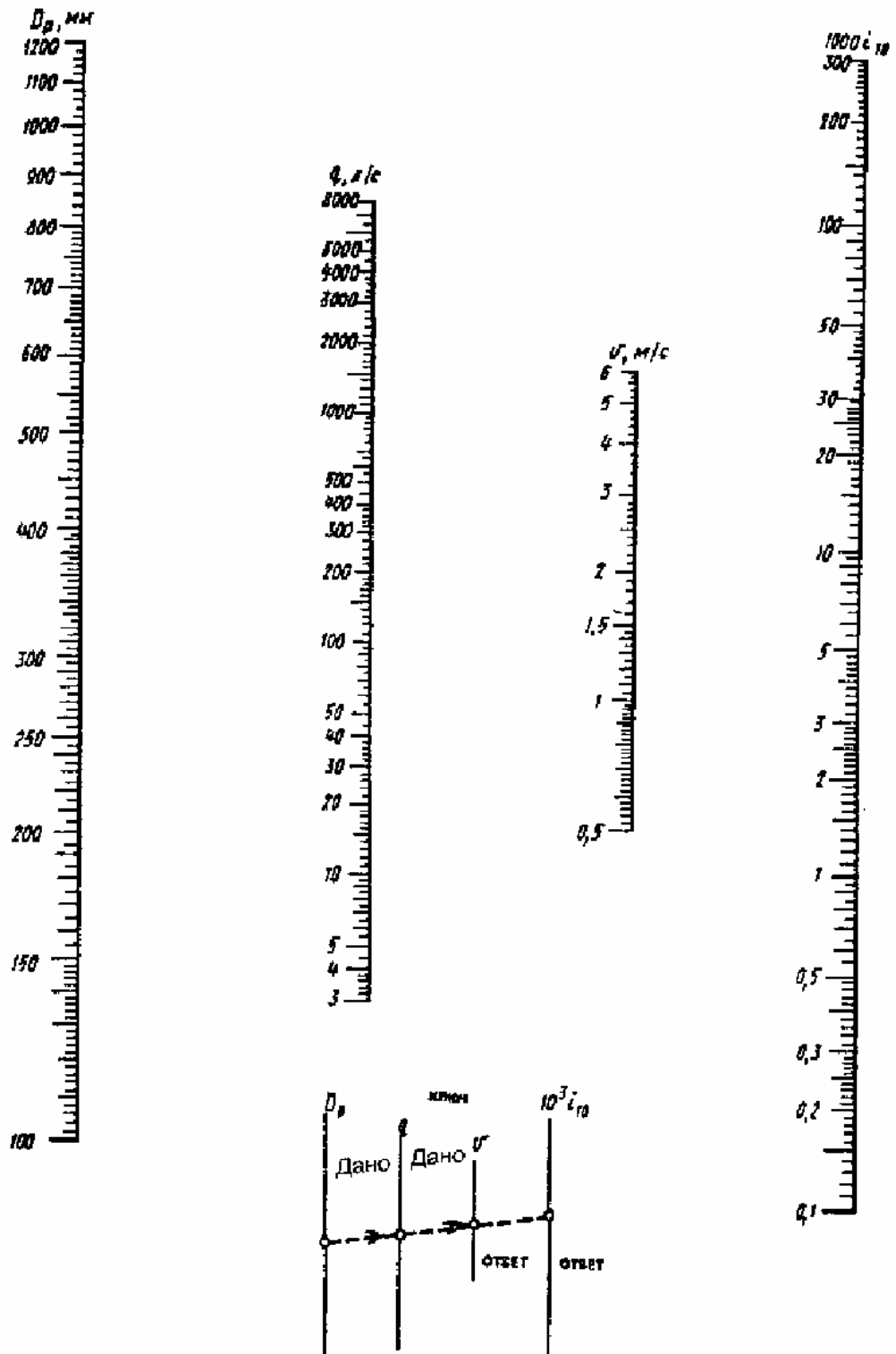


Рисунок В.2 - Номограмма для определения потерь напора в трубах диаметром 100-1200 мм (при  $K_s = 0,00002$ )

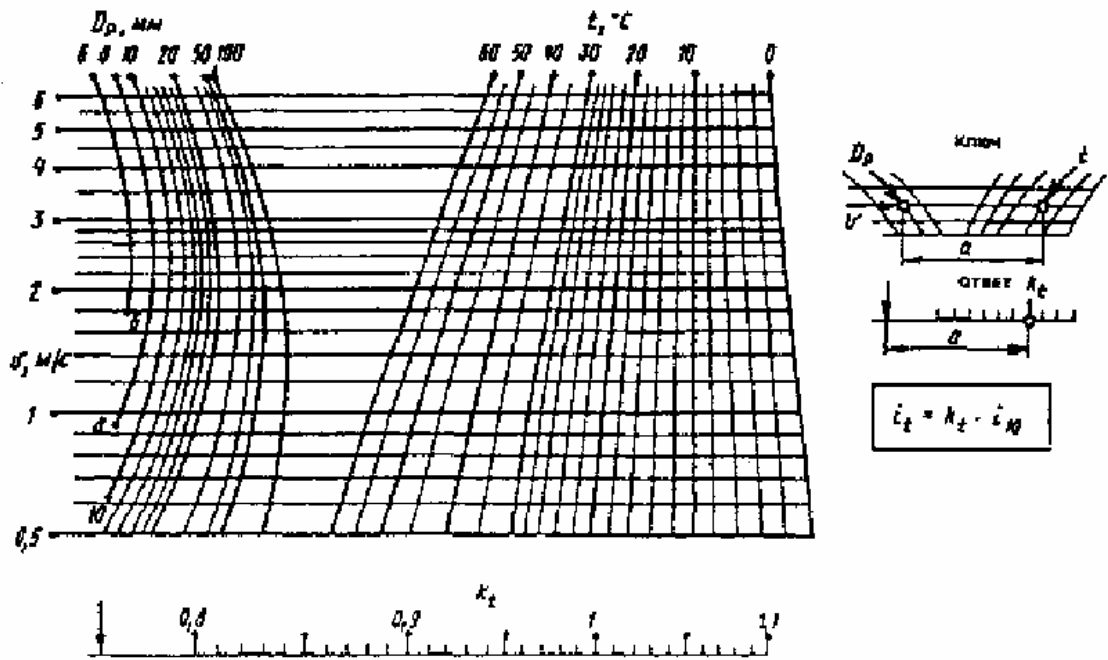


Рисунок В.3 - Номограмма для определения поправочного коэффициента  $k_t$  на температуру воды при расчете труб диаметром 6-100 мм

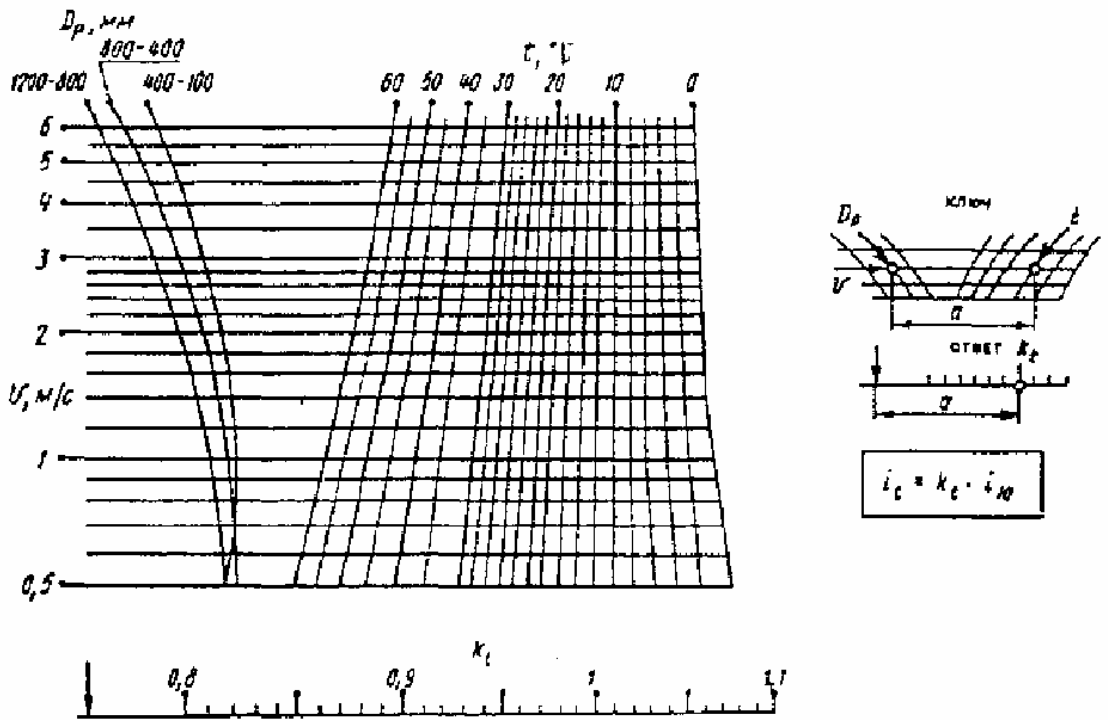


Рисунок В.4 - Номограмма для определения поправочного коэффициента  $k_t$  на температуру воды при расчете труб диаметром 100-1200 мм

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное)**  
**НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА КАНАЛИЗАЦИОННОГО ТРУБОПРОВОДА**

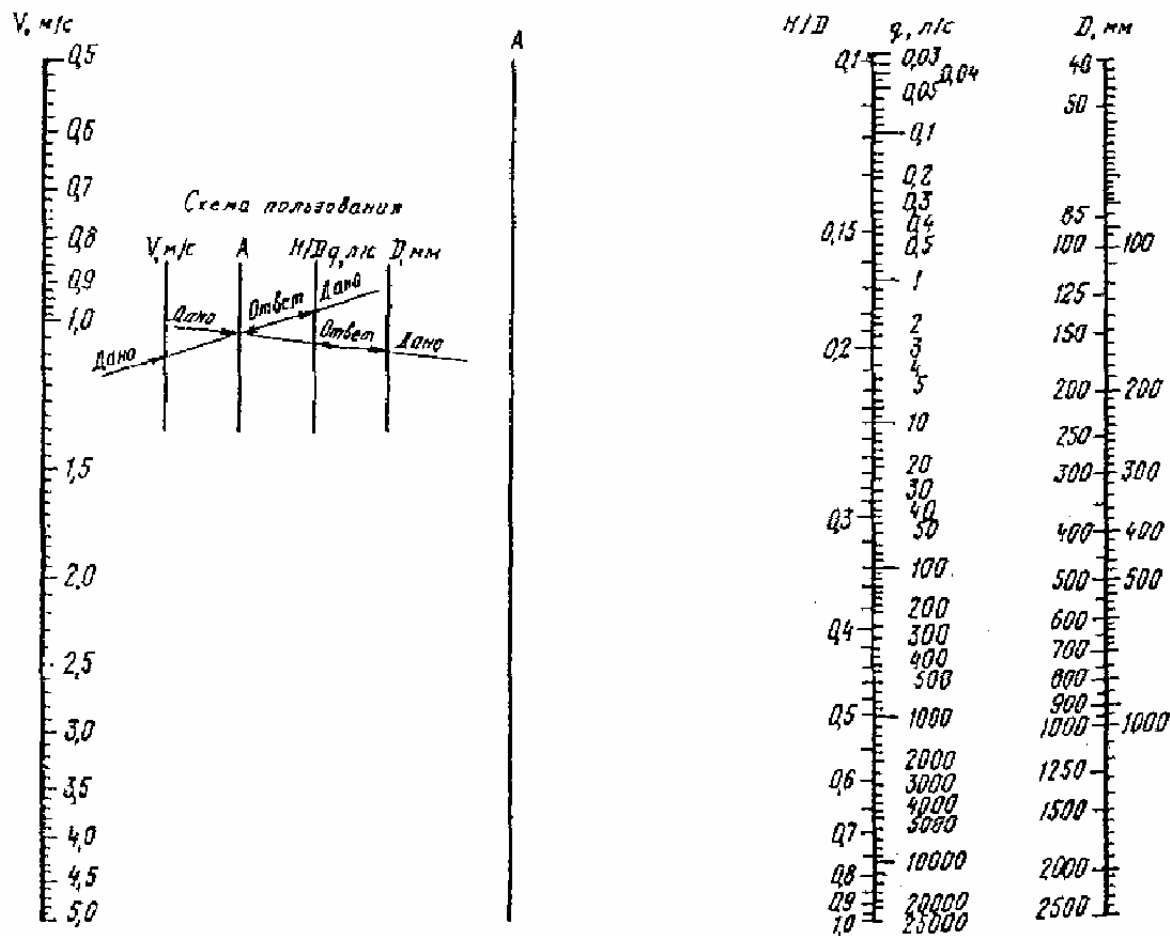


Рисунок Г. 1 - Номограмма для определения диаметра канализационного трубопровода

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ (ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ)**

Прочностной расчет трубопроводов из полимерных материалов, уложенных в земле, рекомендуется сводить к соблюдению неравенства:

для напорных трубопроводов

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon - \varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0; \quad (Д.1)$$

для самотечных трубопроводов

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0; \quad (Д.2)$$

для дренажных трубопроводов

$$\left( \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_c}{\varepsilon_{pp}} \right) K_{зд} \leq 1,0; \quad (Д.3)$$

где  $\varepsilon_p$  - максимальное значение деформации растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубы под действием грунтов ( $q_{gp}$ , МПа) и транспортных нагрузок ( $q_t$ , МПа);  
 $\varepsilon$  - степень растяжения материала стенки трубы от внутреннего давления

воды в трубопроводе;

$\varepsilon_c$  - степень сжатия материала стенки трубы от воздействия внешних нагрузок на трубопровод;

$\varepsilon_{pp}$  - предельно допустимое значение деформации растяжения материала в стенке трубы, происходящей в условиях релаксации напряжений;

$\varepsilon_{rp}$  - предельно допустимая деформация растяжения материала в стенке трубы в условиях ползучести;

$K_{зд}$  - коэффициент запаса, учитывающий вид перфорации в стенках трубы, который можно принять при круговом отверстии в гладкостенной трубе - 2,3; круговом отверстии в стекло- (базальто) пластиковой трубе - 3,0; щелевом отверстии со скругленными углами (соотношение сторон 8:1, например, 25 на 3) - 1,3; для других условий величина  $K_{зд}$  должна приводиться в нормативных документах.

Значение  $\varepsilon_p$  может быть определено по формуле

$$\varepsilon_p = 4,27 K_\sigma \frac{S}{D} \psi K_{з\psi} \quad (Д.4)$$

где  $K_\sigma$  - коэффициент постели грунта для изгибающих напряжений, учитывающий качество уплотнения, его можно принимать: при тщательном контроле - 0,75, при периодическом контроле - 1,0, при отсутствии контроля - 1,5;

$K_{з\psi}$  - коэффициент запаса на овальность поперечного сечения трубы, принимается равным: 1,0 - для напорных и самотечных трубопроводов и 2 - для дренажных трубопроводов;

$\psi$  - относительное укорочение вертикального диаметра трубы в грунте, устанавливается как предельно допустимое значение

$$\psi = \psi_{гр} + \psi_T + \psi_M, \quad (Д.5)$$

где  $\psi_{гр}$  - относительное укорочение вертикального диаметра трубы под действием грунтовой нагрузки;

$\psi_T$  - то же, под действием транспортных нагрузок;

$\psi_M$  - относительное укорочение вертикального диаметра трубы, образовавшееся в процессе складирования, транспортировки и монтажа. Его можно приближенно принимать по таблице Д.1.

Таблица Д.1

Кольцевая жесткость $G_0$ оболочек трубы, Па	$\psi_M$ при степени уплотнения грунта		
	до 0,85	0,85-0,95	более 0,95
До 276 000	0,06	0,04	0,03
276 000-290 000	0,04	0,03	0,02
Больше 290 000	0,02	0,02	0,01

$$\psi_{зр} = K_{ок} \frac{K_\tau K_w q_{зр}}{K_{жс} G_0 + K_{зр} E_{зр}}, \quad (Д.6)$$

где  $K_\tau$  - коэффициент, учитывающий запаздывание овальности поперечного сечения трубы во времени и зависящий от типа грунта, степени его уплотнения, гидрогеологических условий, геометрии траншеи, может принимать значения от 1 до 1,5;

$K_w$  - коэффициент прогиба, учитывающий качество подготовки ложа и уплотнения, можно принимать: при тщательном контроле - 0,09, при периодическом - 0,11, при бесконтрольном ведении работ - 0,13;

$K_{зр}$  - коэффициент, учитывающий влияние грунта засыпки на овальность поперечного сечения трубопровода, можно принять равным 0,06;

$E_{зр}$  - модуль деформации грунта в пазухах траншеи, МПа;

$K_{жс}$  - коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жесткости оболочки трубы на овальность поперечного сечения трубопровода, можно

принимать равным 0,15;

$$q_{гр} = \gamma H_{гр}, \quad (Д.7)$$

где  $\gamma$  - удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>;  
 $H_{гр}$  - глубина засыпки трубопровода, считая от поверхности земли до уровня горизонтального диаметра, м;  
 $G_0$  - кратковременная кольцевая жесткость оболочки трубы, МПа;

$$G_0 = 53,7 \frac{E_0 I}{(1 - \mu^2)(D - s)^3}, \quad (Д.8)$$

где  $E_0$  - кратковременный модуль упругости при растяжении материала трубы, МПа;  
 $I$  - момент инерции сечения трубы на единицу длины, определяемый по формуле

$$I = \frac{s^3}{12}, \quad (Д.9)$$

$\mu$  - коэффициент Пуассона материала трубы, приводится в нормативной документации;

$$\psi_m = K_{ок} \frac{K_y q_m}{K_{жс} G_0 + K_{сп} n E_{сп}} \quad (Д.10)$$

где  $K_y$  - коэффициент уплотнения грунта;  
 $q_m$  - транспортная нагрузка, принимаемая по справочным данным для гусеничного, колесного и другого транспорта, МПа;  
 $n$  - коэффициент, учитывающий глубину заложения трубопровода, при  $H < 1$   $n = 0,5$ ;  
 $K_{ок}$  - коэффициент, учитывающий процесс округления овализованной трубы под действием внутреннего давления воды в водопроводе ( $P$ , МПа)

$$K_{ок} = \frac{1}{1 + 2P/q_c \psi}, \quad (Д.11)$$

где  $q_c$  - суммарная внешняя нагрузка на трубопровод, МПа;

$$q_c = q_{сп} + q_m; \quad (Д.12)$$

$$\varepsilon = \frac{P}{2E_0} \cdot \frac{D}{s}; \quad (Д.13)$$

$$\varepsilon = \frac{q_c}{2E_0} \cdot \frac{D}{s}; \quad (Д.14)$$

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_\tau K_з}; \quad (Д.15)$$

где  $\sigma_0$  - кратковременная расчетная прочность при растяжении материала трубы, МПа;  
 $E_0$ ,  $E_\tau$  - кратко- и долговременные значения модуля упругости при растяжении материала трубы на конец срока службы эксплуатации трубопровода, МПа.

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 K_з}; \quad (Д.16)$$

где  $K_з$  - коэффициент запаса, должен приводиться в нормативных документах.

Если в результате расчетов значение левой части выражения (Д.1) будет больше 1, то следует повторить расчеты при других характеристиках материала труб или укладки трубопровода.

Далее проверяют устойчивость оболочки трубы против действия сочетания нагрузок: для напорных сетей - грунтовые и транспортные  $q_c$ , от грунтовых вод,  $Q_{гв}$ , а также возможного возникновения вакуума  $Q_{вак}$  в трубопроводе, для самотечных сетей -  $q_{гп} + Q_{гв}$  для дренажных сетей - с использованием выражения

$$\frac{K_{yz} K_{ов} \sqrt{n E_{гп} G_{\tau}}}{K_{зп}} \geq (q_c + Q_{гв} + Q_{вак}) ; \quad (Д.17)$$

где  $K_{yz}$  - Коэффициент, учитывающий влияние засыпки грунта на устойчивость оболочки, можно принять 0,5, а для соотношения  $Q_{гв} : q_m = 4 : 1$  - равным 0,07;

$K_{ов}$  - коэффициент, учитывающий овальность поперечного сечения трубопровода, при  $0 \leq \psi \leq 0,05$   $K_{ов} = 1 - 0,7\psi$ ,

$K_{зп}$  - коэффициент запаса на устойчивость оболочки на действие внешних нагрузок, можно принять равным 3;

$G_{\tau}$  - длительная кольцевая жесткость оболочки трубы, МПа, определяется по формуле

$$G_{\tau} = \frac{4,475 E_{\tau}}{(1 - \mu^2)} \cdot \left( \frac{s}{D - s} \right)^3 ; \quad (Д.18)$$

#### Пример расчета на прочность подземного канализационного трубопровода

Дано. Трубы с наружным диаметром 1200 мм, ПНД, среднелегкого типа с толщиной стенки  $s = 46,2$  мм ([ГОСТ 18599](#)) укладываются в траншею на глубину  $H_{мп} = 5$  м в сети самотечной канализации. В условиях строительства по поверхности над трубопроводом возможно перемещение тяжелого транспорта с давлением на грунт  $q_m = 0,01$  МПа. Высота грунтовых вод - 1 м от поверхности земли. Требуется подобрать грунт для засыпки.

Решение. Для засыпки на месте строительства принимаем грунт с удельным весом  $\gamma = 18$  кН/м<sup>3</sup>. Значения кратко- и долговременного модулей упругости ПНД -  $E_0 = 800$  МПа и  $E_{\tau} = 200$  МПа.

1. Определяем грунтовую нагрузку  $q_{гп} = \gamma H_{мп} = 18 \cdot 5 = 90$  кН/м<sup>2</sup> = 0,09 МПа.

2. Определяем общую нагрузку  $q_c = q_{гп} + q_m = 0,09 + 0,01 = 0,1$  МПа.

3. Определяем кратковременную кольцевую жесткость оболочки трубы по (Д.8, Д.9)

$$G_0 = 53,7 \frac{E_0}{12} \left( \frac{s}{D} \right)^3 = 53,7 \frac{800}{12} \left( \frac{46,2}{1200} \right)^3 = 0,204 \text{ МПа}$$

4. Определяем относительное укорочение вертикального диаметра трубы под действием грунтовой нагрузки по (Д. 6) при  $K_{ок} = 1$

$$\psi_{гп} = \frac{K_{ок} K_{\tau} K_w q_{гп}}{K_{жс} G_0 + K_{гп} E_{гп}} = \frac{1 \cdot 1,25 \cdot 0,11 \cdot 0,09}{0,15 \cdot 0,204 + 0,06 \cdot 5} = 0,037$$

или 3,7 %,

принимаем  $K_{\tau}$  - как среднее значение, равным 1,25;

$K_w$  - с учетом периодического контроля равным 0,11;

$K_{жс}$  - равным 0,15;

$K_{гп}$  - равным 0,06;

$E_{гп}$  - равным 5 МПа (для средних условий).

5. Определяем укорочение вертикального диаметра трубы под действием транспортной нагрузки по (Д. 10)

$$\psi_m = \frac{K_{ок} K_w q_m}{K_{жс} G_0 + K_{зр} n E_{зр}} = \frac{1 \cdot 0,11 \cdot 0,01}{0,15 \cdot 0,204 + 0,06 \cdot 1 \cdot 5} = 0,003$$

или 0,3 %.

6. Определяем относительное укорочение вертикального диаметра трубы по (Д.5), приняв  $\psi_T = 2\%$  (для  $G_0 > 0,29$  МПа и степени уплотнения грунта 0,85-0,95 по таблице Д.1)

$$\psi = \psi_{гр} + \psi_T + \psi_m = 3,7 + 0,3 + 2 = 6\%.$$

7. Определяем максимальное значение степени растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубопровода под действием нагрузок по (Д.4) при  $K_\sigma = 1$  м

$$K_{з\psi} = 1;$$

$$\varepsilon_p = 4,27 K_\sigma \frac{s}{D} \psi K_{з\psi} = 4,27 \cdot 1 \cdot \frac{46,2}{1200} \cdot 0,06 \cdot 1 = 0,01$$

или 1 %.

8. Определяем степень сжатия материала стенки трубы, происходящего под действием внешних нагрузок на трубопровод по (Д.14)

$$\varepsilon_c = \frac{q_c}{2E_0} \cdot \frac{D}{s} = \frac{0,1}{2 \cdot 800} \cdot \frac{1200}{46,2} = 0,0016 \quad \text{или } 0,16\%.$$

9. Определяем допустимую степень растяжения материала в стенке трубы, происходящего в условиях релаксации по (Д. 15) при  $\sigma = 25$  МПа

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_r K_3} = \frac{25}{200 \cdot 2} = 0,0625 \quad \text{или } 6,25\%.$$

10. Определяем допустимую степень растяжения материала в стенке трубы, происходящего в условиях ползучести по (Д.16)

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 K_3} = \frac{25}{800 \cdot 2} = 0,016 \quad \text{или } 1,6\%.$$

11. Проверяем прочность по (Д.2)

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,01}{0,0625} + \frac{0,0016}{0,016} = 0,16 + 0,1 = 0,26, \quad \text{что меньше } 1,$$

т.е. принятые данные по грунту засыпки и его уплотнения удовлетворяют прочностным требованиям для данного трубопровода.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
**АКТ О ПРОВЕДЕНИИ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ПАРТИИ ТРУБ ИЗ**  
**ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ (СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ)**

полученных \_\_\_\_\_  
*наименование организации получателя*

Трубы (соединительные детали) получены для систем \_\_\_\_\_  
*водопровод, канализация и др.*

давлением \_\_\_\_\_ МПа.

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

представители \_\_\_\_\_  
*организация заказчика, должность, Ф.И.О*

\_\_\_\_\_ *организация подрядчика, должность, Ф.И.О*

\_\_\_\_\_ *эксплуатирующая организация, должность, Ф.И.О*

провели входной контроль партии труб (соединительных деталей) № \_\_\_\_\_  
диаметром \_\_\_\_\_ мм, длиной \_\_\_\_\_ м (шт.), поставленных \_\_\_\_\_  
*наименование фирмы, дата*

из полимера типа \_\_\_\_\_

Партия состоит из \_\_\_\_\_  
*шт., бухт или барабанов (ящиков соединительных деталей)*

и соответствует \_\_\_\_\_  
*российский или зарубежный стандарт*

Количество труб  $D_y$  \_\_\_\_\_ мм, длиной \_\_\_\_\_ м \_\_\_\_\_  
*(маркировка по стандарту)*

Количество деталей  $D_y$  \_\_\_\_\_ мм \_\_\_\_\_ шт. \_\_\_\_\_  
*(маркировка по стандарту)*

Данные о сопроводительном сертификате \_\_\_\_\_

Результат: партия труб (соединительных деталей) соответствует (не соответствует)  
российским стандартам и сопроводительным сертификатам и может (не может) быть  
допущена к монтажу.

Дата

Подписи

От заказчика \_\_\_\_\_

От подрядчика \_\_\_\_\_

От эксплуатирующей  
организации \_\_\_\_\_



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПОДЗЕМНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ  
СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ**

**СП 40-104-2001**

---

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ  
(ГОССТРОЙ РОССИИ)

Москва  
2001

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

**1 РАЗРАБОТАН** ГУП «НИИМосстрой», ФГУП ЦНС, ООО «Пласт» и при участии группы специалистов

**ВНЕСЕН** Управлением стандартизации, технического нормирования и сертификации Госстроя России

**2 ОДОБРЕН** для применения постановлением Госстроя России № 18 от 12 марта 2001 г.

**3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение](#)

[1 Область применения](#)

[2 Нормативные ссылки](#)

[3 Проектирование трубопроводов из стеклопластиковых труб](#)

[3.1 Технические требования](#)

[3.2 Сортамент соединительных частей](#)

[3.3 Типы соединений](#)

[3.4 Гидравлический расчет](#)

[3.5 Расчет труб по прочности](#)

[4 Транспортирование и хранение](#)

[5 Монтаж трубопроводов](#)

[5.1 Земляные работы](#)

[5.2 Укладка и сборка трубопроводов](#)

[5.3 Проход трубопроводов в колодцах](#)

[5.4 Испытания трубопроводов](#)

[5.5 Сдача в эксплуатацию](#)

[5.6 Требования безопасности](#)

[Приложение А](#) Номограмма для приближенного гидравлического расчета трубопроводов

[Приложение Б](#) Номограмма для выбора опорной площади упоров на трубопроводе

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Свод правил содержит указания по проектированию и монтажу подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб. Выполнение этих указаний обеспечит соблюдение обязательных требований к наружным системам водоснабжения, установленных действующими [СНиП 2.04.02-84\\*](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», [СНиП 3.05.04-85\\*](#) «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» и [СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».

Решение вопроса о применении данного документа при проектировании и строительстве конкретных зданий и сооружений относится к компетенции заказчика, проектной или строительной организации. В случае если принято решение о применении настоящего документа, должны быть использованы все установленные в нем правила.

В данном Своде правил рассмотрены вопросы, касающиеся стеклопластиковых труб. Установлены требования к сортаменту труб и способам их соединения, рассмотрены правила хранения труб и вопросы монтажа и испытания трубопроводов, а также техники безопасности при их выполнении. Приведены методики гидравлического расчета трубопроводов водоснабжения, а также выбора типоразмеров труб для напорных трубопроводов при подземной прокладке в грунте с учетом требований прочности, предъявляемых к водопроводным сетям.

В разработке Свода правил принимали участие: А.В. Сладков, А.А. Отставнов (ГУП «НИИМосстрой»), Б.П. Муленков, Г.Н. Суровцев, С.А. Котлов, С.П. Дьяков (ООО «Пласт»), В.А. Глухарев, В.П. Бовбель (Госстрой России), Л.С. Васильева (ФГУП ЦНС).

---

**СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**  
**ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ**  
**DESIGN AND ASSEMBLY OF UNDERGROUND WATER PIPELINES**  
**MADE OF GLASS-REINFORCED PLASTIC PIPES**

---

*Дата введения 2001-07-01*

### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил распространяется на проектирование и монтаж подземных трубопроводов холодного водоснабжения из стеклопластиковых и базальтопластиковых труб (далее - трубопроводов) с максимальным давлением воды до 1,6 МПа включительно при траншейной прокладке.

**([Поправка](#) от 26.05.2004 г.).**

### 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил приведены ссылки на следующие нормативные документы:

[СНиП 2.04.02-84\\*](#) Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

[СНиП 3.01.04-87](#) Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения

[СНиП 3.02.01-87](#) Земляные сооружения, основания и фундаменты

[СНиП 3.05.04-85\\*](#) Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации

[СНиП III-4-80\\*](#) Техника безопасности в строительстве

[СП 40-102-2000](#) Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования

ТУ 2296-002-26612968-2000 Трубы стеклопластиковые и соединительные детали.

([Поправка от 26.05.2004 г.](#))

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ

При проектировании трубопроводов следует руководствоваться требованиями [СНиП 2.04.02](#), [СНиП 3.05.04](#) и [СП 40-102](#).

Выбор стеклопластиковых труб по диаметру должен осуществляться на основании гидравлического расчета, и по толщине стенки - на основании прочностного расчета с учетом конкретных условий для проектируемого трубопровода.

#### 3.1 Технические требования

3.1.1 Свод правил предполагает использование стеклопластиковых труб, изготовляемых методом радиально-перекрестной (РПН), косослойной продольно-поперечной (КППН) и непрерывной продольно-поперечной намотки (НППН), армирующего наполнителя из ровинга или стеклянных комплексных нитей, базальтовых нитей и комбинированного армирующего материала, содержащего в себе сочетание стеклянных и базальтовых волокон, пропитанного связующим составом, на металлическую оправку с последующей полимеризацией. Трубы изготавливают методом РПН и КППН длиной до 8 м методом НППН до 10 м.

([Поправка от 26.05.2004 г.](#))

3.1.2 Основные физико-механические показатели материала труб, изготовленных в соответствии с ТУ 2296-002-26612968, приведены в [таблице 1](#).

Таблица 1

Показатель	Трубы РПН с углом намотки 52-57 °	Трубы КППН и НППН
Предел прочности при растяжении в окружном направлении, МПа, не менее	250	300*/430
Предел прочности при растяжении в осевом направлении, МПа, не менее	100	120/210
Модуль упругости в окружном направлении, МПа, не менее	17000	24000/38000
Модуль упругости в осевом направлении, МПа, не менее	10000	9000/16000
Коэффициент линейного расширения (осевой) $10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0,24	0,2
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,75-2,0	1,6-1,8
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,3-0,4	0,3-0,4
Удельная теплоемкость, кДж/кг·°С	1,0-1,25	0,9-1,3
Коэффициент Пуассона	0,3-0,4	0,2-0,3
* - В числителе – показатели для стеклопластиковых труб, в знаменателе – для базальтопластиковых труб.		

([Поправка от 26.05.2004 г.](#))

Методы испытаний приведены в технических условиях на трубы.

3.1.3. Внутренние диаметры и толщина стенок труб, изготавливаемых методом РПН и КППН, приведены в [таблице 2](#).

Таблица 2

Внутренний диаметр, мм	Конструкционная толщина стенки, мм, для давлений, МПа	
	1,0	1,6
50,80	3,0	3,0
110		
150	3,3	3,3
215	3,6	3,6
265	4,2	4,8
315	4,6	5,4

3.1.4 Внутренние диаметры и толщина стенок труб из стеклопластиковых, изготавливаемых методом НППН, приведены в [таблице 3](#).

([Поправка от 26.05.2004 г.](#))

Таблица 3

Внутренний диаметр	Толщина стенки трубы	Рабочее давление, МПа
60,90	От 3,0 до 5,0	От 0,6 до 1,6
175	» 4,0 » 8,0	
200	» 4,0 » 8,0	
300	» 5,0 » 10,0	
400	» 6,0 » 12,0	

3.1.5. Внутренние диаметры и толщина стенок базальтопластиковых труб, изготавливаемых методом НППН, приведены в таблице 3а.

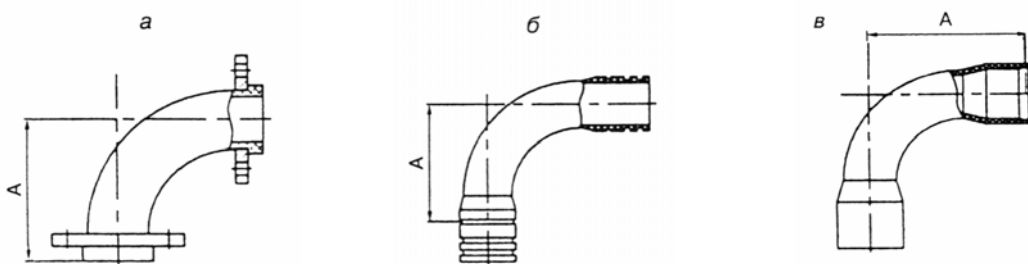
Внутренний диаметр	Толщина стенки трубы	Рабочее давление, МПа
50	От 2,5 до 3,2	От 0,6 до 1,6
65	» 3,0 » 3,5	
80	» 3,0 » 3,7	
100	» 3,2 » 4,0	
122	» 3,2 » 4,0	
150	» 3,4 » 4,2	
175	» 3,5 » 4,4	
200	» 4,0 » 4,4	
300	» 4,5 » 5,2	
400	» 5,5 » 6,2	
500	» 6,5 » 7,0	

(Включен дополнительно. [Поправка от 26.05.2004 г.](#))

### 3.2 Сортакмент соединительных частей

3.2.1 Для соединения труб, устройства поворотов и ответвлений на трубопроводе следует использовать соединительные части: отводы ([рисунок 1](#)), тройники ([рисунок 2](#)), муфты, крестовины и др.

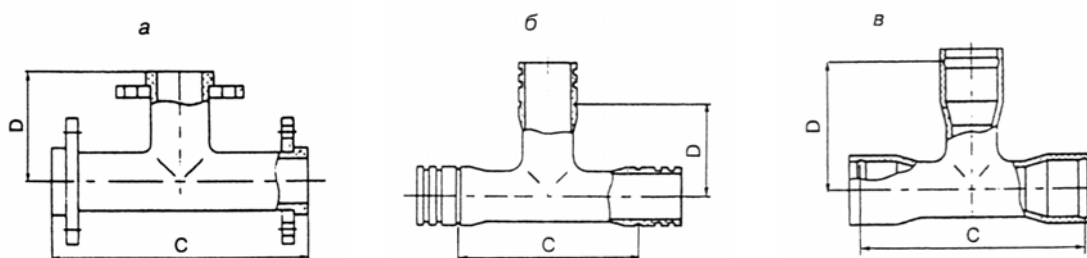
([Поправка от 26.05.2004 г.](#))



*a* - фланцевый; *б* - ниппельный; *в* - раструбный

([Поправка. 4/2002](#)).

*Рисунок 1* - Схемы стеклопластиковых отводов



*a* - фланцевый; *б* - ниппельный; *в* - раструбный

*Рисунок 2* - Схемы стеклопластиковых тройников

3.2.2 Сортамент стеклопластиковых и базальтопластиковых отводов и тройников, размеры А, С, Д, обозначенные на рисунках 1 и 2 должны отвечать технической документации заводов-изготовителей.

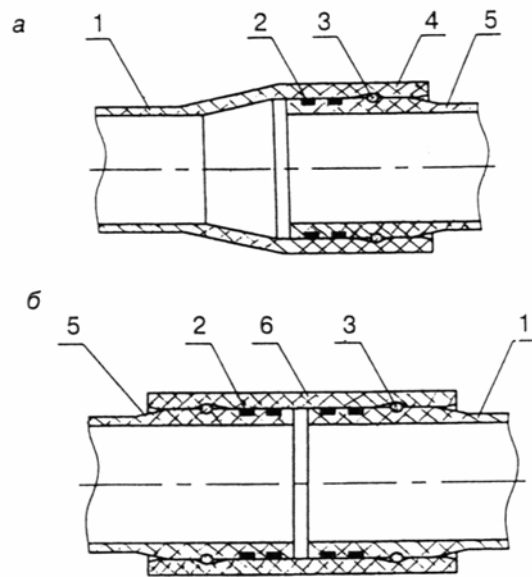
**(Поправка от 26.05.2004 г.).**

### 3.3 Типы соединений

3.3.1 Соединения труб и частей могут быть раструбными, муфтовыми, фланцевыми, бандажными.

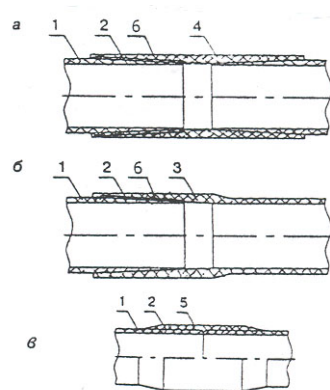
Раструбы и муфты ([рисунок 3](#)) соединяются резиновыми уплотнительными кольцами и фиксируются стопорными элементами, изготовленными из оцинкованной проволоки, полиамидного или поливинилхлоридного прутка. Кроме того, муфтовое соединение может быть клеевым ([рисунок 4](#)).

Фланцы ([рисунок 5](#)), надетые на бурты, изготовленные одновременно с изделием, или фланцы, наклеенные на изделия, уплотняются плоской резиновой прокладкой.



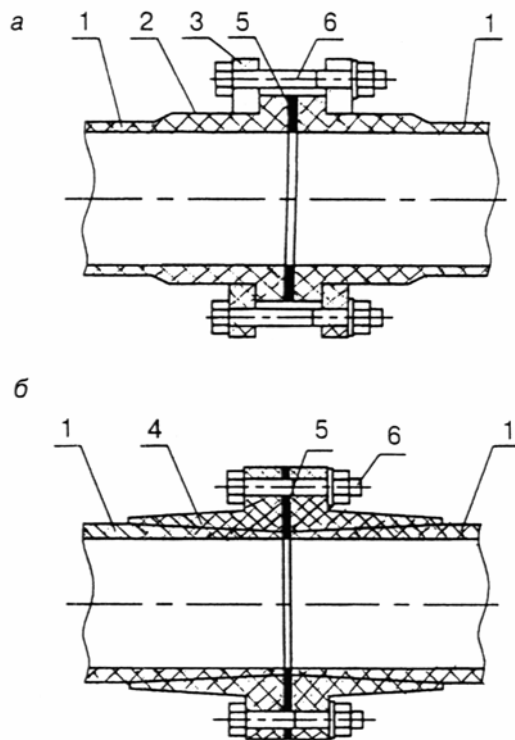
а - раструбное; б - муфтовое;  
1 - труба; 2 - резиновый уплотнитель; 3 - стопорный элемент;  
4 - раструб; 5 - ниппель; 6 - муфта

**Рисунок 3** - Схемы соединений стеклопластиковых труб на резиновых уплотнителях



а - муфтовое; б - раструбное; в - бандажное;  
1 - труба; 2 - клеевой шов; 3 - раструб; 4 - муфта; 5 - бандаж; 6 - резьба

**Рисунок 4** - Схемы соединения труб на клею (без резьбы и с резьбой)  
**(Поправка от 26.05.2004 г.).**



*a* - с буртом и свободным фланцем; *б* - с наклеенным фланцем;  
 1 - труба; 2 - бурт; 3 - свободный фланец; 4 - наклеенный фланец;  
 5 - уплотнитель; 6 - болт

**Рисунок 5** - Соединение стеклопластиковых труб с помощью фланцев

### 3.4 Гидравлический расчет

3.4.1 Гидравлический расчет сетей водоснабжения из стеклопластиковых труб следует выполнять в соответствии с требованиями настоящего свода правил, [СНиП 2.04.02](#), а также [СП 40-102](#).

3.4.2 Потери напора  $H$ , м, на участке трубопроводной сети определяются по формуле

$$H = Li_T + \frac{V^2}{2g} \sum \xi_j, \quad (1)$$

где  $L$  - расчетная длина участка трубопровода, м;

$i_m$  - потери напора, вызванные гидравлическим сопротивлением единицы длины труб;

$V$  - средняя по сечению скорость движения воды, м/с;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\sum \xi_j$  - сумма коэффициентов гидравлических сопротивлений стыковых соединений, соединительных частей, арматуры, принимаемых по паспорту завода-изготовителя либо по данным аналогичных проектируемых систем водоснабжения.

3.4.3 Потери напора на единицу длины трубопровода  $i_T$  следует определять по формуле

$$i_m = \lambda \frac{V^2}{2gd}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления;

$d$  - расчетный (внутренний) диаметр трубы, м.

3.4.4 Коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda$  с учетом гидравлического сопротивления стыковых соединений при транспортировании по трубопроводу воды с коэффициентом кинематической вязкости  $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с определяется по формуле

$$\lambda = A_1(Vd)^{-m}, \quad (3)$$

где  $A_1$  и  $m$  - коэффициенты, принимаемые равными:  $A_1 = 0,0146$ ;  $m = 0,226$ .

3.4.5 Для трубопроводов, транспортирующих воду с другим показателем коэффициента кинематической вязкости  $\nu$ , м<sup>2</sup>/с, коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda$  следует определять из выражения

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71d} \right), \quad (4)$$

где  $Re = \frac{Vd}{\nu}$  - число Рейнольдса;

$K$  - абсолютная шероховатость стенок труб, равная 0,0001 м.

3.4.6 При проведении приближенных гидравлических расчетов следует пользоваться номограммой ([приложение А](#)).

### 3.5 Расчет труб по прочности

3.5.1 Выбор труб по прочности надлежит производить на основании статического расчета.

3.5.2 Для выбора стеклопластиковых труб по показателю прочности следует пользоваться методикой, изложенной в [СП 40-102](#), и требованиями [СНиП 2.04.02](#) с учетом конкретных условий.

3.5.3 Статический расчет трубопроводов надлежит производить на воздействие расчетного внутреннего давления, нагрузок от грунта, временных нагрузок, собственной массы труб и транспортируемой воды, атмосферного давления при образовании вакуума и внешнего гидростатического давления грунтовых вод в тех комбинациях, которые оказываются наиболее опасными для проектируемого участка водопровода.

В расчетах должны использоваться прочностные и деформационные показатели материала, установленные заводами-изготовителями труб.

3.5.4 Трубы, укладываемые в грунте, должны быть во всех случаях рассчитаны на восприятие одновременного воздействия расчетного внутреннего давления и приведенной внешней нагрузки с учетом глубины заложения трубопровода, вида основания, уплотнения грунта засыпки, временных нагрузок, возможности увеличения овальности поперечного сечения труб.

3.5.5 Допустимое укорочение вертикального диаметра стеклопластиковых труб при воздействии нагрузки должно приниматься по стандартам (техническим условиям) заводов-изготовителей. В предварительных расчетах может использоваться значение до 3 % включительно.

3.5.6 В качестве временных нагрузок для трубопроводов из стеклопластиковых труб с учетом мест прокладки надлежит принимать нагрузки в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02](#).

3.5.7 Величину расчетного внутреннего давления надлежит принимать равной наибольшему возможному по условиям эксплуатации давлению в водопроводе на различных участках по длине (при наиболее невыгодном режиме работы) без учета повышения давления при гидравлическом ударе или с повышением давления при гидравлическом ударе с учетом действия противоударной арматуры, если это действие в сочетании с другими нагрузками окажет на трубопровод худшее воздействие.

3.5.8 При расчете водопроводов на повышение давления при гидравлическом ударе (определенное с учетом противоударной арматуры или образования вакуума) внешнюю нагрузку следует принимать в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.02](#).

3.5.9 При определении величины вакуума следует учитывать действие предусматриваемых на водопроводе противовакуумных устройств.



## 4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

4.1 Стеклопластиковые трубы и соединительные части перевозят любым видом транспорта в закрепленном состоянии, препятствующем их перемещению.

Для перевозки труб одной длины, но разного диаметра их допускается помещать друг в друга с обязательной защитой внутренней поверхности от повреждений. В качестве защитных материалов используют различные мягкие материалы: резиновые жгуты и кольца; ткань, пленку из поливинилхлорида, полиэтилена или полипропилена и т.п.

4.2 Трубы можно перемещать вручную либо с помощью подъемно-транспортного оборудования, используя неметаллические стропы.

4.3 Запрещается перемещать трубы волоком, сбрасывать и спускать по наклонной плоскости. Не допускается ронять и ударять трубы друг в друга.

4.4 Для защиты раструбов и концов труб от загрязнения допускается обматывать их пластмассовой пленкой.

4.5 Длительное хранение труб осуществляется в закрытых помещениях или под навесом при температуре от минус 50 до 50 °С в условиях, исключающих прямое попадание солнечных лучей и не ближе 1 м от нагревательных приборов.

4.6 Трубы должны храниться на стеллажах или в штабелях высотой до 2 м опираться на боковые опоры, исключающие их скатывание или сползание, на опорных или разделительных досках на ровной поверхности, свободной от твердых и острых предметов.

4.7 Соединительные части должны храниться отдельно по виду и диаметрам.

4.8 Трубы и соединительные части необходимо оберегать от ударов и механических нагрузок, а их поверхности - от царапин,

4.9 Резиновые уплотнители должны храниться в помещениях при температуре от 0 до 25 °С на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов и быть защищены от загрязнения химически нейтральными смазочными материалами.

## 5 МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

### 5.1 Земляные работы

5.1.1 Земляные работы при строительстве водопроводных сетей с применением стеклопластиковых труб, крепление стенок траншей, водоотлив и водопонижение следует производить в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01](#).

5.1.2 Ширина траншеи по дну должна быть не менее величины наружного диаметра трубы плюс 50 см. Следует избегать превышения указанной величины.

5.1.3 При плотных и твердых грунтах на дне траншеи перед укладкой труб необходимо устраивать основание из насыпного грунта толщиной 100 - 120 мм, не содержащего твердых комков, кирпича, камня, щебня и других твердых включений крупностью более 20 мм.

5.1.4 После укладки трубы на основание насыпка песчаного слоя толщиной более 100 мм на ширине большей наружного диаметра на 100 - 120 мм должна производиться с каждой стороны трубы одновременно.

5.1.5 Под раструбы (муфты) стеклопластиковых труб по всей ширине дна траншеи устраивают приемки глубиной 50 мм - для раструбных соединений с резиновыми уплотнениями, 100 мм - для клеевых соединений, считая от низа раструба (муфты), длина приемков для тех же видов соединений принимается равной от 2 до 3 длин раструбов.

5.1.6 Засыпку траншеи грунтом следует вести в следующей технологической последовательности:

производят подбивку грунта под трубопровод вручную до высоты 0,1-0,2 от наружного диаметра трубы. Засыпку пазух (от трубы до стенки траншеи с обеих сторон) следует производить одновременно с уплотнением грунта слоями толщиной 5 см - глины и 10 см - песка до уровня горизонтального диаметра трубы и 15 см до верха трубопровода;



обязательно устройство над верхом трубопровода защитного слоя толщиной не менее 30 см из песка или мягкого, в том числе местного грунта крупностью не более 20 мм, и не содержащего твердых включений с острыми гранями;

при засыпке пазух траншеи и устройстве защитного грунтового слоя над трубопроводом соединения труб и деталей оставляют не засыпанными до проведения предварительных испытаний на герметичность (это не распространяется на трубопроводы, выполненные из трубных плетей и предварительно испытанные до укладки в траншею); по завершении предварительных испытаний выполняется засыпка приямков и соединений с уплотнением грунта до проектной степени;

засыпку траншей поверх защитного слоя над трубопроводом производят грунтом, не содержащим твердых включений обломков строительных деталей и т.п. размерами более 0,1 от наружного диаметра до высоты 700 мм над трубой;

степень уплотнения грунта в пазухах более 0,9 посредством трамбовок ИЭ-4505 или аналогичного типа достигается за несколько проходов поверх одного и того же слоя (для глинистого и песчаного грунтов для достижения степени уплотнения 0,93 требуется один проход; за два прохода грунт уплотняется до степени 0,95 и за три - до 0,96 и т.д.);

уплотняют вышележащие слои до проектной степени с использованием любых других механизмов,

## **5.2 Укладка и сборка трубопроводов**

5.2.1 Монтаж водопроводов из стеклопластика следует вести с максимальным использованием индустриальных методов.

5.2.2 Стеклопластиковые трубы, соединительные части и комплектующие изделия, поступающие на стройку, должны проходить входной контроль качества.

5.2.2.1 При приемке труб и соединительных частей от поставщика и при складировании на базе следует провести:

контроль наличия оформления поступающей трубной продукции и комплектующих изделий сопроводительной документацией, в том числе сертификатами качества и гигиенических;

100 %-й визуальный осмотр трубных изделий;

выборочный контроль размеров труб и соединительных частей;

периодический контроль качества складирования и хранения труб и соединительных частей.

5.2.2.2 На строительной площадке следует провести:

проверку наличия сертификатов или их копий;

контроль соответствия труб, соединительных частей и резиновых уплотнителей условному обозначению, указанному на ярлыке (копии ярлыка);

выборочный контроль размеров труб, соединительных частей и резиновых уплотнителей с использованием соответствующего мерительного инструмента согласно технической документации.

5.2.2.3. Непосредственно перед монтажом производят:

визуальный осмотр труб, соединительных частей и резиновых уплотнителей;

контроль по калибрам наружного диаметра гладких концов и внутренних диаметров раструбов труб и соединительных частей, сечения резиновых уплотнителей с использованием мерительного инструмента либо шаблонов.

5.2.2.4 При обнаружении трещин, вмятин и других дефектов изделия бракуются.

При визуальном обнаружении надрезов или других дефектов в резиновых уплотнениях при их растяжении вручную на 3 - 10 % они бракуются.

5.2.3 При монтаже трубы и соединительные части раскладывают по трассе (на бровке траншеи на расстоянии 1 - 1,5 м от края) в объеме, определяемом сменной выработкой.

5.2.4 При опускании в траншею стеклопластиковых труб или плетей допустимый изгиб по радиусу не менее 400 наружных диаметров.

5.2.5 Стеклопластиковые трубы (трубные плети), уложенные на дно траншеи, спланированное прямолинейно по расчетному уклону, стыкуются, выравниваются в одну линию и закрепляются грунтом. Отклонение трубопровода от проектного положения должно быть не более 0,005 от длины участка.

5.2.6 Соединения трубопровода с резиновыми уплотнителями выполняются непосредственно на дне траншеи.

5.2.7 Раструбное соединение на резиновых уплотнителях труб между собой либо с соединительными частями осуществляется вручную или с использованием натяжных приспособлений, исключающих повреждение труб.

Перед сборкой трубопровода необходимо очистить и удалить грязь и мусор с проточек ниппеля и раструба. Смазать канавку на ниппеле и шнуровое уплотнение сплошным ровным слоем смазки, установить уплотнение в канавку без его перекручивания, применяя жидкое мыло, мыльный раствор, глицерин или графито-глицериновую смазку. Запрещается применять смазку из солидола, тавота и других нефтепродуктов.

Смонтировать приспособление для стяжки и плавно надвинуть муфту или раструб на ниппель до совпадения отверстий на муфте (раструбе) с канавкой на ниппеле, при этом необходимо следить за тем, чтобы уплотнительное кольцо вошло в канавку без перекручивания. Стопорный элемент смазать сплошным слоем смазкой АМС-3 или ЦИАТИМ, Ввести стопорный элемент в канавку на полную длину периметра канавки. Допускается забивание троса с помощью молотка и трубчатых насадок, при этом недоход троса до смыкания концов более 20 мм не допускается.

5.2.8 Сборку раструбных и муфтовых соединений с резиновыми уплотнителями рекомендуется проводить при температуре наружного воздуха до минус 10 °С. При температуре ниже 0 °С резиновые уплотнители должны храниться в теплом помещении (термосах) и устанавливаться неохлажденными.

5.2.9 Контроль качества соединения выполняют, определяя расположение резинового уплотнителя в раструбе (муфте) с помощью щупа.

5.2.10 При использовании клеевых и резьбоклеевых соединений с ускоренным отверждением клеевого шва возможна сборка на бровке траншеи. Затем трубную плеть опускают на дно в проектное положение.

Соединение стеклопластиковых труб на клею должно производиться по специальному технологическому регламенту, учитывающему:

форму склеиваемых поверхностей; качество подготовки поверхностей под склеивание;

вид клея (одно-, двухкомпонентный либо другого состава);

способ нанесения клеевого состава на поверхности;

время технологической паузы (разрыв между завершением нанесения клея и полным сопряжением склеиваемых поверхностей);

метод сопряжения (вручную, посредством приспособлений);

технологии отверждения (с обогревом или без обогрева);

время отверждения до набора монтажной прочности клеевым швом, а также время отверждения до набора прочности, при которой возможно проведение испытаний трубопровода.

В регламенте на склеивание стеклопластиковых труб должен предусматриваться контроль качества выполнения клеевого соединения на всех перечисленных выше технологических этапах.

**(Поправка от 26.05.2004 г.).**

5.2.11 Сборку фланцевых соединений выполняют аналогично сборке фланцевых соединений на трубопроводах из традиционных материалов.

5.2.12 Резку труб при необходимости выполняют алмазным диском либо ножовкой, а фаску на торце трубы снимают плоским тупоносым рашпилем либо с использованием специальных приспособлений.

Резка соединительных частей запрещается.

5.2.13 В местах поворотов и ответвлений трубопроводов, имеющих раструбные (муфтовые) стыки на резиновых уплотнителях без стопорных элементов, во избежание смещения и размыкания трубопровода следует устанавливать упоры.

**([Поправка от 26.05.2004 г.](#))**

### **5.3 Проход трубопроводов в колодцах**

5.3.1 Сопряжение двух соседних участков водопроводов из стеклопластиковых труб, устройство ответвлений, установку специальных устройств обычно осуществляют в колодцах из железобетона либо кирпича, располагая в них соединительные части и арматуру.

5.3.2 Проход водопровода из стеклопластиковых труб сквозь стенки колодцев из железобетонных колец и другие строительные конструкции следует осуществлять с помощью гильз из отрезков труб (стеклопластиковых, асбестоцементных, бетонных, железобетонных) либо муфт.

5.3.3 Гильзы рекомендуется устанавливать на концах труб, примыкающих к колодцам, перед засыпкой пазух траншеи с проложенным трубопроводом.

5.3.4 Уплотнение пространства между стеклопластиковой трубой и гильзой следует выполнять с использованием резиновых колец либо герметиков.

5.3.5 Гильза заделывается в стенке колодца бетонированием с устройством опалубки.

5.3.6 Монтаж фланцевых соединительных частей и арматуры выполняется в колодцах в соответствии со сложившейся практикой.

### **5.4 Испытания трубопроводов**

Испытания должны проводиться в соответствии с проектом и с учетом требований [СП 40-102](#), [СНиП 2.04.02](#) и [СНиП 3.05.04](#).

### **5.5 Сдача в эксплуатацию**

5.5.1 Сдача в эксплуатацию сетей водоснабжения из стеклопластиковых труб и соединительных частей, законченных строительством, осуществляется в соответствии с требованиями проекта и [СНиП 3.01.04](#).

5.5.2 Порядок проведения промывки и дезинфекции трубопроводов водоснабжения из стеклопластиков принимается в соответствии с требованиями [СНиП 3.05.04](#).

### **5.6 Требования безопасности**

5.6.1 При производстве работ на монтаже наружных систем водоснабжения из стеклопластиковых труб и соединительных частей необходимо соблюдать требования [СНиП III-4](#).

5.6.2 Складирование труб, соединительных частей, железобетонных колец, строительных изделий и материалов для устройства колодцев и упоров должно осуществляться с учетом требований соответствующей нормативной документации.

5.6.3 Манипуляции при погрузке и разгрузке труб, соединительных частей, железобетонных колец и других строительных изделий должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений (стропов, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.) с учетом применяемых подъемно-транспортных механизмов.

5.6.4 При перемещении грунта, труб, железобетонных колец и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

5.6.5 Необходимо постоянно следить за состоянием откосов при работе людей в нераскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных - за элементами креплений.

5.6.6 При проведении гидравлического испытания водопровода давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных упоров.

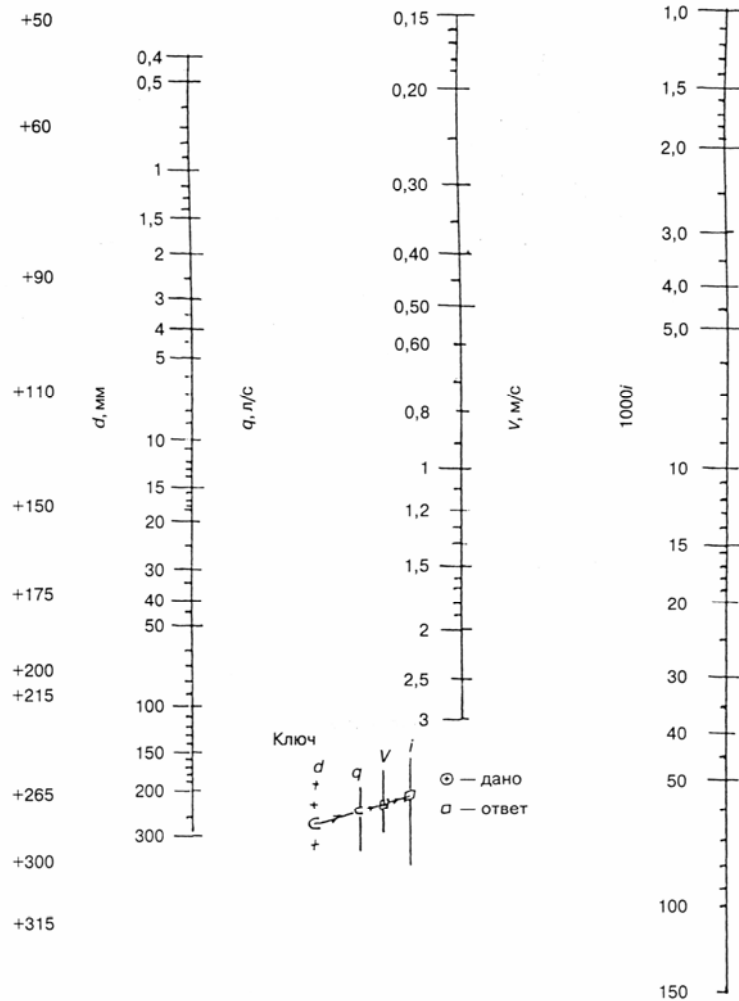
5.6.7 При осмотре колодцев необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на загазованность. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности открытым пламенем. Испытания следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

5.6.8 При проведении испытаний трубопроводов работники, участвующие в монтаже, должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места разрушения труб, раструбов и т.п. Обнаруженные дефекты можно устранять только после снятия давления методами, согласованными с проектировщиками.

5.6.9 Все отходы стеклопластика необходимо вывозить в специально отведенные для этого места.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### НОМОГРАММА ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ



$d$  - расчетный диаметр,  $q$  - расчетный расход воды;  $V$  - средняя по сечению скорость движения воды;  $i$  - гидравлический уклон (потери напора на единицу длины трубопровода)

**Рисунок А. 1**

(Исключено. [Поправка](#) от 26.05.2004 г.).

Ключевые слова: трубопровод, стеклопластиковая труба, подземная сеть водоснабжения

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПОДЗЕМНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ  
СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ**

**СП 40-105-2001**

---

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ  
(ГОССТРОЙ РОССИИ)

Москва

2001

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

**1 РАЗРАБОТАН** ГУП «НИИМосстрой», ООО «Пласт» ЗАО "Элکید",  
ФГУП ЦНС при участии группы специалистов

**ВНЕСЕН** Управлением стандартизации, технического нормирования и  
сертификации Госстроя России

**2 ОДОБРЕН** для применения постановлением Госстроя России № 52 от 24  
мая 2001 г.

**3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение](#)

[1 Область применения](#)

[2 Нормативные ссылки](#)

[3 Проектирование трубопроводов из стеклопластиковых труб](#)

[3.1 Классификация, сортамент и технические требования](#)

[3.2 Типы соединений](#)

[3.3 Гидравлический расчет](#)

[3.4 Расчет трубопровода на прочность](#)

[4 Транспортирование и хранение](#)

[5 Монтаж трубопроводов](#)

[5.1 Земляные работы](#)

[5.2 Укладка и сборка трубопроводов](#)

[5.3 Сборка канализационных трубопроводов с колодцами](#)

[5.4 Испытания трубопроводов](#)

[5.5 Требования безопасности](#)

[Приложение А](#) Схемы соединений стеклопластиковых труб диаметром до 315  
мм

[Приложение Б](#) Схемы соединений стеклопластиковых труб диаметром до 400 и  
500 мм

[Приложение В](#) Номограмма для выбора диаметра стеклопластиковых труб для  
самотечных канализационных трубопроводов

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Свод правил содержит указания по проектированию и монтажу подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб. Выполнение этих указаний обеспечит соблюдение обязательных требований к наружным системам канализации, в части проектирования и монтажа, установленных действующими [СНиП 2.04.03-85\\*](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения», [СНиП 3.05.04-85\\*](#) «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» и [СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».

Решение вопроса о применении данного документа при проектировании и строительстве конкретных зданий и сооружений относится к компетенции заказчика, проектной или строительной организации. В случае если принято решение о применении настоящего документа, должны быть использованы все установленные в нем правила.

В данном Своде правил рассмотрены вопросы, касающиеся стеклопластиковых труб. Установлены требования к сортаменту труб и способам их соединения, рассмотрены правила хранения труб и вопросы монтажа и испытания трубопроводов, а также техники безопасности при их выполнении. Приведены методики гидравлического расчета самотечных трубопроводов канализации, а также выбора типоразмеров труб для безнапорных трубопроводов при прокладке в грунте с учетом их кольцевой жесткости.

В разработке Свода правил принимали участие: А.В. Сладков, А.А. Отставнов (ГУП «НИИМосстрой»), В.Н. Кургузов, В.М. Семенин (ЗАО "Элвид"), Б.П. Муленков, Г.Н. Суровцев, С.А. Котлов, С.П. Дьяков (ООО «Пласт»), В.А. Глухарев, В.П. Бовбель (Госстрой России), Л.С. Васильева (ФГУП ЦНС).

---

**СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**  
**КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ**  
**DESIGN AND ASSEMBLY OF UNDERGROUND SEWER PIPELINES**  
**MADE OF GLASS-REINFORCED PLASTIC PIPES**

---

*Дата введения 2001-07-01*

### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил распространяется на проектирование и монтаж подземных трубопроводов самотечной канализации из стеклопластиковых труб при траншейной прокладке.

### 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил приведены ссылки на следующие нормативные документы:

[СНиП 2.04.03-85](#) Канализация. Наружные сети и сооружения

[СНиП 3.02.01-87](#) Земляные сооружения, основания и фундаменты

[СНиП 3.05.04-85\\*](#) Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации

[СНиП III-4-80\\*](#) Техника безопасности в строительстве

[СП 40-102-2000](#) Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования

ТУ 2296-002-26612968-2000 Трубы стеклопластиковые и соединительные детали.

ТУ 2296-001-42235774-99. Трубы из стеклопластика безнапорные для наружной канализации.

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ

При проектировании трубопроводов следует руководствоваться требованиями [СНиП 2.04.03](#), [СНиП 3.05.04](#) и [СП 40-102](#).

#### 3.1 Классификация, сортамент и технические требования

3.1.1. Для подземных трубопроводов канализации следует выбирать стеклопластиковые трубы, оптимально сочетающие гидравлические показатели, взаимоувязанные с диаметром, и кольцевую жесткость:

- G1 - нежесткая (675 Н/м<sup>2</sup>);
- G2 - легко жесткая (1250 Н/м<sup>2</sup>);
- G3 - полужесткая (2500 Н/м<sup>2</sup>);
- G4 - средне жесткая (5000 Н/м<sup>2</sup>);
- G5 - тяжелая жесткость (10000 Н/м<sup>2</sup>);

3.1.2 Для трубопроводов канализации применяются стеклопластиковые трубы, изготавливаемые методом спиральной или непрерывной намотки наполнителя из ровинга или стеклянных комплексных нитей, пропитанных связующим составом, и методом намотки армирующего материала из стеклянных нитепрошивных тканей, пропитанных связующим термоактивного типа, на металлическую оправку с последующей полимеризацией.

3.1.3 Основные физико-механические показатели стеклопластиковых труб при температуре 20 °С, изготовленных в соответствии с ТУ 2296-002-26612968 методом спиральной или непрерывной намотки наполнителя, приведены в [таблице 1](#).

Таблица 1

Показатель	Трубы спиральной намотки	Трубы непрерывной намотки
Предел прочности при растяжении в окружном направлении, МПа, не менее	250	300
Предел прочности при растяжении в осевом направлении, МПа, не менее	100	120
Модуль упругости при растяжении в окружном направлении, МПа, не менее	17000	24000
Модуль упругости при растяжении в осевом направлении, МПа, не менее	10000	9000
Коэффициент линейного расширения (осевой) 10 <sup>-4</sup> °С <sup>-1</sup>	0,24	0,20
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,75-2,0	1,6-1,8
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,3-0,4	0,3-0,4
Удельная теплоемкость, кДж/кг·°С	1,0-1,25	0,9-1,3

Метод испытания указывают в технической документации.

3.1.4 Диаметры труб, изготавливаемых методом спиральной намотки, толщина стенок и кольцевая жесткость труб приведены в [таблице 2](#). Длина труб до 8 м.

Таблица 2

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Кольцевая жесткость
150	3,0	G5
	3,0	G3
215	3,6	G4
	7,8	G5
	3,6	G3
265	4,8	G4
	7,2	G5
	3,6	G2
315	4,6	G3
	5,4	G4
	9,6	G5
	3,6	G2



3.1.5 Показатели труб, изготавливаемых методом непрерывной намотки, приведены в [таблице 3](#). Длина труб 8 м и более.

Таблица 3

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Кольцевая жесткость
200	5,0	G5
300	7,0	G5

3.1.6 Основные физико-механические показатели стеклопластиковых труб, изготовленных методом намотки наполнителя из стеклянных нитепрошивных тканей (ТУ 2296-001-42235774), приведены в [таблице 4](#).

Таблица 4

Показатель	Значение
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,4-1,7
Прочность при сжатии в осевом направлении, МПа, не менее	40-50
Прочность при изгибе в осевом направлении, МПа, не менее	90-100
Модуль упругости при растяжении в осевом направлении, МПа, не менее	90-103
Модуль упругости при сжатии в осевом направлении, МПа, не менее	(10-11)·10 <sup>3</sup>
Коэффициент Пуассона	0,2-0,3
Коэффициент линейного расширения (осевой), 10 <sup>-4</sup> ·°С <sup>-1</sup>	0,4-0,5
Предельное относительное укорочение вертикального диаметра, %	3,0

Методы испытания указывают в технической документации на трубы.

3.1.7 Толщина стенок для различной кольцевой жесткости труб приведена в [таблице 5](#). Длина труб составляет 3000±30 мм, по согласованию с заказчиком возможна поставка труб любой длины до 3000 мм.

Таблица 5

Кольцевая жесткость	Толщина стенки, мм	
	номинальная	допускаемое отклонение
G1	4,1/4,2	1,6/1,7
G2	5,2/6,5	1,7/2,0
G3	6,6/8,3	2,0/2,2
G4	8,4/10,5	2,2/2,5
G5	10,6/13,2	2,7/3,1

**Примечание** - До черты указаны значения для диаметра 400 мм, после черты - для диаметра 500 мм, допускаемое отклонение диаметра ± 15 мм

## 3.2 Типы соединений

3.2.1 Трубы диаметром от 150 до 315 мм соединяют между собой посредством раструбов, муфт с резиновыми уплотнителями и стопорными элементами (или без стопорных элементов), а также на клею ([приложение А](#)).

3.2.2 Трубы диаметром 400 и 500 мм соединяют между собой раструбами посредством клея ([приложение Б](#)).

## 3.3 Гидравлический расчет трубопроводов

3.3.1 Гидравлический расчет сетей канализации из стеклопластиковых труб следует выполнять в соответствии с настоящим Сводом правил, требованиями [СНиП 2.04.03](#) и [СП 40-102](#).

3.3.2 Уклон трубопровода  $i_{тр}$  на участке длиной  $L_{тр}$  определяют по формуле

$$i_{тр} = i_{м.с.} + i_{т}, \quad (1)$$

где  $i_{м.с.}$  - гидравлический уклон, учитывающий местные гидравлические сопротивления в трубопроводе;



$i_T$  - гидравлический уклон, учитывающий гидравлическое сопротивление труб в трубопроводе.

3.3.3 Гидравлический уклон  $i_{м.с.}$  определяют по формуле

$$i_{м.с.} = \frac{1}{L_{мп}} \cdot \frac{V^2}{2g} \sum \xi_j, \quad (2)$$

где  $V$  - средняя по сечению скорость движения стоков, м/с;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\sum \xi_j$  - сумма коэффициентов, учитывающих местные сопротивления (стыки труб, вход - выход в колодец - из колодца и т.п.), принимается по справочникам либо из опыта;

$j$  - номер любого местного сопротивления.

3.3.4 Гидравлический уклон  $i_T$  определяют по формуле (13) [СНиП 2.04.03](#)

$$i_T = \lambda \frac{V^2}{8g \cdot R},$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления трения;

$R$  - гидравлический радиус, м.

3.3.5. Средняя скорость  $V$  определяется по формуле:

$$V = \frac{q}{\omega}, \quad (3)$$

где  $q$  - расход стоков, м<sup>3</sup>/с;

$\omega$  - живое сечение потока стоков, м<sup>2</sup>.

3.3.6 Гидравлический радиус  $R$ , м, и живое сечение  $\omega$ , м<sup>2</sup>, определяют с учетом внутреннего диаметра трубопровода  $d$  по следующим формулам:

$$R = R_s D; \quad (4)$$

$$\omega = K \omega D^2, \quad (5)$$

где  $R_s$  и  $K\omega$  - коэффициенты, принимаются в зависимости от наполнения  $\frac{h_s}{d}$  трубопровода по [таблице 6](#), ( $h_s$  - заполнение трубы стоками).

Таблица 6

$\frac{h_s}{d}$	$K\omega$	$R_s$
0,1	0,0409	-
0,2	0,1118	0,1206
0,3	0,1982	0,1709
0,4	0,2934	0,2142
0,5	0,3927	0,2500
0,6	0,4920	0,2776
0,7	0,5872	0,2962
0,8	0,6736	0,3042
0,9	0,7445	0,2980
1,0	0,7854	0,2500

3.3.7 Коэффициент трения  $\lambda$  с учетом того, что пока не установлены достоверные (из практики) коэффициенты гидравлической шероховатости для труб, эксплуатируемых в канализационных трубопроводах, определяют по формуле

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71d} \right), \quad (6)$$

где  $Re = \frac{Vd}{\nu}$  - число Рейнольдса;

$\nu$  - коэффициент кинематической вязкости стоков, м<sup>2</sup>/с, принимают по справочникам;

$K$  - абсолютная шероховатость стенок труб, следует принимать  $K = 0,0004$  м, причем потери напора на местных сопротивлениях можно не учитывать, если длина труб 3 м и более.

3.3.8 При проведении приближенных гидравлических расчетов следует использовать номограмму ([приложение В](#)).

### 3.4 Расчет трубопровода на прочность

3.4.1 Для выбора стеклопластиковых труб по показателю кольцевой жесткости с учетом конкретных условий следует пользоваться методикой, изложенной в [СП 40-102](#).

3.4.2 Допускаемую глубину заложения (от шельги до поверхности земли) при прокладке подземной канализации в местах со случайным движением или отсутствием движения транспорта (под газонами, пешеходными дорожками, внутриквартальными проездами и т.п.) в грунтах с нормативным сопротивлением, равным или более 0,15 МПа, при наличии под трубами уплотненной «постели» из песка или мягкого грунта и уплотнении грунта обратной засыпки в пазухах траншеи ручными трамбовками следует принимать для труб с кольцевой жесткостью: G1 = 1,5; G 2 = 2; G 3 = 3-4; G 4 = 6 и G 5 = 8 м.

3.4.3 Допускаемую глубину заложения в грунтах с нормативным сопротивлением до 0,15 МПа, где требуется устройство искусственного жесткого (бетонного или железобетонного) основания под трубопровод, или при транспортной нагрузке следует принимать для труб с кольцевой жесткостью, равной или ниже G 3 - до 2,4 м; G 4 - до 3,5 м и G 5 - до 6 м.

3.4.4 При отсутствии движения транспорта минимальная глубина заложения в грунт стеклопластиковых труб с кольцевой жесткостью принимается: G1 = 1,0, G2 = 0,9, G3 = 0,8, G4 = 0,7, G5 = 0,6 м и при интенсивном движении транспортных средств G1 = 1,5м, G2 = 1,4, G3 = 1,3, G4=1,2, G5= 1,1 м.

## 4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

4.1 Стеклопластиковые трубы и соединительные детали перевозят любым видом транспорта (железной дорогой, автотранспортом и т.п.) в закреплённом состоянии, препятствующем их перемещению, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

Для перевозки труб одной длины, но разного диаметра их допускается помещать друг в друга с обязательной защитой их внутренней поверхности от повреждения. В качестве защитных материалов используют различные мягкие материалы: резиновые жгуты и кольца, ткань, пленку из поливинилхлорида, полиэтилена или полипропилена и т. п.

4.2 Стеклопластиковые трубы и детали можно перемещать вручную либо с помощью подъемно-транспортного оборудования, используя неметаллические стропы.

4.3 Запрещается перемещать трубы (детали) волоком, сбрасывать и спускать по наклонной плоскости. Не допускается ронять и ударять трубы и детали друг о друга.

4.4 Для защиты раструбов и концов труб от повреждений допускается обматывать их пленкой,

4.5 Длительное хранение труб и деталей осуществляется в закрытых помещениях или под навесом при температуре от минус 50 до 50 °С в условиях, исключающих воздействие атмосферных осадков и прямых солнечных лучей и не ближе 1 м от нагревательных приборов,

4.6 Трубы должны храниться на стеллажах или в штабелях высотой до 2 м опираться на боковые опоры, исключающие их скатывание или сползание, на

опорных или разделительных досках на ровной поверхности, свободной от твердых и острых предметов.

4.7 Соединительные детали следует хранить рассортированными по виду и диаметрам.

4.8 При хранении и транспортировании труб и деталей следует соблюдать меры, исключающие их механические повреждения, деформацию и взаимные перемещения.

4.9 Резиновые уплотнители должны храниться в помещениях при температуре от 0 до 25 °С на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов и быть защищены от загрязнения химически нейтральными смазочными материалами.

## 5 МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

### 5.1 Земляные работы

5.1.1 Земляные работы при строительстве самотечных канализационных сетей, крепление стенок траншей, водоотлив и водопонижение следует производить в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01](#).

5.1.2 Ширина траншеи по дну должна быть не менее наружного диаметра трубы плюс 50 см. На дне траншеи готовится специальное основание для укладки труб.

5.1.3 При плотных и твердых грунтах на дне траншеи перед укладкой труб необходимо устраивать «постель» из насыпного грунта толщиной 100-120 мм, не содержащего твердых комков, кирпича, камня, щебня и других твердых включений крупностью более 20 мм.

5.1.4 При наличии грунтов с несущей способностью не ниже 0,1 МПа дно траншеи профилируется по окружности трубы используемого диаметра с дугой охвата для кольцевой жесткости  $G1 \geq 60^\circ$ ,  $G2 \geq 45^\circ$ ,  $G3 \geq 30^\circ$ ,  $G4 \geq 20^\circ$ ,  $G5 \geq 15^\circ$ .

5.1.5 Укладка стеклопластиковых труб на бетонное или железобетонное основание должна производиться на песчаный слой толщиной более 100 мм и шириной  $d$  плюс 120 мм с каждой стороны трубы.

5.1.6 Под раструбы (муфты) стеклопластиковых труб по всей ширине дна траншеи устраивают прямки глубиной:

50 мм - для соединений с резиновыми уплотнениями и герметиками;

100 мм - для клеевых соединений, считая от низа раструба (муфты).

Длина прямков принимается равной соответственно 2 и 3 длинам раструбов.

5.1.7 Производят подбивку грунта под трубопровод до высоты 0,1-0,2 от наружного диаметра трубы.

5.1.8 Засыпку пазух траншеи (от трубы до стенки с обеих сторон одновременно) производят с уплотнением грунта послойно с толщиной слоев 5 см - глины и 10 см - песка до уровня горизонтального диаметра трубы и 10, 15 см до верха трубопровода.

5.1.9 Над верхом трубопровода устраивают защитный слой толщиной не менее 30 см из песка или мягкого, в том числе местного, грунта, не содержащего твердых включений с острыми гранями крупностью более 20 мм.

5.1.10 При засыпке пазух и устройстве защитного грунтового слоя над трубопроводом раструбные соединения оставляют не засыпанными до проведения предварительных испытаний на герметичность (это может не касаться трубопроводов, которые выполнены из трубных плетей, испытанных на поверхности до укладки в траншею). После завершения предварительных испытаний выполняется засыпка прямков, а затем и соединений с проведением уплотнения грунта до проектной степени.

5.1.11 Засыпка траншей поверх защитного слоя до высоты 700 мм над трубой производится грунтом, не содержащим твердых включений крупностью более 0,1 диаметра труб, и грунтом, не содержащим обломков строительных деталей и т.п. размерами более 300 мм до поверхности.

5.1.12 Уплотнение грунта до проектной степени на высоту засыпки 700 мм от верха трубопровода производится с использованием трамбовок ИЭ-4505.

Уплотнять грунт в защитном слое непосредственно над трубопроводом запрещается. Вышележащие слои уплотняются любым способом.

## 5.2 Укладка и сборка трубопроводов

5.2.1 Трубы и комплектующие изделия должны проходить входной контроль качества (ВКК).

При приемке труб от поставщика и при складировании на базе следует провести:

- входной контроль наличия оформления поступающей продукции и комплектующих изделий сопроводительной документацией, в том числе наличия сертификата соответствия;
- 100 % визуальный осмотр труб;
- выборочный контроль размеров труб, гладких концов, раструбов и муфт;
- периодический контроль качества складирования и хранения трубных изделий.

Непосредственно перед монтажом проводится:

- визуальный осмотр труб, муфт, резиновых уплотнителей;
- контроль по калибрам наружного диаметра ниппелей (гладких концов) труб, внутренних диаметров раструбов и сечения резиновых уплотнителей с использованием шаблонов либо мерительного инструмента.

При обнаружении на любом этапе входного контроля трещин, вмятин и других недопустимых дефектов трубы отбраковываются.

При визуальном обнаружении надрезов в резиновых уплотнителях или других дефектов при растяжении их вручную на 5 - 10 % кольца бракуются.

5.2.2 Трубы и муфты раскладываются по трассе (на бровке траншеи на расстоянии 1 - 1,5 м от края) в объеме, определяемом сменной выработкой, а затем опускаются в траншею,

5.2.3 При укладке в траншею плети из стеклопластиковых труб допустим ее изгиб по радиусу не менее 400 наружных диаметров.

5.2.4 Стеклопластиковые трубы (плети труб), уложенные на дно траншеи, спланированное прямолинейно по расчетному уклону, стыкуются, выравниваются в одну линию и закрепляются грунтом. Отклонение трубопровода от проектного положения по вертикали не допускается, а по горизонтали - не должно превышать 0,25 наружного диаметра в обе стороны, что контролируется визуально по зеркалу.

5.2.5 Сборка трубопровода из стеклопластиковых труб раструбами с резиновыми уплотнителями осуществляется по технологической схеме, при которой соединения выполняются непосредственно на дне траншеи,

При использовании клеевых соединений с ускоренным отверждением клеевого шва возможно применение технологической схемы, при которой на бровке траншеи собирается трубная плеть и затем она опускается на дно в проектное положение.

5.2.6 Соединение стеклопластиковых труб раструбами с резиновым уплотнителем и стопорными элементами осуществляется следующим образом.

Перед сборкой раструбного или муфтового стыка необходимо очистить и удалить грязь и мусор с проточек ниппеля, с проточек и уплотнительной поверхности раструба или муфты. Установить резиновый уплотнитель в канавку без перекручивания.

Смазать поверхность проточки на ниппеле, предназначенной для стопорного элемента, внутреннюю поверхность муфты или раструба сплошным ровным слоем смазки.

Плавным надвинуть муфту или раструб на ниппель до совпадения отверстий на муфте (раструбе) с проточкой на ниппеле.

Смазать сплошным слоем смазки стопорный элемент и ввести элемент в проточку на полную длину с помощью молотка и трубчатых насадок.

Сборку раструбных соединений с резиновыми уплотнениями рекомендуется производить при температуре наружного воздуха до минус 10 °С. При этом резиновые кольца должны иметь температуру выше 0 °С.

Контроль качества расположения резинового уплотнителя в раструбе определяют с помощью щупа.

5.2.7 Соединение стеклопластиковых труб на клею производят, учитывая размеры гладкого конца и раструба, качество подготовки поверхностей под склеивание, вид клея (одно-, двухкомпонентный либо другого состава), способ нанесения клеевого состава на поверхность, время выдержки (интервал между завершением нанесения клея и полным сопряжением склеиваемых поверхностей), метод сопряжения (вручную, посредством приспособлений), технологию отверждения (с обогревом или без обогрева), время отверждения до набирания монтажной прочности клеевым швом, а также время отверждения до набирания прочности, при которой возможно проведение испытаний трубопровода.

5.2.8 Соединение стеклопластиковых труб с использованием герметиков должно производиться следующим образом. Выбирают состав герметика (компоненты и пропорции компонентов), приготавливают герметик; подготавливают уплотняемые поверхности (шерохованием, обезжириванием, подогревом и т.п.); наносят герметик на поверхность (шпателем) либо в раструбный зазор (шприцем); при этом должны быть учтены: способ вулканизации шва (с обогревом или без обогрева); продолжительность вулканизации до начала испытаний; параметры входного контроля качества герметика (его составляющих); операционный контроль качества выполнения соединений на герметике.

5.2.9 Резку труб следует производить алмазным диском, а снимать фаску на торце трубы - плоским тупоносым рашпилем либо специальными приспособлениями.

### **5.3 Сборка канализационных трубопроводов с колодцами**

5.3.1 Сопряжение двух соседних участков трубопроводов из стеклопластиковых труб осуществляется в канализационных колодцах из полиэтилена либо из железобетона путем устройства цементного лотка.

5.3.2 Проход канализационного трубопровода из стеклопластиковых труб сквозь стенки канализационных колодцев из железобетонных колец и другие строительные конструкции следует осуществлять с помощью гильз из отрезков труб (стеклопластиковых, асбестоцементных, бетонных и др.) либо муфт.

5.3.3 Гильзы рекомендуется устанавливать на канализационных трубопроводах перед засыпкой пазух траншеи.

5.3.4 Пространство между стеклопластиковой трубой и гильзой следует уплотнять резиновым кольцом либо герметиком.

5.3.5 Гильза заделывается в стенке железобетонного колодца герметично.

5.3.6 Трубопроводы присоединяются гладкими концами к патрубкам пластмассового колодца с использованием муфт и уплотнением резиновыми кольцами. При этом патрубок колодца и гладкий конец трубы очищаются от грязи и масел и на них натягиваются резиновые кольца, между ними устанавливается муфта и труба надвигается на патрубок колодца до упора так, что резиновые кольца заходят в муфту.

5.3.7 Для соединения трубопроводов из стеклопластиковых труб с использованием отверстий прорезаемых в стенках колодцев должны использоваться резиновые уплотнители из профиля (манжеты). Размеры такого профиля должны подбираться с учетом диаметра присоединяемого трубопровода. При этом производятся:

- разметка центра отверстия для пропуска гладкого конца трубы в полость колодца;
- резка стенок колодца алмазным сверлом для образования отверстия нужного диаметра;

- установка манжеты (профиля) в отверстии стенки колодца;
- смазка манжеты и конца трубы;
- введение трубы в отверстие (манжету, профиль).

#### **5.4 Испытания трубопроводов**

5.4.1 Испытание безнапорных канализационных трубопроводов из стеклопластиковых труб надлежит проводить с учетом требований [СНиП 3.05.04](#) и [СП 40-102](#).

5.4.2 Испытания канализационных сетей на плотность следует проводить дважды: предварительные - без колодцев и окончательные - совместно с колодцами в том случае, если колодцы из железобетонных колец имеют гидроизоляцию внутренней и наружной поверхностей либо использованы полиэтиленовые колодцы.

5.4.3 Предварительные испытания (до окончательной засыпки траншеи) можно производить пневматическим способом на участке длиной до 500м.

5.4.4 На канализационных трубопроводах, собранных с резиновыми уплотнителями без стопорных элементов (герметиками), по концам испытуемого участка устанавливаются заглушки и временные упоры, на трубы (кроме стыков) насыпается грунт высотой 750-850 мм по всей ширине траншеи.

5.4.5 В трубопроводе создают давление воздуха на уровне 0,05 МПа и поддерживают его в течение 15 мин. Определение возможных утечек производят путем обмазки раструбных щелей в соединениях водным мыльным раствором — при положительных температурах наружного воздуха и водно-глицериновым мыльным раствором - при отрицательных температурах.

5.4.6 Трубопровод считается выдержавшим испытания, если не наблюдается падение давления, фиксируемое по контрольному манометру.

5.4.7 В случае обнаружения дефектов они должны быть устранены, а испытания - повторены вновь.

5.4.8 При проведении окончательных гидравлических испытаний испытуемый трубопровод с соединениями на резиновых кольцах и герметиках считается выдержавшим испытания, если возможная утечка на участке длиной 100 м, находящемся под давлением 0,04 МПа, не превышает соответствующих величин для диаметров (мм): 175 - 2,0; 200 - 2,5; 250 - 3,0; 300 - 4,0; 400 - 6,0 л/мин.

На трубопроводе с клеевыми соединениями (без учета колодцев) утечки быть не должно.

#### **5.5 Требования безопасности**

5.5.1 При строительстве подземных канализационных сетей из стеклопластиковых труб следует соблюдать общие требования [СНиП III-4](#).

5.5.2 К монтажу стеклопластиковых труб допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение, вводный и текущий инструктажи по технике и пожарной безопасности на рабочем месте.

5.5.3 Трубы из стеклопластика (это не касается клеевых составов, о них должны быть специальные указания в технологических регламентах на проведение клеевых работ) в условиях хранения и монтажа не выделяют в окружающую среду токсичных веществ.

При непосредственном контакте материал труб не оказывает отрицательного влияния на организм человека. Работа со стеклопластиковыми трубами не требует особых мер предосторожности. Исключением является технологический процесс, связанный с механической обработкой труб - распиловкой, снятием фаски. При их выполнении следует не допускать попадания опилок и пыли стеклопластика на руки, лицо и тело работника, а особенно в глаза, для чего следует работать в рукавицах, спецодежде и в маске либо в очках.

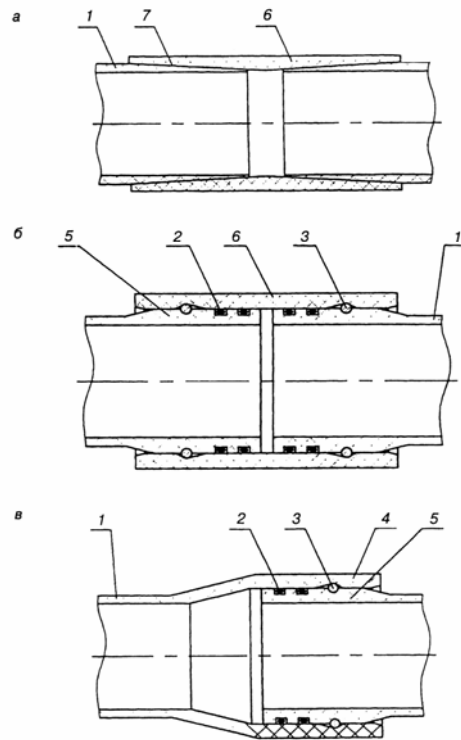
5.5.4 Гидравлические и пневматические испытания канализационной сети со стеклопластиковыми трубами следует производить после надежного закрепления

всех элементов путем присыпки грунтом труб, установки упоров по торцам испытуемых участков и т.п.

5.5.5 Для обеспечения экологической безопасности отходы от стеклопластиковых труб должны утилизироваться в принятом порядке.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

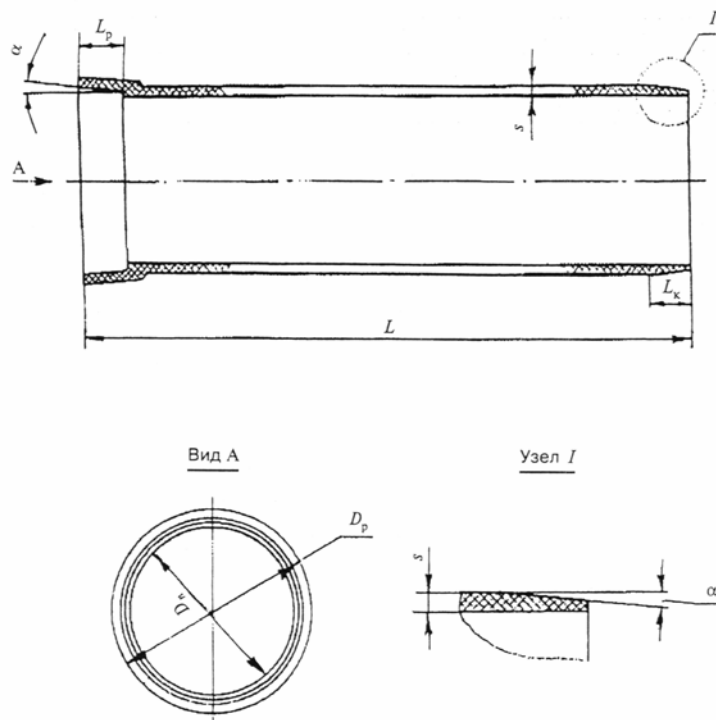
### СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ ДИАМЕТРОМ ДО 315 мм



а - муфтовое клеевое; б - муфтовое; в - раструбное;  
1 - труба; 2 - резиновый уплотнитель; 3 - стопорный элемент;  
4 - раструб; 5 - ниппель; 6 - муфта; 7 - клеевой шов

Рисунок А. 1

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ**  
**ДИАМЕТРОМ 400 И 500 мм**



**Рисунок Б. 1**

Таблица Б.1

В миллиметрах

Номинальный внутренний диаметр $D_n$	$L_p^{*1}$	$L_k^{*1}$	$\alpha^{*2}$	Максимальный наружный диаметр раструба $D_{pmax}$ для труб типа				
				G1	G2	G3	G4	G5
400	100	100	1°30'	471	471	475	475	479
500	100	200	1°30'	576	576	580	580	584

\*1 Допуск  $\pm 10\%$ ; \*2 Допуск  $\pm 25'$

Таблица Б.2

В миллиметрах

Номинальный внутренний диаметр $D_n$	$L_p^{*1}$	Раструбный зазор $h^{*2}$	Максимальный наружный диаметр раструба $D_{pmax}$ для труб типа				
			G1	G2	G3	G4	G5
400	100	11	471	471	475	475	479
500	100	11	576	576	580	580	584

\*1 Допуск  $\pm 10\%$ ; \*2 Допуск  $\pm 2$  мм

Таблица Б.3

В миллиметрах

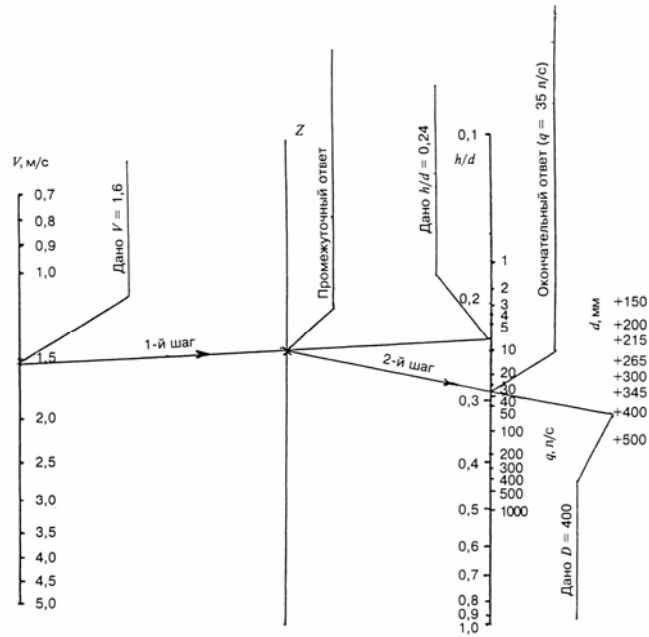
Номинальный внутренний диаметр $D_n$	$L_p^{*1}$	$L_k^{*2}$	Максимальный наружный диаметр раструба $D_{pmax}$ для труб типа				
			G1	G2	G3	G4	G5
400	100	120	471	471	475	475	479
500	100	120	576	576	580	580	584

\*1 Допуск  $\pm 10\%$ ; \*2 Допуск  $\pm 20$  мм



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### НОМОГРАММА ДЛЯ ВЫБОРА ДИАМЕТРА СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ ДЛЯ САМОТЕЧНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



**Рисунок В. 1** - Номограмма для выбора диаметра  $d$  стеклопластиковых труб в зависимости от расхода  $q$ , скорости  $V$  и наполнения  $\frac{h}{d}$  для самотечного канализационного трубопровода ( $Z$  - промежуточная шкала)

---

Ключевые слова: трубопровод, стеклопластиковая труба, канализация, наружные сети

---

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства  
(Госстрой СССР)

**НОРМЫ ОТВОДА ЗЕМЕЛЬ  
ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ВОДОВОДОВ  
И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

**СН 456-73**

*Утверждены  
Государственным комитетом Совета Министров СССР  
по делам строительства  
28 декабря 1973 г.*

Нормы отвода земель для магистральных водоводов и канализационных коллекторов разработаны институтом Харьковский Водоканалпроект Госстроя СССР.

Нормы отвода земель для магистральных водоводов и канализационных коллекторов согласованы с Минсельхозом СССР и Гослесхозом СССР.

Редакторы - инженеры Р. Т. Смольяков, Б. В. Тамборнев (Госстрой СССР), инж. В. В. Мигунов (институт „Харьковский водоканалпроект” Госстроя СССР).

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 456-73
	Нормы отвода земель для магистральных водоводов и канализационных коллекторов	—

**1.** Настоящие нормы устанавливают ширину полос земель для магистральных водоводов и канализационных коллекторов, а также размеры земельных участков для размещения колодцев и камер переключения указанных водоводов и канализационных коллекторов.

Примечания: **1.** Полосы земель для магистральных подземных водоводов и канализационных коллекторов необходимы для временного краткосрочного пользования на период их строительства, а земельные участки для размещения колодцев и камер переключения - для бессрочного (постоянного) пользования.

**2.** Ширина полос земель для магистральных надземных и наземных водоводов и канализационных коллекторов определяется проектом, утвержденным в установленном порядке.

**3.** К магистральным водоводам относятся трубопроводы для подачи воды от водозаборных сооружений до потребителей (населенных пунктов, предприятий и других объектов), к магистральным канализационным коллекторам - трубопроводы для отвода сточных вод от потребителей до мест выпуска этих вод.

Внесены институтом "Харьковский Водоканалпроект" Госстроя СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 28 декабря 1973 г.	Срок введения 1 февраля 1974 г.
-------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

**2.** При выборе, отводе и использовании земель для магистральных водоводов и канализационных коллекторов должны соблюдаться Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик, Основные положения по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных, строительных и иных работ, и другие соответствующие нормативные акты.

**3. Ширина полос земель на период строительства магистральных подземных водоводов и канализационных коллекторов должна устанавливаться по таблице.**

Диаметр водовода или канализационного коллектора в мм	Глубина заложения до низа трубы в м	Ширина полос земель для магистральных подземных водоводов и канализационных коллекторов в м			
		на землях несельскохозяйственного назначения, непригодных для сельского хозяйства землях и землях государственного лесного фонда, где не производится снятие и восстановление плодородного слоя		на землях сельскохозяйственного назначения и других землях, где должно производиться снятие и восстановление плодородного слоя	
		для одного водовода или коллектора	для двух водоводов или коллекторов (в одной траншее)	для одного водовода или коллектора	для двух водоводов или коллекторов (в одной траншее)
<b>А. Стальные трубы</b>					
1. До 426 включительно	до 3	20	23	28	31
2. Более 426 до 720 включительно	то же	23	26	33	36
3. Более 720 до 1020 включительно	«	28	31	39	42
4. Более 1020 до 1220 включительно	«	30	33	42	45
5. Более 1220 до 1420 включительно	«	32	35	45	48
<b>Б. Чугунные, железобетонные, асбестоцементные и керамические трубы</b>					
6. До 600 включительно					
	2	28	32	37	41
	3	31	34	40	43
	4	37	40	47	50
	5	42	45	53	56
	6	50	53	61	64
	7	55	59	67	71
7. Более 600 до 800 включительно					
	2	28	32	37	41
	3	32	35	41	45
	4	39	42	49	52
	5	43	47	54	58
	6	51	55	62	67
	7	56	61	68	73
8. Более 800 до 1000 включительно					
	2	28	32	37	41
	3	32	35	41	45
	4	39	42	49	52
	5	43	47	54	58
	6	51	55	62	67
	7	58	62	70	74
9. Более 1000 до 1200 включительно					
	2	30	34	39	43
	3	34	37	43	47
	4	40	43	50	54
	5	45	50	55	61
	6	51	55	62	67
	7	58	62	70	75

10. Более 1200 до 1500 включительно	3	35	39	44	49
	4	41	45	51	56
	5	45	50	55	61
	6	53	57	64	69
	7	58	64	70	76
11. Более 1500 до 2000 включительно	3	36	41	46	51
	4	42	47	52	58
	5	46	52	57	63
	6	54	59	66	71
	7	60	66	74	80
12. Более 2000 до 2500 включительно	3	37	44	49	55
	4	43	49	53	60
	5	47	54	58	65
	6	55	61	67	72
	7	62	68	76	82

Примечания: **1.** Ширина полос земель для трех и более магистральных подземных водоводов или канализационных коллекторов, прокладываемых в одной траншее, для водоводов и канализационных коллекторов диаметрами, более указанных в таблице, или строящихся на землях населенных пунктов, территории предприятий и в труднопроходимой местности (в болотах, тундре, пустынях, горных условиях и т.п.), а также размеры земельных участков для строительства переходов через естественные и искусственные препятствия определяются проектом, утвержденным в установленном порядке.

**2.** Ширина и длина полос земель, необходимых для капитального ремонта магистральных водоводов и канализационных коллекторов, определяются проектом, утвержденным в установленном порядке, при этом ширина указанных полос не должна превышать ширины, предусмотренной таблицей для водоводов и канализационных коллекторов соответствующих диаметров и глубин заложения.

**4.** Размеры земельных участков для размещения колодцев и камер переключения магистральных подземных водоводов и канализационных коллекторов должны быть не более: для колодца — 3х3 м, для камеры переключения — 10х10 м.

**5.** Использование земель над магистральными подземными водоводами и канализационными коллекторами по назначению должно осуществляться землепользователями с соблюдением мер по обеспечению сохранности водоводов и канализационных коллекторов.

# СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ

СП 40-107-2003

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ  
(ГОССТРОЙ РОССИИ)

Москва

2003

#### ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Научно-производственное объединение «Стройполимер», ГУП «НИИМосстрой» при участии группы специалистов

ВНЕСЕН Управлением стандартизации, технического нормирования и сертификации Госстроя России

2 ОДОБРЕН И РЕКОМЕНДОВАН к применению в качестве нормативного документа Системы нормативных документов в строительстве постановлением Госстроя России от 24 января 2003 г. № 10

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

#### СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	1
1 Область применения .....	2
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Общие требования .....	2
4 Расчет и проектирование систем канализации .....	3
5 Монтаж трубопроводов .....	10
6 Приемка систем канализации в эксплуатацию .....	18
7 Эксплуатация .....	18
8 Транспортирование и хранение канализационных труб и фасонных частей .....	21
9 Требования безопасности и охраны окружающей среды .....	22
Приложение А Сортамент труб и фасонных частей из полипропилена .....	23
Приложение Б Вентиляционный клапан канализационного стояка .....	24
Приложение В Таблицы для гидравлического расчета безнапорных труб диаметром 40, 50 и 110 мм .....	25

#### ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Свод правил содержит правила по проектированию, монтажу и эксплуатации систем внутренней канализации из полипропиленовых труб для обеспечения обязательных требований действующих нормативных документов: [СНиП 2.04.01-85\\*](#) «Внутренний водопровод и канализация зданий»; [СНиП 3.05.01-85](#) «Внутренние санитарно-технические системы».

Общие требования по проектированию и монтажу систем канализации из

полимерных материалов приведены в [СП 40-102](#), а в настоящем Своде правил приведены специфические положения проектирования внутренней канализации из полипропиленовых труб.

В разработке настоящего свода правил принимали участие: канд. техн. наук *А. Я. Добромислов*, *Н. В. Санкова*, канд. экон. наук *В. С. Ромейко*, канд. техн. наук *В. Е. Бухин*, *Л. Д. Павлов*, *А. Б. Ромейко* (ЗАО «НПО «Стройполимер»»), *В. А. Устюгов* (ГУП «НИИМосстрой»), *В. П. Бовбель* (Госстрой России).

---

## СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

---

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ

### DESIGN, ASSEMBLY AND OPERATION OF PLUMBING SYSTEMS OF POLYPROPYLENE PIPES

---

*Дата введения 2003-05-01*

#### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил устанавливает правила проектирования, монтажа и эксплуатации безнапорных трубопроводных систем внутренней бытовой и производственной канализации из полипропиленовых раструбных труб и фасонных частей к ним (далее - трубы ПП).

По трубопроводной системе бытовой канализации допускается транспортировать стоки с температурой до 80 °С. При кратковременной продолжительности (до 1 мин) допускается температура стоков до 95 °С.

Настоящий Свод правил не распространяется на внутренние водосточные системы.

Трубопроводные системы запрещается монтировать при температуре окружающего воздуха ниже минус 10 °С.

#### 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил приведены ссылки на следующие нормативные документы.

[СНиП 2.04.01-85\\*](#) Внутренний водопровод и канализация зданий

[СНиП 3.01.01-85\\*](#) Организация строительного производства

[СНиП 3.05.01-85](#) Внутренние санитарно-технические системы

[СНиП 12-03-2001](#) Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования

[СНиП 12-04-2002](#) Безопасность труда в строительстве. Часть II. Строительное производство

[СП 40-102-2000](#) Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования

#### 3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

**3.1** При проектировании трубопроводов из труб ПП следует руководствоваться требованиями [СНиП 2.04.01](#) и [СП 40-102](#).

**3.2** Для производственной канализации следует проверять химическую стойкость труб, фасонных частей и уплотнителей на разрушающее воздействие транспортируемых стоков по каталогам предприятий-изготовителей.

**3.3** Сортамент канализационных полипропиленовых труб и фасонных частей приведен в приложении [А](#). Физико-механические показатели труб приведены в [СП 40-102](#).

Возможность использования труб и резиновых уплотнителей, в том числе и импортных, размерные характеристики и (или) конструкция которых отличаются от указанных в настоящем Своде правил, должна подтверждаться соответствующей нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке.

## 4 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ

**4.1** При проектировании систем канализации следует учитывать величину температурных изменений длины трубопроводов.

Величину температурного изменения длины трубопровода  $\Delta l$  следует определять по формуле

$$\Delta l = \alpha \Delta t l, \quad (1)$$

где  $\alpha$  - коэффициент линейного теплового расширения, равный  $0,15 \text{ мм/м} \cdot ^\circ\text{С}$ ;

$\Delta t$  - максимальная разность между температурами эксплуатации и монтажа трубопровода,  $^\circ\text{С}$ ;

$l$  - проектная длина трубопровода, м.

**4.2** Компенсация температурных изменений длины трубопроводов осуществляется за счет применения раструбных труб и фасонных частей на резиновых уплотнителях.

Для компенсации строительных допусков, упрощения монтажно-сборочных и ремонтных работ рекомендуется применение компенсационного патрубков на каждом этаже.

**4.3** Гидравлический расчет вертикальных и горизонтальных безнапорных трубопроводов следует производить в зависимости от величины расчетного расхода сточных вод, емкости трубопроводов, качества внутренней поверхности труб и т.п.

**4.4** Расчетный расход стоков для канализационного стояка  $q_{\text{ст}}^s$ , л/с, следует определять по формуле

$$q_{\text{ст}}^s = q_{\text{в}} + q_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где  $q_{\text{в}}$  - расчетный расход воды на участке, л/с;

$q_{\text{пр}}$  - максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением (для жилых зданий -  $1,6 \text{ л/с}$  от смывного бачка унитаза), л/с.

**4.5** Расчетный расход стоков для горизонтального отводного трубопровода  $q_{\text{г.тр}}^s$ , л/с, следует определять по формуле

$$q_{\text{г.тр}}^s = \frac{Q_{\text{в}}}{3,6} + K_s q_0, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{в}}$  - расчетный часовой расход стоков,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , на расчетном участке;

$K_s$  - коэффициент осреднения расхода стоков в отводном трубопроводе;

$q_0$  - расход стоков от прибора с максимальной вместимостью (для жилых зданий  $q_0 = 1,1 \text{ л/с}$  - от ванны вместимостью  $150\text{-}170 \text{ л}$ ), л/с.

Значение коэффициента  $K_s$  следует принимать по таблице 1 в зависимости от числа обслуживаемых санитарных приборов  $N$  и длины отводного трубопровода  $L$ , м, от последнего на расчетном участке стояка (прибора) до следующего присоединения стояка (прибора) или, при отсутствии такого присоединения, - до ближайшего канализационного колодца.

Рабочей высотой канализационного стояка считается участок от точки присоединения наиболее высоко расположенного санитарно-технического прибора (или группы приборов) до точки перехода стояка в канализационный выпуск. При  $90 D_{\text{ст}} > L_{\text{ст}}$  следует принимать  $90,0 D_{\text{ст}} = L_{\text{ст}}$ .

Расчетным следует считать поэтажный трубопровод, присоединяющий к стояку диктующий санитарно-технический прибор. В качестве диктующего санитарно-технического прибора следует принимать прибор, стоки от которого учитываются при определении расчетного расхода по формулам (2) и (3).

**4.6** Допустимая величина разрежений в вентилируемых и невентилируемых канализационных стояках не должна превышать  $0,9 h_3$ , где  $h_3$  (мм) - высота наименьшего из гидравлических затворов санитарно-технических приборов. Величину разрежений в вентилируемом и невентилируемом канализационных стояках следует определять по формуле, указанной в [СП 40-102](#). Значения  $\Delta p$  и  $Q_{\text{в}}$  допускается определять по номограммам на рисунках 2 и 3.

**4.7** Пропускная способность вентилируемых стояков приведена в таблице 2.

**4.8** Вентилируемый стояк следует выводить выше кровли здания на 0,15-0,3 м. В зданиях, имеющих эксплуатируемую кровлю, допускается не устраивать вытяжную часть при обязательном объединении (в пределах чердака, технического этажа, под кровлей здания) не менее четырех канализационных стояков либо устраивать общую вытяжную часть высотой не менее 3 м, диаметр которой следует принимать в соответствии с [4.10](#).

**4.9** Диаметр вытяжной части канализационного стояка следует принимать равным диаметру сточной части стояка.

**4.10** Диаметр единой вытяжной части, объединяющей поверху группу канализационных стояков, должен быть равен наибольшему диаметру объединяемых стояков независимо от количества приборов на расчетном участке.

Таблица 1

M/L	1	3	5	7	10	15	20	30	40	50	100	500	1000
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,15	0,13
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,24	0,16	0,13
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,24	0,16	0,14
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,17	0,14
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28	0,25	0,17	0,14
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31	0,28	0,26	0,17	0,15
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31	0,29	0,27	0,18	0,15
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30	0,27	0,19	0,16
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,17
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,17
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,50	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37	0,34	0,28	0,23
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,56	0,24
1000	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,77	0,25

Таблица 2

Наружный диаметр поэтажных отводов, мм	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, град	Пропускная способность, л/с, вентиляруемых стояков при их наружном диаметре, мм	
		50	110
40	45	1,23	8,95
	60	1,14	8,25
	87,5	0,76	5,5
50	45	1,07	8,4
	60	1,0	7,8
	87,5	0,66	5,2
110	45	-	5,9
	60	-	5,4
	87,5	-	3,6

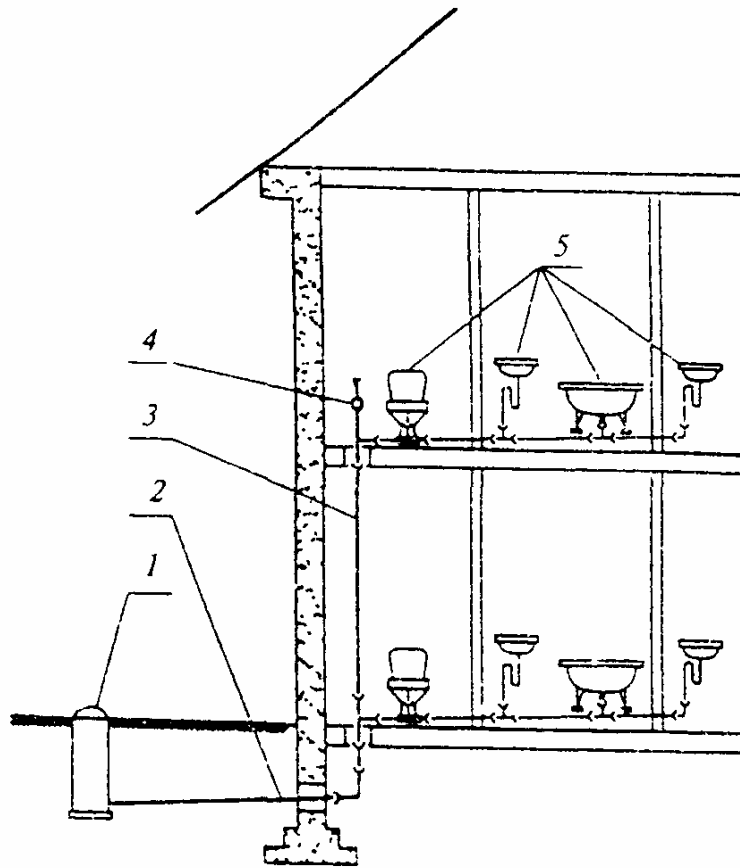
Примечание - Пропускная способность рассчитана для стояков высотой  $L_{ст} \geq 90 D_{ст}$  и гидравлических затворов высотой 60 мм. При  $L_{ст} < 90 D_{ст}$  табличные значения пропускной способности

стояков следует увеличить в  $\sqrt{\frac{90D_{ст}}{L_{ст}}}$  раз; при высоте гидрозатворов 50 мм пропускная способность стояков уменьшается в 1,1 раза.

Здесь  $D_{ст}$  - внутренний диаметр стояка, равный 0,1046 м (104,6 мм), 0,0464 м (46,4 мм) и 0,0364 м (36,4 мм) для труб наружным диаметром 110, 50 и 40 мм соответственно

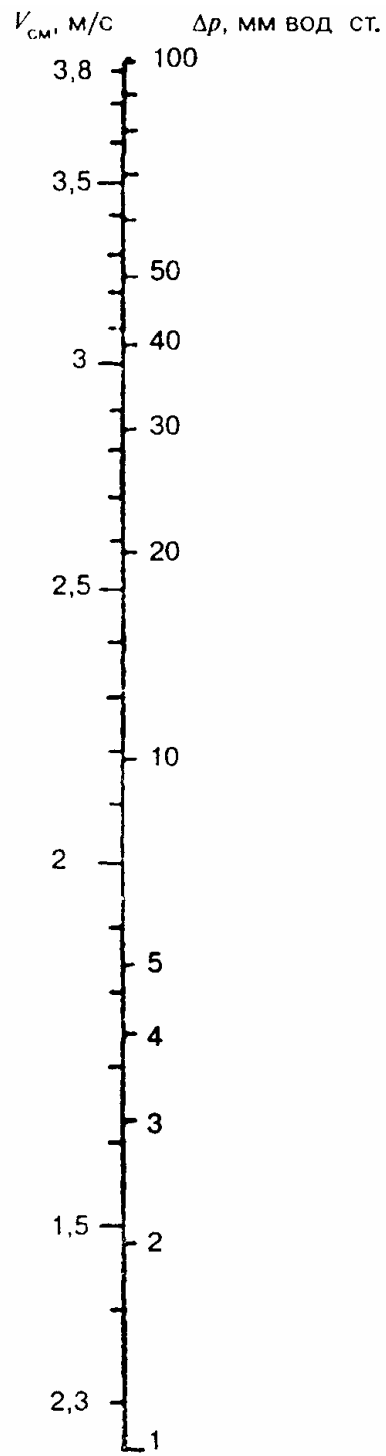
**4.11** Невентилируемый стояк должен заканчиваться прочисткой, устраиваемой в направленном вверх раструбе тройника (крестовины), с помощью которого к стояку присоединяются наиболее высоко расположенные в здании санитарно-технические приборы (рисунок [1](#)).



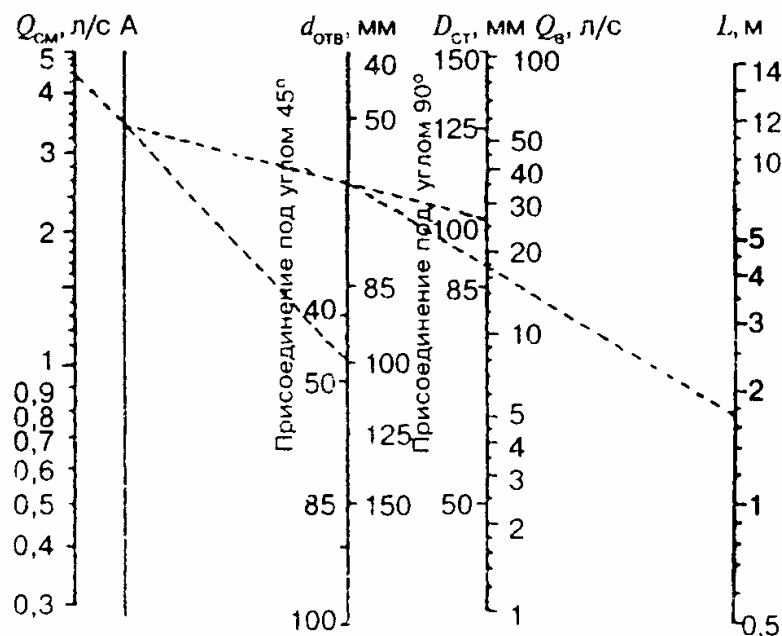


1 - канализационный колодец; 2 - канализационный выпуск; 3 - неветилируемый стояк; 4 - прочистка; 5 - санитарно-технические приборы

**Рисунок 1** - Система канализации с неветилируемым стояком



**Рисунок 2** - Номограмма для определения величины разрежений в неветилируемом стояке



**Рисунок 3** - Номограмма для определения величины расхода воздуха, эжектируемого в стояк

Допускается при расчетной высоте гидравлических затворов 60 мм пропускную способность неветилируемых канализационных стояков принимать по таблице 3.

**Таблица 3**

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град	Пропускная способность, л/с, неветилируемого стояка из труб диаметром, мм, при наружном диаметре поэтажных отводов, мм				
		50		110		
		40	50	40	50	110
1	45	1,6	1,8	8,8	9,5	10,6
	60	1,52	1,7	8,5	9,1	10,1
	87,5	1,44	1,65	8,0	8,4	9,5
2	45	0,96	1,12	5,4	5,8	6,8
	60	0,91	1,05	5,1	5,5	6,4
	87,5	0,88	0,97	4,7	4,95	5,9
3	45	0,72	0,8	3,8	4,0	5,0
	60	0,66	0,74	3,5	3,7	4,6
	87,5	0,58	0,65	3,2	3,3	4,1
4	45	0,5	0,6	2,8	3,0	3,7
	60	0,47	0,55	2,6	2,7	3,4
	87,5	0,42	0,48	2,3	2,4	3,0
5	45	0,5	0,6	2,1	2,25	3,0
	60	0,47	0,55	1,95	2,05	2,7
	87,5	0,42	0,48	1,77	1,85	2,4
6	45	0,5	0,6	1,77	1,85	2,35
	60	0,47	0,55	1,67	1,7	2,1
	87,5	0,42	0,48	1,42	1,5	1,8
7	45	0,5	0,6	1,42	1,55	2,0
	60	0,47	0,55	1,3	1,4	1,8
	87,5	0,42	0,48	1,07	1,2	1,6
8	45	0,5	0,6	1,2	1,3	1,7
	60	0,47	0,55	1,15	1,2	1,55
	87,5	0,42	0,48	0,96	1,0	1,4
9	45	0,5	0,6	1,04	1,1	1,15
	60	0,47	0,55	0,95	1,0	1,12
	87,5	0,42	0,48	0,8	0,85	1,15

Примечание - При высоте гидравлических затворов 70 мм значения расходов следует увеличить на 10 %, при высоте 50 мм - уменьшить на 10 %.

**4.12** На вентилируемом и неветилируемом стояке через каждые 3 этажа следует

устанавливать ревизии. На одно-, двухэтажном неветилируемом стояке ревизии допускается не устанавливать.

**4.13** При невозможности устройства вытяжной части и неветилируемого канализационного стояка допускается применение вентиляционного клапана (приложение [Б](#)). При пропускной способности стояка более указанной в таблице [Б.1](#) вентиляционный клапан не устанавливают.

**4.14** Расчет самотечных канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости  $V$ , м/с, и наполнение трубопровода  $h/D$  для выполнения условия

$$V \sqrt{\frac{h}{D}} \geq 0,5, \quad (4)$$

где  $D$  - расчетный диаметр трубопровода, мм.

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопровода не менее 0,3.

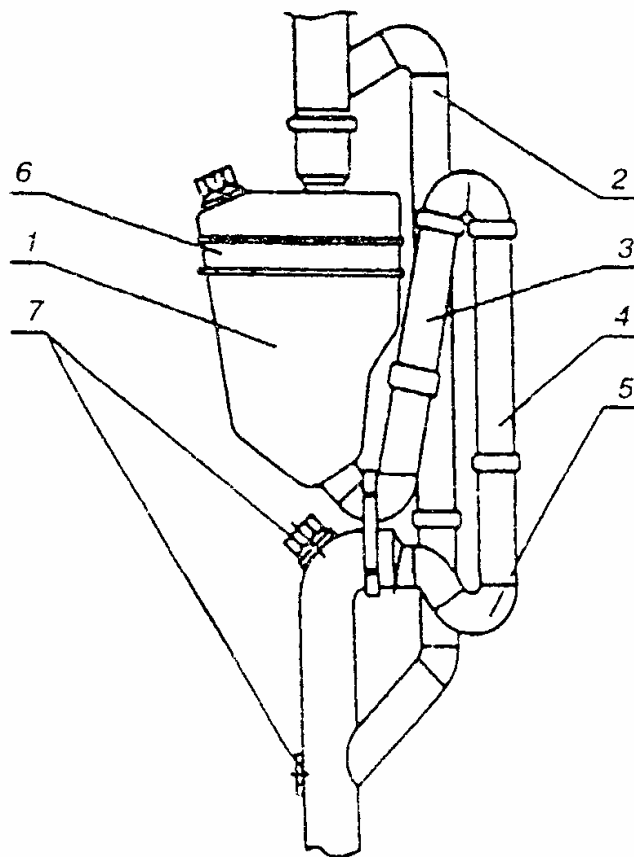
Уклоны самотечных трубопроводов следует определять по формулам [СП 40-102](#) либо по таблицам, приведенным в приложении [В](#).

В тех случаях, когда выполнить условие формулы (4) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода сточных вод, безрасчетные участки отводных трубопроводов диаметрами 40, 50 и 110 мм допускается прокладывать с уклоном не менее  $1/D$ .

**4.15** При объединении внизу канализационных стояков единым трубопроводом допускается устраивать сборный канализационный выпуск из здания без устройства дворовой сети.

Сборный выпуск должен быть прямолинейным.

Диаметр выпуска не должен быть меньше диаметра наибольшего из стояков, присоединенных к этому выпуску. При невозможности обеспечить самоочищающий режим течения сточной жидкости в канализационном выпуске из здания следует в основании каждого стояка устанавливать специальное устройство для автоматической промывки трубопровода. В его конструкцию входит емкость (~18 л), опораживающаяся в течение 10 с и промывающая трубопровод (рисунок [4](#)). Емкость должна быть жестко закреплена на несущей конструкции здания (стене, колонне и т.п.).



1 - емкость; 2 - вентиляционный стояк; 3 - подъемная труба; 4 - вакуумная труба; 5 - гидрозатвор; 6 - крепежная лента; 7 - прочистка

**Рисунок 4** - Промывочное устройство

**4.16** При переходе стояка в горизонтальный трубопровод запрещается применять отвод  $90^\circ$  ( $87,5^\circ$ ). Нижний отвод стояка следует монтировать не менее чем из двух отводов по  $45^\circ$  или трех отводов по  $30^\circ$  или из четырех отводов по  $22,5^\circ$ . В необходимых случаях возможно применение отводов  $45^\circ + 30^\circ$ , или  $45^\circ + 22,5^\circ$ , или  $45^\circ + 2 \times 22,5^\circ$ .

**4.17** Запрещается присоединение стояков к горизонтальным транзитным трубопроводам с помощью тройника  $90^\circ$  ( $87,5^\circ$ ) (кроме чердака зданий).

**4.18** Узлы поворотов самотечных трубопроводов в горизонтальной плоскости следует выполнять не менее чем из двух фасонных частей (два или более отводов, тройник и отвод и т.д.).

**4.19** Для канализационных трубопроводов применяют подвижные крепления, допускающие перемещение труб в осевом направлении, и неподвижные крепления, не допускающие таких перемещений.

Места установки креплений на канализационных трубопроводах предусматриваются проектом.

**4.20** При расстановке креплений:

- количество раструбных соединений на участке трубопровода, ограниченном неподвижными креплениями, должно обеспечивать компенсацию температурных изменений длины этого участка;

- при сборке деталей трубопровода компенсационная способность одного соединения с обычным (не удлиненным) раструбом составляет 11 мм для  $D = 50$  мм и 13 мм для  $D = 110$  мм, что обеспечивает при максимально допустимых температурах компенсацию деформаций участков трубопроводов длиной соответственно 0,8 и 1,0 м.

Примечание - Компенсационная способность раструбных соединений приводится в документации предприятия-изготовителя;

- крепления целесообразно устанавливать у раструбов соединений с резиновым кольцом, что увеличивает жесткость смонтированного трубопровода в направлении,

перпендикулярном его оси;

- крепления, установленные на стояках, должны обеспечивать соосность деталей и вертикальность трубопровода, крепления на горизонтальных трубопроводах - прокладку труб с необходимым уклоном;

- не устанавливаются неподвижные крепления непосредственно на раструбах;

- между неподвижными креплениями допускается не более двух соединений, используемых в качестве компенсаторов;

- для горизонтальных и вертикальных участков трубопроводов диаметром 50 и 110 мм с обычными раструбными соединениями расстояние между неподвижными креплениями не должно превышать соответственно 1,6 м (для  $D = 50$  мм) и 2 м (для  $D = 110$  мм); расстояние между подвижными креплениями для горизонтальных трубопроводов должно составлять не более  $10D$ , для вертикальных - не более  $20D$ ;

- при использовании компенсационного патрубка на горизонтальном трубопроводе расстояние между неподвижными креплениями может превышать указанные выше значения 1,6 м (для  $D = 50$  мм) и 2 м (для  $D = 110$  мм), при этом должна быть обеспечена расстановка промежуточных подвижных креплений на расстоянии  $10D$  друг от друга; в этом случае расстояние между неподвижными креплениями определяется расчетным путем с учетом длины раструба монтируемого компенсационного патрубка;

- при невозможности обеспечить компенсацию температурных удлинений из-за недостаточного количества раструбных соединений на участке трубопровода между двумя неподвижными креплениями используется компенсационный патрубок с удлиненным раструбом;

- между неподвижными креплениями допускается установка только одного компенсационного патрубка;

- при использовании компенсационных патрубков на вертикальных трубопроводах расстояние между неподвижными креплениями не должно превышать 2,8 м, при этом следует предусматривать установку промежуточных подвижных креплений на расстоянии не более  $20D$  друг от друга;

- вертикально расположенные трубы непосредственно над компенсационными патрубками следует жестко закреплять;

- при установке креплений на фасонных частях необходимо предусматривать компенсацию.

**4.21** На приборных патрубках, используемых для присоединения к сети выпусков унитазов и трапов, а также на отводных трубах диаметром 40 или 32 мм от пластмассовых сифонов установка креплений не требуется.

**4.22** До установки креплений на трубопроводах следует надежно закреплять санитарные приборы и приемники сточных вод на строительных конструкциях.

**4.23** В многоэтажных зданиях на трубопроводах следует устанавливать противопожарные муфты со вспучивающим огнезащитным составом, препятствующие распространению пламени по этажам.

**Введен дополнительно. Поправка от 12.11.2003 г.**

## **5 МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ**

**5.1** Монтаж канализационных систем следует начинать при строительной готовности объекта в соответствии со [СНиП 3.05.01](#). Монтаж трубопроводных систем канализации должен выполняться специально обученным персоналом.

**5.2** Монтаж стояков следует вести снизу вверх; раструбы труб, патрубков и фасонных частей (за исключением двухраструбных труб и муфт) на вертикальных и горизонтальных участках трубопроводной системы должны быть направлены навстречу течению сточной жидкости.

**5.3** Горизонтальные трубопроводы следует прокладывать с проектным уклоном; отклонение канализационных стояков от вертикальной оси более чем на 2 мм на 1 м монтируемых труб не допускается.

**5.4** Монтаж трубопроводов систем внутренней канализации осуществляется, как правило, с использованием укрупненных узлов, собранных и испытанных в условиях

трубозаготовительного производства.

Допускается выполнять сборку канализационных трубопроводов из отдельных труб, патрубков и фасонных частей (монтаж «россыпью»).

**5.5** Резка и укорачивание фасонных частей запрещаются.

**5.6** При входном контроле качества, а также в процессе проведения работ по монтажу трубопроводов подлежат выбраковке:

- все трубы, патрубки и фасонные части, имеющие сколы, трещины или надрезы;
- фасонные части, имеющие внутренний облой с острыми кромками;
- резиновые кольца и манжеты, имеющие разрывы, раковины и неудаленную выпрессовку, а также кольца, в которых отсутствуют предусмотренные конструкцией пластмассовые распорные вкладыши;
- металлические крепления, элементы которых имеют острые грани и заусенцы в местах сопряжения с трубами и фасонными частями.

**5.7** Резиновые уплотнители, находившиеся при температуре ниже минус 25 °С, должны быть выдержаны в течение 24 ч при температуре не ниже 15 °С.

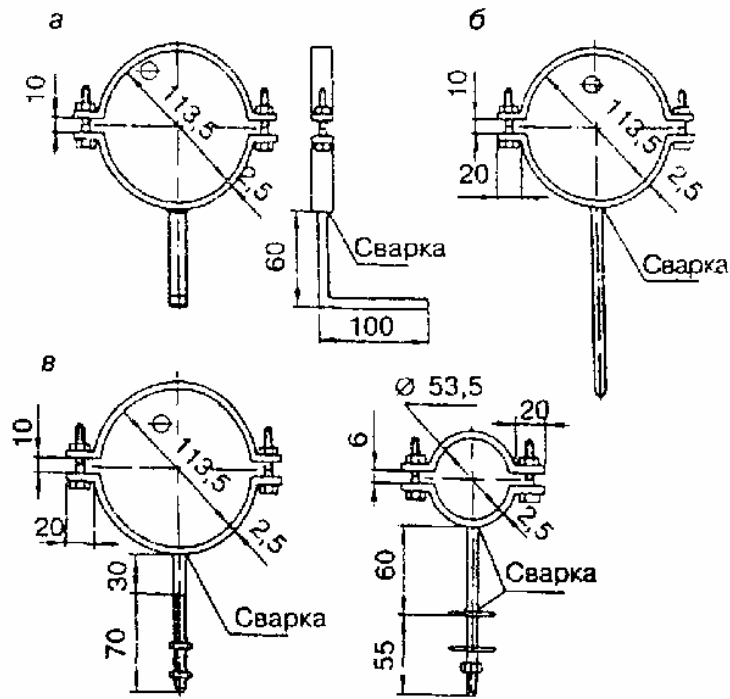
**5.8** Сборка раструбных соединений производится путем введения гладкого конца трубы или хвостовика фасонной части в раструб второй детали до монтажной метки. Расстояние от торца гладкого конца трубы (или хвостовика фасонной части) до монтажной метки составляет 47 и 36 мм для труб и фасонных частей диаметрами соответственно 110 и 50 мм.

**5.9** Раструбное соединение труб и фасонных частей, поставляемых на объекты строительства в сборе с резиновыми кольцами манжетного типа, монтируют в следующем порядке:

- очищают от загрязнений наружную поверхность гладкого конца трубы (или хвостовика фасонной части) и внутреннюю поверхность раструба ответной детали с установленным в желобок раструба резиновым кольцом;
- на гладкий конец трубы наносят смазку. В качестве монтажной смазки может быть использован глицерин или раствор мыла. Смазки на основе нефтепродуктов (машинные масла, солидол и т.п.) применять не допускается;
- проверяют качество сборки, проворачивая одну из деталей раструбного соединения относительно другой детали.

Раструбные соединения, для которых не предусмотрена компенсация температурных удлинений, могут собираться путем вдвигания гладкого конца трубы в раструб до упора.

**5.10** Фиксация канализационных трубопроводов о проектном положении выполняется при помощи металлических креплений, имеющих антикоррозионное покрытие (рисунок 5). Между хомутами и трубами укладывают полиэтиленовые ленточные прокладки толщиной 1,5 мм с буртиками. Допускается использование резиновых прокладок.



*а* - под пристрелку; *б* - под забивку; *в* - под винтовое соединение

**Рисунок 5** - Варианты крепления пластмассовых канализационных труб

Допускается использование пластмассовых креплений, предназначенных для монтажа горизонтальных канализационных трубопроводов диаметром 40 и 50 мм и изготавливаемых в соответствии с нормативной документацией.

**5.11** Неподвижные крепления трубопроводов диаметром 40-110 мм допускается выполнять путем плотного обжатия трубы хомутом.

**5.12** В качестве подвижных креплений следует применять хомуты, внутренний диаметр которых на 1-2 мм больше наружного диаметра монтируемого трубопровода.

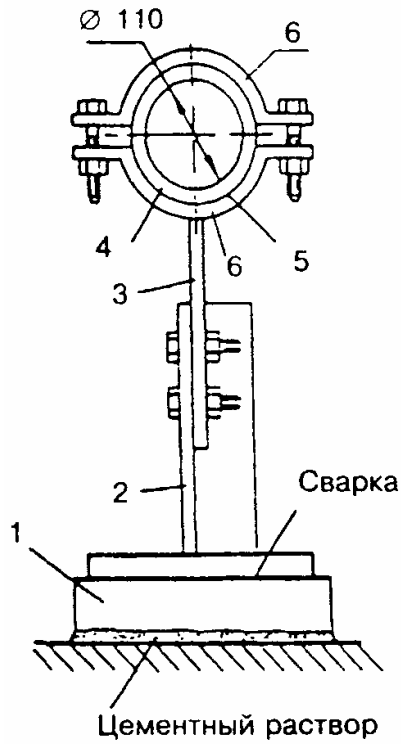
**5.13** Крепление стоек хомутов к строительным конструкциям осуществляется путем пристрелки, забивки или с помощью винтовых соединений.

**5.14** Для канализационных трубопроводов, прокладываемых по полу в технических подпольях зданий, рекомендуется использовать керамзитобетонные блоки высотой 8-20 см, к закладным деталям которых пристреливаются или привариваются стальные кронштейны креплений. На кронштейнах устанавливаются передвижные стойки, позволяющие перемещать крепежные хомуты по высоте на 10-40 см, для обеспечения необходимого уклона трубопроводов (рисунок 6).

**5.15** В нижней части канализационного стояка, где соединяются двухплоскостная крестовина 110×110×50 мм, тройник 110×50 мм и компенсационный патрубок диаметром 110 мм, рекомендуется устанавливать единое крепление с двумя хомутами (рисунок 7).

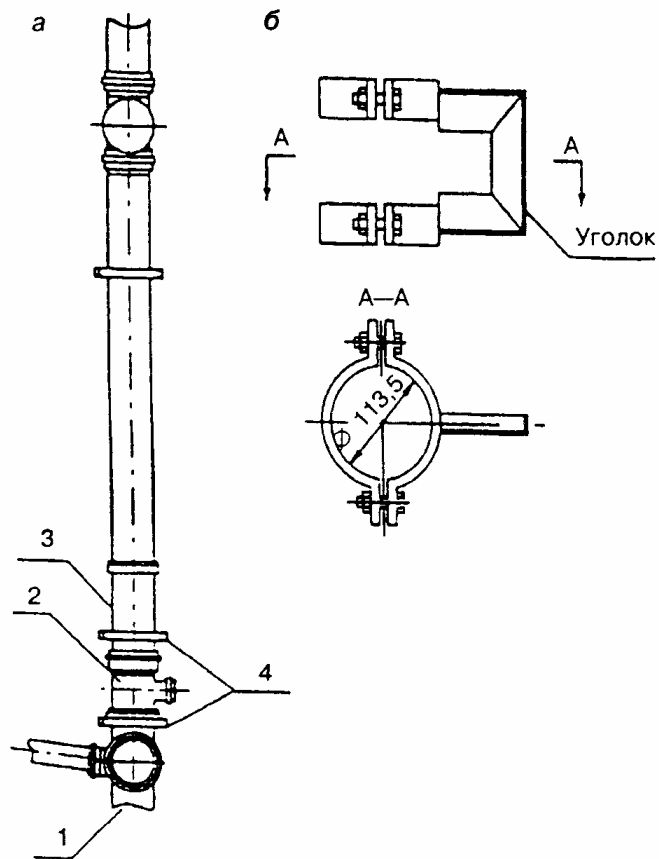
**5.16** Компенсационные патрубки выпускаются с литым ребром жесткости на удлиненном раструбе. Крепление на этих патрубках следует устанавливать над ребром жесткости, что позволяет обеспечивать нормальное выдвигание из них междуэтажных вставок.





1 - опора; 2 - кронштейн; 3 - стойка; 4 - пластмассовая труба; 5 - полиэтиленовая прокладка; 6 - полухомут крепления

**Рисунок 6** - Крепление с передвижной стойкой для пластмассовых труб



а - установка стойка в креплении; б - конструкция крепления

1 - двухплоскостная крестовина 110×110×50 мм; 2 - тройник 110×50 мм; 3 - компенсационный патрубок диаметром 110 мм; 4 - крепление с двумя хомутами

**Рисунок 7** - Фиксация стояков при помощи крепления с двумя хомутами

5.17 Для присоединения отводных труб диаметром 40 мм от пластмассовых сифонов умывальников, моек и других санитарных приборов к трубным изделиям диаметром 50

мм (рисунок 8) рекомендуется применять специальные резиновые переходные манжеты (рисунок 9).

Допускается использование иных уплотнительных манжет, качество которых подтверждено соответствующими документами.

**5.18** Выпуск унитаза соединяют с трубопроводом диаметром 110 мм (рисунок 10) с помощью литьевого или формованного приборного патрубка 3 и резиновой манжеты (рисунок 11). Использование патрубков 5 требуемой длины позволяет регулировать расстояние от унитаза до оси канализационного стояка.

**5.19** Гладкий конец трубы (или хвостовика фасонной части) из ПП диаметром 110 мм соединяется с раструбом детали чугунного трубопровода, например прокладываемого в подвале здания, с помощью резинового уплотнительного кольца внутренним диаметром 106 мм и диаметром сечения 9 мм с последующим заполнением раструба расширяющимся цементом (рисунок 12). Для таких соединений следует использовать чугунные детали без углублений и раковин на внутренней поверхности раструба.

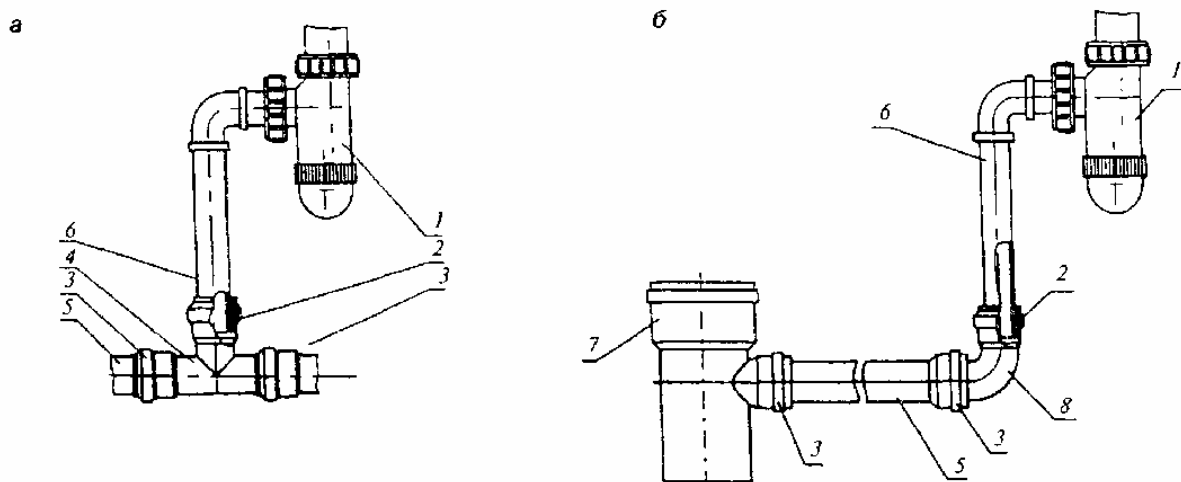
При отсутствии колец допускается применение соединений с заделкой раструба просмоленной прядью и расширяющимся цементом (рисунок 12). Перед монтажом соединения наружная поверхность конца детали из ПП на расстоянии, равном длине раструба, оплавляется и присыпается песком.

**5.20** Для сборки раструбных соединений может быть использовано устройство, приведенное на рисунке 13.

**5.21** Монтаж санитарно-технических кабин следует выполнять, соблюдая соосность канализационных стояков.

**5.22** При монтаже канализационных стояков (рисунок 14) междуэтажную вставку 4, состоящую из патрубков 2 и 3, выдвигают из компенсационного патрубка 5 и соединяют с двухплоскостной крестовиной 1 вышерасположенной кабины. При этом следует выполнить следующие операции:

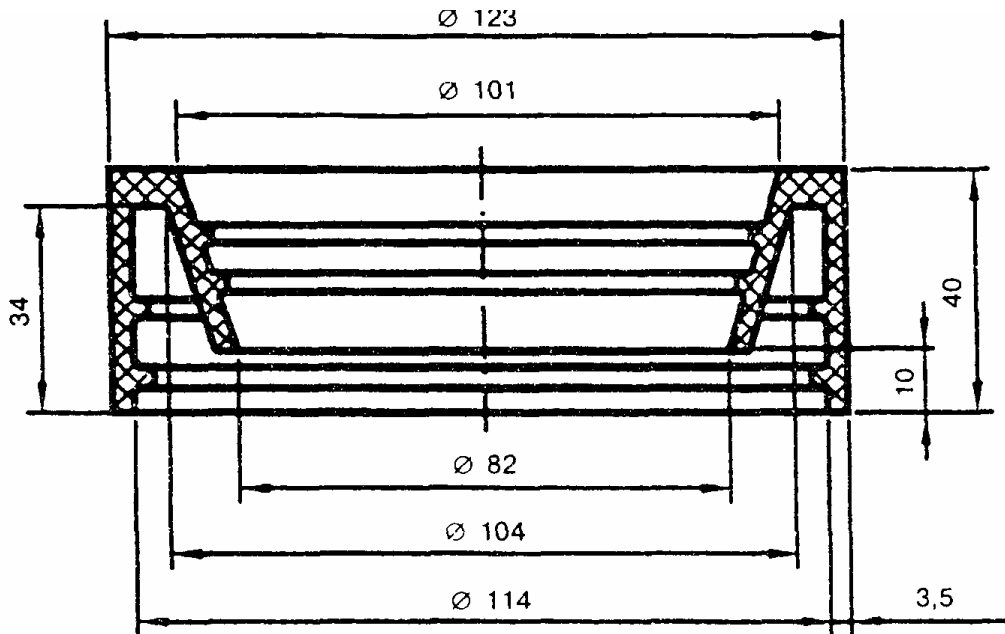
- проверить наличие резинового кольца в желобке раструба патрубка 2;
- нанести на гладкий конец двухплоскостной крестовины 1 вышерасположенной кабины смазку (глицерин, мыльный раствор);
- установить на патрубок 3 междуэтажной вставки 4 монтажное приспособление (рисунок 13);
- ослабить крепления 6 и 7 для свободного перемещения вставки;
- при помощи монтажного приспособления с небольшим вращением надвинуть междуэтажную вставку 4 на гладкий конец крестовины 1;
- установить каждый элемент вставки 4 в проектное положение (до монтажной метки);
- затянуть болты крепежных хомутов и снять со стояка монтажное приспособление.



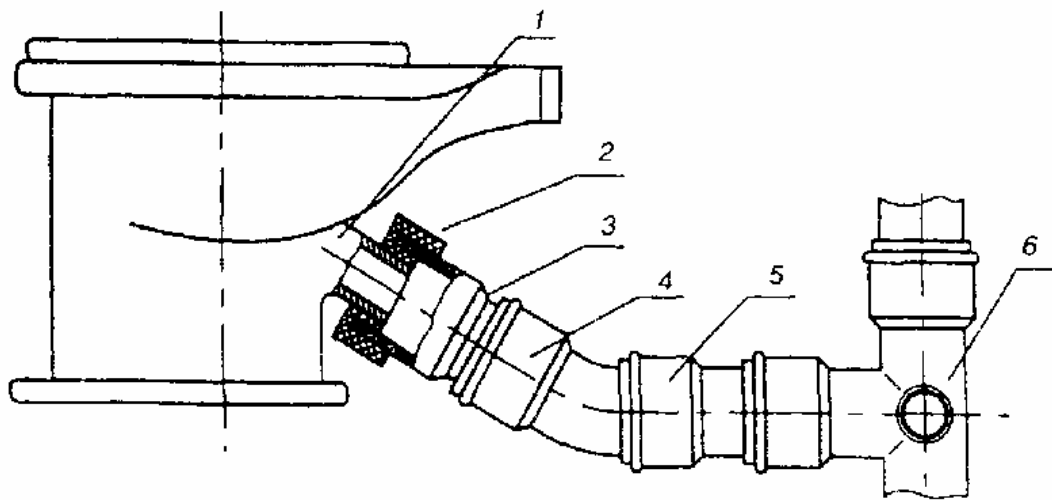
а - для умывальников; б - для моек

1 - сифон; 2 - резиновая манжета; 3 - соединение с резиновым кольцом; 4 - тройник 50×50 мм; 5 - патрубок диаметром 50 мм; 6 - отводная труба диаметром 40 мм; 7 - тройник 110×50 мм; 8 - отвод 50 мм

**Рисунок 8** - Варианты соединения отводных труб пластмассовых сифонов с трубопроводами

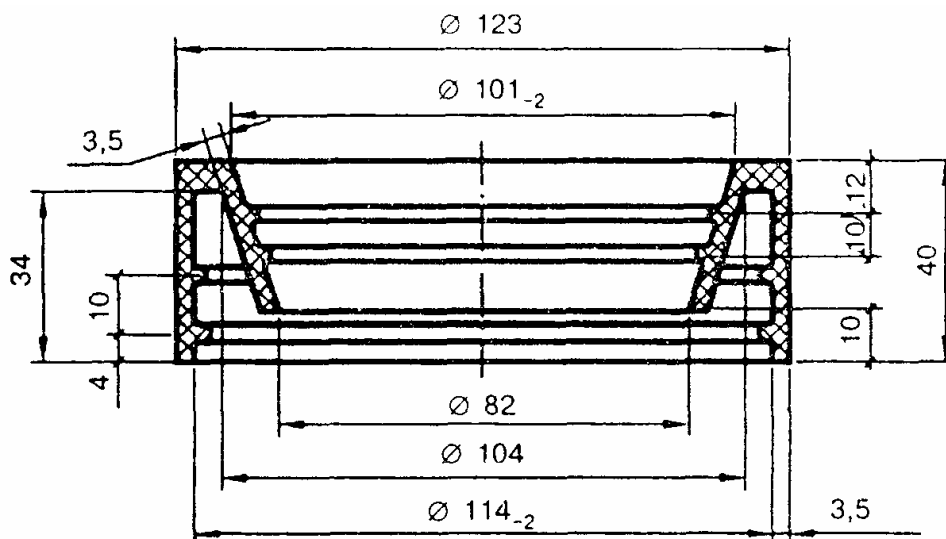


**Рисунок 9** - Резиновая манжета для присоединения пластмассового сифона

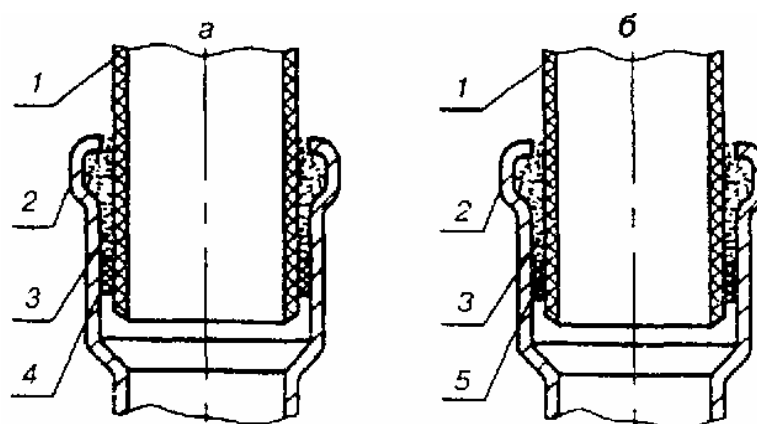


1 - выпуск унитаза; 2 - резиновая манжета; 3 - приборный патрубок; 4 - отвод диаметром 110 мм и  $\alpha = 30^\circ$ ; 5 - патрубок диаметром 110 мм с раструбом под резиновое кольцо; 6 - двухплоскостная крестовина 110×100×50 мм

**Рисунок 10** - Узел соединения выпуска унитаза с трубопроводом диаметром 110 мм при помощи приборного патрубка с гладким раструбом и резиновой манжеты



**Рисунок 11** - Резиновая манжета для присоединения унитаза



*а* - на резиновом кольце; *б* - заделка просмоленной прядью и расширяющимся цементом

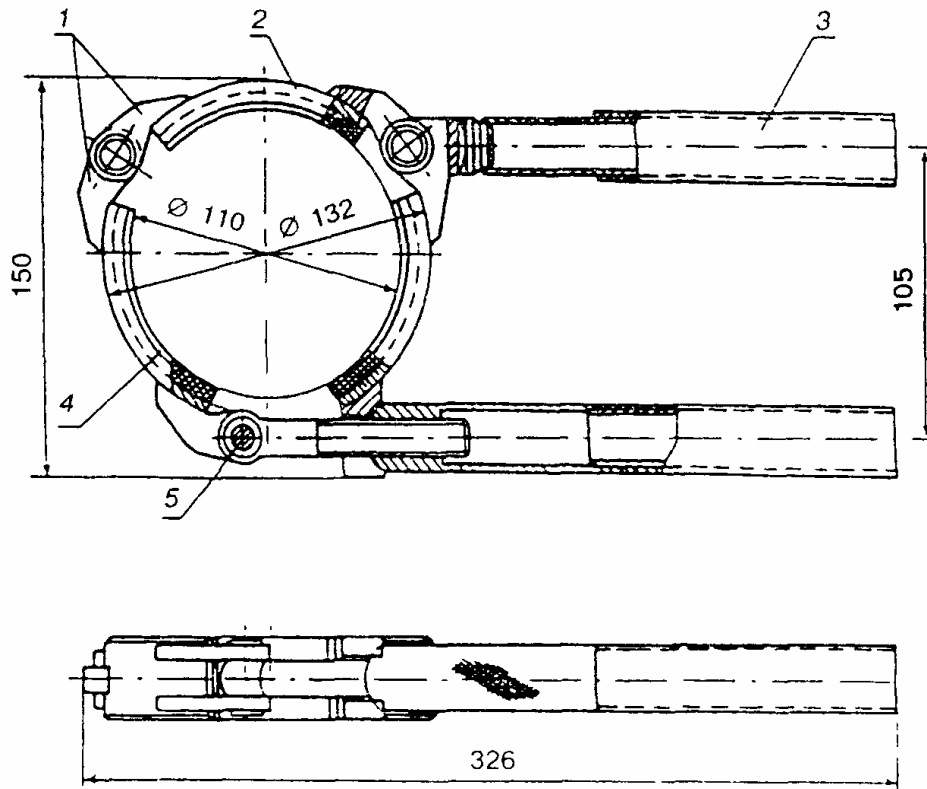
1 - деталь из ПП; 2 - чугунный раструб; 3 - расширяющийся цемент; 4 - резиновое кольцо; 5 - просмоленная прядь

**Рисунок 12** - Соединение гладкого конца детали из ПП с чугунным раструбом

**5.23** Для монтажа пластмассовых сифонов, переливов и выпусков санитарных приборов рекомендуется применять накидные и торцевые ключи.

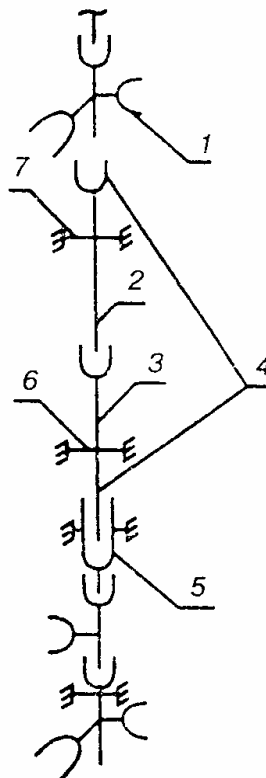
**5.24** При монтаже трубопроводов систем внутренней канализации, допускающих транспортирование постоянных стоков с температурой до 80 °С, запрещается замена части изделий на менее теплостойкие детали из поливинилхлорида (ПВХ) или полиэтилена (ПЭ), предусмотренные для отвода постоянных стоков с температурой до 60 °С.

**5.25** Конструкция и размеры используемых резиновых колец должны соответствовать требованиям нормативной и проектной документации. Не допускается их замена на уплотнители, предназначенные для трубной продукции, изготовленной из ПВХ или ПЭ.



1 - ушко; 2 - сегмент; 3 - рукоятка; 4 - прокладка; 5 - болт

**Рисунок 13** - Приспособление для монтажа труб из ПП диаметром 110 мм



1 - двухплоскостная крестовина 110×110×50 мм; 2, 3 - патрубки диаметром 110 мм; 4 - междуэтажная вставка; 5 - компенсационный патрубок диаметром 110 мм; 6, 7 - крепления (два хомута, скрепленные болтами)

**Рисунок 14** - Схема поэтажной сборки канализационных стояков в санитарно-технических кабинках и шахт-пакетах

**5.26** Для обеспечения демонтажа трубопроводов и снижения уровня шума в процессе их эксплуатации участки труб в местах прохода через междуэтажное перекрытие перед заделкой цементным раствором следует обернуть пергамином

(толем, рубероидом и т.п.) в два слоя и обвязать шпагатом или мягкой проволокой.

Проход пластмассовых трубопроводов через стены и перегородки выполняется с помощью гильз из жесткого материала (кровельная сталь, трубы и т.п.), внутренний диаметр которых должен превышать наружный диаметр трубопровода на 10-15 мм. Межтрубное пространство заделывается мягким негорючим материалом с таким расчетом, чтобы не препятствовать осевому перемещению трубопровода при его линейных температурных деформациях. Допускается также вместо жестких гильз обертывать пластмассовые трубы двумя слоями рубероида, пергамина, толя с последующей перевязкой их шпагатом или другим аналогичным материалом. Длина гильзы должна превышать толщину стены или перегородки на 20 мм.

Пересечение канализационной трубой фундамента или наружной стены здания следует выполнять с помощью эластичных манжет из полиуретана.

**5.27** Заделку штраб, коробов и отверстий в стенах, а также мест прохода стояков через междуэтажные перекрытия следует выполнять после окончания работ по монтажу и испытанию трубопроводов.

## **6 ПРИЕМКА СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

**6.1** При приемке в эксплуатацию систем внутренней канализации контроль качества монтажных работ выполняется путем проведения наружного осмотра, инструментальной и технической проверки. При этом контролируется следующее:

- соответствие смонтированной системы канализации проекту;
- обеспечение сборки раструбных соединений трубопроводов до монтажной метки;
- соответствие проекту мест расположения крепежных элементов и способов фиксации трубных изделий в них, обеспечение надежного крепления трубопроводов;
- отсутствие изломов в соединениях; соответствие величины уклонов горизонтальных трубопроводов проектным требованиям; отсутствие отклонения стояков от вертикальности, превышающего нормативные требования;
- соответствие проекту высоты выведения выше кровли здания вытяжной части канализационных стояков;
- качество поверхности, точность установки, комплектность, надежность крепления санитарных приборов и отсутствие в них засоров;
- герметичность трубопроводов.

**6.2** При приемке в эксплуатацию для проверки герметичности трубопроводов должны быть проведены гидравлические испытания смонтированной системы внутренней канализации, которые выполняют методом пролива воды путем одновременного открытия 75 % санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку. Время пролива не регламентируется, оно должно быть достаточным для осмотра испытываемого участка.

Система считается выдержавшей испытание, если при ее осмотре в трубах, фасонных частях и местах соединений не обнаружено течи. По результатам испытаний составляется акт согласно приложению 4 [СНиП 3.05.01](#).

Испытания отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, необходимо выполнять до их закрытия наполнением водой до уровня пола первого этажа. Испытания участков, заделываемых в строительные конструкции или закрываемых наглухо при последующих строительных работах, должны выполняться проливом воды до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ по форме, приведенной в приложении 6 [СНиП 3.01.01](#).

## **7 ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

**7.1** Жильцы квартир должны быть ознакомлены с правилами эксплуатации канализационных трубопроводов из полипропилена.

Не разрешается стучать по трубам и располагать на них посторонние предметы. Трубопроводы следует оберегать от сколов, надрезов и царапин.

Не допускается хранение тары с бензином, ацетоном и т.п. веществами в непосредственной близости от канализационных трубопроводов.

В монтажной шахте санитарно-технической кабины и внутри ограждения шахт-пакета запрещается устанавливать хозяйственные полки и размещать посторонние предметы с опорой на трубные и крепежные элементы.

При необходимости для улучшения внешнего вида ваннных комнат допускается устройство съемных ограждающих панелей отводного канализационного трубопровода.

**7.2** При срыве гидравлического затвора у одного из санитарно-технических приборов, присоединенных к канализационному стояку на одном промежуточном этаже, следует прочистить участок этого стояка, расположенный непосредственно над этой точкой присоединения. При срыве гидравлических затворов у санитарно-технических приборов, присоединенных к стояку на разных этажах, следует проверить диаметр этого стояка на пропуск расчетного расхода сточной жидкости. При срыве гидравлических затворов у санитарно-технических приборов, присоединенных к стояку на последнем этаже, следует проверить состояние вытяжной части этого стояка: ее сечение должно быть свободно от снега и посторонних предметов.

**7.3** Во избежание испарения воды, заполняющей гидравлические затворы санитарно-технических приборов, перерыв в эксплуатации которых превышает 25 сут, следует один раз за этот период времени заполнять их водой.

**7.4** Увеличение времени опорожнения ванны, мойки или умывальника указывает на образование засора в отводном трубопроводе, который следует промыть или прочистить. Расход стоков от полностью заполненной ванны равен 1,1 л/с, от полностью заполненной мойки (умывальника) - 1 л/с (время опорожнения ванны вместимостью 150-170 л составляет 150-170 с, мойки и умывальника - 10-12 с). Если вода от смывного бачка унитаза сначала заполняет его чашу, а затем постепенно стекает в отводной трубопровод, последний следует немедленно прочистить.

**7.5** Прочистка пластмассовых трубопроводов допускается исключительно пластмассовыми трубами меньшего диаметра или жесткими резиновыми шлангами.

**7.6** При невозможности обеспечить самоочищающий режим течения в отводном трубопроводе от стояка рекомендуется в основании этого стояка установить специальное устройство для автоматической промывки трубопровода (рисунок 4).

**7.7** Участки отводных трубопроводов (канализационные выпуски из зданий, дворовая и микрорайонная сети), на которых из-за недостаточного расхода стоков невозможно обеспечить выполнение условия формулы (4), следует промывать или прочищать в порядке профилактики с периодичностью, достаточной для предотвращения засора.

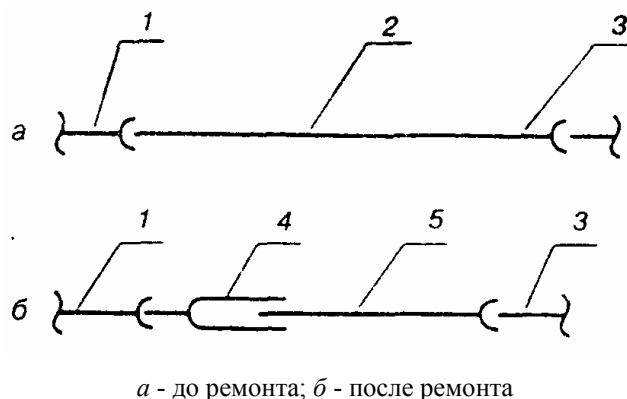
**7.8** В процессе эксплуатации канализационных трубопроводов может возникнуть необходимость в замене поврежденных труб, патрубков и фасонных частей, а также в замене резиновых уплотнителей в раструбных соединениях. Поврежденные трубные изделия заменяются новыми деталями того же типоразмера. При замене фасонных частей должна быть обеспечена установка новых изделий аналогичного вида. Для облегчения ремонтных работ применяется монтажное приспособление (рисунок 13).

**7.9** При демонтаже стояков используется возможность вдвигания в удлиненный раструб компенсационного патрубка 5 гладкого конца патрубка 3 (рисунок 14) или надвигания компенсационного патрубка на гладкий конец патрубка 3, что позволяет произвести разборку раструбных соединений, после чего поврежденную деталь заменяют на новую. При этом сборка новой детали с ранее смонтированными патрубками или фасонными частями выполняется с обязательным нанесением смазки на гладкие концы трубных изделий. В желобках раструбов деталей, бывших в эксплуатации, производят замену колец. Затем выполняют сборку раструбных соединений и затягивают крепежные хомуты.

**7.10** При замене деталей отводного трубопровода от мойки необходимо отсоединить отводной патрубок сифона, после чего возможно разъединение деталей трубопровода и замена поврежденного элемента.

**7.11** Замена поврежденного патрубка на участке отводного трубопровода от ванны (рисунок 15) выполняется с использованием сборного ремонтного узла, включающего компенсационный патрубок с удлиненным раструбом 4 и патрубок с обычным

раструбом 5. С помощью ручной пилы вырезают участок дефектного патрубка 2, после чего демонтируют две оставшиеся его части. В раструбе патрубка 1 старое кольцо заменяют новым.



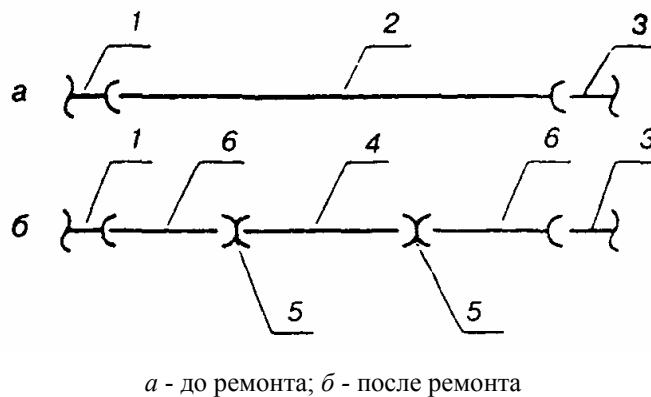
1, 3 - деталь трубопровода; 2 - поврежденный патрубок; 4 - компенсационный патрубок; 5 - патрубок с обычным раструбом

**Рисунок 15** - Схема ремонта трубопровода с заменой поврежденного патрубка

Вместо удаленной детали устанавливают сборный ремонтный узел, выполняя при этом следующие операции: гладкий конец патрубка 5 вдвигают в раструб компенсационного патрубка 4 до упора; ремонтный узел располагают соосно с ремонтируемым трубопроводом; соединяют раструб патрубка 5 с гладким концом детали 3, после чего сдвигают компенсационный патрубок в обратном направлении, соединяя его гладкий конец с раструбом детали 1.

Таким же способом может быть отремонтирован отводной канализационный трубопровод диаметром 110 мм на чердаке или в подвальном помещении.

**7.12** Для замены участка поврежденной трубы или патрубка (рисунок 16) может быть использован сборный ремонтный узел, состоящий из двух подвижных муфт 5 и патрубка без раструба 4, с предварительно снятыми на обоих его концах фасками под углом 15°.



1, 3 - деталь трубопровода; 2 - поврежденный патрубок; 4 - патрубок без раструба; 5 - подвижная муфта; 6 - неповрежденные участки патрубка 2

**Рисунок 16** - Схема ремонта трубопровода с заменой участка поврежденного патрубка

Дефектный участок из трубы 2 вырезают с использованием деревянного шаблона, обеспечивая перпендикулярность линии реза оси трубы. На концах неповрежденных участков патрубка 2 с помощью рашпиля снимают фаску под углом 15°. Затем сборный ремонтный узел подготавливают к монтажу, полностью сдвигая обе подвижные муфты на патрубок 4, после чего производят монтаж ремонтного узла, надвигая муфты 5 на концы патрубков 6 трубопровода.

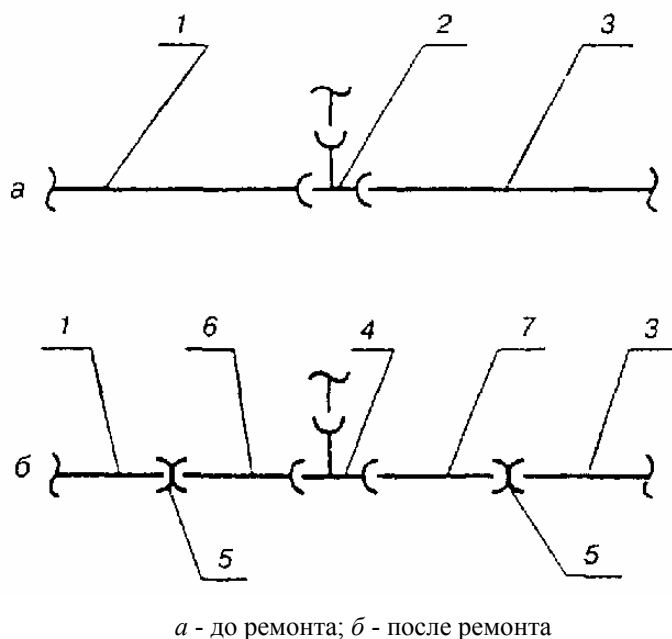
**7.13** Вариант ремонта участка, включающего поврежденную фасонную часть, показан на рисунке 17. В этом случае сборный ремонтный узел состоит из новой фасонной части 4, двух патрубков 6 и 7 с фасками на гладких концах и двух подвижных муфт 5.



**7.14** Расстановка дополнительных креплений при замене отдельных элементов трубопроводов производится следующим образом:

- при замене участка трубы с креплением на два патрубка следует закреплять каждый из них;
- при замене участка трубы без крепления на два патрубка следует закрепить только один из них;
- при использовании ремонтных двухраструбных муфт их необходимо закрепить.

**7.15** Не допускается использование канализационных труб и фасонных частей из чугуна, поливинилхлорида, полиэтилена и других материалов взамен демонтированных при ремонте изделий из полипропилена.



а - до ремонта; б - после ремонта  
1, 3 - патрубок; 2 - поврежденная фасонная часть; 4 - новая фасонная часть, установленная взамен поврежденной; 5 - подвижная муфта; 6 - патрубок с раструбом; 7 - патрубок без раструба

**Рисунок 17** - Схема ремонта трубопроводов с заменой поврежденной фасонной части

**7.16** Подготовка концов труб и фасонных частей и сборка раструбных соединений при выполнении ремонтных работ осуществляются в соответствии с [5.9](#).

**7.17** В аварийных случаях допускается накладка на поврежденный участок трубы манжеты в виде резиновой ленты с последующей установкой бандажа, затягиваемого болтами или проволокой. Однако этот способ ремонта является временной мерой устранения течи. Для обеспечения долговременной работоспособности трубопровода необходимо в короткий срок выполнить ремонтные работы по замене поврежденного участка.

**7.18** Категорически запрещается выполнять ремонтные работы с использованием сварки и нагрева открытым пламенем.

## **8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ**

**8.1** Канализационные трубы и фасонные части перевозят любым видом транспорта при соблюдении правил, действующих на данном виде транспорта.

**8.2** Детали и узлы трубопроводов, а также санитарно-технические кабины и шахт-пакеты допускается перевозить при температуре до минус 20 °С.

**8.3** Погрузочно-разгрузочные работы, складирование и транспортирование укрупненных узлов, а также труб и фасонных частей производятся с соблюдением мер, исключающих возможность повреждения трубной продукции.

**8.4** Трубы перевозят в пакетах, формирование которых осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов.

Перевозку фасонных частей и патрубков следует производить в контейнерах, ящиках или картонных коробах. Упаковка должна обеспечивать сохранность изделий и

безопасность погрузочно-разгрузочных работ.

**8.5** Пакеты труб, упаковки с патрубками и фасонными частями при разгрузке запрещается сбрасывать с транспортных средств. Не допускается перемещение труб и узлов волоком.

**8.6** На каждое грузовое место крепится ярлык из картона или фанеры, содержащий наименование предприятия-изготовителя, условное обозначение изделия, номер партии и дату изготовления, количество изделий в упаковке (в штуках или в метрах), данные об упаковщике.

При упаковке в одну тару нескольких партий изделий число ярлыков должно быть равно количеству упакованных партий.

**8.7** Поставка труб и фасонных частей, как правило, осуществляется с кольцами, вложенными в желобки раструбов.

**8.8** Трубы и фасонные части следует хранить на горизонтальных площадках под навесами или на складах в условиях, исключающих воздействие солнечных лучей, деформации и ударных нагрузок, на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

На складе допускается хранение фасонных частей без упаковки на стеллажах.

**8.9** Рабочий персонал, осуществляющий перевозку и погрузочно-разгрузочные работы труб и укрупненных узлов, следует инструктировать о пониженной сопротивляемости полипропилена ударным и изгибающим нагрузкам (особенно при отрицательных температурах) и о необходимости осторожного обращения с ними в зимнее время.

## **9 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**9.1** При производстве работ по монтажу систем внутренней канализации необходимо соблюдать общие требования [СНиП 12-03](#), [СНиП 12-04](#) и отраслевых инструкций по технике безопасности.

**9.2** К работам по прокладке трубопроводов допускаются лица не моложе 18 лет, ознакомленные со свойствами пластмассовых труб и технологией их монтажа, прошедшие курс обучения безопасным методам труда и пожарной безопасности по утвержденной типовой программе (с последующей ежегодной проверкой их знаний), а также после инструктажа, проведенного на рабочем месте, и соответствующей записи в регистрационном журнале производственного инструктажа по технике безопасности.

Инструктаж по безопасности труда проводится для всех рабочих не реже одного раза в три месяца.

**9.3** Производство монтажных работ осуществляется под руководством и наблюдением ответственного лица, назначенного из числа ИТР, прошедшего специальный инструктаж по технике безопасности у главного инженера.

**9.4** Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

**9.5** Места производства работ должны быть очищены от строительного мусора и посторонних предметов.

**9.6** Трубы, патрубки и фасонные части в процессе монтажа и эксплуатации не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного воздействия на организм человека при непосредственном контакте.

**9.7** При работе с трубными изделиями следует соблюдать правила пожарной безопасности.

**9.8** В случае возникновения пожара необходимо вызвать пожарную охрану и принять меры по ликвидации огня и ограничению его распространения имеющимися средствами пожаротушения (распыленная вода и пена, песок, кошма и т.п.). Тушение трубных изделий в закрытых помещениях следует производить в противогазах.

**9.9** Производственные и складские территории должны быть оборудованы средствами пожаротушения, средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации. Противопожарное оборудование необходимо содержать в исправном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть свободны и обозначены соответствующими знаками.

**9.10** В помещениях, где выполняются работы с трубными изделиями, а также рядом с зонами их складирования запрещается в радиусе 50 м разводить огонь, производить электро- и газосварочные работы и хранить легковоспламеняющиеся вещества.

**9.11** В помещениях трубозаготовительных участков, где выполняются работы по механической обработке труб и формованию раструбов, следует предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию, а рабочие места оборудовать местными отсосами.

**9.12** При выполнении работ по механической обработке труб необходимо пользоваться защитными очками.






**9.13** Испытание системы канализации следует производить под руководством мастера или прораба. Устранение дефектов, обнаруженных во время испытания наливом труб, проложенных в земле или в подпольных каналах, выполняется после спуска воды из трубопроводов.

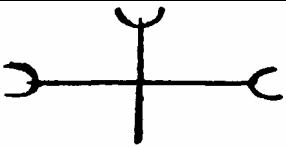
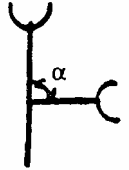


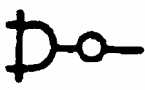


**9.14** Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (тряпки, стружки и отходы трубных изделий), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

**9.15** После монтажа трубопроводов обрезки труб и другие отходы требуется собрать для последующего вывоза в места свалки, согласованные с органами санитарно-эпидемиологического надзора и охраны окружающей среды.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### СОРТАМЕНТ ТРУБ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Наименование и графическое обозначение	Размеры, мм		
	<i>D</i>	<i>L</i>	Угол, град
Труба канализационная раструбная 	110 110 110 110 110 110 110 110 50 50 50 50 50 50 50	3000 2000 1500 1000 750 500 250 150 3000 2000 1500 1000 750 500 250 150	
Труба канализационная гладкая 	50 50 110 110	2000 3000 2000 3000	
Муфта канализационная 	50 110	90 60	
Муфта ремонтная канализационная 	50	110	
Приборный патрубок канализационный (для унитаза) 	110	150	
Крестовина 2-плоскостная канализационная (левая правая)	110/110/50		87,5

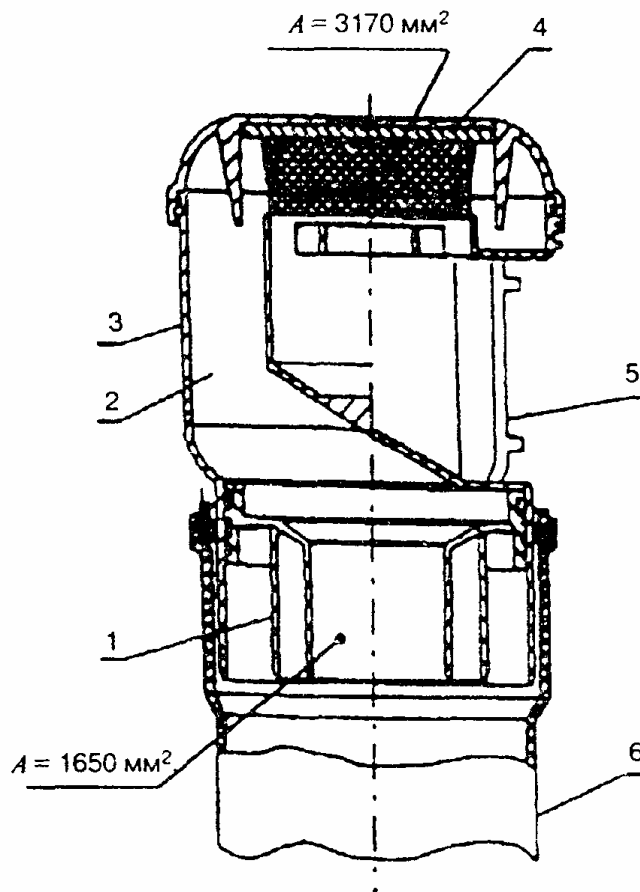
Наименование и графическое обозначение	Размеры, мм		
	<i>D</i>	<i>L</i>	Угол, град
			
Тройник канализационный 	50/50 110/50 110/110 50/50 110/50 110/110		45 45 45 87,5 87,5 87,5
Отвод канализационный 	50 50 50 50 110 110 110 110		15 30 45 87,5 15 30 45 87,5
Переход канализационный 	40-50 50-110		
Ревизия с крышкой 	50 110		
Заглушка канализационная 	50 110		
Компенсационный патрубок 	110		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ КЛАПАН КАНАЛИЗАЦИОННОГО СТОЯКА

Вентиляционный клапан устанавливается в верхней части стояка и пропускает воздух только в одном направлении - в стояк, который не выводится выше кровли здания.

Пропускная способность стояка из полипропиленовых труб диаметром 110 мм, оборудованного вентиляционным клапаном с площадью живого сечения воздушного потока  $A = 3170 \text{ мм}^2$  или  $A = 1650 \text{ мм}^2$  (рисунок [Б.1](#)), приведена в таблице [Б.1](#).



1 - вставка; 2 - воздушный канал; 3 - корпус; 4 - заслонка; 5 - вентиляционное отверстие; 6 - канализационный стояк; A - площадь воздушного потока, мм<sup>2</sup>

**Рисунок Б.1 - Вентиляционный клапан**

Таблица Б.1

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол входа жидкости в стояк, град	Пропускная способность стояка, л/с	
		со вставкой $A = 1650 \text{ мм}^2$	без вставки $A = 3170 \text{ мм}^2$
50	45,0	5,85	7,7
	60,0	5,10	6,8
	87,5	3,57	4,54
110	45,0	4,14	5,44
	60,0	3,64	4,8
	87,5	2,53	3,2

ПРИЛОЖЕНИЕ В

**ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБ  
ДИАМЕТРОМ 40, 50 И 110 ММ**

Диаметр трубы  $D_{\text{тр}} = 40 \text{ мм}$

Толщина стенки  $S_{\text{ст}} = 1,8 \text{ мм}$

$h/D$	$i = 0,01$		$i = 0,02$		$i = 0,03$		$i = 0,04$		$i = 0,05$		$i = 0,06$		$i = 0,07$	
	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$
0,3	0,076	0,288	0,124	0,473	0,163	0,619	0,195	0,743	0,224	0,852	0,250	0,952	0,274	1,044
0,4	0,135	0,348	0,220	0,566	0,287	0,738	0,343	0,883	0,393	1,012	0,439	1,128	0,480	1,235
0,5	0,206	0,396	0,333	0,640	0,433	0,832	0,517	0,994	0,592	1,137	0,659	1,267	0,721	1,386
0,6	0,282	0,432	0,454	0,696	0,589	0,903	0,702	1,077	0,803	1,232	0,894	1,371	0,977	1,499
0,7	0,355	0,457	0,570	0,733	0,739	0,950	0,881	1,132	1,006	1,293	1,120	1,439	1,224	1,574
0,8	0,417	0,467	0,668	0,749	0,865	0,969	1,031	1,156	1,178	1,320	1,311	1,469	1,433	1,605
0,9	0,453	0,459	0,726	0,736	0,941	0,854	1,122	1,138	1,282	1,299	1,426	1,446	1,559	1,581
1,0	0,412	0,396	0,666	0,640	0,866	0,832	1,035	0,994	1,184	1,137	1,319	1,267	1,443	1,386

Диаметр трубы  $D_{\text{тр}} = 50 \text{ мм}$

Толщина стенки  $S_{\text{ст}} = 1,8 \text{ мм}$

$h/D$	$i = 0,01$		$i = 0,02$		$i = 0,03$		$i = 0,04$		$i = 0,05$		$i = 0,06$		$i = 0,07$	
	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$
0,3	0,155	0,364	0,248	0,582	0,321	0,752	0,383	0,896	0,437	1,024	0,486	1,140	0,532	1,247
0,4	0,276	0,437	0,438	0,694	0,564	0,893	0,671	1,062	0,766	1,212	0,851	1,347	0,930	1,472
0,5	0,418	0,495	0,661	0,782	0,849	1,005	1,009	1,193	1,150	1,360	1,277	1,510	1,394	1,649
0,6	0,571	0,539	0,899	0,849	1,152	1,088	1,367	1,291	1,557	1,470	1,728	1,632	1,886	1,780
0,7	0,718	0,568	1,128	0,892	1,445	1,143	1,714	1,356	1,950	1,543	2,164	1,712	2,361	1,867
0,8	0,841	0,580	1,321	0,911	1,692	1,167	2,006	1,383	2,282	1,574	2,532	1,746	2,761	1,904
0,9	0,915	0,571	1,427	0,897	1,841	1,148	2,183	1,362	2,484	1,550	2,756	1,719	3,006	1,876
1,0	0,837	0,495	1,323	0,782	1,699	1,005	2,018	1,193	2,299	1,360	2,554	1,510	2,788	1,649

Диаметр трубы  $D_{\text{тр}} = 110 \text{ мм}$

Толщина стенки  $S_{\text{ст}} = 2,7 \text{ мм}$

$h/D$	$i = 0,01$		$i = 0,02$		$i = 0,03$		$i = 0,04$		$i = 0,05$		$i = 0,06$		$i = 0,07$	
	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ л/с}$	$V, \text{ м/с}$
0,3	1,564	0,721	1,747	0,805	1,916	0,884	2,074	0,956	2,221	1,024	2,362	1,089	2,685	1,238
0,4	2,744	0,855	3,061	0,953	3,355	1,045	3,628	1,130	3,882	1,209	4,125	1,285	4,684	1,459
0,5	4,125	0,960	4,598	1,070	5,036	1,172	5,443	1,267	5,822	1,355	6,183	1,439	7,014	1,632
0,6	5,592	1,039	6,229	1,157	6,819	1,267	7,367	1,369	7,878	1,463	8,365	1,554	9,482	1,762
0,7	7,008	1,091	7,804	1,215	8,540	1,329	9,224	1,436	9,861	1,535	10,469	1,629	11,863	1,847
0,8	8,203	1,113	9,132	1,239	9,993	1,356	10,792	1,464	11,536	1,565	12,246	1,662	13,875	1,883
0,9	8,926	1,096	9,939	1,220	10,877	1,335	11,748	1,442	12,559	1,542	13,332	1,637	15,107	1,855
1,0	8,251	0,960	9,196	1,070	10,072	1,172	10,885	1,267	11,644	1,355	12,367	1,439	14,028	1,632

Ключевые слова, трубопроводы, внутренняя канализация, полипропиленовые трубы, проектирование, монтаж, эксплуатация

**МИНСТРОЙ РОССИИ**  
**Торговый дом «Инженерное оборудование»**

**ПОСОБИЕ**

**ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОНОМНЫХ  
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОДНОКВАРТИРНЫХ  
И БЛОКИРОВАННЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ**  
**(водоснабжение, канализация, теплоснабжение  
и вентиляция, газоснабжение, электроснабжение)**

**Москва            1997**

**Пособие** по проектированию автономных инженерных систем многоквартирных и блокированных жилых домов (водоснабжение, канализация, теплоснабжение и вентиляция, газоснабжение, электроснабжение) / Торговый Дом «Инженерное оборудование».

РАЗРАБОТАНО творческим коллективом Торгового дома «Инженерное оборудование» в составе: *А.И. Кунаховича (руководитель), И.Ш. Свердлова, А.С. Шварцмана, А.З. Ивянского, Г.Р. Рабиновича, А.К. Сокольского, Н.В. Федоровой, В.П. Харитонова.*

ОДОБРЕНО Управлением стандартизации, технического нормирования и сертификации (письмо от 15.05.97 № 13-288).

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Настоящее Пособие разработано в развитие строительных норм и правил Российской Федерации и других документов, относящихся к проектированию автономных систем для многоквартирных и блокированных жилых домов.

Одной из причин неудовлетворительного развития автономных систем является практическое отсутствие рекомендаций и технических решений по проектированию и строительству этих систем.

Ужесточение требований по очистке сточных вод, значительное загрязнение водоисточников, общее ухудшение экологической обстановки, рост цен на энергоносители, появление на рынке импортного оборудования меняют требования к техническому уровню инженерных систем и степени благоустройства жилого фонда.

Настоящее Пособие разработано с целью восполнить имеющиеся пробелы и создать единый свод рекомендаций - документ по проектированию всего комплекса инженерных автономных систем для индивидуальных жилых домов.

Общими принципами настоящего пособия являются: повышение уровня комфортности проживания населения, улучшение качества питьевой воды, повышение экологической безопасности автономных систем, энергоснабжение, применение современных эффективных технических решений.

Вместе с тем каждый раздел имеет свои особенности, связанные с характером функционирования системы и ее обслуживания, требованиями к обеспечению надежности работы и безопасности.

Замечания и предложения просьба направлять в Торговый Дом «Инженерное оборудование» по адресу: 117853, Москва, ул. Профсоюзная, д. 93а, тел/факс 335-67-64, 336-28-44.

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Настоящее Пособие необходимо при проектировании автономных (децентрализованных) систем водоснабжения, канализации, теплоснабжения и вентиляции, газоснабжения, электроснабжения для многоквартирных и блокированных жилых домов.

**1.2.** Выбор применения автономных или централизованных систем инженерного обеспечения должен в каждом конкретном случае решаться на основании технико-экономических расчетов с учетом местных условий.

**1.3.** Настоящее Пособие разработано в развитие строительных норм и правил Российской Федерации и других документов, относящихся к проектированию отдельных систем инженерного обеспечения, и содержит положения, направленные на выполнение обязательных требований строительных норм и правил, общетехнических и экологических стандартов, применение новых технических решений для элементов систем и сооружений, которые прошли эксплуатационную проверку.

**1.4.** При выборе участка для индивидуального строительства на свободной территории необходимо учитывать особенности инженерного благоустройства, связанные с применением автономных систем, в частности с размещением инженерных сооружений, возможностью подъезда к ним автотранспорта, сброса сточных вод и др.

1.5. Разработка проектов на строительство автономных систем может выполняться проектным институтом, проектно-производственным бюро при органах архитектуры, проектно-строительной организацией, имеющими соответствующие лицензии на право выполнения таких работ.

Конкретные проектные решения следует согласовывать с местными органами государственного надзора.

## 2. СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Настоящий раздел разработан в развитие СНиП 2.04.02-84\* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий» и распространяется на проектирование автономных (децентрализованных) систем водоснабжения индивидуальных жилых домов.

2.2 Автономные системы устраиваются для водоснабжения жилых домов при отсутствии централизованной системы водоснабжения или невозможности присоединения к ней.

2.3. В настоящем разделе рассматриваются вопросы проектирования систем водоснабжения и их элементов: водозаборные сооружения, водоподъемные установки, наружные разводящие сети, регулирующие емкости, устройства для обеззараживания и (или) очистки воды.

2.4. При устройстве автономных систем водоснабжения должны использоваться изделия, оборудование, трубопроводы из материалов, разрешенных Госсанэпиднадзором РФ для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

### ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ

2.5. Качество питьевой воды должно, как правило, соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» и ГОСТ 2874-82\* «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

Основные нормативные показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	Норматив
1. Водородный показатель	единица pH	6,0-9,0
2. Мутность по стандартной шкале	мг/л	не более 1,5
3. Цветность	градус	не более 20
4. Вкус и привкус при 20 °С	балл	не более 2,0
5. Железо	мг/л	не более 0,3
6. Марганец	мг/л	не более 0,1
7. Нитраты (NO <sub>3</sub> )	мг/л	не более 45
8. Жесткость общая	мг-экв/л	не более 7,0
9. Сульфаты	мг/л	не более 500
10. Хлориды	мг/л	не более 350
11. Общая минерализация	мг/л	не более 1000
12. Число колиформных бактерий	число бактерий в 100 мл	отсутствие
13. Общее микробное число		не более 50

Примечание. Величины, указанные в таблице, могут быть увеличены только по согласованию с местными органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

2.6. При невозможности использовать воду природного качества по приведенным в табл. 1 показателям необходимо предусматривать устройства для ее очистки и (или) обеззараживания.

### ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ

2.7. Нормы расхода воды жителями принимаются в зависимости от внутреннего санитарно-технического оборудования жилых домов по табл. 2.

Таблица 2

Водопотребители	Удельное среднесуточное (за год) хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя, л/сут
Индивидуальные или блокированные	



жилые дома:	
с водопроводом и канализацией без ванн	90-120
с газоснабжением	115-150
с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	140-180
с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	170-190
с быстродействующими газовыми нагревателями и многоточечным водоразбором	190-250
Примечание. Меньшие показатели принимаются для индивидуальных жилых домов (коттеджей), большие - для блокированного жилого дома с общей системой водоснабжения.	

2.8. Расчетные расходы воды в системе внутреннего водопровода жилого дома определяются в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/с			Свободный напор $H_f$ , м	Расход сточков от прибора $q_0^s$ , л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
	общий $q_0^{tot}$	холодной $q_0^c$	горячей $q_0^h$	общий $q_{0,hr}^{tot}$	холодной $q_{0,hr}^c$	горячей $q_{0,hr}^h$			подводки	отвода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Умывальник, раковина с водоразборным краном	0,1	0,1	—	30	30	—	2	0,15	10	32
2. То же, со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2	0,15	10	32
3. Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном	0,15	0,15	—	50	50	—	2	0,3	10	40
4. Мойка со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2	0,6	10	40
5. Ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3	0,8	10	40
6. Ванна с водогрейкой колонкой и смесителями	0,22	0,22	—	300	300	—	3	1,1	15	40
7. Ванна ножная со смесителем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	3	0,5	10	40
8. Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3	0,2	10	40
9. Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3	0,6	10	40
10. Гигиенический душ (биде) со смесителем и аэратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	5	0,15	10	32
11. Унитаз со смывным бочком	0,1	0,1	—	83	83	—	2	1,6	8	85
12. Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	—	81	81	—	4	1,4	—	85
13. Писсуар	0,035	0,035	—	36	36	—	2	0,1	10	40

14. Писсуар с полуавтоматическим смывным краном	0,2	0,2	—	36	36	—	3	0,2	15	40
15. Питьевой фонтанчик	0,04	0,04	—	72	72	—	2	0,05	10	25
16. Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	2	0,3	15	—
17. Трап условным диаметром, мм:										
50	—	—	—	—	—	—	—	0,7	—	50
100	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—	100
<p>Примечания: 1. При установке аэраторов на водоразборных кранах и смесителях свободный напор в подводках следует принимать не менее 5 м.</p> <p>2. Расход сточных вод, отводимых трапами, следует определять расчетом и принимать не более указанных в таблице.</p>										

Расходы воды на поливку зеленых насаждений, а также на содержание скота и птицы следует принимать дополнительно, учитывая, что они не совпадают с периодом максимального водопотребления.

Расходы воды на поливку зеленых насаждений, газонов и цветников следует принимать в количестве 3-6 л/м<sup>2</sup> на одну поливку. Число поливок надлежит принимать 1-2 в сутки, в зависимости от климатических условий.

Расходы воды на содержание скота и птицы следует принимать, л/сут на 1 животное: для лошадей - 80, коров - 60, овец и коз - 10, молодняка крупного скота - 5-25, свиней - 12-15, прочего молодняка и поросят - 5; кур - 0,8, индеек - 1,2, уток и гусей - 1,6, кроликов и норок - 3.

**2.9.** Минимальные свободные напоры у санитарных приборов в соответствии со СНиП 2.04.01-85\* должны составлять не менее 2 м.

## ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**2.10.** В качестве источников следует, как правило, использовать подземные воды. Предпочтение следует отдавать водоносным горизонтам, защищенным от загрязнения водонепроницаемыми породами.

Поверхностные источники допускаются к использованию в исключительных случаях при наличии специальных обоснований.

**2.11.** Выбор источника и место расположения водозаборных сооружений должны быть согласованы с местными органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

## ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

**2.12.** Конструкция водозаборных сооружений определяется потребными расходами воды, гидрогеологическими условиями, типом водоподъемного оборудования и местными особенностями.

**2.13.** В качестве водозаборных сооружений следует, как правило, применять мелкотрубчатые водозаборные скважины или шахтные колодцы. При соответствующих обоснованиях могут применяться каптажи родников и другие сооружения.

**2.14.** Водозаборные сооружения должны размещаться на незагрязненных и неподтапливаемых участках на расстоянии, как правило, не менее 20 м выше (по потоку подземных вод) от источников возможного загрязнения (уборных, канализационных сооружений и трубопроводов, складов удобрений, компоста и т.п.).

Конструкция сооружений не должна допускать возможности проникновения в эксплуатируемый водоносный горизонт поверхностных загрязнений, а также возможности соединений его с другими водоносными горизонтами.

**2.15.** Глубина водозаборных скважин и шахтных колодцев принимается в зависимости от глубины залегания водоносных горизонтов, их мощности, способа производства работ и других местных условий.

**2.16.** Шахтные колодцы могут применяться при неглубоком залегании водоносного горизонта (обычно до 20 м).

Они состоят из оголовка (надземной части), ствола, водовмещающей и водоприемной частей.

**2.17.** Оголовок и ствол шахтного колодца должны быть защищены от загрязнения поверхностными или грунтовыми водами. Верх оголовка должен быть выше уровня земли не менее чем на 0,8 м и перекрыт крышкой. Вокруг колодца должны устраиваться отмостка шириной 1-2 м с уклоном от колодца и водонепроницаемый глиняный замок шириной 0,5 м на глубину 1,5-2 м. В колодцах следует предусматривать вентиляционную трубу, выведенную выше поверхности земли не менее чем на 2 м и защищенную колпаком с сеткой.

**2.18.** Шахтные колодцы в зависимости от материала для крепления стенок могут быть деревянными (срубы), из кирпичной или каменной кладки, из бетона или железобетона.

При обосновании возможно применение других строительных материалов, в том числе пластмасс.

Проходка шахтных колодцев может быть механизирована с помощью специальных бурильных агрегатов.

**2.19.** Водоприемная часть шахтных колодцев в зависимости от гидрогеологических условий и глубины устраивается в дне и (или) стенках колодца.

Дно колодца при приеме через него воды должно быть снабжено гравийным фильтром или оборудовано плитой из пористого бетона. В стенках при приеме воды через них должны быть устроены окна, заполненные гравийным фильтром или пористым бетоном.

При толщине водоносного пласта до 3 м следует предусматривать шахтные колодцы совершенного типа с вскрытием всей мощности пласта; при большей мощности пласта допускаются несовершенные колодцы с вскрытием части пласта.

**2.20.** При сосредоточенном выходе подземных вод на поверхность земли в виде родника для отброса воды устраиваются специальные каптажные камеры, конструкция которых принципиально не отличается от конструкции шахтных колодцев.

Вода может поступать в камеру через дно (для восходящих родников) либо через стенки (для нисходящих родников).

При каптаже из скальных пород устройство гравийного фильтра не требуется.

**2.21.** В каптажной камере следует предусматривать переливную трубу, рассчитанную на наибольший дебит (объем) родника, с установкой на ее конце клапана-захлопки.

**2.22.** При наличии в воде родника взвешенных веществ каптажную камеру следует разделять переливной стенкой на два отделения: одно для отстаивания воды с последующей очисткой ее от осадка, второе - для забора воды.

**2.23.** Наиболее распространенным видом водозаборных сооружений являются водозаборные скважины, применяемые при разнообразных гидрогеологических условиях и глубинах залегания водоносного пласта.

**2.24.** Водозаборные скважины состоят из устья с оголовком (верхней части), ствола, водоприемной части с фильтром и отстойником. Устье скважин, как правило, размещается в подземной камере.

**2.25.** Состав элементов и конструкция скважин зависит от способа бурения, глубины скважины и гидрогеологических условий.

**2.26.** Бурение скважин осуществляется вращательным или ударно-канатным способом с помощью специальных буровых установок.

Для крепления стенок скважин при бурении и на период эксплуатации применяются обсадные трубы (стальные, асбестоцементные, пластмассовые).

**2.27.** Конструкция оголовка скважин должна быть герметична, исключать возможность проникновения поверхностных вод и загрязнений в скважину. Верхняя часть оголовка должна выступать над полом камеры не менее чем на 0,5 м.

**2.28.** Конструкцию и размеры фильтра следует принимать в зависимости от гидрогеологических условий, дебита скважины и режима эксплуатации. В скальных породах возможно применение бесфильтровых скважин.

**2.29.** При самоизливающихся скважинах необходимо предусмотреть возможность организованного отвода воды за пределы участка с недопущением размыва поверхности земли.

**2.30.** Для систем индивидуального водоснабжения не обязательно предусматривать резервное водозаборное сооружение (скважину, шахтный колодец и др.). Для повышения надежности подачи воды может предусматриваться комплект водоподъемного оборудования, находящийся на складе.

## **ВОДОПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЕМКОСТИ**

**2.31.** Для индивидуальных систем водоснабжения следует, как правило, применять автоматизированные водоподъемные устройства, включающие в себя насос, регулируемую емкость и приборы автоматического регулирования, при которых насос периодически подает или прекращает подачу воды в регулируемую емкость в зависимости от уровня воды в безнапорном (открытом) баке или давления в напорном гидропневматическом баке.

Работа водоподъемной установки характеризуется частотой включения насоса в единицу времени, зависящей от регулирующего объема бака.

Безнапорный (открытый) бак размещается в высшей точке системы на отметке, обеспечивающей необходимый напор в системе.

В напорном гидропневмобаке необходимый напор создается давлением сжатого воздуха, передающимся на воду через эластичную мембрану.

Гидропневмобаки обычно входят в комплект автоматизированных водоподъемных установок; безнапорные баки чаще всего поставляются по отдельной заявке как нестандартное оборудование.

**2.32.** Тип водоподъемного оборудования зависит от вида водозаборного сооружения, глубины водоносного горизонта (его динамического уровня), дебита водоисточника, а также условий водопотребления (расхода воды и свободного напора).

Для автономных систем водоснабжения могут применяться насосы различных типов - консольные, консольные моноблочные, вихревые, погружные, бытовые, а также комплектные водоподъемные установки, включающие в себя насос, гидропневматический бак, арматуру и средства автоматизации.

Допускается использование импортного оборудования, прошедшего сертификацию в установленном порядке.

Примеры технических решений указаны в альбоме «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов».

**2.33.** Для подъема воды из шахтных колодцев и водозаборных скважин при устойчивой глубине динамического уровня воды не более 5-6 м рекомендуется применение горизонтальных центробежных насосов. Насосы могут размещаться в обособленном помещении первого этажа (подвала) жилого дома, в шахтном колодце или в подземной камере.

Размещение насосов в помещении жилого дома допускается при условии, что уровень шума в жилых помещениях при работе насоса не превысит 35 дБа.

Для подъема воды из глубоких шахтных колодцев и водозаборных скважин, как правило, применяются погружные насосы.

**2.34.** Работу насосов следует принимать в повторно-кратковременном режиме совместно с регулирующей емкостью.

Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды, для которого проектируется автономная система водоснабжения.

**2.35.** Полный напор насосной установки  $H_p$ , м, следует определять по формуле

$$H_p = H_{geom} + \Sigma H_{tot,l} + H_f, \quad (1)$$

где  $H_{geom}$  - геометрическая высота подъема от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчетной точки (наиболее высокорасположенного прибора), м;

$\Sigma H_{tot,l}$  - потери напора при движении воды до расчетной точки, м;

$H_f$  - необходимый свободный напор в расчетной точке, м (в соответствии с табл. 3).

**2.36.** Регулирующий объем емкости  $W$ , м<sup>3</sup>, надлежит определять по формуле

$$W = \frac{q_{hr}^{sp}}{4n}, \quad (2)$$

где  $q_{hr}^{sp}$  - производительность насоса, м<sup>3</sup>/ч;

$n$  - допустимое число включений насоса в час, принимаемое для установок:

с безнапорными баками - до 4;

с гидропневмобакками - до 10.

**2.37.** Полную вместимость емкостей  $V$ , м<sup>3</sup>, следует определять по формуле

а) для гидропневматического бака:

$$V = W \frac{B}{1 - A}, \quad (3)$$

б) для безнапорного бака:

$$V = B \cdot W, \quad (4)$$

где  $A$  - отношение абсолютного минимального давления к максимальному, значение которого следует принимать:

0,8 - для установок, работающих с подпором;

0,75 - для установок с напором до 50 м;

$B$  - коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый 1,2-1,3.

**2.38.** Высота расположения безнапорного бака и минимальное давление в гидропневматическом баке должны обеспечивать необходимый напор воды перед водоразборной арматурой.

**2.39.** Безнапорные баки следует устанавливать в вентилируемом, освещенном помещении жилого дома высотой не менее 2,2 м с положительной температурой воздуха.

Под баками следует предусматривать поддоны.

Расстояние между баками и строительными конструкциями должны быть не менее 0,7 м, от верха бака до перекрытия - не менее 0,6 м.

**2.40.** Гидропневматические баки рекомендуется устанавливать в помещениях, где расстояние от верха баков до перекрытия и до стен составляет не менее 0,5 м.

Допускается размещение гидропневматических баков в подземных камерах и колодцах при обеспечении положительной температуры в месте установки.

**2.41.** Для безнапорных баков следует предусматривать подающую трубу с поплавковым клапаном, отводящую, переливную и спускную трубы, дренаж поддона, воздушную трубу, запорную арматуру, датчики уровней для автоматизации включения и выключения насосов и т.п. баки должны быть снабжены съемными крышками.

Гидропневматические баки должны быть оборудованы подающей, отводящей и спускной трубами, реле давления, манометром, предохранительным клапаном и другой необходимой арматурой.

**2.42.** Регулирующие емкости при их индивидуальном изготовлении рекомендуется выполнять из металла с наружной и внутренней антикоррозийной защитой.

**2.43.** Во всех вариантах установки насосов и емкостей должны также выполняться требования предприятий - изготовителей оборудования.

## НАРУЖНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

**2.44.** Водопроводная сеть, как правило, должна быть тупиковой.

Для устройства сети следует применять пластмассовые трубы. Допускается применение труб из других материалов (в том числе стальных, оцинкованных или с цементно-песчаным покрытием) при соблюдении требований п. 2.4.

**2.45.** Наружная поверхность стальных труб, укладываемых в грунте, должна защищаться противокоррозионным битумным или иным покрытием.

**2.46.** Глубина заложения наружных разводящих трубопроводов должна быть на 0,5 м больше глубины промерзания грунтов.

**2.47.** При обосновании допускается устройство летнего водопровода.

Летний водопровод эксплуатируется в теплое время года для полива зеленых насаждений и цветников, обеспечивает летнюю кухню и другие нужды и присоединяется к внутреннему водопроводу жилого дома.

Летний водопровод рекомендуется прокладывать непосредственно по земле (на опорах).

**2.48.** Все трубопроводы системы автономного водоснабжения должны иметь возможность опорожнения.

## **УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

**2.49.** В тех случаях, когда вода источника не удовлетворяет требованиям СанПиН 2.1.4.559-96 и ГОСТ 2874-82\*, необходимы ее очистка и (или) обеззараживание.

**2.50.** Водоочистные установки предназначаются:

а) при несоответствии качества воды источника водоснабжения требованиям СанПиН 2.1.4.559-96 и ГОСТ 2874-82\* - для обработки общего расхода воды, подаваемого системой водоснабжения;

б) при соответствии качества воды источника по основным характеристикам требованиям СанПиН 2.1.4.559-96 и ГОСТ 2874-82\* - для улучшения его органолептических показателей: как для обработки общего расхода воды, так и для обработки части воды, используемой на питьевые нужды, пищеприготовление и т.п. с помощью индивидуальных водоочистителей.

**2.51.** Обеззараживание воды, как правило, следует осуществлять в водоочистных установках или безреагентным способом - с помощью бактерицидного облучения.

Допускается использование гипохлорита натрия, хлорной извести и других сухих хлорсодержащих реагентов, разрешенных Госсанэпиднадзором РФ для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**2.52.** При использовании хлорной извести или других сухих хлорсодержащих реагентов могут применяться хлор-патроны (капсулы из пористой керамики), заполненные реагентом и опускаемые в водоприемную емкость (колодец, камеру) на глубину 0,3-0,5 м от дна емкости.

**2.53.** Очистка воды в автономных системах водоснабжения чаще всего применяется для удаления железа, солей жесткости, в отдельных случаях для удаления фтора, марганца и других элементов, а также для снижения общей минерализации.

**2.54.** Установки, предназначенные для обработки общего расхода воды, размещаются на вводе воды в жилой дом, в отдельном помещении на первом этаже (подвале) жилого дома. При этом должны быть выполнены требования, установленные изготовителем оборудования, к размещению установки, высоте помещения, расстоянием до ограждающих конструкций, проходов и т.д.

**2.55.** Установки для индивидуальной очистки воды устанавливаются, как правило, непосредственно перед водоразборным устройством (например, у мойки).

Условия установки должны соответствовать требованиям завода-изготовителя.

**2.56.** Выбор типа установки определяется конкретными условиями - производительностью и качеством обрабатываемой воды.

Конкретные технические решения указаны в альбоме «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов».

## **3. КАНАЛИЗАЦИЯ**

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**3.1.** Системы канализации относятся к автономным, если они обеспечивают водоотведение от многоквартирного дома или усадьбы с надворными постройками и не связаны с системами водоотведения от других объектов, в отличие от местных систем, обслуживающих многоквартирный дом или группу близрасположенных домов, и централизованных систем канализации, охватывающих все или большую часть объектов населенного пункта.

**3.2.** Автономные системы канализации характеризуются:

изолированностью от других систем канализации;

малыми расходами сточных вод, неравномерностью их поступления;

меньшими удельными нормами водоотведения, размещением непосредственно на территории канализуемого объекта;

эксплуатацией системы непосредственно ее владельцем.

**3.3.** Автономные системы канализации должны обеспечивать сбор сточных вод от выпусков дома и других объектов усадьбы, их отведения к сооружению сбора или очистки, хранение или очистку в соответствии с требованиями санитарных и природоохранных норм и удаление (вывоз, сброс в грунт или в поверхностный водоем).

**3.4.** Выбор автономной, местной или централизованной системы канализации определяется рядом факторов: характером застройки;

сроками завершения строительства отдельных объектов застройки;

располагаемыми средствами;  
гидрогеологическими и гидрологическими условиями строительства;  
условиями водоснабжения объекта;  
рельефом площадки и т.д.

**3.5.** Решение по выбору системы канализации должно быть согласовано с местными органами Госсанэпиднадзора, а при сбросе сточных вод в поверхностный водоем - с местным органом природоохраны.

**3.6.** При проектировании систем автономной канализации следует учитывать санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к автономным системам водоснабжения (если они предусмотрены для этих же или для близрасположенных объектов), и уровень благоустройства канализуемого объекта. В частности, необходимо полностью исключить возможность загрязнения сточными водами (из сооружений подземной фильтрации или из-за утечек трубопроводов) водоносных горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения.

## НОРМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

**3.7.** Объем среднесуточного водоотведения бытовых сточных вод от жилого дома следует принимать равным расчетному среднесуточному водопотреблению без учета расхода воды на полив зеленых насаждений, причем эти показатели могут быть скорректированы с учетом конкретного обустройства дома, индивидуальных, бытовых особенностей жителей. При этом, как правило, следует ориентироваться на нижние значения нормативного водопотребления, учитывая благоприятные условия для экономии воды при наличии одного владельца системы.

**3.8.** Следует учитывать возможность раздельного отведения хозяйственно-банных сточных вод (от кухонных моек, ванн, умывальников и т.п.) и фекальных сточных вод. Расход фекальных сточных вод следует принимать ориентировочно в количестве 30 % нормативного водоотведения.

## КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯЗНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

**3.9.** Количество загрязнений в сточных водах следует определять по табл. 4.

Таблица 4

Ингредиенты	Количество загрязнений, г/сут, на одного жителя
Взвешенные вещества	65
Неосветленная жидкость:	
БПК <sub>S</sub>	54
БПК <sub>ПОЛН.</sub>	75
Осветленная жидкость:	
БПК <sub>S</sub>	35
БПК <sub>ПОЛН.</sub>	40
Азот аммонийных солей (N)	8
Фосфаты (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3,8
В том числе от моющих веществ	1,6
Хлориды (Cl)	9
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	2,5
Примечание. Загрязнения от населения, приживающегося в неканализационных районах, надлежит учитывать в количестве 33 % от указанных в таблице.	

**3.10.** При разработке правил пользования принятой системой канализации следует предусматривать мероприятия по исключению сброса в канализацию крупноразмерных пищевых отходов, вод от мойки автомашин, веществ, вредно воздействующих на процесс биологической очистки сточных вод, залповых сбросов в систему канализации больших количеств (более 150 г/сут) поверхностно-активных веществ от стирки белья, уборки помещений и чистки санитарных приборов, мойки посуды и т.д.

## ВЫПУСКИ ИЗ ЗДАНИЙ И НАРУЖНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

**3.11.** Проектирование канализационных выпусков и наружных самотечных трубопроводов следует осуществлять в соответствии со СНиП 2.04.01-85\* и СНиП 2.04.03-85.

**3.12.** При необходимости прокладки выпусков и трубопроводов выше глубины промерзания их следует утеплять обсыпкой из шлака, керамзита и других материалов. При этом следует обеспечить защиту теплоизоляции от накопления в ней воды за счет дренирования участка строительства. Минимальная глубина заложения трубопроводов от поверхности земли до верха трубы в местах возможного проезда автотранспорта должна быть не менее 0,7 м, в других местах - 0,5.

**3.13.** Для прокладки самотечных трубопроводов следует использовать безнапорные асбестоцементные трубы на муфтовых соединениях или раструбных соединениях, укладываемые на выровненное и утрамбованное

основание из местного грунта. В скальных, илистых, торфянистых и просадочных грунтах следует предусматривать укладку труб на слой утрамбованного песчаного грунта высотой не менее 150 мм.

**3.14.** Для прокладки напорных трубопроводов следует использовать пластмассовые трубы на муфтовых или раструбных соединениях, асбестоцементные водопроводные трубы на муфтовых соединениях или стальные трубы с наружной и внутренней антикоррозийной защитой. Глубину заложения напорных трубопроводов следует принимать аналогично предусматриваемой для водопроводных трубопроводов. При невозможности соблюдения этого требования допускается использовать самоопорожнение труб при перерывах в перекачке сточных вод за счет уклонов трубопроводов.

**3.15.** Минимальный диаметр наружных трубопроводов самотечной канализации следует принимать 100 мм, уклон - 0,01.

При использовании трубопроводов диаметром 100 мм через каждые 15 м, а также в местах поворотов и присоединений на сети следует предусматривать смотровые колодцы круглые или квадратные в плане с бетонным лотком и стенками из сплошного глиняного кирпича, монолитного бетона или сборных железобетонных колец. При глубине колодцев до 0,8 м диаметр или каждый размер в плане должен быть не менее 0,7 м, при большей глубине - 1,0 м. Колодцы должны перекрываться крышками с теплоизоляцией.

## **ВЫБОР СООРУЖЕНИЙ ПО ПРИЕМУ И ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД**

**3.16.** В зависимости от местных условий сточные воды могут очищаться и отводиться в водоем, очищаться и поступать в поглощающий их грунт или направляться в накопитель с периодическим вызовом ассенизационными машинами на очистные сооружения.

**3.17.** Отведение сточных вод в поглощающий грунт может быть использовано для сезонного подпочвенного орошения сельскохозяйственных культур, выращиваемых на участке.

**3.18.** Система с отведением сточных вод в грунт может применяться в песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах с коэффициентом фильтрации не менее 0,1 м/сут и уровнем грунтовых вод не менее 1 м от планировочной отметки земли.

**3.19.** Расстояние от участка, используемого для отведения сточных вод в грунт до шахтных или трубчатых колодцев, используемых для питьевого водоснабжения, определяется наличием участков фильтрующих грунтов между водоносным горизонтом и пластами грунта, поглощающими сточные воды. При гарантированном отсутствии такой связи расстояние до колодцев должно быть не менее 20 м, при ее наличии - определяться гидрогеологическими службами с учетом направления потока подземных вод и его возможных изменений при водозаборе.

**3.20.** При сбросе очищенных сточных вод в поверхностные водоемы следует руководствоваться «Правилами охраны водоемов от загрязнения сточными водами», а также требованиями СанПиН 4630-88. Когда фоновая концентрация загрязнений в водоеме ниже предельно допустимых концентраций (ПДК) в речной воде при согласовании с органами природоохраны можно предусматривать очистку сточных вод до концентраций загрязнений более ПДК за счет их смешения с водой водоема. Если фоновая концентрация загрязнений более ПДК, требуется доведение концентрации загрязнений в очищенной воде до ПДК.

**3.21.** При учете смешения сточных вод с водой водоема, как правило, требуемые уровни концентрации загрязнений в очищенных сточных водах, таких как БПК<sub>полн.</sub> и взвешенные вещества, равные 10÷15 мг/л, могут быть достигнуты за счет биологической очистки.

**3.22.** При снижении загрязнений в очищенных сточных водах до ПДК в водоеме, как правило, требуется глубокая очистка сточных вод до следующих значений:

БПК<sub>полн.</sub> - 3 мг/л;  
взвешенные вещества - 3 мг/л;  
аммонийный азот (по N) - 0,4 мг/л;  
нитриты (по N) - 0,02 мг/л;  
нитраты (по N) - 9 мг/л;  
фосфаты (по P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 1-2 мг/л;  
СПАВ - 0,2-0,3 мг/л.

## **НАКОПИТЕЛИ СТОЧНЫХ ВОД**

**3.23.** Накопители сточных вод целесообразно проектировать в виде колодцев с возможно более высоким подводом сточных вод для увеличения используемого объема накопителя.

**3.24.** Глубина заложения днища накопителя от поверхности земли не должна превышать 3 м для возможности забора стоков ассенизационной машиной.

**3.25.** Накопитель изготавливается из сборных железобетонных колец, монолитного бетона или сплошного глиняного кирпича. Накопитель должен быть снабжен внутренней и наружной (при наличии грунтовых вод) гидроизоляцией, обеспечивающими фильтрационный расход не более 3 л/(м<sup>2</sup>·сут).

**3.26.** Накопитель снабжается утепленной крышкой с теплоизолирующей прослойкой из минеральной ваты или пенопласта.

**3.27.** Рабочий объем накопителя должен быть не менее двухнедельного расхода сточных вод и не менее емкости ассенизационной цистерны. При необходимости увеличения объема накопителя предусматривается устройство нескольких емкостей, соединенных патрубком.

**3.28.** К накопителю должна быть предусмотрена возможность подъезда ассенизационной машины.

**3.29.** Целесообразно снабжать накопитель поплавковым сигнализатором уровня заполнения.

**3.30.** На перекрытии накопителя следует устанавливать вентиляционный стояк диаметром не менее 100 мм, выводя его на 700 мм выше планировочной отметки земли.

Внутренние поверхности накопителя следует периодически обмывать струей воды.

## **СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ С ОТВЕДЕНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД В ГРУНТ**

**3.31.** Отведение сточных вод в грунт осуществляется:

в песчаных и супесчаных грунтах в сооружениях подземной фильтрации - после предварительной очистки в септиках. Допустимый уровень грунтовых вод при устройстве фильтрующих колодцев должен быть не менее 3 м от поверхности земли, при устройстве полей подземной фильтрации - не менее 165 м от поверхности земли; в суглинистых грунтах в фильтрующих кассетах - после предварительной очистки в септиках. Уровень грунтовых вод должен быть не менее 1,5 м от поверхности земли.

**3.32.** В септиках осуществляется механическая очистка сточных вод за счет процессов отстаивания сточных вод с образованием осадка и всплывающих веществ, а также частично биологическая очистка за счет анаэробного разложения органических загрязнений сточных вод.

Кроме того, в септиках осуществляется флотационная очистка сточных вод за счет газов, выделяющихся в процессе анаэробного разложения осадка.

Санитарно-защитную зону от септика до жилого здания следует принимать 5 м.

**3.33.** Объем септика следует принимать равным 2,5-кратному суточному притоку сточных вод при условии удаления осадка не реже одного раза в год. При удалении осадка два раза в год объем септика может быть уменьшен на 20 %.

**3.34.** При расходе сточных вод до 1 м<sup>3</sup>/сут септики надлежит предусматривать однокамерные, при большем расходе - двухкамерные, причем камеры принимаются равного объема.

**3.35.** Септики целесообразно проектировать в виде колодцев, высота сухого объема над уровнем сточных вод должна быть не менее 0,5 м.

**3.36.** Лоток подводящей трубы следует располагать на 0,05 м выше расчетного уровня жидкости в септике.

На подводящем и отводящем трубопроводах сточных вод следует предусматривать вертикально расположенные патрубки с открытыми концами, погруженными в воду, для задержания плавающих веществ. В каждой из камер септика следует предусматривать вентиляционный стояк диаметром 100 мм, высота его над поверхностью земли - 700 мм.

**3.37.** При устройстве перекрытия септика следует предусматривать возможность доступа для разрушения корки, образующейся на поверхности жидкости из всплывших веществ.

Конструктивные решения септиков приведены в альбоме «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов».

## **ФИЛЬТРУЮЩИЙ КОЛОДЕЦ**

**3.38.** Фильтрующий колодец состоит из донного фильтра, стен и перекрытия.

Донный фильтр выполняется в виде засыпки из гравия, щебня, спекшегося шлака крупностью 15-30 мм внутри колодца и у наружной поверхности стенок на ширину 300 мм. На высоту фильтра стенки колодца выполняются с равномерно распределенными отверстиями диаметром 40-60 мм общей площадью около 10 % поверхности стенок.

**3.39.** Стены фильтрующего колодца изготавливаются из сборного железобетона, монолитного бетона или сплошного глиняного кирпича (в последнем случае отверстия предусматриваются за счет промежутков в кладке).

Перекрытие колодца устраивается аналогично требованиям, изложенным в п. 3.26.

**3.40.** Лоток подводящего сточные воды трубопровода размещается на 100 мм выше верха донного фильтра, причем открытый конец трубопровода должен располагаться в центре колодца.

**3.41.** Расчетная фильтрующая поверхность колодца рассчитывается исходя из нагрузки на площадь донного фильтра внутри колодца и площади отверстий в стенках колодца на высоту фильтра, которая составляет 100 л/сут на 1 м<sup>2</sup> в песчаных грунтах и 50 л/сут на 1 м<sup>2</sup> в супесчаных грунтах.

**3.42.** Основание фильтра должно располагаться не менее чем на 1 м выше уровня грунтовых вод. При расстоянии между основанием фильтра и уровнем грунтовых вод 2 м и более нагрузка может быть увеличена на 20 %.

**3.43.** Площадь колодца в плане должна быть не более 4 м<sup>2</sup>, полная глубина - не более 2,5 м.

При устройстве колодца следует учитывать требования пп. 3.26 и 3.30.

Конструктивные решения фильтрующего колодца приведены в альбоме «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов».

## **ПОЛЯ ПОДЗЕМНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ**

**3.34.** Поля подземной фильтрации состоят из сети оросительных труб, укладываемых на глубину 0,5-1,2 м от поверхности земли до верха труб (в зависимости от глубины промерзания грунта), причем расстояние от лотка труб до уровня грунтовых вод должно быть не менее 1 м.



Санитарно-защитную зону от полей подземной фильтрации до жилого здания следует принимать равной 15 м.

**3.45.** Оросительные трубы прокладываются в виде ответвлений длиной до 20 м от распределительного трубопровода.

Распределительный трубопровод диаметром 100 мм прокладывается с уклоном 0,005. Оросительные и распределительные трубопроводы монтируются из асбестоцементных безнапорных или пластмассовых труб.

В местах ответвлений оросительных труб на распределительном трубопроводе устраиваются смотровые колодцы размером в плане, указанным в п. 3.15.

На ответвлениях к оросительным трубам в бетонном лотке колодцев следует предусматривать пазы шириной 30 мм для регулирующих заслонок.

**3.46.** Оросительные трубы диаметром 100 мм должны иметь отверстия диаметром 5 мм, направленные вниз под углом  $60^{\circ}$  к вертикали и располагаемые в шахматном порядке через 50 мм. Под трубами предусматривается подсыпка слоем около 200 мм и шириной 250 мм из щебня, гравия или спекшегося шлака, при этом труба погружается в подсыпку на половину диаметра.

Нагрузка в песчаных грунтах на 1 м оросительных труб составляет 30 л/сут, в супесчаных грунтах - 15 л/сут.

**3.47.** Для притока воздуха на концах оросительных труб следует предусматривать стояки диаметром 100 мм, высота которых на 2000 мм выше планировочных отметок.

Конструктивные решения полей подземной фильтрации приведены в альбоме «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов».

### **ФИЛЬТРУЮЩИЕ КАССЕТЫ**

**3.48.** Фильтрующая кассета - подземное сооружение с пространством высотой 250 мм под перекрытием.

Перекрытие выполняется из железобетонных плит и других материалов, опорные стенки - из бетонных блоков или сплошного кирпича.

**3.49.** По всей площади кассеты устраивается щебеночное основание высотой 100 мм, которое засыпается крупнозернистым песком крупностью 1-2 мм на высоту 150 мм.

**3.50.** Площадь фильтрующей загрузки в легких и средних суглинистых грунтах определяется исходя из расчетной нагрузки 60 л/(м<sup>2</sup>·сут). В месте подачи сточных вод устраиваются наброска из щебня крупностью 20-40 мм и струеотбойная стенка.

При тяжелых суглинистых грунтах следует дополнительно предусматривать по площади фильтрации устройство заполняемых щебнем шурфов диаметром 150-200 мм на глубину 0,5 м с промежутками 0,5 м между ними. Верх песчаной засыпки фильтрующей кассеты должен располагаться не менее чем на 1 м от уровня грунтовых вод. На перекрытии следует предусматривать вентиляционный стояк в соответствии с требованиями п. 3.30.

Конструктивные решения фильтрующей кассеты приведены в альбоме «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов».

### **СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ С ОТВЕДЕНИЕМ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДОЕМЫ**

**3.51.** Очистные сооружения с отведением очищенных сточных вод в поверхностные водоемы, как правило, применяются при водонепроницаемых или слабофильтрующих грунтах.

При этом очистка сточных вод осуществляется в песчано-гравийных фильтрах и фильтрующих траншеях.

### **ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫЕ ФИЛЬТРЫ**

**3.52.** Перед сооружениями подземной фильтрации надлежит устраивать септик.

**3.53.** Сточные воды, прошедшие сооружения подземной фильтрации, имеют БПК<sub>полн.</sub> и концентрацию взвешенных веществ - 10-15 мг/л.

**3.54.** Песчано-гравийные фильтры включают следующие основные элементы: оросительную сеть, фильтрующую загрузку и дренажную сеть.

**3.55.** При устройстве песчано-гравийного фильтра на дно котлована, спланированное с уклоном 0,03 к центральной части, укладывается слой гравия, щебня или спекшегося шлака крупностью 15-30 мм, высотой 100 мм по которому прокладывают дренажную сеть, состоящую из центральной трубы - коллектора и отходящих от него водосборных труб, прокладываемых из асбестоцементных или пластмассовых труб диаметром 100 мм.

Асбестоцементные водосборные трубы снабжают боковыми пропилами на глубину 20 мм шириной 5 мм через каждые 100 мм. Пластмассовые трубы - боковыми отверстиями диаметром 10 мм через 100 мм. Пропилы и отверстия располагают в шахматном порядке.

Дренажная сеть засыпается щебнем, гравием или шлаком крупностью фракций 15-30 мм на высоту 100 мм над верхом труб, затем слоем из тех же материалов крупностью 5-15 или 2-5 мм, высотой 100 мм и слоем материалов крупностью 2-5 мм, высотой 100 мм.

**3.56.** Фильтрующий слой отсыпается из крупнозернистого песка крупностью 1-2 мм, высотой 1 м при требуемой концентрации загрязнений по БПК<sub>полн.</sub> и взвешенным веществам в очищенной воде до 15 мг/л и высотой 1,5 м при требуемой концентрации указанных загрязнений до 10 мг/л.

На фильтрующий слой укладывают слой гравия, щебня и спекшийся шлак крупностью 15-30 мм. Оросительная сеть устраивается аналогично дренажной, обсыпается щебнем, гравием или шлаком крупностью фракции 15-30 мм на высоту 100 мм, затем ее накрывают слоем рубероида или гидроизола и засыпают грунтом.

**3.57.** Площадь фильтра определяется из расчета размещения оросительных труб расчетной длины при расстоянии между ними 0,5 м. Требуемая длина оросительных труб определяется при расчетной нагрузке на 1 м трубы 100 л/сут. Длину дренажных труб определяют аналогично оросительным трубам.

**3.58.** В конце коллектора оросительной сети и в начале коллектора дренажной сети устраиваются вентиляционные стояки диаметром 100 мм и высотой 700 мм над поверхностью земли.

**3.59.** Расстояние от лотка дренажных труб до уровня грунтовых вод должно быть не менее 1 м. При высоком уровне грунтовых вод фильтр допускается располагать в подсыпке, причем фильтр, перекрытый слоем рулонного гидроизоляционного материала, засыпается слоем шлака, равным 0,5 м, и растительного грунта - 0,2 м.

**3.60.** Санитарно-защитную зону от песчано-гравийного фильтра до обслуживаемого жилого здания следует принимать 8 м.

### **ФИЛЬТРУЮЩАЯ ТРАНШЕЯ**

**3.61.** Фильтрующая траншея устраивается аналогично песчано-гравийному фильтру, но имеет линейное размещение оросительной трубы, длина которой может достигать 30 м.

**3.62.** Высота загрузки фильтрующей траншеи принимается 0,8 м, ширина траншеи - 0,5 м, нагрузка на 1,0 м оросительной трубы - 70 л/сут.

**3.63.** Санитарно-защитную зону от фильтрующей траншеи до обслуживаемого жилого здания следует принимать 8 м.

### **ОТВОД ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ**

**3.64.** Вода, очищенная на песчано-гравийных фильтрах или в фильтрующих траншеях, отводится в водоем самотечным трубопроводом или собирается в накопителе и перекачивается в водоем насосом.

Следует предусматривать возможность обеззараживания очищенных сточных вод с помощью помещаемых в поток хлор-патронов.

**3.65.** В месте сброса очищенных сточных вод в водоем следует предусматривать мероприятия, предупреждающие размыв берегов и дна за счет гашения скорости потока и укрепления грунта каменной наброской или бетонными плитами.

### **ПЕРЕКАЧКА СТОЧНЫХ ВОД**

**3.66.** Перекачка сточных вод предусматривается в следующих случаях:  
необходимость размещения сооружений очистных сточных вод в насыпе при высоком уровне грунтовых вод;

невозможность отведения сточных вод на очистку при неблагоприятном рельефе местности;

необходимость перекачки в водоем очищенных сточных вод при неблагоприятном рельефе местности и удаленности водоема.

**3.67.** Перекачку сточных вод на очистку или фильтрацию в грунт следует производить после септика.

Для перекачки сточных вод следует использовать погруженные канализационные насосы, устанавливаемые на дне колодца, используемого в качестве приемного резервуара. Работу насоса следует автоматизировать по уровню сточных вод в колодце.

**3.68.** На подводящем трубопроводе сточных вод в колодец следует разместить решетчатый контейнер из оцинкованной проволоки с прозорами 20 мм.

Напорный патрубок насоса с напорным трубопроводом следует соединить резиновым или пластмассовым гибким шлангом. Работа насосов должна быть автоматизирована по уровню сточных вод в колодце.

**3.69.** Перекачку очищенных сточных вод можно осуществлять насосами, предназначенными для подачи питьевой воды с устройством защитной сетки перед всасывающим отверстием.

**3.70.** Изготовление колодца для насосной установки следует предусматривать с учетом указаний пп. 3.25 и 3.26.

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ФЕКАЛИЙ**

#### **Люфт-клозет**

**3.71.** Люфт-клозет - отопляемый внутридомовой туалет с выгребом, снабженным вытяжной вентиляцией с естественным побуждением.

Люфт-клозет должен примыкать к наружной стене дома и иметь окно с форточкой.

**3.72.** Люфт-клозет имеет приемную воронку под сидением, расположенную над выгребом и оканчивающуюся фановой трубой диаметром 150 мм.

Из выгреба следует предусматривать люфт-канал сечением 130××130 мм, нижний конец которого расположен на 200 мм выше конца фановой трубы, а верхний завершается флюгаркой, расположенной на 0,5 м выше кровли.

Вентиляционный канал прокладывают предпочтительно рядом с дымовой трубой.

**3.73.** Выгреб для сбора фекальных масс изготавливается в виде подземной емкости из бетона, железобетона или кирпича. Перекрытие выгребов, находящееся за пределами наружного ограждения здания, утепляется. На перекрытии располагается люк, перекрываемый утепленной крышкой.

**3.74.** При устройстве выгребов следует учитывать требования пп. 3.25, 3.26, 3.28. Внутреннюю поверхность выгребов, изготовленных из кирпича, необходимо защитить цементной штукатуркой.

Поверхность штукатурки также, как и бетона в случае изготовления из него выгребов, необходимо зажелезнить затиркой цементом.

С целью водонепроницаемости снаружи устраивают замок из мятой глины слоем 300 мм или другую изоляцию.

Фекальные массы из выгребов забираются ассенизационной машиной и вывозятся на сливные станции.

## **БИОТУАЛЕТ**

**3.75.** Биотуалет служит для приема и обработки фекальных масс в жилом доме на 4-5 чел. и состоит из сиденья с крышкой, камеры биоразложения, оборудованной устройством для перемешивания и электрическим нагревательным элементом, емкости для приема обработанных отходов и вентиляционного стояка с вентилятором.

**3.76.** В камере биоразложения под воздействием повышенной температуры происходит разложение и сушка фекальных масс с превращением их в порошкообразный компост, безопасный в санитарном отношении и пригодный для использования в качестве удобрений.

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В УСТАНОВКАХ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

**3.77.** Компактные установки заводского изготовления по технологическому процессу подразделяются на следующие виды:

очистные сооружения с активным илом;

очистные сооружения с биопленкой;

комбинированные сооружения с использованием активного ила и биопленки;

сооружения физико-химической очистки.

## **ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ С АКТИВНЫМ ИЛОМ**

**3.78.** Сооружения имеют следующий состав: септик, аэротенк, вторичный отстойник. Как правило, указанные сооружения размещаются в едином блоке с самотечным подводом и отводом сточных вод.

Необходимо также учитывать, что емкости, составляющие блок, должны быть утеплены, а днище блока должно располагаться не ниже уровня грунтовых вод.

**3.79.** Септик предусматривается в соответствии с требованиями пп. 3.32-3.39, причем объем септика увеличивается на 50 % ввиду направления в него избыточного активного ила.

**3.80.** Объем аэротенка, работающего в режиме полного окисления, предусматривается из расчета 150 л на 1 жителя. Аэрация сточных вод может предусматриваться пневматическая или струйная.

**3.81.** Пневматическая аэрация осуществляется из расчета подачи на 1 м<sup>3</sup> аэротенка 2 м<sup>3</sup> воздуха в 1 ч. Аэрация производится через дырчатый пластмассовый трубопровод диаметром 15 мм с отверстиями 2 мм, обращенными ко дну и находящимися на расстоянии 100 мм друг от друга.

На 1 м<sup>3</sup> объема аэротенка прокладывается 2 м аэрационного трубопровода.

**3.82.** В качестве источника воздуха при пневматической аэрации может использоваться компрессор с любым принципом действия, к которому предъявляются следующие требования:

режим работы - непрерывный;

моторесурс - не менее 15-20 тыс. ч.

При установке компрессора в жилом здании уровень шума в жилых помещениях не должен превышать 35 дБА.

Установка может укомплектовываться двумя компрессорами, один из которых устанавливается, а второй хранится в качестве резервного.

**3.83.** При струйной аэрации следует использовать воздушные эжекторы, в которых в качестве рабочей жидкости используется иловая смесь, подаваемая погружным насосом.

**3.84.** Вторичный отстойник принимается с рабочим объемом 50 л на 1 жителя. Возраст циркуляционного ила в аэротенк с пневматической аэрацией осуществляется с помощью эрлифта, к которому подводится воздух.

**3.85.** Оперативный контроль за работой аэротенка осуществляется за счет отбора проб иловой смеси с последующим получасовым отстаиванием и определением отношения объема, занятого илом, к объему пробы.

Соотношение, при котором требуется отбор избыточного ила, направляемого в септик, а также периодичность отбора проб и количество удаляемого ила устанавливаются в ходе пуско-наладочных работ.

**3.86.** На перекрытии над аэротенком с пневматической аэрацией следует предусматривать вентиляционный патрубок диаметром 100 мм, верхний конец которого расположен на 700 мм выше поверхности земли.

При струйной аэрации следует предусматривать два вентиляционных патрубка, один из которых расположен над аэратором.

**3.87.** Компрессор может располагаться непосредственно около аэротенка в утепленном боксе с крышкой и воздухозабором либо в подвале дома с защитой от шума до нормативного уровня. В последнем случае к аэротенку от компрессора воздух подводится по трубе.

**3.88.** Отвод очищенной воды следует осуществлять в соответствии с указаниями пп. 3.64 и 3.65.

**3.89.** Санитарно-защитную зону от установки очистки сточных вод с активным илом до обслуживаемого жилого здания следует принимать 8 м.

### **ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ С БИОПЛЕНКОЙ**

**3.90.** Сооружения имеют следующий состав; септик, биофильтр, вторичный отстойник. Как правило, указанные сооружения размещаются в едином блоке с самотечным подводом и отводом сточных вод. Емкости, образующие блок, должны быть утеплены, днище блока должно располагаться выше уровня грунтовых вод.

**3.91.** Септик предусматривается в соответствии с требованиями пп. 3.33-3.37 с увеличением объема на 30 % ввиду направления в септик избыточной биопленки.

**3.92.** Биофильтры следует применять капельного типа с загрузкой из щебня или гравия горных пород (гранит, диабаз и т.п.) крупностью 20-30 мм.

На сите с отверстиями 30 мм должно оставаться не более 5 % материала (по весу), 20 мм - 100 %.

**3.93.** Высота загрузки должна приниматься не менее 1,2 м, площадь загрузки - 0,2 м<sup>2</sup> на 1 жителя.

Орошение загрузки следует осуществлять через дырчатый лоток с подструйными разбрызгивающими головками.

Диаметр отверстий в лотке должен быть 10 мм, перепад между дном лотка и разбрызгивающей головкой - не менее 300 мм, высота головки над загрузкой - 100 мм. Количество разбрызгивающих головок принимается 4 шт. на 1 м<sup>2</sup> поверхности загрузки.

**3.94.** Загрузку следует размещать на промежуточном дырчатом днище с круглыми отверстиями диаметром 10 мм или щелевыми отверстиями шириной 10 мм суммарной площадью не менее 15 % площади днища и равномерно распределенной по нему. Нижнее днище располагается на уровне 150 мм ниже промежуточного и должно иметь уклон 0,01 к отводящей трубе.

**3.95.** Площадь вторичных отстойников после биофильтров следует принимать 0,05 м<sup>2</sup> на 1 жителя, рабочую глубину - 0,5 м, объем осадка из избыточной биопленки - 0,2 л/(чел-сут).

Осадок периодически перекачивается в септик с помощью погружного электронасоса.

**3.96.** На перекрытии над биофильтром предусматривается вентиляционный патрубок диаметром 100 мм, верхний конец которого располагается на 700 мм выше поверхности земли. Второй аналогичный вентиляционный патрубок выводится из междудонного пространства биофильтра.

**3.97.** Отвод очищенной воды следует осуществлять в соответствии с указаниями пп. 3.34, 3.35.

Санитарно-защитную зону от очистной установки с активной биопленкой до обслуживаемого жилого здания следует принимать 8 м.

**3.98.** При очистке хозяйственно-банных сточных вод объем септика принимается равным 1,5-кратному суточному расходу сточных вод, а удельный объем очистных сооружений с использованием активного ила и биопленки снижается на 30 %.

### **КОМБИНИРОВАННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ С АКТИВНЫМ ИЛОМ И БИОПЛЕНКОЙ**

**3.99.** Комбинированные сооружения применяются для очистки сточных вод с удалением азота и фосфора.

**3.100.** Комбинированные сооружения имеют следующий состав: септик, денитрификатор, аэротенк, вторичный отстойник, нитрификатор, третичный отстойник.

**3.101.** Септик предусматривается в соответствии с требованиями пп. 3.36 и 3.37 с увеличением объема на 40 % в связи с направлением в септик избыточного ила и биопленки.

**3.102.** Денитрификатор принимается из расчета 50 л на одного жителя. В денитрификаторе навешивается жесткая ершовая загрузка (например, из капроновой лески) с плотностью 7 м на 100 л.

**3.103.** В денитрификатор направляется часть (до 50 %) расхода активного ила из вторичных отстойников. Для перемешивания иловой смеси в денитрификаторе по дну емкости прокладывается аэрационный трубопровод диаметром 15 мм с отверстиями диаметром 2 мм, обращенными ко дну и находящимися на расстоянии 100 мм друг от друга.

В аэрационный трубопровод подается воздух из компрессора.

**3.104.** Объем аэротенка, работающего в режиме полного окисления, предусматривается 120 л на 1 жителя.

Аэрация сточных вод предусматривается в соответствии с п. 3.69, причем на 1 м<sup>3</sup> объема аэротенка прокладывается 3 м аэрационного трубопровода.

Аэрационный трубопровод обсыпается слоем щебня крупностью 10-20 мм, высотой 100 мм, на который насыпается слой керамзита крупностью 10-20 мм и объемным весом 600-800 кг/м<sup>3</sup>, высотой 100 мм.

**3.105.** Вторичный отстойник принимается в соответствии с п. 3.86 (вариант для аэротенка с пневматической аэрацией).

**3.106.** Объем нитрификатора принимается равным 100 л на 1 жителя. В нитрификаторе навешивается вертикально полужесткая ершовая загрузка (смесь капроновой лески с лавсаном), длина которой составляет 70 м на 1 м<sup>3</sup> объема аэротенка.

В нитрификаторе предусматривается пневматическая аэрация в соответствии с п. 3.81, причем на 1 м<sup>3</sup> объема нитрификатора прокладывается 0,5 м аэрационного трубопровода.

**3.107.** Третичный отстойник предусматривается аналогично вторичному. При необходимости обеззараживания сточных вод в отстойнике размещается хлор-патрон.

**3.108.** Оперативный контроль за работой аэротенка предусматривается в соответствии с п. 3.85.

**3.109.** При необходимости удаления фосфора на дне нитрификатора предусматриваются желоба глубиной 100 мм, засыпаемые известковым или доломитовым щебнем крупностью 10-20 мм, который после 10-дневного пребывания в воде должен терять не более 1 % своей массы.

**3.110.** Применение схемы очистки сточных вод, изложенной в пп. 3.99, 3.109, обеспечивает следующие показатели загрязнений очищенной воды:

БПК<sub>5</sub> - 3-5 мг/л;

взвешенные вещества - 3-5 мг/л;

аммонийный азот (по N) - 3-5 мг/л;

нитриты (по N) - 0,02 мг/л;

нитраты (по N) - 10-12 мг/л;

фосфаты (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 1,5-2 мг/л;

поверхностно-активные вещества - 0,2-0,3 мг/л.

**3.111.** Величину санитарно-защитной зоны от очистной установки принимать аналогично п. 3.89.

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД**

**3.112.** Сооружения имеют следующий состав: септик, фильтр типа «Оксипор», реагентная и насосные установки.

**3.113.** Септик предусматривается в соответствии с требованиями пп. 3.33-3.39 с увеличением объема на 30 % в связи с направлением в септик промывных вод от фильтра.

**3.114.** Фильтр «Оксипор» принимается с двухслойной загрузкой: верхний слой высотой 0,4 м - из дробленого керамзита крупностью 5-10 мм, нижний - высотой 0,5 м - из керамзитового песка крупностью 1-2 мм, который размещается на поддерживающем слое гравия высотой 150 мм - крупностью 2-5 мм и высотой 100 мм - крупностью 5-10 мм. Объемный вес керамзита должен быть 600-800 кг/м<sup>3</sup>.

**3.115.** В нижней части слоя дробленого керамзита размещаются аэрационные трубопроводы диаметром 15 мм на расстоянии 200 мм друг от друга со щелевыми отверстиями толщиной 0,5 мм.

В нижнем поддерживающем слое гравия размещаются сборные дренажные трубопроводы диаметром 15 мм с обращенными вниз отверстиями диаметром 3 мм на расстоянии 30 мм друг от друга.

Ниже сборных дренажных трубопроводов (в плане между ними) размещаются аэрационные трубы, аналогичные трубам, размещаемым в керамзите.

**3.116.** Над загрузкой поддерживается слой фильтруемой сточной воды высотой 400-800 мм. В точке поступления сточной воды в фильтр путем капельного дозирования подается 5 %-ный раствор реагента (соль железа или алюминия) с дозой 10-20 мг/л по Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> или Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Площадь фильтра выбирается исходя из скорости фильтрации - 2 м/ч.

**3.117.** Через аэрационную систему, расположенную в загрузке из дробленого керамзита, подается воздух с расходом 0,5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч).

Отфильтрованная сточная вода поступает на обеззараживание в емкость, в которой имеется хлор-патрон, и сбрасывается в водоем.

**3.118.** Периодически (1 раз в неделю) фильтр промывается за счет подачи фильтрованной воды с интенсивностью 15 л/(с·м<sup>2</sup>).

**3.119.** Применение физико-химической очистки допускается при возможности гарантированной поставки реагента и систематического обслуживания сооружений.

**3.120.** Применение схемы очистки сточных вод, изложенной в пп. 3.112-3.118, обеспечивает следующие показатели:

БПК<sub>5</sub> - 8-10 мг/л;

взвешенные вещества - 3-5 мг/л;

фосфаты (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 1-2 мг/л.

## **4. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**4.1.** Настоящий раздел Пособия разработан в развитие СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий», СНиП 2.08.01-89\* «Жилые здания» и распространяется на проектирование квартирных систем отопления и горячего водоснабжения индивидуальных, в том числе блокированных жилых домов, а также вентиляции этих домов.

**4.2.** Автономными (индивидуальными) системами теплоснабжения являются системы, при которых отсутствуют тепловые наружные сети, а выработка теплоты предназначена только для одного здания.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

4.3. Расчетные потери теплоты, возмещаемые системой отопления  $Q_{от}$ , Вт, определяется суммой потерь теплоты через ограждающие конструкции здания (трансмиссионные теплопотери)  $Q_{тр}$  и расхода теплоты на подогрев и вентиляционного воздуха  $Q_{в}$ , уменьшенного на величину суммарных «бытовых» тепловыделений  $Q_{быт}$ .

К «бытовым» относятся тепловыделения от электробытовых и осветительных приборов, пищевого приготовления, горячего водоснабжения и людей, находящихся в квартире

$$Q_{от} = Q_{тр} + Q_{в} - Q_{быт}. \quad (5)$$

4.4. Трансмиссионные теплопотери определяются по приложению 9, расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха - по приложению 10, «бытовые» тепловыделения - по п. 3.2 СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

### Извлечения из СНиП 2.04.05-91\*

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Обязательное

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

1. Основные и добавочные потери теплоты следует определять суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции  $Q$ , Вт, с округлением до 10 Вт для помещений по формуле

$$Q = A(t_p - t_{ext}) \cdot (1 + \Sigma\beta)n / R, \quad (1)$$

где  $A$  - расчетная площадь ограждающей конструкции,  $m^2$ ;

$R$  - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ . Сопротивление теплопередаче конструкции следует определять по СНиП II-3-79\* (кроме полов на грунте); для полов на грунте - в соответствии с п. 3 настоящего приложения, принимая  $R=R_c$  для неутепленных полов и  $R=R_n$  для утепленных;

$t_p$  - расчетная температура воздуха,  $^\circ C$ , в помещении с учетом повышения ее в зависимости от высоты для помещений высотой более 4 м;

$t_{exp}$  - расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения - при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения;

$\beta$  - добавочные потери теплоты в долях от основных потерь, определяемые в соответствии с п. 2 настоящего приложения;

$n$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по СНиП II-3-79\*.

2.\* Добавочные потери теплоты  $\beta$  через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь:

а) в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальные проекции) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток, и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад - в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно - по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток, и северо-запад и 0,1 - в других случаях;

б) в помещениях, разрабатываемых для типового проектирования, через стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света, в размере 0,08 при одной наружной стене и 0,13 для угловых помещений (кроме жилых), а во всех жилых помещениях - 0,13;

в) через необогреваемые полы первого этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчетной температурой наружного воздуха минус  $40^\circ C$  и ниже (параметры Б) - в размере 0,05;

г) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере:

0,2H - для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27H - для двойных дверей с тамбурами между ними;

0,34H - для двойных дверей без тамбура;

0,22H - для одинарных дверей;

д) через наружные ворота, не оборудованные воздушными и воздушно-тепловыми завесами, - в размере 3 при отсутствии тамбура и в размере 1 - при наличии тамбура у ворот.

Примечание. Для летних и запасных наружных дверей и ворот добавочные потери теплоты по подпунктам «г» и «д» не следует учитывать.

3. Сопротивление теплопередаче следует определять:

а) для неутепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \geq 1,2$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая  $R_c$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, равным:

2,1 - для I зоны;

4,3 - для II зоны;

8,6 - для III зоны;

14,2 - для IV зоны; (для оставшейся площади пола);

б) для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_h < 1,2$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) утепляющего слоя толщиной  $\delta$ , м, принимая  $R_h$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, по формуле

$$R_h = R_c + \delta / \lambda_h;$$

в) для полов на лагах, принимая  $R_h$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, по формуле

$$R_h = 1,18 \cdot (R_c + \delta / \lambda);$$

4. Потери теплоты через ограждающие конструкции производственных помещений со значительными избытками теплоты следует рассчитывать с учетом лучистого теплообмена между источниками теплоты и ограждениями.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Обязательное

### РАСХОДЫ ТЕПЛОТЫ НА НАГРЕВАНИЕ ИНФИЛЬТРУЮЩЕГОСЯ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

1. Расход теплоты  $Q$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха следует определять по формуле

$$Q = 0,28 \cdot \Sigma G_i \cdot c \cdot (t_p - t_i) \cdot k, \quad (1)$$

где  $G_i$  - расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения, определяемый в соответствии с п. 3 настоящего приложения;

$c$  - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

$t_p$ ,  $t_i$  - расчетные температуры воздуха, °С, соответственно в помещении (средняя с учетом повышения для помещений высотой более 4 м) и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б);

$k$  - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 - для окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

2. Расход теплоты  $Q$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха в помещениях жилых и общественных зданий при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, следует принимать равным приточным воздухом, следует принимать равным большей из величин, полученных по расчету по формулам (1) и (2):

$$Q = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) \cdot k, \quad (2)$$

где  $L_n$  - расход удаляемого воздуха, м<sup>3</sup>/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, для жилых зданий - удельный нормативный расход 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> жилых помещений;

$\rho$  - плотность воздуха в помещении, кг/м<sup>3</sup>.

3. Расход инфильтрующегося воздуха в помещении  $G_i$ , кг/ч, через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле

$$G_i = 0,216 \cdot \Sigma A_1 \cdot \Delta p_i^{0,67} / R_u + \Sigma A_2 \cdot G_H \cdot (\Delta p_i / \Delta p_1)^{0,67} + 3456 \cdot \Sigma A_3 \cdot \Delta p_i^{0,5} + 0,5 \cdot \Sigma l \cdot \Delta p_i / \Delta p_1, \quad (3)$$

где  $A_1$ ,  $A_2$  - площади наружных ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>, соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений;

$A_3$  - площадь щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях;

$\Delta p_i$ ,  $\Delta p_1$  - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при  $\Delta p_1 = 10$  Па;

$R_u$  - сопротивление воздухопроницанию, м<sup>2</sup>·ч·Па/кг, принимаемое по СНиП II-3-79\*;

$G_H$  - нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м<sup>2</sup>·ч), принимаемая по СНиП II-3-79\*;

$l$  - длина стыков стеновых панелей, м.

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции  $\Delta p_i$ , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании  $p_{int}$ , Па, (отождествляется с давлением на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание  $\Sigma G_i$ , кг/ч, и удаляемого из него  $\Sigma G_{ext}$ , кг/ч, за счет теплового и ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходуемого на технологические нужды.

Расчетная разность давлений  $\Delta p_i$  определяется по формуле

$$\Delta p_i = (H - h_i) \cdot (\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 \rho_i \cdot v^2 \cdot (c_{e.n} - c_{e.p}) \cdot k_i - p_{int}, \quad (4)$$

где  $H$  - высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;

$h_i$  - расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей;

$\gamma_i, \gamma_p$  - удельный вес, Н/м<sup>3</sup>, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{(273 + t)}; \quad (5)$$

$\rho_i$  - плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  - скорость ветра, м/с, принимаемая по обязательному приложению 8 и в соответствии с п. 3.2;

$c_{e.n}, c_{e.p}$  - аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений зданий, принимаемые по СНиП 2.01.07-85;

$k_i$  - коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемый по СНиП 2.01.07-85;

$p_{int}$  - условно-постоянное давление воздуха в здании, Па.

Примечание. Максимальный расход теплоты на нагревание наружного воздуха следует учитывать для каждого помещения при наиболее неблагоприятном для него направлении ветра. При расчете тепловой нагрузки здания с автоматическим регулированием расход теплоты на инфильтрацию следует принимать при наиболее неблагоприятном направлении ветра для всего здания.

**4.5.** Расход теплоты на отопление за отопительный период  $\Sigma Q$ , Гдж, следует определять по расчетной формуле

$$\Sigma Q = 3600 \cdot Q \cdot \frac{(t_p - t_{icp.ot})}{t_p - t_i} \cdot 24 \cdot m \cdot 10^{-9}, \quad (6)$$

где  $Q$  - расчетный расход теплоты домом (сумма  $Q_{TR}$  и  $Q_B$ ), Вт;

$t_{icp.ot}$  - средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °С (принимается по СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»);

$m$  - количество дней отопительного периода (продолжительность периода со среднесуточной температурой меньше 8 °С), принимаемое по СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика».

**4.6.** Среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение  $Q_{ГВ.СР}$ , Вт, с коэффициентом запаса 1,2 на остывание воды определяется по формуле:

$$Q_{ГВ.СР} = \frac{1,2 \cdot c(55 - 5)n \cdot a}{3600 \cdot 24} = 2,91 \cdot n \cdot a, \quad (7)$$

где  $c$  - удельная массовая теплоемкость воды, равная 4187 Дж/(кг·°С);

$a$  - расход воды на горячее водоснабжение при температуре 55 °С на 1 чел. В сут, л, принимается в зависимости от степени комфортности дома в соответствии с табл. 2;

$n$  - число проживающих в доме.

Примечания. 1. Формула (7) справедлива при наличии единого на дом бака-аккумулятора на суточный расход горячей воды. При меньшем объеме бака-аккумулятора значение  $Q_{ГВ.СР}$  увеличивается на отношение суточного расхода воды к фактическому объему бака-аккумулятора.

2. При расчете годового расхода теплоты на горячее водоснабжение, полученное по формуле (7) значение следует умножить на расчетное число суток в году работы системы горячего водоснабжения.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ ТЕПЛОТЫ (КОТЛОВ) И ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

4.7. В случаях, когда котел обеспечивает только отопительную нагрузку  $Q_{КОТ.ОТ}$ , Вт, его следует подбирать на тепловую мощность, определяемую по формуле (5) с коэффициентом 1,1:

$$Q_{КОТ.ОТ} = 1,1(Q_{ТР} + Q_B - Q_{БЫТ}), \quad (8)$$

где  $Q_B$  - определяется по прил. 10 СНиП 2.04.05-91\*.

4.8. При подборе двухфункционального котла, обеспечивающего нагрузку отопления и горячего водоснабжения, тепловая мощность котла определяется, если нагрузка горячего водоснабжения:

не превышает 20 % отопительной нагрузки, потребная теплопроизводительность котла принимается по формуле (8);

превышает 20 % отопительной нагрузки, потребная теплопроизводительность котла  $Q_{КОТ.ОТ+ГВ}$  определяется по формуле

$$Q_{КОТ.ОТ+ГВ} = 0,88 \cdot Q_{КОТ.ОТ} + Q_{ГВ.СР}. \quad (9)$$

4.9. Расчетный тепловой поток устанавливаемого в отапливаемом помещении отопительного прибора  $q_{О.П}$ , Вт, для жилых комнат определяется из формулы:

$$q_{О.П} = Q_{ТР} + \frac{Q_B}{\Sigma A_{Ж}} A_{Ж}, \quad (10)$$

где  $Q_{ТР}$  - трансмиссионные теплотери через ограждения данного отапливаемого помещения, Вт;

$A_{Ж}$  - площадь данного жилого помещения, м<sup>2</sup>;

$\Sigma A_{Ж}$  - суммарная площадь всех жилых помещений дома, м<sup>2</sup>.

Для остальных отапливаемых помещений дома

$$q_{О.П} = Q_{ТР}. \quad (11)$$

## СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

### Водяное отопление

4.10. Квартирные системы водяного отопления следует рассматривать в качестве приоритетных баз ограничений по архитектурно-конструктивным особенностям дома и климатическим условиям района застройки.

4.11. При наличии надежного источника электроснабжения или с индивидуальным (дублирующим) электрогенератором системы квартирного водяного отопления следует предусматривать с насосным побуждением циркуляции. В этом случае систему отопления рекомендуется принимать двухтрубную вертикальную с однотрубной горизонтальной разводкой в пределах каждого этажа отапливаемого дома.

4.12. При отсутствии надежного электроснабжения квартирные системы водяного отопления следует проектировать с естественным побуждением. В этом случае следует предусматривать однотрубные вертикальные системы отопления с верхней разводкой падающей магистрали.

4.13. Расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления принимается не выше 95 °С, на выходе из системы отопления, как правило, не ниже 60 °С - для систем с естественной циркуляцией и не выше 80 °С - с механическим побуждением.

4.14. В качестве отопительных приборов рекомендуется использовать радиаторы или конвекторы различных конструкций, имеющих сертификат соответствия. При этом:

полная высота отопительного прибора должна быть меньше расстояния от чистого пола до низа подоконной доски (или низа оконного проема при ее отсутствии) на величину не менее 110 мм;

длина отопительного прибора должна быть 0,9-0,5 ширины оконных проемов отапливаемых помещений;

отопительный прибор должен быть удобен в эксплуатации и, в первую очередь, доступен для очистки от пыли.

4.15. При разнообразии архитектурно-конструктивных решений отдельных отапливаемых помещений дома (например, наличие зимнего сада, бассейна и др.) допускается использование в одной системе отопления отопительных приборов различных типов.

4.16. На подводке к отопительному прибору следует предусматривать установку термостата или ручного регулировочного крана. В тех случаях, когда имеется опасность замораживания отопительного прибора (например, прибор, устанавливаемый у входной двери), на обеих подводках к нему рекомендуется устанавливать запорные краны.

Установка у отопительных приборов систем отопления с механическим побуждением в качестве регулирующей арматуры автоматических терморегуляторов (термостатов) является предпочтительной и решается в техническом задании заказчика.

4.17. При использовании конвекторов с кожухом, конструкция которых позволяет уменьшать до 50 % тепловой поток конвектора воздушными клапанами, допускается не устанавливать регулирующие краны у конвекторов.

**4.18.** При горизонтальной поэтажной разводке системы отопления один кран (автоматический терморегулятор) может устанавливаться на горизонтальном трубопроводе, обслуживающем одно помещение.

**4.19.** Размещение запорной и спусковой арматуры должно обеспечивать возможность отключения и опорожнения системы и ее отдельных частей.

**4.20.** К насосам квартирных систем водяного отопления с механическим побуждением предъявляются следующие основные требования:

надежность в эксплуатации;

акустические характеристики, обеспечивающие в помещениях уровень звукового давления в соответствии с требованиями СНиП 11-12-77 «Защита от шума»;

простота в монтаже и эксплуатации.

Как правило, следует применять маломощные бесфундаментные насосы (монтируемые непосредственно на трубопроводе) с числом оборотов не более 1450 об/мин.

**4.21.** В системах отопления с механическим побуждением следует предусматривать установку двух насосов (рабочего и резервного).

Допускается установку одного насоса при хранении резервного на складе с возможностью замены вышедшего из строя насоса в течение не более 3 ч.

**4.22.** Воздух из системы отопления с верхним разливом следует удалять с помощью проточных воздухоотборников или в системах с естественным побуждением - расширительных сосудов, размещаемых в верхней ее части.

В системах отопления с нижней разводкой магистралей для удаления воздуха предусматривается установка воздухоотпускных кранов на нагревательных приборах верхних этажей (в горизонтальных системах - на каждом нагревательном приборе).

**4.23.** В системах отопления с механическим побуждением вместо открытого расширительного сосуда рекомендуется использовать пневмобак, размещаемый, как правило, в том же помещении, что и генератор теплоты (котел).

**4.24.** Опорожнение систем водяного отопления или их частей допускается только для производства ремонтных работ. Время от опорожнения до наполнения системы должно быть минимально необходимым.

### Воздушное отопление

**4.25.** Квартирные системы воздушного отопления рекомендуется применять преимущественно в домах с повышенными требованиями к воздушно-тепловому комфорту. Системы воздушного отопления могут обеспечивать охлаждение воздуха в летний период.

**4.26.** Системы воздушного отопления могут использоваться в режиме рециркуляции воздуха из жилых помещений и совмещаться с вентиляцией.

**4.27.** Квартирные системы воздушного отопления, совмещенные с вентиляцией, должны позволять работать в режиме полной рециркуляции, если люди в квартире отсутствуют.

Дополнительный энергосберегающий эффект в воздушных системах отопления, совмещенных с вентиляцией, может быть достигнут при дополнении их оборудованием утилизации теплоты вытяжного воздуха.

**4.28.** Системы воздушного отопления следует проектировать с механическим побуждением движения воздуха.

**4.29.** Установка для подготовки воздуха в системе воздушного отопления должна включать воздухонагреватель, воздушный фильтр и систему клапанов для распределения воздушных потоков по отапливаемым помещениям.

При совмещении воздушного отопления с приточной вентиляцией дополнительная система клапанов должна обеспечивать перераспределение объемов наружного и рециркуляционного воздуха.

**4.30.** Количество воздуха, подаваемого воздушно-отопительным агрегатом  $L_{от}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется следующей формулой:

$$L_{от} = \frac{1,1 \cdot 3600(Q_{TP} + Q_B)}{c \cdot \rho(t_r - t_p)} = \frac{3,3(Q_{TP} + Q_B)}{t_r - t_p}, \quad (12)$$

где  $t_r$  - температура нагретого воздуха, поступающего в отапливаемые помещения, °С.

**4.31.** Нагретый воздух следует, как правило, подавать в верхнюю зону помещения плоской, настильной на потолок струей от внутренней перегородки по направлению к наружной стене.

**4.32.** Температура подаваемого воздуха в расчетном зимнем режиме при схеме подачи, предусмотренной п. 4.31, не должна превышать 45 °С.

В режиме охлаждения воздуха в летний период температура подаваемого воздуха должна быть ниже расчетной температуры внутреннего воздуха для теплового периода года не более, чем на 6 °С.

**4.33.** Воздушно-отопительный агрегат следует размещать в подвале дома. При отсутствии подвала или возможности его использования для размещения воздушно-отопительного агрегата последний следует размещать в одном из подсобных помещений первого этажа, по возможности на равном удалении в плане от отапливаемых помещений.

**4.34.** В системах воздушного отопления совмещенных с приточной вентиляцией, забор наружного воздуха следует предусматривать через воздухозаборное приточное отверстие, размещенное на одном из дворовых

фасадов дома на высоте не менее 2 м от планировочной отметки земли. Воздухозаборное отверстие должно быть защищено решеткой и снабжено закрывающимся утепленным клапаном.

**4.35.** В качестве источников теплоты для системы воздушного отопления следует использовать водогрейные котлы, электро- и газовые воздухонагреватели. В тех случаях, когда система воздушного отопления совмещена с системой отопления воздуха, следует использовать тепловые насосы для охлаждения воздуха в теплое время года, либо для круглогодичного кондиционирования.

### Электроотопление

**4.37.** Для применения систем электроотопления необходимо предварительное согласие энергоснабжающих организаций в установленном порядке на отпуск электроэнергии.

**4.38.** Относительно высокая стоимость электроэнергии предопределяет целесообразность повышения теплозащитных показателей наружных ограждений дома, значения которых определяется технико-экономическим расчетом.

**4.39.** По степени обеспечения надежности электроснабжения системы электропитания следует относить к электроприемникам не ниже второй категории.

**4.40.** По режимам потребления электроэнергии и конструктивному исполнению системы электрического отопления подразделяются на системы:

свободного (круглосуточного) потребления электроэнергии;

периодические или теплоаккумуляционные с основным потреблением энергии в часы «провалов» графика нагрузки энергосистем;

комбинированные, представляющие собой различные варианты сочетаний перечисленных систем;

комплексные, представляющие собой различные варианты сочетаний систем электроотопления с системами отопления других типов.

**4.41.** Теплоаккумуляционные системы электрического отопления целесообразно использовать при наличии двух-, многоставочных тарифов на электроэнергию. При этом различие в тарифах на «пиковую» и «провальную» электроэнергию должно компенсировать удорожание отопительной системы, включая все связанные с увеличением мощности ввода затраты, определяемые технико-экономическим расчетом.

**4.42.** При отсутствии двухставочного тарифа следует применять систему электрического отопления со свободным графиком потребления электроэнергии. В этом случае во всех отапливаемых помещениях устанавливаются электроотопительные приборы:

электрорадиаторы прямого обогрева, встроенные в строительные конструкции нагревательные кабели, подключаемые у самостоятельной электросети с защитными устройствами и отдельным электросчетчиком.

**4.43.** При наличии двухставочного тарифа рекомендуется предусматривать комбинированную систему электроотопления с аккумуляцией теплоты в ограждающих конструкциях (преимущественно пола) путем закладки в них базовой группы нагревательных кабелей или в электроаккумуляционных печах. При этом аккумуляционная система должна рассматриваться в качестве «фоновой», обеспечивающей 70-75 % суточной отопительной нагрузки дома.

В качестве доводчиков, устраняющих колебания температур воздуха в течении суток, следует предусматривать установку в отапливаемых помещениях электрических радиаторов, конвекторов или доводочной группы нагревательных кабелей, рассчитанных на 25-30 % теплопотерь соответствующих помещений.

**4.44.** Температура поверхности электрорадиаторов прямого обогрева не должна превышать 95 °С.

Средняя температура на поверхности ограждающих конструкций отапливаемых помещений с размещенным в них нагревательным кабелем не должна превышать величин, регламентируемых п. 3.16 СНиП 2.04.05-91\*.

**4.45.** Кабельные системы обогрева должны включать:

кабельные нагревательные секции, состоящие из собственно нагревательного экранированного кабеля, соединенного с двух сторон с монтажными концами для подвода напряжения и заземления (зануления), причем место соединения должно быть заключено в герметичную муфту;

терморегулятор с термодатчиком и аппаратуру защиты от перегрузок и коротких замыканий.

Допускается применение неэкранированного кабеля только в случае его укладки на заземленную (зануленную) металлическую сетку и при условии, что схема питания содержит устройство защитного отключения.

**4.46.** В помещениях, где возможно сильное увлажнение или повреждение полов, должен применяться нагревательный кабель с экраном, подключенным к заземлению или нейтральному проводу, с целью предотвращения выноса потенциала на поверхность пола.

**4.47.** Одной кабельной нагревательной секцией обогревать полы нескольких помещений не рекомендуется.

**4.48.** Нагревательный кабель целесообразно замоноличивать в теплопроводные цементно-песчаные растворы или укладывать в воздушной прослойке строительной конструкции.

Толщину замоноличивающего слоя и воздушной прослойки не рекомендуется принимать менее 40 мм.

**4.49.** Используемые в системах электроотопления радиаторы и конвекторы, а также кабельные системы отопления, должны иметь терморегуляторы с чувствительностью (точностью регулирования) не менее  $\pm 1$  °С.

**4.50.** Применение электродкотлов для нагрева теплоносителя водяных систем отопления требует обоснования и, как правило, может предусматриваться при условии установки бака-аккумулятора и наличии двухставочных тарифов на электроэнергию.

**4.51.** Электродкотлы должны устанавливаться на бетонную подставку.

В случае установки на деревянное основание под ножки котла укладываются прокладки из теплоизолирующего негорючего материала.

**4.52.** При применении систем электроотопления следует соблюдать требования действующих нормативных документов по устройству электроустановок: «Правила технической эксплуатации» и «Правила техники безопасности электроустановок потребителей» (ПТЭ ПТБ).

### Печное отопление

**4.53.** При устройстве печного отопления следует руководствоваться СНиП 2.04.05-91\* и «Правила производства работ и ремонта печей, дымоходов и газоходов», извлечения из которых приведены ниже.

**3.63.** Расчетные потери теплоты в помещениях должны компенсироваться средней тепловой мощностью отопительных печей: с периодической топкой - исходя из двух топок в сутки, а для печей длительного горения - исходя из непрерывной топки.

Колебания температуры воздуха в помещениях с периодической топкой не должны превышать 3 °С в течение суток.

**3.64.** Максимальная температура поверхности печей (кроме чугунного настила, дверок и других печных приборов) не должна превышать, °С:

110 - в зданиях и помещениях на площади печи не более 15 % общей площади поверхности печи;

120 - в зданиях и помещениях на площади печи не более 5 % общей площади поверхности печи.

**3.65.** Одну печь следует предусматривать для отопления не более трех помещений, расположенных на одном этаже.

**3.66.** В двухэтажных зданиях допускается предусматривать двухъярусные печи с обособленными топливниками и дымоходами для каждого этажа, а для двухъярусных квартир - с одной топкой на первом этаже. Применение деревянных балок в перекрытии между верхним и нижним ярусами печи не допускается.

**3.68.** В зданиях с печным отоплением не допускается:

а) устройство вытяжной вентиляции с искусственным побуждением, не компенсированной притоком с искусственным побуждением;

б) отвод дыма в вентиляционные каналы и установка вентиляционных решеток на дымовых каналах.

**3.69.** Печи, как правило, следует размещать у внутренних стен и перегородок из негорючих материалов, предусматривая использование их для размещения дымовых каналов.

Дымовые каналы допускается размещать в наружных стенах из негорючих материалов, утепленных, при необходимости, с наружной стороны для исключения конденсации влаги из отводимых газов. При отсутствии стен, в которых могут быть размещены дымовые каналы, для отвода дыма следует применять насадные или коренные дымовые трубы.

**3.70.** Для каждой печи, как правило, следует предусматривать отдельную дымовую трубу или канал (далее - «труба»). Допускается присоединять к одной трубе две печи, расположенные в одной квартире на одном этаже. При соединении труб следует предусматривать расщечки толщиной 0,12 м и высотой не менее 1 м от низа соединения труб.

**3.71.** Сечение дымовых труб (дымовых каналов) в зависимости от тепловой мощности печи следует принимать, мм, не менее:

140×140 - при тепловой мощности печи до 3,5 кВт;»

140×200 - при тепловой мощности печи от 3,5 до 5,2 кВт;»

140×270 - при тепловой мощности печи от 5,2 до 7 кВт.

Площадь сечения круглых дымовых каналов должна быть не менее площади указанных прямоугольных каналов.

**3.72.** На дымовых каналах печей, работающих на дровах, следует предусматривать установку последовательно двух плотных задвижек, а на каналах печей, работающих на угле или торфе, - одной задвижки с отверстием в ней диаметром 15 мм.

**3.73.** Высоту дымовых труб, считая от колосниковой решетки до устья, следует принимать не менее 5 м.

Высоту дымовых труб, размещаемых на расстоянии, равном или большем высоты сплошной конструкции, выступающей над кровлей, следует принимать:

не менее 500 мм - над плоской кровлей;

не менее 500 мм - над коньком кровли или парапетом при расположении трубы на расстоянии до 1,5 от конька или парапета;

не ниже конька кровли или парапета - при расположении дымовой трубы на расстоянии от 1,5 до 3 м от конька или парапета;

не ниже линии, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту, - при расположении дымовой трубы от конька на расстоянии более 3 м.

Дымовые трубы следует выводить выше кровли более высоких зданий, пристроенных к зданию с печным отоплением.

Высоту вытяжных вентиляционных каналов, расположенных рядом с дымовыми трубами, следует принимать равной высоте этих труб.

**3.74.\*** Дымовые трубы следует проектировать вертикальными без уступов из глиняного кирпича со стенками толщиной не менее 120 мм или из жаростойкого бетона толщиной не менее 60 мм, предусматривая в их основаниях карманы глубиной 250 мм с отверстиями для очистки, закрываемые дверками.

Допускается принимать отклонения труб под углом до  $30^{\circ}$  к вертикали, с относом не более 1 м; наклонные участки должны быть гладкими, постоянного сечения, площадью не менее площади поперечного сечения вертикальных участков.

**3.75.\*** Устья кирпичных дымовых труб на высоту 0,2 м следует защищать от атмосферных осадков. Устройство зонтов, дефлекторов и других насадок на дымовых трубах не допускается.

**3.76.** Дымовые трубы на зданиях с кровлями из горючих материалов следует предусматривать с искроуловителями из металлической сетки с отверстиями размером не более  $5 \times 5$  мм.

**3.77.\*** Размеры разделок следует принимать в соответствии с обязательным приложением 16 СНиП 2.04.05-91\*. разделка должна быть больше толщины перекрытия (потолка) на 70 мм. Опирайте или жестко соединять разделку печи с конструкцией здания не следует.

Толщину стенок дымовых труб или дымовых каналов в месте примыкания их к металлическим или железобетонным балкам следует принимать 130 мм.

**3.78.** Разделки печей и труб, установленных в проемах стен и перегородок из горючих материалов, следует предусматривать на всю высоту печи или дымовой трубы в пределах помещения. При этом толщину разделки следует принимать не менее толщины указанной стены или перегородки.

**3.79.** Зазоры между перекрытиями, стенами, перегородками и разделками следует предусматривать с заполнением негорючими материалами.

**3.80.** Отступку - пространство между наружной поверхностью печи, дымовой трубой или дымового канала и стеной, перегородкой или другой конструкцией здания, выполненных из горючих и трудногорючих материалов, следует принимать в соответствии с обязательным приложением 16 СНиП 2.04.05-91\*, а для печей заводского изготовления - по документации завода-изготовителя.

Отступки у печей в зданиях детских дошкольных и лечебно-профилактических учреждений следует предусматривать закрытыми со стенами и покрытием из негорючих материалов.

В стенах, закрывающих отступку, следует предусматривать отверстия над полом и вверху с решетками площадью живого сечения каждая не менее  $150 \text{ см}^2$ . Пол в закрытой отступке следует предусматривать из негорючих материалов и располагать на 70 мм выше пола помещения.

**3.81.** Расстояние между верхом перекрытия печи, выполненного из трех рядов кирпича, и потолком из горючих или трудногорючих материалов, защищенным штукатуркой по стальной сетке или стальным листом по асбестовому картону толщиной 10 мм, следует принимать 250 мм для печей с периодической топкой и 700 мм - для печей длительного горения, а при незащищенном потолке соответственно 350 и 1000 мм. Для печей, имеющих перекрытие из двух рядов кирпича, указанные расстояния следует увеличивать в 1,5 раза.

Расстояние между верхом металлической печи с теплоизолированным перекрытием и защищенным потолком следует принимать 800 мм, а для печи с нетеплоизолированным перекрытием и незащищенным потолком - 1200 мм.

**3.82.** Пространство между перекрытием (перекрышей) теплоемкой печи и потолком из горючих и трудногорючих материалов допускается закрывать со всех сторон кирпичными стенками. Толщину перекрытия печи при этом следует увеличивать до четырех рядов кирпичной кладки, а расстояние от потолка принимать в соответствии с п. 3.81. В стенах закрытого пространства над печью следует предусматривать два отверстия на разном уровне с решетками, имеющими площадь живого сечения каждая не менее  $150 \text{ см}^2$ .

**3.83.** Расстояние от наружных поверхностей кирпичных или бетонных дымовых труб до стропил, обрешеток и других деталей кровли из горючих и трудногорючих материалов следует предусматривать в свету не менее 130 мм, от керамических труб без изоляции - 250 мм, а при теплоизоляции с сопротивлением теплопередаче -  $0,3 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$  негорючими или трудногорючими материалами - 130 мм.

Пространство между дымовыми трубами и конструкциями кровли из негорючих и трудногорючих материалов следует перекрывать негорючими кровельными материалами.

**3.84.** Конструкции зданий следует защищать от возгорания:

а) пол из горючих и трудногорючих материалов под топочной дверкой металлическим листом размером  $700 \times 500$  мм, располагаемым длинной его стороной вдоль печи;

б) стену или перегородку из негорючих материалов, примыкающую под углом к фронту печи, - штукатуркой толщиной 25 мм по металлической сетке или металлическим листом по асбестовому картону толщиной 8 мм от пола до уровня на 250 мм выше верха топочной дверки.

Расстояние от топочной дверки до противоположной стены следует принимать не менее 1250 мм.

**3.85.** Минимальное расстояние от уровня пола до дна газооборотов и зольников следует принимать:

а) при конструкции перекрытия или пола из горючих и трудногорючих материалов до дна зольника 140 мм, до дна газооборота - 210 мм;»

б) при конструкции перекрытия или пола из негорючих материалов - на уровне пола.

**3.86.** Пол из горючих материалов под каркасными печами, в том числе на ножках, следует защищать от возгорания листовой сталью по асбестовому картону толщиной 10 мм, при этом расстояние от низа печи до пола должно быть не менее 100 мм.

**3.87.** Для присоединения печей к дымовым трубам допускается предусматривать патрубки длиной не более 0,4 м при условии:

а) расстояние от верха патрубка до потолка их горючих материалов должно быть не менее 0,5 м при отсутствии защиты потолка от возгорания и не менее 0,4 м - при наличии защиты;

б) расстояние от низа патрубка до пола из горючих или трудногорючих материалов должно быть не менее 0,14 м.

Патрубки следует принимать из негорючих материалов, обеспечивая предел огнестойкости 0,75 ч и более.»

**4.54.** Печное отопление допускается предусматривать при обосновании в жилых домах высотой до двух этажей. В основании должны быть сформулированы экономические, технические и эксплуатационные факторы, препятствующие применению других систем отопления.

Примечание. Одним из факторов, обосновывающих применение печного отопления, является наличие дешевого низкосортного твердого топлива.

**4.55.** Для уменьшения колебаний температуры воздуха в отапливаемых помещениях целесообразно предусматривать установку в них электрических приборов-доводчиков в соответствии с положениями раздела «Электроотопление».

Электрические нагревательные приборы могут быть использованы и для обогрева отдельных помещений дома с печным отоплением (например, ванных комнат).

**4.56.** В жилых жомках с печным отоплением следует проектировать теплоемкие печи умеренного и повышенного прогрева.

При проектировании должна быть рассмотрена целесообразность использования комбинированных печей, предназначенных одновременно для отопления помещений, приготовления пищи и (или) подогрева воды для нужд горячего водоснабжения путем включения в конструкцию печи «водогрейной коробки».

## **ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

**4.57.** Подогрев воды для горячего водоснабжения следует предусматривать в двухфункциональных (отопление и горячее водоснабжение) котлах, емкостных водонагревателях, работающих от отопительных котлов, или в газовых и электрических водонагревателях.

Отбор воды для нужд горячего водоснабжения из квартирной системы водяного отопления не допускается.

**4.58.** Циркуляционный водопровод в квартирных системах горячего водоснабжения можно не предусматривать.

**4.59.** В квартирных системах горячего водоснабжения с нагревом воды в двухфункциональном котле рекомендуется предусматривать установку теплоизолированного бака-аккумулятора горячей воды.

Емкость бака-аккумулятора принимается не менее 50 % суточной потребности в горячей воде.

**4.60.** Температура воды в баке-аккумуляторе должна быть по возможности максимальной, но не превышать 75 °С.

**4.61.** В зависимости от схемно-конструктивного решения систем водоснабжения дома баки-аккумуляторы следует предусматривать напорными, по принципу вытеснения горячей воды холодной, или безнапорными (открытыми).

**4.62.** Электроводонагреватели следует использовать преимущественно емкостные, устанавливаемые, как правило, в местах водоразбора. Возможно использование одного водонагревателя для двух и более точек водоразбора.

При аккумуляционном варианте электроотопления дома возможно применение одного на дом водонагревателя, емкость которого принимается равной суточной потребности дома в горячей воде (с учетом температуры аккумулируемой горячей воды).

**4.63.** В южных районах России, расположенных южнее 50° северной широты, подогрев воды для нужд горячего водоснабжения может быть осуществлен за счет использования солнечной энергии.

В этом случае следует использовать активную систему нагрева с солнечными коллекторами, преобразующими солнечную энергию в тепловую, и бак-аккумулятор горячей воды.

Примечание. Активная система солнечного теплоснабжения может быть использована и для частичного покрытия отопительной нагрузки.

**4.64.** В зависимости от уровня обеспечивающего в доме комфорта система солнечного горячего водоснабжения может быть единственная или дублироваться другими источниками нагрева воды, рекомендуется рассматривать вариант размещения в баке-аккумуляторе электроподогрева, включаемого при падении температуры воды в баке ниже 50 °С.

**4.65.** Трубопроводы квартирных систем горячего водоснабжения следует проектировать из стальных оцинкованных труб, труб из полимерных материалов, разрешенных к применению в системах питьевого водопровода органами санитарного надзора.

## **ИСТОЧНИКИ АВТОНОМНОГО (ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО) ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ**

**4.66.** В качестве источников тепловой энергии должны приниматься автоматизированные теплогенераторы полной заводской готовности с температурой теплоносителя - воды до 115 °С и давлением теплоносителя до 1,0 МПа отечественного или зарубежного производства, имеющие разрешение на их применение в установленном порядке.

**4.67.** В качестве топлива для котлов следует принимать природный газ по ГОСТ 5542-87, печное бытовое топливо (ТУ 38-101656-76), осветительный керосин (ГОСТ 4753-68 с изменениями) или каменные угли в соответствии с технической документацией на котлы.

**4.68.** Котлы, работающие на газообразном или жидком топливе, должны в обязательном порядке быть оборудованы автоматикой безопасности и регулирования.

Поддержание температурного режима в этих котлах должно обеспечивать изменение температуры воды, поступающей в систему отопления, в зависимости от текущей температуры наружного воздуха или температуры внутреннего воздуха представительного отапливаемого помещения дома.

Кроме того, должна обеспечиваться заданная температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения (в бак-аккумулятор или непосредственно на водоразбор).

При отсутствии автоматизации температурного режима в конструкции котлов на твердом топливе эта автоматизация должна, как правило, предусматриваться непосредственно в системах отопления при их проектировании.

**4.69.** Размещение тепловых агрегатов предусматривается:

на кухне при мощности котла до 60 кВт независимо от наличия газовой плиты и газового водонагревателя;

в отдельном помещении на любом этаже (в том числе подвальном или цокольном) при их суммарной мощности для систем отопления и горячего водоснабжения до 150 кВт;

в отдельном помещении первого или цокольного этажа, а также в помещении, пристроенном к жилому дому, при их суммарной мощности для системы отопления и горячего водоснабжения до 500 кВт.

**4.70.** Решение о строительстве многоквартирного, в том числе сблокированного жилого здания с размещением в нем тепловых агрегатов на газе, принимается при наличии у заказчика документа от специализированной организации о принятии теплоагрегатов на сервисное обслуживание.

**4.71.** Тепловые агрегаты должны предназначаться для теплоснабжения только многоквартирного дома или квартиры сблокированного дома.

**4.72.** Проект многоквартирного или сблокированного жилого дома должен быть выполнен в соответствии с требованиями НПБ 106-95.

**4.73.** При размещении в кухне газовой плиты, проточного водонагревателя для горячего водоснабжения и теплового агрегата для отопления мощностью до 60 кВт помещение кухни должно отвечать следующим требованиям:

высота не менее 2,5 м;

объем помещения не менее 15 м<sup>3</sup> плюс 0,2 м<sup>3</sup> на 1 кВт мощности теплового агрегата для отопления;

в кухне должна предусматриваться вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток в объеме вытяжки плюс количество воздуха на горение газа (при заборе воздуха на горение из помещения);

кухня должна иметь окно с форточкой. Для притока воздуха следует предусматривать в нижней части двери решетку или зазор с живым сечением не менее 0,025 м<sup>2</sup>.

**4.74.** При размещении тепловых агрегатов суммарной мощностью до 150 кВт в отдельном помещении, расположенном на любом этаже жилого здания, помещение должно отвечать следующим требованиям:

высота не менее 2,5 м;

объем и площадь помещения из условий удобного обслуживания тепловых агрегатов и вспомогательного оборудования, но не менее 15 м<sup>3</sup>;

помещение должно быть отделено от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч, а предел распространения огня по конструкции равен нулю;

естественное освещение из расчета остекления 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> помещения;

в помещении должна предусматриваться вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток в объеме вытяжки плюс количество воздуха на горение газа (при заборе воздуха на горение из помещения);

объем и площадь помещения из условий удобного обслуживания тепловых агрегатов и вспомогательного оборудования.

**4.76.** При размещении тепловых агрегатов суммарной тепловой мощностью до 500 кВт в пристройке к жилым зданиям помещение пристройки должно отвечать следующим требованиям:

пристройка должна размещаться у глухой части стены здания с расстоянием по горизонтали от оконных и дверных проемов не менее 1 м;

стена пристройки не должна быть связана со стеной жилого здания;

ограждающие стены и конструкции пристройки должны иметь предел огнестойкости 0,75 ч, а предел распространения огня по конструкциям равен нулю;

высота - не менее 2,5 м;

объем и площадь помещения - из условий удобного обслуживания теплогенераторов и вспомогательного оборудования;

естественное освещение - из расчета остекления 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> объема помещения;

в помещении должна предусматриваться вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток в объеме вытяжки плюс количество воздуха на горение газа (при заборе воздуха на горение из помещения);

оно должно иметь сигнализацию загазованности.

**4.77.** При размещении теплогенераторов в отдельном помещении на первом, в цокольном или подвальном этаже оно должно иметь выход непосредственно наружу. Допускается предусматривать второй выход в помещении подсобного назначения, дверь при этом должна быть противопожарной 3-го типа.

**4.78.** Дымоходы от котлов должны выполняться в пределах дома или быть пристроены вне его. Присоединение котлов к дымоходам осуществляется трубами, изготовляемыми из кровельной стали толщиной не менее 1 мм, или унифицированными элементами, поставляемыми в комплекте с котлом. Конструкции дымоходов также могут быть промышленного изготовления и поставляться в комплекте с котлом.

Дымоходы вне дома должны быть теплоизолированы по всей длине.

**4.79.** Проектирование газоснабжения тепловых агрегатов, использующих в качестве топлива природный газ, следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.04.08-87 и «Правила безопасности в газовом хозяйстве».

**4.80.** Подача природного газа должна осуществляться от газопровода с давлением до 3 кПа.

**4.81.** Ввод газопровода следует предусматривать непосредственно в помещении, где установлены тепловые агрегаты.

**4.82.** На вводном газопроводе в пристраиваемое помещение следует предусматривать отключающее устройство, срабатывающее при прекращении подачи электроэнергии.

## ВЕНТИЛЯЦИЯ

**4.83.** В индивидуальных жилых домах должна предусматриваться система вентиляции:

удаление воздуха осуществляется непосредственно из зоны вспомогательных помещений, т.е. из кухни и санитарных помещений (ванная комната, душевая, туалет), а также из котельной, как правило, с естественным побуждением канальной вытяжной вентиляции;

приток наружного воздуха осуществляется через открывающиеся форточки (периодическое или постоянное проветривание), через неплотности наружных ограждений, главным образом оконного заполнения (ин-фильтрация) или через специальные приточные устройства (приточный шкаф с естественным побуждением, автономный кондиционер и др.).

Неподогретый наружный приточный воздух должен подаваться в верхнюю зону помещения.

**4.84.** Внутренние двери жилых комнат, двери кухни и санитарных помещений должны иметь зазор снизу дверного полотна не менее чем 0,02 м для перетекания воздуха.

**4.85.** Естественная вытяжная вентиляция санитарных помещений и кухни может быть дополнена механической вытяжкой, вентиляцией периодического действия с помощью бытовых вентиляторов, устанавливаемых в вытяжные каналы и включаемых при необходимости.

**4.86.** Нормируемое количество удаляемого вытяжной вентиляцией воздуха принимается по СНиП 2.08.01-89\*.

Дисбаланс между расчетными и объемами приточного и удаляемого воздуха компенсируется при:

превышении вытяжки над притоком - путем периодического открывания форточки, приточных устройств на наветренном фасаде дома и нагревом наружного воздуха за счет теплоты от систем отопления;

превышении притока над вытяжкой - то же, что и в первом варианте, но на заветренном фасаде.

**4.87.** Расчетными для проектирования естественной вытяжной вентиляции являются условия: температура наружного воздуха +5 °С, безветрие, температура внутреннего воздуха равна расчетной, фрамуги окон открыты (т.е. аэродинамическое сопротивление в расчете не учитывается). При указанных условиях рассчитывается сечение вытяжных каналов.

**4.88.** Производительность вытяжной вентиляции в теплый период года не нормируется.

**4.89.** Вытяжные каналы следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*.

**4.90.** Для осуществления организованного притока наружного воздуха в помещениях жилых домов рекомендуется применять регулируемые приточные устройства, которые должны обеспечивать:

отсутствие дискомфорта из-за температуры и подвижности воздуха в зоне обитания;

герметичность клапана устройства в закрытом положении;

термическое сопротивление клапана приточного устройства - не менее термического сопротивления оконного заполнения;

возможность плавного регулирования во всем диапазоне: от полностью открытого до полностью закрытого положения.

**4.91.** В качестве одного из возможных вариантов приточные устройства по п. 4.90 рекомендуется выполнять в виде горизонтальной щели шириной 15 мм в верхней уширенной обвязке оконной коробки с клапаном на нижнем подвесе. Длина такого приточного устройства на 200 мм меньше длины оконного блока.

Клапан должен иметь уплотняющую прокладку, например, из пенополиуретана или пенорезины и перекрывать щель на 15 мм с каждой стороны.

## 5. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**5.1.** Настоящий раздел распространяется на проектирование автономных систем газоснабжения индивидуальных жилых домов как отдельно стоящих, так и блокированных.

Системы газоснабжения называются автономными, если они проектируются на базе индивидуальных баллонных или резервуарных установок сжиженного газа.

**5.2.** При проектировании автономных систем газоснабжения индивидуальных жилых домов как отдельно стоящих, так и блокированных, рекомендуется использовать альбом «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов. Технические решения», разработанный Торговым Домом «Инженерное оборудование».

**5.3.** Применяемый и поставляемый потребителям сжиженный углеводородный газ (СУГ) должен соответствовать ГОСТ 20448-90 «Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия».



5.4. Разрешение на газификацию индивидуальных жилых домов выдают эксплуатационные организации газового хозяйства по заявлению владельца дома.

5.5. При газификации сжиженным газом от индивидуальных газобаллонных установок изготавливаются эскизы, представляющие собой поэтажные планы домов в масштабе 1:200 с указанием на них расположения баллонов (шкафа), плиты и газопровода.

Эскизы составляются в двух экземплярах и представляются домовладельцам в предприятие газового хозяйства перед обследованием для определения возможности газификации при выдаче разрешений.

Один экземпляр эскиза остается в эксплуатационной организации, а второй передается владельцу дома для представления монтажникам вместо проекта.

Строительство резервуарной установки сжиженного газа выполняется специализированной организацией на основании проектной документации.

## НОРМЫ И РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ГАЗА

5.6. Годовые расходы сжиженного газа населением следует определять по нормам расхода газа в соответствии со СНиП 2.04.08-87\* «Газоснабжение» (извлечения из СНиП приведены в табл. 5).

5.7. Годовые расходы теплоты на приготовление кормов и подогрев воды для животных следует принимать по табл. 6.

5.8. Для индивидуальных жилых домов расчетный часовой расход газа  $Q_d^h$ , кг/ч, следует определять по сумме номинальных расходов газа газовыми приборами с учетом коэффициента одновременности их действия по формуле

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m K_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \quad (13)$$

где  $\sum_{i=1}^m$  - сумма произведений величин  $K_{sim} \cdot q_{nom}$  и  $n_i$  от  $i$  до  $m$ ;

$K_{sim}$  - коэффициент одновременности, значение которого можно принимать для жилых домов по справочному прил. 3 СНиП 2.04.08-87\* (в табл. 7 приведены извлечения из прил. 3);

$q_{nom}$  - номинальный расход газа прибором или группой приборов, кг/ч, принимаемый по паспортным данным;

$n_i$  - число однотипных приборов или групп приборов;

$m$  - число типов приборов или групп приборов.

5.9. Расчетный часовой расход теплоты на горячее водоснабжение жилого дома следует определять исходя из расхода воды приборами, приведенными в СНиП 2.04.01-85\* (см. разд. 4 настоящего Пособия).

Таблица 5

Потребители газа	Показатель потребления газа	Нормы расхода теплоты, МДж (тыс. ккал)
1. При наличии в квартире газовой плиты и централизованного горячего водоснабжения	на 1 чел. в год	2540 (610)
2. При наличии в квартире газовой плиты и газового водонагревателя (при отсутствии централизованного горячего водоснабжения)	на 1 чел. в год	7300 (1750)
3. При наличии в квартире газовой плиты и отсутствии централизованного горячего водоснабжения и газового водонагревателя	на 1 чел. в год	4240 (1050)

Таблица 6

Назначение расходуемого газа	Расход газа на любое животное	Нормы расхода теплоты на нужды животных, МДж (тыс. ккал)
1. Приготовление кормов для животных с учетом запаривания грубых кормов и корне-, клубнеплодов	лошадь	1700 (400)
	корова	8400 (2000)
	свинья	4200 (1000)
2. Подогрев воды для питья и санитарных целей	на одно животное	420 (100)

**Значения коэффициента одновременности для  
отдельно стоящих и блокированных жилых домов**

Число домов (квартир)	Коэффициент одновременности в зависимости от типа установленного газового оборудования*			
	Плита 4-комфорочная	Плита 2-комфорочная	Плита 4-комфорочная и газовый проточный водонагреватель	Плита 4-комфорочная и газовый проточный водонагреватель
1	1	1	0,70	0,75
2	0,65	0,84	0,56	0,64
3	0,45	0,73	0,48	0,52
4	0,35	0,59	0,43	0,39

\* Для 2-, 3- и 4-квартирных домов коэффициент одновременности приводится для случая, когда газоснабжение осуществляется от общей резервуарной установки.

### СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

**5.10.** Выбор системы газоснабжения для индивидуального жилого дома на базе сжиженного газа определяется объемом газопотребления, конкретными условиями доставки газа и материальными возможностями владельца дома.

### ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ БАЛЛОННЫЕ УСТАНОВКИ

**5.11.** При использовании газа только на приготовление пищи для большинства 1-, 2-этажных жилых домов целесообразно применение индивидуальных газобаллонных установок, состоящих не более чем из двух баллонов.

Наружные газобаллонные установки характеризуются более низкими показателями надежности газоснабжения по сравнению с внутриквартирными, кроме южных районов страны, которые в зимний период не обеспечивает требуемый уровень гарантийного снабжения газом.

**5.12.** Экономическая эффективность баллонного газоснабжения в значительной степени зависит от плотности газопотребления, расстояния от газонаполнительной станции (ГНС) до потребителя, мощности ГНС, типа автодорог. При этом, чем меньше расстояние до ГНС и больше ее мощность, лучше качество дорог тем эффективнее баллонное газоснабжение.

**5.13.** Индивидуальные баллонные установки СУГ должны размещаться в жилом доме в соответствии с требованиями СНиП 2.04.08-87\* «Газоснабжение».

**5.14.** Баллоны сжиженного газа, размещаемые внутри дома, устанавливаются только в помещениях, где находятся газовые приборы.

**5.15.** Установка баллонов с газом в жилом доме не допускается в:

- жилых комнатах;
- цокольном и подвальном этажах;
- помещениях без естественного освещения;
- помещениях, под которыми имеются подвалы.

**5.16.** Снаружи здания баллонные установки размещают в металлических шкафах, которые крепятся снаружи у стен здания. Шкафы для баллонов устанавливают на прочное несгораемое основание.

Шкаф крепится к стене здания металлическими скобами или специальными костылями. Высота основания под шкаф должна быть не менее 0,1 м от уровня земли.

**5.17.** Расстояние от баллона до газовой плиты следует принимать не менее 0,5 м, до приборов отопления или печи - 1 м, до топочных дверок печи - 2 м. Расстояние от баллонов до отопительных приборов допускается уменьшить до 0,5 м при установке экрана, предохраняющего баллон от нагревания.

**5.18.** Баллоны газобаллонных установок должны заменять работники газовых хозяйств.

Допускается замена баллонов абонентами, прошедшими практическое обучение и получившими разрешение предприятия газового хозяйства на проведение этих работ.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРНЫЕ УСТАНОВКИ

**5.19.** Индивидуальные резервуарные установки сжиженного газа, состоящие из одного резервуара, рекомендуются при использовании газа, кроме пищевого приготовления, на горячее водоснабжение, отопление жилого дома, теплиц.

Независимости от направления использования газа резервуарное газоснабжение целесообразно также при больших расстояниях от ГНС до потребителей (более 100 км) и плохом состоянии дорог.

**5.20.** В качестве резервуарных установок, используемых для снабжения индивидуальных жилых домов сжиженным газом, рекомендуется применять подземные резервуары емкостью не более 5,0 м<sup>3</sup> с естественным или искусственным испарением. Резервуарные установки с естественным испарением имеют ограниченное распространение. Применение их целесообразно в климатических подрайонах ШБ и IVБ.

**5.21.** При определении расчетной производительности подземного резервуара рекомендуется принимать наихудшие условия времени года, когда температура окружающего грунта будет минимальной (температуру грунта см. в Справочнике по климату СССР, ч. II / Гидрометеиздат. - Л.: 1966).

**5.22.** Снабжение многоквартирного или блокированного жилого дома от резервуарной установки с одним резервуаром может быть осуществлено по типовому проекту 905-1-39.88. Установка состоит из одного подземного резервуара объемом 5 м<sup>3</sup> с модернизируемой арматурной головкой ГР-10 и электрическим испарителем-проставкой.

Испаритель оснащен автоматикой безопасности, расположенной в электрошкафу для пусковой и регулирующей аппаратуры.

**5.23.** Подземные резервуары следует устанавливать на глубине не менее, м:

0,6 от поверхности земли до верхней образующей резервуара - в районах с сезонным промерзанием грунта;

0,2 - в районах без промерзания грунта.

Резервуары должны устанавливаться с уклоном 2-3 % в сторону сливного патрубка.

**5.24.** Индивидуальная резервуарная установка может размещаться на участке дома.

При этом расстояние от резервуара до жилого дома без проемов в стенах, обращенных к установке, должно быть не менее 8 м, а с проемами в стенах, обращенных к установке, - не менее 10 м.

Резервуарная установка должна иметь ограждение высотой не менее 1,6 м из негорючих материалов.

Расстояние от резервуара до ограждения следует предусматривать не менее 1 м.

**5.25.** Резервуары должны устанавливаться, как правило, непосредственно на грунт.

Устройство фундаментов для резервуаров следует предусматривать при неблагоприятных условиях, например, при наличии грунтовых вод.

Засыпку резервуаров следует предусматривать песчаным или глинистым грунтом, не имеющим в своем составе органических примесей.

Площадка резервуарной установки должна иметь ящик с песком объемом 0,5 м<sup>3</sup>, лопаты и асбестовое полотно размером 2×2 м.

**5.26.** При размещении подземных резервуаров в пучинистом грунте последний должен быть заменен песчаным на глубину промерзания, а в местах с высоким стоянием грунтовых вод следует предусматривать решения по предотвращению всплытия резервуаров.

**5.27.** Подземные резервуары и газопроводы следует защищать от коррозии в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602-89.

## НАРУЖНЫЕ ГАЗОПРОВОДЫ

**5.28.** Прокладку подземных газопроводов низкого давления от резервуарных установок сжиженного газа следует предусматривать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.08-87\*.

**5.29.** Для прокладки трубопроводов следует применять стальные трубы, руководствуясь разд. 11 и прил. 1\* СНиП 2.04.08-87\* «Газоснабжение».

Для газопроводов жидкой фазы СУГ следует применять, как правило, бесшовные трубы. Допускается применение электросварных труб. При этом трубы диаметром до 50 мм должны пройти 100 %-ный контроль сварного шва на растяжение.

**5.30.** Вводы газопроводов в здания следует выполнять цокольными непосредственно в помещения, где установлены газовые приборы, и утепленными. В местах прохода через наружные стены зданий газопроводы заключаются в футляры.

Пространство между стеной и футляром следует заделывать на всю толщину пересекаемой конструкции. концы футляра уплотняют эластичным материалом.

## ГАЗООБОРУДОВАНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ

**5.31.** Внутренним газопроводом считается газопровод, прокладываемый на участке от вводного газопровода, т.е. от отключающего устройства, которое располагается снаружи здания, до места подключения его к газовым приборам, аппаратам, котлам.

**5.32.** Прокладку газопроводов в жилых домах следует предусматривать открытой по нежилым помещениям. Прокладка стояков газопроводов в жилых комнатах и санитарных узлах не допускается.

**5.33.** Соединение труб следует предусматривать, как правило, на сварке. Разъемные (резьбовые и фланцевые) соединения допускается предусматривать только в местах установки запорной арматуры, газовых приборов, КИП, регуляторов давления и другого оборудования.

Установку разъемных соединений газопроводов следует предусматривать в местах, доступных для осмотра и ремонта.

## УСТАНОВКА ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

**5.34.** Газовые приборы должны устанавливаться в соответствии с требованиями СНиП по проектированию газоснабжения и «Инструкции по размещению тепловых агрегатов, предназначенных для отопления и горячего водоснабжения одноквартирных или блокированных жилых домов», принятой Минстроем России.

**5.35.** При использовании индивидуальных газобаллонных установок сжиженного газа целесообразна установка комбинированные электрогазовых плит.

Внутренний объем помещений кухонь, м<sup>3</sup>, и количество воздуха, удаляемого из помещения кухни, м<sup>3</sup>/ч, в зависимости от типа установленной газовой плиты должны приниматься в соответствии с данными табл. 8.

Таблица 8

Тип газовой плиты	Объем помещений кухонь, не менее, м <sup>3</sup>	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения, не менее, м <sup>3</sup> /ч
1. Газовая 2-комфорочная	8	60
2. Газовая 3-комфорочная	12	75
3. Газовая 4-комфорочная	15	90

**5.36.** Установку газовых отопительных теплогенераторов следует предусматривать, как правило, в отдельном помещении (топочной) на любом этаже при их суммарной мощности для систем отопления и горячего водоснабжения до 150 кВт включительно.

Размещение отопительного теплогенератора на кухне разрешается при его мощности не более 60 кВт включительно независимо от наличия газовой плиты и газового водонагревателя.

**5.37.** При размещении теплогенераторов суммарной мощностью до 150 кВт в отдельном помещении на любом этаже жилого дома, помещение должно отвечать следующим требованиям:

высота - не менее 2,5 м;

объем и площадь помещения - из условий удобного обслуживания теплогенераторов и вспомогательного оборудования, но не менее 15 м<sup>3</sup>;

помещение должно быть отделено от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч, а предел распространения огня по конструкции равен нулю;

естественное освещение - из расчета остекления 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> помещения.

В помещении должна предусматриваться вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток - в объеме вытяжки плюс количество воздуха на горение газа.

**5.38.** При размещении теплогенераторов в отдельном помещении на первом этаже оно должно иметь выход непосредственно наружу. Допускается предусматривать второй выход в помещение подобного назначения, дверь при этом должна быть противопожарной 3-го типа.

**5.39.** При размещении в кухне газовой плиты, проточного водонагревателя для горячего водоснабжения и отопительного теплогенератора мощностью до 60 кВт ее объем должен быть не менее 15 м<sup>3</sup> плюс 0,2 м<sup>3</sup> на 1 кВт мощности теплогенератора, а высота - не менее 2,5 м.

Кухня должна иметь окно. Для притока воздуха следует предусматривать в нижней части двери решетку или зазор с живым сечением не менее 0,025 м<sup>2</sup>

Вентиляция помещения должна отвечать требованиям п. 5.37.

Примечание. При установке в кухни газовой плиты и проточного водонагревателя дополнительного увеличения объема помещения не требуется.

**5.40.** Газовые проточные водонагреватели для горячего водоснабжения устанавливаются на стенах из негорючих материалов на расстоянии не менее 2 см от стены.

Отопительные теплогенераторы следует устанавливать у стен из негорючих материалов на расстоянии не менее 10 см от стены.

Требования к помещениям, где устанавливаются газовые приборы (плиты, водонагреватели, отопительные котлы, камины, калориферы и др.), изложены в Извлечениях из СНиП 2.04.08-87\*.

**5.41.** В случае использования сжиженного газа от резервуарных емкостей на несколько индивидуальных домов вопрос об установке газовых счетчиков решается по взаимной договоренности между владельцами этих домов.

При установке газовых счетчиков рекомендуется пользоваться нормалью на установку мембранных и диафрагменных газовых бытовых счетчиков, разработанной АО «Росгазификация».

## ОТВОД ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

**5.42.** Продукты сгорания от бытовых газовых приборов (водонагреватели, котлы, печи) отводятся по обособленному дымоходу в атмосферу.

Дымоходы выполняются из обожженного красного кирпича, а также из блоков, изготовленных из негорючих материалов.

**5.43.** Присоединение газопотребляющих приборов к дымоходам следует предусматривать трубами из кровельной стали.

Требования к отводу продуктов сгорания изложены в справочном прил. 6 СНиП 2.04.08-87\* (извлечения из прил. 3).

## Извлечения из СНиП 2.04.08-87\*

### 11. МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

#### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**11.1.** Материалы и технические изделия, предусматриваемые в проектах систем газоснабжения, должны быть экономичными, надежными и соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке и прошедших государственную регистрацию в соответствии с ГОСТ 2.114-70.

**11.3.** Допускается применять не предусмотренные настоящим разделом отечественные и импортные материалы и технические изделия, в том числе трубы, если они соответствуют требованиям настоящих норм.

Возможность замены труб и других технических изделий, принятых в проекте, должна определяться организацией - автором проекта.

#### СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ

**11.5\*.** Для строительства систем газоснабжения следует применять стальные прямошовные и спиральношовные сварные и бесшовные трубы, изготовленные из хорошо сваривающейся стали, содержащей не более 0,25 % углерода, 0,056 % серы и 0,046 % фосфора.

Толщину стенок труб следует определять расчетом в соответствии с требованиями СНиП 2.04.12-86 и принимать ее номинальную величину ближайшей большей по стандартам или техническим условиям на трубы, допускаемые настоящими нормами к применению. При этом для подземных и наземных (в насыпях) газопроводов номинальную толщину стенки труб следует принимать не менее 3 мм, а для наружных надземных и наземных газопроводов - не менее 2 мм.

Выбор стальных труб для конкретных условий строительства систем газоснабжения следует производить в соответствии с обязательным прил. 7 СНиП 2.04.08-87\*.

**11.6.** Стальные трубы для строительства наружных и внутренних газопроводов следует предусматривать групп В и Г, изготовленных из спокойной малоуглеродистой стали группы В по ГОСТ 380-88 не ниже второй категории (для газопроводов диаметром более 530 мм при толщине стенки труб более 5 мм, как правило, не ниже третьей категории) марок Ст2, Ст3, а также Ст4 при содержании в ней углерода не более 0,25 %; стали марок 08, 10, 15, 20 по ГОСТ 1050-88; низколегированной стали марок 09Г2С, 17ГС, 17Г1С Гост 19281-89 не ниже шестой категории; стали 10Г2 ГОСТ 4543-71.

**11.7\*.** Допускается применять стальные трубы, указанные в п. 11.6, но изготовленные из полуспокойной и кипящей стали, в следующих случаях:

для подземных газопроводов, сооружаемых в районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 30 °С включительно;

для наземных газопроводов, сооружаемых в районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 10 °С включительно, - трубы из полуспокойной и кипящей стали и с расчетной температурой до минус 20 °С включительно - трубы из полуспокойной стали;

для внутренних газопроводов с толщиной стенки не более 8 мм, если температура стенок труб в процессе эксплуатации не будет понижаться ниже 0 °С для труб из кипящей стали и ниже минус 10 °С для труб из полуспокойной стали.

**11.8.** Для наружных и внутренних газопроводов низкого давления, в том числе для их гнутых отводов и соединительных частей, допускается применять трубы групп А, Б, В, изготовленных из спокойной, полуспокойной и кипящей стали марок Ст1, Ст2, Ст3, Ст4 - категорий 1, 2, 3 групп А, Б и В по ГОСТ 380-88 и 08, 10, 15, 20 по ГОСТ 1050-88. Сталь марки 08 допускается применять при технико-экономическом обосновании, марки Ст4 - при содержании в ней углерода не более 0,25 %.

**11.10.** Сварное соединение сварных труб должно быть равнопрочно основному металлу труб или иметь гарантированный заводом-изготовителем согласно стандарту или техническим условиям на трубы коэффициент прочности сварного соединения. Указанное требование следует вносить в заказные спецификации на трубы.

Допускается применять трубы по ГОСТ 3262-75, сварные швы которых не имеют характеристики прочности сварного соединения, на давление газа, указанное в обязательном прил. 7.

**11.13.** Трубы, предусматриваемые для систем газоснабжения, должны быть испытаны гидравлическим давлением на заводе-изготовителе или иметь запись в сертификате о гарантии того, что трубы выдержат гидравлическое давление, величина которого соответствует требованиям стандартов или технических условий на трубы.

## СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ И ДЕТАЛИ

**11.15.** Соединительные части и детали для систем газоснабжения следует предусматривать из спокойной стали (литые, кованные, штампованные, гнутые или сварные) или из ковкого чугуна, изготовленными в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами, приведенными в табл. 28.

Таблица 28

Соединительные части и детали	Стандарт
<b>1. Из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой</b>	
Угольники	ГОСТ 8846-75, ГОСТ 8847-75
Тройники	ГОСТ 8948-75, ГОСТ 8949-75, ГОСТ 8950-75
Кресты	ГОСТ 8951-75, ГОСТ 8952-75, ГОСТ 8953-75
Муфты	ГОСТ 8954-75, ГОСТ 8955-75, ГОСТ 8956-75, ГОСТ 8957-75
Гайки соединительные	ГОСТ 8959-75
Пробки	ГОСТ 8963-75
<b>2. Стальные с цилиндрической резьбой</b>	
Муфты	ГОСТ 8966-75
Контргайки	ГОСТ 8968-75
Сгоны	ГОСТ 8969-75
<b>3. Стальные приварные</b>	
Отводы	ГОСТ 17375-83, ОСТ 36-42-81, ОСТ 36-43-81, ОСТ 36-21-77, ОСТ 36-20-77, ОСТ 34-42-750-85, ОСТ 34-42-752-85, ОСТ 180-030-129-79
Переходы	ГОСТ 17378-83, ОСТ 36-44-81, ОСТ 36-22-77, ОСТ 34-42-753-85, ОСТ 34-42-754-85
Тройники	ГОСТ 17376-83, ОСТ 36-23-77, ОСТ 36-24-77, ОСТ 34-45-81, ОСТ 36-46-81, ОСТ 34-42-762-85, ОСТ 34-42-754-85
Заглушки	ГОСТ 17379-83, ОСТ 36-25-77, ОСТ 36-47-81, ОСТ 36-48-81, ОСТ 34-42-758-85, ОСТ 34-42-759-85
Примечание. Для строительства газопроводов допускается применение соединительных частей и деталей по ОСТ 102-54-81 — ОСТ 102-62-81 и по ОСТ 102-39-85 — ОСТ 102-45-85.	

Допускается применять соединительные части и детали, изготовленные по чертежам, выполненным проектными организациями с учетом технических требований одного из стандартов на соответствующую соединительную часть или деталь.

Соединительные части и детали систем газоснабжения допускается изготавливать из стальных бесшовных и прямошовных сварных труб или листового проката, металл которых отвечает техническим требованиям, предусмотренным пп. 11.5\* - 11.12 для соответствующего газопровода.

**11.16.** Соединительные части и детали должны быть заводского изготовления. Допускается применение соединительных частей и деталей, изготовленных на базах строительных организаций, при условии контроля всех сварных соединений (для сварных деталей) неразрушающими методами.

**11.17.** Фланцы, применяемые для присоединения к газопроводам арматуры, оборудования и приборов, должны соответствовать ГОСТ 12820-80 и ГОСТ 128221-80.

**11.18.** Для уплотнения фланцевых соединений следует применять прокладки, изготовленные из материалов, указанных в табл. 29 СНиП 2.04.8-87\*.

Допускается предусматривать прокладки из другого уплотнительного материала, обеспечивающего не меньшую герметичность по сравнению с материалами, приведенными в табл. 29 (с учетом Среды, давления и температуры).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7\*

*Обязательное*

### **ВЫБОР СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДЛЯ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

1. Стальные трубы для систем газоснабжения давлением до 1,6 МПа (16 кг/см<sup>2</sup>) в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха района строительства и местоположения газопровода относительно поверхности земли следует принимать:

по табл. 1\* - для наружных надземных газопроводов, прокладываемых в районах с расчетной температурой наружного воздуха не ниже минус 40 °С, а также подземных и внутренних газопроводов, которые не охлаждаются до температуры ниже минус 40 °С;

по табл. 2\* - для надземных газопроводов, прокладываемых в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус 40 °С и подземных, которые могут охлаждаться до температуры ниже минус 40 °С;

2. Для систем газоснабжения следует принимать трубы, изготовленные, как правило, из углеродистой стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-88 и качественной стали по ГОСТ 1050-88.

3. Для газопроводов жидкой фазы СУГ следует применять, как правило, бесшовные трубы.

Допускается применять для этих газопроводов электросварные трубы. При этом трубы диаметром до 50 мм должны пройти 100 % -ный контроль сварного шва неразрушающими методами, а трубы диаметром 50 мм и более также и испытание сварного шва на растяжение.

4\*. Трубы по ГОСТ 3262-75 допускается применять для строительства наружных и внутренних газопроводов низкого давления.

Трубы по ГОСТ 3262-75 с условным диаметром до 32 мм включительно допускается применять для строительства импульсных газопроводов давлением до 1,2 МПа (12 кгс/см<sup>2</sup>) включительно. При этом гнутые участки импульсных газопроводов должны иметь радиусгиба не менее  $2D_s$ , а температура стенки трубы в период эксплуатации не должна быть ниже 0 °С.

5\*. Трубы со спиральным швом по ТУ 102-39-84 с противокоррозионным покрытием по ТУ 102-176-85 допускается применять только для подземных межпоселковых газопроводов природного газа с давлением до 1,2 МПа (12 кгс/см<sup>2</sup>) в районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 40 °С включительно.

При этом не разрешается применять данные трубы для выполнения упругого изгиба (поворота) газопровода в вертикальной и горизонтальной плоскостях радиусом менее 1500 диаметра трубы, а также для прокладки газопроводов в поселениях.

6. Возможность применения труб по государственным стандартам и техническим условиям, приведенным в табл. 1\* и 2\* настоящего приложения, но изготовленных из полуспокойной и кипящей стали, регламентируется пп. 11.7, 11.8.

7. Трубы по ГОСТ 8731-87, изготавливаемые из слитка, не разрешается применять без проведения 100 %-ного контроля неразрушающими методами металла труб.

При заказе труб по ГОСТ 8731-87 необходимо указывать, что трубы по этому стандарту, изготавливаемые из слитка, не разрешается поставлять без 100 %-ного контроля неразрушающими методами.

### **«ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЯМ, ГДЕ УСТАНОВЛЕНА ГАЗОВАЯ АРМАТУРА»**

#### **ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

**6.29.** Установку газовых плит в жилых домах следует предусматривать в помещениях кухонь высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой (фрамугой), вытяжной вентиляционный канал и естественное освещение.

При этом внутренний объем помещений кухонь должен быть, м<sup>3</sup>, не менее:  
для газовой плиты с 2 горелками 8;

для газовой плиты с 3 горелками 12;

для газовой плиты с 4 горелками 15.

**6.30.** В существующих жилых домах допускается установка газовых плит:

в помещениях кухонь высотой не менее 2,2 м и объемом не менее указанного в п. 6.29 при отсутствии вентиляционного канала и невозможности использования в качестве такого канала дымоходов, но при наличии в помещении окна с форточкой или фрамугой в верхней части окна;

в коридорах индивидуального пользования при наличии в коридоре окна с форточкой или фрамугой в верхней части окна с форточкой или фрамугой в верхней части окна, при этом проход между плитой и противоположной стеной должен быть шириной не менее 1 м, стены и потолки коридоров из горючих материалов должны быть оштукатурены, а жилые помещения отдалены от коридора плотными перегородками и дверью;

в кухнях с наклонными потолками, имеющих высоту в средней части не менее 2 м, установку газового оборудования следует предусматривать в той части кухни, где высота не менее 2,2 м.

**6.31\*.** В существующих жилых домах, принадлежащих гражданам на правах личной собственности, допускается установка газовых плит в помещениях, соответствующих требованиям пп. 6.29 или 6.30, но имеющих высоту менее 2,2 м до 2 м включительно, если эти помещения имеют объем не менее чем в 1,25 раза больше нормативного. При этом в домах, не имеющих выделенной кухни, объем помещения, где устанавливается газовая плита, должен быть в два раза больше указанного в п. 6.29.

При невозможности выполнения указанных требований установок газовых плит в таких помещениях может быть допущена в каждом конкретном случае по согласованию с местными органом санитарного надзора.

**6.32\*.** Возможность установки газовых плит, отопительных и других аппаратов в строениях, расположенных вне жилого дома, решается проектной организацией и эксплуатационной организацией газового хозяйства с учетом конкретных местных условий, в том числе наличия газа для этих целей. При этом помещения, в которых предусматривается установка газовых приборов, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к помещениям жилых домов, где допускается размещение таких приборов.

**6.33.** Деревянные неоштукатуренные стены и стены из других горючих материалов в местах установки плит следует изолировать негорючими материалами: штукатуркой, кровельной сталью по листу асбеста толщиной не менее 3 мм и др. Изоляция должна выступать за габариты плиты на 10 см с каждой стороны и не менее 80 см сверху.

Расстояние от плиты до изолированных негорючими материалами стен помещения должно быть не менее 7 см; расстояние между плитой и противоположной стеной должно быть не менее 1 м.

**6.34.** Для горячего водоснабжения следует предусматривать проточные или емкостные газовые водонагреватели, а для отопления - емкостные газовые водонагреватели, малометражные отопительные котлы или другие отопительные аппараты, предназначенные для работы на газовом топливе.

Этажность жилых домов, в которых разрешается установка указанных газовых приборов и аппаратов, следует принимать согласно СНиП 2.08.01-89\*.

**6.35.** Допускается перевод на газовое топливо малометражных (малогабаритных котлов заводского изготовления, предназначенных для твердого или жидкого топлива.

Переводимые на газовое топливо отопительные установки должны быть оборудованы газогорелочными устройствами с автоматикой безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными разд. 11.

В одном помещении не допускается предусматривать установку более двух емкостных водонагревателей или двух малометражных отопительных котлов или двух других отопительных аппаратов.

**6.36.** Устройство дымоходов должно соответствовать требованиям СНиП 2.04.05-91\* как для отопительных печей. При решении вопроса о возможности присоединения газовых приборов к дымоходам допускается руководствоваться данными, приведенными в справочном приложении 6.

**6.37\*.** Установку водонагревателей, отопительных котлов и отопительных аппаратов следует предусматривать в кухнях и нежилых помещениях, предназначенных для их размещения и отвечающих требованиям пп. 6.42\* и 6.43. Установка указанных приборов в ваннных комнатах не допускается. Вопрос о необходимости перестановки газовых водонагревателей из ваннных комнат, в которых они были размещены в соответствии с ранее действующими нормами, в кухни или другие нежилые помещения жилого дома при реконструкции дома или системы газоснабжения должен решаться в каждом конкретном случае проектной организацией по согласованию с местными эксплуатационными организациями газового хозяйства.

В существующих жилых домах допускается предусматривать установку отопительных газовых приборов и отопительных аппаратов в коридорах индивидуального пользования, отвечающих требованиям пп. 6.42\* и 6.43.

Расстояние от выступающих частей газовых горелок или арматуры до противоположной стенки должно быть не менее 1 м.

**6.38.** Установку газовых проточных водонагревателей следует предусматривать на стенах из негорючих материалов на расстоянии не менее 2 см от стены (в т.ч. от боковой стены).

При отсутствии в помещении стен из негорючих материалов допускается предусматривать установку проточного водонагревателя на оштукатуренных, а также на облицованных негорючих или трудногорючих материалами стенах на расстоянии не менее 3 см от стены.

Поверхность трудногорючих стен следует изолировать кровельной сталью по листу асбеста толщиной не менее 3 мм. Изоляция должна выступать за габариты корпуса водонагревателя на 10 см.

При отсутствии в помещении стен из негорючих материалов допускается установка вышеперечисленных отопительных приборов у стен, защищенных в соответствии с указаниями п. 6.38, на расстоянии не менее 10 см от стены.

**6.40.** Расстояние по горизонтали в свету между выступающими частями проточного водонагревателя и газовой плиты следует принимать не менее 10 см.



**6.41.\*** При установки в кухне газовой плиты и емкостного водонагревателя, газовой плиты и отопительного котла или отопительного аппарата, а также газовой плиты с встроенными устройствами для нагрева воды (отопления, горячего водоснабжения) объем кухни должна быть на  $6 \text{ м}^3$  больше объема, предусмотренного п. 6.29.

**6.42\*.** Помещение, предназначенное для размещения газового водонагревателя, а также отопительного котла или отопительного аппарата, отвод продуктов сгорания от которых предусмотрен в дымоход, должно иметь высоту не менее 2 м. Объем помещения должен быть не менее  $7,5 \text{ м}^3$  при установки одного прибора и не менее  $13,5 \text{ м}^3$  при установки двух отопительных приборов.

**6.43.** Кухня или помещение, где устанавливаются котлы, аппараты и газовые водонагреватели, должны иметь вентиляционный канал. Для притока воздуха следует предусматривать в нижней части двери или стены, выходящей в смежное помещение, решетку или зазор между дверью и полом с живым сечением не менее  $0,02 \text{ м}^2$ .

**6.44\*.** Не допускается размещение всех газовых приборов в подвальных этажах (подвалах), а при газоснабжении СУГ - в подвальных и цокольных этажах зданий любого назначения.

Примечание. Требования данного пункта не распространяются на жилые дома, принадлежащие гражданам на правах личной собственности, если подвалы этих домов имеют естественное освещение, а газоснабжение их осуществляется от природного газа.

**6.47.** Для отопления помещений допускается предусматривать газовые каминные, калориферы и другие приборы заводского изготовления с отводом продуктов сгорания в дымоход. Газогорелочные устройства этих приборов должны быть оснащены автоматикой безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными разд. 11.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6\*

*Справочное*

### ОТВОД ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

1. Отвод продуктов сгорания от бытовых газовых приборов, печей и другого бытового газового оборудования, в конструкции которых предусмотрен отвод продуктов сгорания в дымоход, следует предусматривать от каждого прибора, агрегата или печи по обособленному дымоходу.

В существующих зданиях допускается предусматривать присоединение к одному дымоходу не более двух водонагревателей или отопительных печей, расположенных на одном или разных этажах здания, при условии ввода продуктов сгорания в дымоход на разных уровнях, не ближе  $0,75 \text{ м}$  один от другого, или на одном уровне с устройством в дымоходе рассечки на высоту не менее  $0,75 \text{ м}$ .

2. В существующих зданиях при отсутствии дымоходов допускается предусматривать устройство приставных дымоходов.

3. Допускается присоединение к дымоходу отопительной печи периодического действия газового водонагревателя, используемого для горячего водоснабжения, или другого газового прибора, не работающего непрерывно, при условии одновременной работы и достаточного сечения дымохода для удаления продуктов сгорания от присоединяемого прибора.

Присоединение дымоотводящей трубы газового прибора к оборотам дымохода отопительной печи не допускается.

4. Площадь сечения дымохода не должна быть меньше площади патрубка газового прибора, присоединяемого к дымоходу. При присоединении к дымоходу двух приборов, печей и т.п. сечение дымохода следует определять с учетом одновременной их работы. Конструктивные размеры дымоходов должны определяться расчетом.

5. Небытовые газовые приборы (ресторанные плиты, пищеварочные котлы и т.п.) допускается присоединять как к обособленным, так и общему дымоходу.

Допускается предусматривать соединительные дымоотводящие трубы, общие для нескольких агрегатов.

Ввод продуктов сгорания в общий дымоход для нескольких приборов следует предусматривать на разных уровнях или на одном уровне с устройством рассечек согласно п. 1.

Сечение дымоходов и соединительных труб должны определяться расчетом исходя из условия одновременной работы всех приборов, присоединенных к дымоходу.

**6\*.** Дымоходы должны быть вертикальными, без уступов. Допускается уклон дымохода от вертикали до  $30^\circ$  с отклонением в сторону до  $1 \text{ м}$  при обеспечении площади сечения наклонных участков дымохода не менее сечения вертикальных участков.

7. Для отвода продуктов сгорания от ресторанных плит и других небытовых газовых приборов допускается предусматривать горизонтальные участки дымоходов общей длиной не более  $10 \text{ м}$ .

Допускается предусматривать дымоходы в перекрытии с устройством противопожарной разделки для горючих конструкций перекрытия.

8. Присоединение газовых водонагревателей и других газовых приборов к дымоходам следует предусматривать трубами, изготовленными из кровельной стали.

Суммарную длину участков соединительной трубы в новых зданиях следует принимать не более  $3 \text{ м}$ , в существующих зданиях - не более  $6 \text{ м}$ .

Уклон трубы следует назначить не менее  $0,01$  в сторону газового прибора.

На дымоотводящих трубах допускается предусматривать не более трех поворотов с радиусом закругления не менее диаметра трубы.

Ниже места присоединений дымоотводящей трубы от прибора к дымоходам должно быть предусмотрено устройство «кармана» с люком для чистки.

Дымоотводящие трубы, прокладываемые через неотапливаемые помещения, при необходимости должны быть покрыты теплоизоляцией.

9. Расстояние от соединительной дымоотводящей трубы до потолка или стены из негорючих материалов следует принимать не менее 5 см, до деревянных оштукатуренных потолков и стен - не менее 25 см. Допускается уменьшение указанного расстояния с 25 до 10 см при условии обивки деревянных оштукатуренных стен или потолка кровельной сталью по листу асбеста толщиной 3 мм. Обивка должна выступать за габариты дымоотводящей трубы на 15 см с каждой стороны.

10. При присоединении к дымоходу одного прибора, а также приборов со стабилизаторами тяги шибера на дымоотводящих трубах не предусматриваются.

При присоединении к общему дымоходу нескольких приборов: ресторанных плит, кипятильников и других газовых приборов, не имеющих стабилизаторов тяги, на дымоотводящих трубах на приборах должны предусматриваться шибера (заслонки), имеющие отверстие диаметром не менее 15 мм.

11. В шиберах, установленных на дымоходах от котлов, должны предусматриваться отверстия диаметром не менее 50 мм.

12. Дымовые трубы от газовых приборов в зданиях должны быть выведены:

выше границы зоны ветрового подпора, но не менее 0,5 м выше конька крыши при расположении их (считая по горизонтали) не далее 1,5 м от конька крыши;

в уровень с коньком крыши, если они отстоят на расстоянии до 3 м от конька крыши;

не ниже прямой, проведенной от конька вниз под углом  $10^0$  к горизонту, при расположении труб на расстоянии более 3 м от конька крыши.

Во всех случаях высота трубы над прилегающей частью крыши должна быть не менее 0,5 м, а для домов с совмещенной кровлей (плоской крышей) - не менее 2,0 м.

Установка на дымоходах зонтов и дефлекторов не допускается.

13\*. Отвод продуктов сгорания от газифицированных установок промышленных предприятий, котельных, предприятий бытового обслуживания допускается по стальным дымовым трубам».

## 6. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**6.1.** Автономной системой электроснабжения называется совокупность электроустановок на базе автономных источников электрической энергии и предназначенных для обеспечения ею местных потребителей.

**6.2.** Автономным источником электроэнергии называется энергетическая установка, предназначенная для выработки электрической энергии и не входящая в состав энергетической системы.

Настоящим Пособие рассматриваются автономные источники электроэнергии мощностью, кВт:

2-16 - дизельные электрические агрегаты (ДЭС);

0,5-16 - ветроэлектрические установки (ВЭУ);

до 5 - солнечные установки с фотоэлектрическими элементами (СФУ).

**6.3.** Автономные системы электроснабжения для индивидуальных жилых домов рекомендуется применять в следующих случаях:

при отсутствии централизованного электроснабжения;

при отсутствии возможности присоединения к централизованной системе электроснабжения;

в качестве резервной системы электроснабжения.

**6.4.** Проектирование автономных систем электроснабжения и электрооборудования жилых домов должно выполняться в соответствии с настоящим Пособием, ГОСТ Р505 71.1 «Электроустановки зданий. Основные положения», ГОСТ 23274 «Здания мобильные (инвентарные). Электроустановки. Общие технические условия», «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), руководящими материалами и Инструкцией по электроснабжению индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных сооружений, разработанными Госэнергонадзором.

**6.5.** При проектировании автономных систем электроснабжения жилых домов рекомендуется использовать альбом «Автономные системы инженерного оборудования многоквартирных и блокированных жилых домов. Технические решения».

**6.6.** Для применения в электрических установках допускаются оборудование и материалы, выпускаемые как отечественной промышленностью, так и иносфирмами.

При этом оборудование и материалы, выпускаемые отечественной промышленностью, должны соответствовать требованию государственных и отраслевых стандартов и техническим условиям на изготовление, утвержденным в установленном порядке, и быть включенными в соответствующие реестры, разрешающие их применение.

Документами, подтверждающими пригодность импортных материалов и оборудования, применяемых в строительстве, является Техническое свидетельство или Сертификат соответствия, выданные в установленном порядке.

6.7. Конструкция, исполнение, установка, класс изоляции и степень защиты электрооборудования должны соответствовать номинальному напряжению сети и условиям окружающей среды (температура, влажность, агрессивность и т.д.).

6.8. Электроснабжение жилого дома должно осуществляться при напряжении 220 В однофазном или 380 В трехфазном переменном токе частотой 50 Гц.

6.9. В автономных системах электроснабжения следует предусматривать технические мероприятия по обеспечению качества электрической энергии согласно требованиям ГОСТ 13109-87\* «Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии у ее приемников, присоединенных к электрическим сетям общего назначения».

6.10. Для получения разрешения на использование автономного источника электроэнергии потребитель должен обратиться с заявкой в органы местной администрации.

В заявке следует указать:

наименование объекта и его месторасположение;

расчетную нагрузку, кВт; тип, мощность и место размещения автономного источника электроэнергии; уровень шума, производимого автономным источником электроэнергии; месторасположение, объем и способ организации хранения топлива.

6.11. При использовании автономной системы электроснабжения в качестве резервной потребитель должен получить технические условия для подключения к внешним сетям в энергоснабжающей организации в установленном порядке и разрешение на установку автономного источника в органах местной администрации.

6.12. Для жилых домов при суммарной установленной мощности электроприемников 10 кВт и более обязательным является выполнение проекта электроснабжения; при мощности электроприемников до 10 кВт может быть выполнен чертеж-проект.

Состав проектной документации на электроснабжение приведен в прил. 1.

Для разработки проекта или чертежа-проекта электроснабжения следует привлекать специализированные организации.

6.13. Проект электроснабжения или чертеж-проект подлежит согласованию с местными органами Госэнергонадзора, Пожарной инспекции (службы), Госсанэпиднадзора.

Техническая документация, представляемая в Госэнергонадзор для получения разрешения на включение дизельной электростанции, приведена в прил. 2.

6.14. При использовании автономной системы электроснабжения в качестве резервной проект электроснабжения подлежит также согласованию с энергоснабжающей организацией, выдавшей технические условия на подключение к сетям централизованного электроснабжения.

## РАСЧЕТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

6.15. При определении расчетных электрических нагрузок жилого дома следует учитывать все электроприемники, находящиеся на территории участка жилого дома.

6.16. Расчетная электрическая нагрузка квартир  $P_{KB}$ , приведенная к вводу сблокированного жилого дома, определяется по формуле

$$P_{KB} = P_{KB.уд} \cdot n, \quad (14)$$

где  $P_{KB.уд}$  - удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир (домов), кВт/квартира, принимается по табл. 9;

$n$  - количество квартир.

### Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых домов

Таблица 9

Потребители электроэнергии	Количество квартир 1-3
1. Квартиры с плитами:	
на природном газе	3
на сжиженном газе (в том числе, при групповых установках) и на твердом топливе	4
электрическими мощностью до 8 кВт	7
2. Квартиры с плитами на природном газе и бытовыми кондиционерами воздуха	4,1
3. Квартиры с плитами на сжиженном газе (в том числе при групповых установках) и на твердом топливе с бытовыми кондиционерами воздуха	5,1
Примечания. 1. Удельные расчетные нагрузки приведены для квартир общей площадью до 55 м <sup>2</sup> . При общей площади квартир более 55 м <sup>2</sup> удельную нагрузку следует увеличивать на 1 % на каждый квадратный метр дополнительной	

площади в домах с плитами на природном газе и с плитами на твердом топливе и сжиженном газе. При этом увеличение удельной нагрузки не должно превышать 25 % значений, приведенных в таблице.

2. В домах усадебного типа удельные расчетные нагрузки не учитывают одновременное присоединение электрифицированных механизмов единичной мощностью более 1 кВт.

3. Удельные электрические нагрузки действительны для всех климатических районов страны.

4. Возможность установки бытовых кондиционеров воздуха в квартирах следует предусматривать при проектировании жилых домов в соответствии со СНиП 2.04.05-91\*. Удельные расчетные электрические нагрузки учитывают использование в квартире только одного бытового кондиционера мощностью до 1,3 кВт.

5. Нагрузка коттеджной квартиры общей площадью 55-200 м<sup>2</sup> с газовой плитой должна определяться по п. 1 настоящей таблицы (для квартир с плитами на природном газе) с учетом примеч. 1.

6. Применять электрические плиты и кондиционеры следует при наличии централизованного электроснабжения (автономные системы используются в качестве резерва).

**6.17.** Расчетная мощность электродвигателей насосов водоснабжения, котельных установок и других санитарно-технических устройств общедомового использования  $P_{CTV}$ , кВт, определяется по формуле

$$P_{CTV} = K'_c \cdot \sum_{i=1}^n P_{CTVi}, \quad (15)$$

где  $K'_c$  - коэффициент спроса, определяемый по табл. 10.

Мощность резервных двигателей, а также электроприемников противопожарных устройств при расчете электрических нагрузок не учитывается.

#### Коэффициенты спроса электродвигателей санитарно-технических устройств

Таблица 10

Число электродвигателей	$K'_c$
2	1
3	0,9
5	0,8

**6.18.** Расчетная электрическая нагрузка жилого дома  $P_{P\text{ ЖД}}$ , кВт, (квартир и силовых электроприемников) определяется по формуле

$$P_{P\text{ ЖД}} = P_{KB} + K_Y \cdot P_{CTV} \quad (16)$$

где  $P_{KB}$  - расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома, кВт;

$K_Y$  - коэффициент участия в максимуме нагрузки силовых электроприемников (равен 0,9);

$P_{CTV}$  - расчетная нагрузка силовых электроприемников жилого дома, кВт.

**6.19.** Расчетная электрическая нагрузка от электрифицированных механизмов единичной мощностью более 1 кВт (бассейнов, гаражей и подсобного хозяйства, теплиц и парников, мастерских) должна учитываться дополнительно по формуле (16).

**6.20.** Расчетную мощность автономного источника электрической энергии  $P_P$ , кВт, следует определять по формуле

$$P_P = P_{P\text{ ЖД}} + \sum_{j=1}^n K_j \cdot P_j, \quad (17)$$

где  $P_{P\text{ ЖД}}$  - расчетная нагрузка жилого дома, кВт;

$K_j$  - коэффициент спроса;

$P_j$  - мощность электроприемников (гаражей, бассейнов, подсобного хозяйства и т.д.) по паспорту или каталогу, кВт.

## ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

**6.21.** В качестве автономных источников электрической энергии рекомендуется использовать дизельные электрические агрегаты, ветроэнергетические установки (ВЭУ), солнечные фотоэлектрические установки (СФУ) и их комбинации.

### ДИЗЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ (ДЭС)

**6.22.** Для жилых домов рекомендуется применять дизельные электроагрегаты с местным управлением, устанавливаемые стационарно.

**6.23.** Мощность ДЭС рекомендуется выбирать по расчетной электрической нагрузке жилого дома с учетом потерь на собственные нужды ДЭС и потерь во внутриобъектной сети.

**6.24.** Размещать ДЭС рекомендуется в отдельном здании первой или второй степени огнестойкости. Здание ДЭС следует относить по устройству молниезащиты к третьей категории. Помещение ДЭС относится к категории Г в отношении пожароопасности.

**6.25.** Помещение ДЭС в соответствии с определением ПЭУ, гл. 5 следует относить к электромашинному помещению.

**6.26.** Для помещения ДЭС следует предусматривать:

- выход из помещений непосредственно наружу;
- принудительную вентиляцию, обеспечивающую 8-кратный воздухообмен для удаления окиси углерода и необходимого охлаждения электроагрегата в летний период;
- поддержание температуры воздуха не ниже  $+ 8^{\circ}\text{C}$ ;
- вывод газовыхлопной трубы на 1,5-2 м над коньком кровли здания;
- пожарную сигнализацию;
- мероприятия по защите от шума в соответствии со СНиП II-12-77;
- освещение в соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

### УСТРОЙСТВО ДЭС

**6.27.** В состав ДЭС входит электроагрегат с системами маслоснабжения и топливоснабжения, системой управления, контрольно-измерительными приборами, газовыхлопной системой, система вентиляции, кабели и провода.

**6.28.** Для ДЭС следует предусматривать забор воздуха для образования горючей смеси в двигателе, отвод отработанных газов за пределы здания, охлаждение двигателя и поддержание температурного режима его работы в соответствии с требованиями технической документации завода-изготовителя электроагрегата.

**6.29.** Фундаменты электроагрегатов не должны иметь жесткой связи со стенами и фундаментом здания, а также с конструкцией пола.

**6.30.** Отметку верхней поверхности фундаментной плиты следует принимать выше отметки чистого пола не менее чем на 50 мм.

**6.31.** Поверхности фундамента, не являющиеся опорными, должны быть покрыты маслостойкой изоляцией.

**6.32.** Для электроагрегата следует предусматривать защиту от непосредственного попадания в него воды.

**6.33.** Следует применять стационарные источники однофазного переменного тока с одним глухозаземленным выводом и стационарные источники трехфазного переменного тока с глухозаземленной нейтралью.

При использовании автономных передвижных источников электрической энергии для электроснабжения индивидуальных жилых домов режим нейтрали источника и защитные меры должны соответствовать режиму нейтрали и защитным мерам, принятым в сетях стационарных электроприемников.

**6.34.** При наличии централизованного электроснабжения и использовании автономной системы электроснабжения в качестве резервной следует предусматривать подключение резервной системы электроснабжения к сетям электроприемников потребителя только при наличии блокировок между коммутационными аппаратами, исключающими возможность одновременной подачи напряжения в сеть потребителя и в сеть электроснабжающей организации.

**6.35.** Для генераторов с заземленной нейтралью не следует использовать в качестве заземляющего проводника нулевой рабочей проводник.

Для присоединения нейтрали генератора к заземлителю следует предусматривать специальный заземляющий проводник.

Общее сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом в любое время года.

При удельном сопротивлении грунта  $\omega$  более чем 100 Ом·м допускается увеличивать сопротивление заземляющего устройства в 0,01 $\omega$  раз, но не более чем в 10 раз.

**6.36.** Защиту генератора с незаземленной нейтралью от всех видов повреждений и ненормальных режимов работы следует осуществлять установкой на выводах автоматического выключателя с максимальными расцепителями или выключателя с максимальной токовой защитой в двухфазном исполнении.

При наличии выводов со стороны нейтрали указанную защиту, по возможности, следует присоединять к трансформаторам тока, установленным на этих выводах.

Для генераторов с глухозаземленной нейтралью защиту следует предусматривать в трехфазном исполнении.

**6.37.** Следует предусматривать автоматическое отключение ДЭС при понижении уровня охлаждающей жидкости в радиаторе.

**6.38.** Вывод трубы выхлопных газов через перекрытие следует выполнять с термоизоляцией.

**6.39.** Размещение оборудования ДЭС должно выполняться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» (ПЭЭП) и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

**6.40.** В одном помещении с электроагрегатом допускается установка аппаратуры управления, защиты, измерения и сигнализации, оборудования для утилизации вторичной теплоты.

**6.41.** Аккумуляторные батареи закрытого типа (стартерные) и зарядное устройство допускается размещать в одном помещении с электроагрегатом.

Для обслуживания аккумуляторных батарей следует предусматривать в помещении ДЭС установку шкафа, оборудованного вытяжкой.

**6.42.** Топливные и масляные баки, фильтры, запорную арматуру, фланцевые и муфтовые соединения топливных и масляных трубопроводов следует размещать с учетом следующих требований:

не менее 0,5 м от вертикальной стены, касательной к поверхности газовыпускной трубы, если упомянутые элементы расположены выше газоотводящего тракта;

не ближе 0,1 м от поверхности газовыпускной трубы для частей трубопроводов и не ближе 0,5 м - для баков и фильтров, при условии, что они располагаются сбоку или ниже газоотводящего тракта.

**6.43.** При параллельной прокладке трубопроводов и кабелей, прокладываемых открыто на конструкциях или в трубах, расстояние между ними следует принимать не менее 0,1 м, а для трубопроводов с горючей жидкостью - не менее 0,25.

**6.44.** При пересечении трубопроводов и кабелей, прокладываемых открыто на конструкциях и в трубах, расстояние между ними следует принимать не менее 0,05 м, а для трубопроводов с горючей жидкостью - не менее 0,1.

Перед включением ДЭС потребителю следует ознакомиться с требованиями ПЭЭП и ПТБ.

**6.45.** Вращающиеся элементы электроагрегата следует защищать колпаком, сеткой, жалюзи или фланцем.

**6.46.** Следует предусматривать заземление корпуса электрических машин, аппаратов, светильников, шкафов управления.

**6.47.** Для трубопроводов с температурой поверхности более 50 °С, для их фланцевых соединений и арматуры следует предусматривать тепловую изоляцию.

**6.48.** Устройство ДЭС должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

**6.49.** Для ДЭС следует предусматривать средства пожаротушения, указанные в стандартах и технических условиях для электроагрегатов и электростанций конкретных типов.

**6.50.** Топливные баки и топливопроводы не допускается размещать рядом с источниками тепла, выхлопной трубой, подогревательными и электротехническими устройствами.

**6.51.** Для топливных баков и топливопроводов следует предусматривать защиту от нагрева до температуры выше допустимой для конкретного вида дизельного топлива. За допустимую температуру нагрева принята температура на 10 °С ниже температуры вспышки  $t_{всп}$ .

**6.52.** Уплотнения разъемных соединений не должны допускать выбросов и подтекания топлива, масла, охлаждающей жидкости, пропуска отработанных газов.

**6.53.** Для генератора, аппаратуры управления и сигнализации следует предусматривать защиту от токов короткого замыкания и перегрузки.

**6.54.** Для ДЭС следует предусматривать аварийную защиту и аварийно-предупредительную сигнализацию, срабатывающие при достижении предельных значений контролируемых параметров в соответствии с паспортными данными.

## **СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

**6.55.** Целесообразность создания автономной системы электроснабжения, выполненной на базе возобновляемого источника электрической энергии, следует определять на основании предварительного технико-экономического обоснования.

**6.56.** В состав энергетических установок для систем автономного электроснабжения на базе ВЭУ и СФУ помимо соответственно ветроэлектрического агрегата и солнечных фотобатарей должны входить также блок регулирования и управления, аккумуляторная батарея, зарядное устройство и инвертор. Система должна иметь также резервный источник электроснабжения.

**6.57.** Определение требуемой мощности возобновляемого источника электрической энергии следует производить по результатам анализа графиков ожидаемого электропотребления жилого дома в течении года и ожидаемой выработки электрической энергии источником.

Выбор оборудования системы электроснабжения производится из условия примерного равенства потребности и производства энергии с учетом потерь энергии на преобразование.

Выбор установленной мощности резервного источника следует производить исходя из условия обеспечения ожидаемого полусуточного максимума нагрузки жилого дома.

**6.58.** Применять ВЭУ для целей электроснабжения рекомендуется в местности, имеющей среднегодовую скорость ветра  $V \geq 5$  м/с.

В России наиболее перспективны для ветроиспользования районы побережья Черного, Каспийского, Балтийского морей, побережье Северного Ледовитого океана, Охотского и Японского морей.

Благоприятные ветровые условия имеют также районы Поволжья, Западной Сибири, Алтая, Красноярского и Ставропольского края и отдельные районы Нечерноземной зоны России. Информация о режимах скоростей ветра содержится в Справочнике по климату СССР, часть III «Ветер».

**6.59.** Выбор площадки для установки ВЭУ должен производиться в соответствии с методическими указаниями РД 52.04.275-89 «Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок», при этом расстояние ВЭУ от жилого дома должно быть не менее 30-40 м. Размещение ВЭУ следует производить с учетом СНиП II-12-77 «Защита от шума».

**6.60.** Для обеспечения электроснабжением жилого дома в периоды установившегося безветрия следует предусматривать резервный источник электрической энергии, в качестве которого рекомендуется использовать дизельный электрический агрегат.

**6.61.** Для возможности перевода электроснабжения с рабочего источника электрической энергии на резервный следует предусматривать переключающее устройство с блокировками между коммутационными аппаратами, исключающими возможность одновременной подачи напряжения в сеть потребителя от рабочего и резервного источников.

**6.62.** Резервный источник электроснабжения, инвертор, аккумуляторную батарею, зарядное устройство, аппаратуру управления и сигнализации следует размещать в отдельном здании, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией.

**6.63.** В России наиболее перспективными регионами с точки зрения применения солнечных установок являются регионы, расположенные южнее 50<sup>0</sup> северной широты, в частности: Астраханская, Волгоградская, Ростовская и Читинская области, Краснодарский, Ставропольский и Приморский края, а также Республики Дагестан, Калмыкия - Хальмг Тангч, Тыва и Бурятия.

В указанных районах возможна выработка электроэнергии более 200 кВт·ч/год на 1 м<sup>3</sup> площади фотоэлектрических элементов.

**6.64.** Возможные объемы выработки электроэнергии СФУ в каждой конкретной местности следует определять по картам гелиоэнергетических ресурсов по методике, изложенной в работе **Пивоварова З.И., Стадник В.В.** Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. - Гидрометеоздат, 1988.

**6.65.** СФУ могут агрегатироваться с ВЭУ и ДЭС для создания систем электроснабжения повышенной надежности.

С целью эффективного использования и сокращения стоимости монтажа СФУ рекомендуется размещать на южном незаветренном скате крыши.

**6.66.** Проектирование систем электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии должно осуществляться специализированными организациями, обладающими лицензиями на право строительной деятельности для данного вида установок.

## **ВНУТРИОБЪЕКТНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДКА**

**6.67.** Схему электрической сети следует выполнять с учетом требований, предъявляемых к обеспечению надежности электроснабжения электроприемников жилого дома, величины расчетной электрической нагрузки, месторасположения электроприемников.

**6.68.** Электроприемники жилых домов в отношении обеспечения надежности электроснабжения следует относить к третьей категории в соответствии с классификацией потребителей, приведенной в ПЭУ.

**6.69.** Внутриобъектную электропроводку следует предусматривать четырехпроводной при напряжении 380/220 В и трехпроводной при напряжении 220 В переменного тока.

**6.70.** Внутриобъектную электропроводку, вводы, внутреннее электрооборудование и электропроводку жилого дома, хозяйственных построек и прочее следует предусматривать в соответствии с требованиями ПЭУ, строительных норм, инструкцией и руководящими материалами по электроснабжению индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных помещений.

**6.71.** Внутреннюю электропроводку в помещениях с оборудованием ДЭС, ВЭУ, СФУ следует выполнять в соответствии с требованиями ПУЭ, предъявляемыми к электропроводкам в электромашинных помещениях.

**6.72.** Требования к монтажу внутренних электропроводок многоквартирных и блокированных жилых домов приведены в прил. 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## **СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

1. Для объектов частной собственности при суммарной установленной мощности 10 кВт и более в проекте электроснабжения должны быть представлены:

- схема внешнего и внутреннего электроснабжения;
- схема внутренних проводок с указанием типов проводок и способа их прокладки;
- схемы вводных устройств;
- расчет электрических нагрузок;

выбор остановок автоматов и плавких вставок предохранителей;  
переключающие устройства с рабочего источника питания на резервный;  
заземление и зануление (при необходимости);  
установка устройств защитного отключения (УЗО);  
решение по учету электрической энергии (является обязательным при наличии централизованного электроснабжения; при отсутствии централизованного электроснабжения учет электроэнергии выполняется по желанию потребителя).

2. Для объектов частной собственности при суммарной установленной мощности до 10 кВт в чертеже-проекте должны быть представлены следующие решения:

схема внешнего и внутреннего электроснабжения с указанием типов и установок защитных аппаратов, переключающих аппаратов с рабочего на резервное питание (при необходимости), сечений жил и марок проводов, расчетных токов, приборов учета электроэнергии (при необходимости), присоединения к питающей сети;

ситуационный план расположения электрооборудования, прокладки кабелей, проводов, заземляющих или зануляющих проводников;

спецификация электрооборудования, изделий и материалов;  
пояснения, указания, примечания (по необходимости).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### **ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ, ПРЕДСТАВЛЯЕМАЯ В ГОСЭНЕРГОНАДЗОР**

1. Технические условия на проектирование.
2. Отступления от технических условий (если имеются согласования с организациями, выдавшими технические условия).
3. Проект электроснабжения или чертеж-проект.
4. Отступления от проекта (если имеются согласования с проектной организацией).
5. Акт на скрытые работы по устройству фундамента.
6. Акт на устройство гидроизоляции.
7. Акт на устройство перекрытия.
8. Акт на устройство кровли.
9. Гарантийное письмо на кровлю.
10. Форма ОС-1.
11. Авизовка.
12. Строительные данные: фундамент, стены, покрытие, объем, высота.
13. Протокол испытания повышенным напряжением электрооборудования установки.
14. Электрическая схема (паспорт).
15. Описание установленного электрооборудования.
16. Протокол наладки электрооборудования.
17. Протокол проверки контактных соединений.
18. Протокол проверки защиты.
19. Испытательная схема заземляющего устройства с актом на скрытые работы.
20. Протокол проверки сопротивления контура заземления и всего электрооборудования станции.
21. Протокол испытания защитных средств.
22. Заводская инструкция на электроагрегат.
23. Расписка о назначении ответственного за эксплуатацию станции.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### **ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ ВНУТРЕННИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ ОДНОКВАРТИРНЫХ И БЛОКИРОВАННЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

1. Внутренние электропроводки должны выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ.
2. При выполнении электрических проводок марки проводов и кабелей и способы их прокладки должны соответствовать проекту и выбираться в зависимости от характера помещений или условий окружающей среды в них.

3. Сечение токопроводящих жил проводов и кабелей должно определяться расчетом исходя из характера и величины нагрузки в соответствии с действующими техническими правилами и нормами и должно быть не менее, мм<sup>2</sup>:

	медных	алюминиевых
для групповых и распределительных линий	1,0	2,5
для линий к расчетному счетчику и междуэтажных стояков	2,5	4,0



4. Открытая прокладка незащищенных изолированных проводов в комнатах индивидуальных жилых домов и подсобных помещениях непосредственно по строительным поверхностям и конструкциям, на роликах и изоляторах во всех случаях допускается на высоте не менее 2,0 м от пола.

Высота прокладки проводов (кабелей) в трубах, а также кабелей от уровня пола не нормируется.

Высота установки выключателей на стене должна приниматься 1,5 м от пола, штепсельных розеток - 0,8-1,0 м от пола. Выключатели и розетки, применяемые для открытой электропроводки, должны устанавливаться на подкладках из непроводящего материала толщиной не менее 10 мм.

5. В чердачных помещениях могут применяться следующие виды электропроводок:

открытые электропроводки, выполненные незащищенными проводами в стальных трубах или кабелями в оболочках из негорюемых или трудногорюемых материалов, прокладываемых на любой высоте;

электропроводки на роликах с одножильными незащищенными проводами, прокладываемые на высоте 2,5 м.

Скрытые электропроводки выполняются в стенах и перекрытиях из негорюемых материалов на любой высоте.

Открытые электропроводки чердачных помещений выполняются проводами и кабелями с медными жилами.

Провода и кабели с алюминиевыми жилами допускаются в чердачных помещениях зданий с негорюемыми перекрытиями при условии открытой прокладки их в стальных трубах или при скрытой прокладке в негорюемых стенах и перекрытиях.

6. В жилых домах и хозяйственных постройках питание стационарных однофазных электроприемников следует выполнять трехпроводными линиями от вводных (групповых, этажных) щитков до штепсельных розеток и светильников. Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники должны иметь сечения, равные фазному сечению. При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не следует подключать на щитке под один контактный зажим.

В цепях нулевых рабочих и нулевых защитных проводников не должно быть разъединяющих приспособлений и предохранителей.

7. Для каждой линии групповой сети отходящей от вводного (группового, этажного) щитка, следует прокладывать отдельный нулевой защитный проводник.

При питании нескольких штепсельных розеток от одной групповой линии ответвления нулевого защитного проводника к каждой штепсельной розетке должны выполняться в ответвительных коробках или (при питании розеток шлейфом) а коробках для установки штепсельных розеток одним из принятых способов (пайка, сварка, опрессовка, специальные сжимы, клеммы и др.).

Последовательное включение в нулевой защитный проводник заземляющих контактов штепсельных розеток не допускается.

8. В жилых помещениях без повышенной опасности поражения людей электрическим током заземление металлических корпусов подвесной осветительной арматуры допускается не производить.

Прокладка нулевого защитного проводника от ответвительной коробки до светильников в этом случае может не производиться. При этом металлический крюк для подвески светильников должен быть изолирован.

9. Для электроприемников с классом защиты 0 по электробезопасности с двухпроводными соединительными шнурами и двухштырьковыми вилками допускается установка двухполюсных розеток без заземляющих контактов с подключением их к фазному и нулевому рабочему проводнику трехпроводной розеточной линии.

10. Применение имеющихся переносных электроприемников с металлическим корпусами, с двухпроводными соединительными шнурами и двухштырьковыми вилками (утюги, чайники, плитки, холодильники, пылесосы, стиральные и швейные машины и др.) допускается (обеспечивает электробезопасность) только при условии установки на вводном (групповом, этажном) щитке УЗО.

11. В детских комнатах и других помещениях в случае установки розеток на доступной для детей высоте розетки должны иметь защитные устройства, закрывающие штепсельные гнезда.

12. Места соединений и ответвлений проводов и кабелей не должны испытывать механических усилий.

В местах соединений и ответвлений жилы проводов и кабелей должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целых мест этих проводов и кабелей.

Изоляция жил кабелей, выведенных из концевой заделки, должна быть защищена от старения (покрыта изоляционным лаком или заключена в резиновые или поливинилхлоридные трубки).

13. Соединения и ответвления проводов, проложенных в трубах, при открытой и скрытой проводке должны выполняться в соединительных и ответвительных коробках.

Конструкции соединительных и ответвительных коробок должны соответствовать способам прокладки и условиям среды.

Соединения и ответвления жил проводов и кабелей в чердачных помещениях должны осуществляться в металлических коробках сваркой, опрессовкой или с помощью сжимов.

В местах выхода из стальных труб провода должны быть защищены от механических повреждений оконцеванием труб втулками.

14. Открытые проводки должны прокладываться с учетом архитектурных линий помещений (карнизов, плинтусов, углов и др.).

15. Длина проводов во влажных, сырых и особо сырых помещениях (в туалетах, ванных комнатах, саунах и др.) должна быть минимальной. Проводники рекомендуется размещать вне этих помещений, а светильники - на ближайшей к проводке стене. В ванных комнатах, душевых, саунах и санузлах корпуса светильников с лампами накаливания и патроны должны быть выполнены из изолирующего материала.

Установка розеток и выключателей в ванных комнатах, душевых, саунах и санузлах не допускается.

16. Допускается, при необходимости, установка в ванной комнате розеток, дополнительных настенных светильников, устройств гидромассажа и других электробытовых устройств при условии, что на питающей ванну розеточной группе будет установлено электромеханическое УЗО с установкой по току утечки на землю не более 30 мА.

17. Скрытая проводка по нагреваемым поверхностям (дымоходам, боровам и др.) не допускается. При открытой проводке в зоне горячих трубопроводов, дымоходов и т.п. температура окружающего воздуха не должна превышать 35 °С.

18. Проводки, прокладываемые за непроходными подвесными потолками и облицовочными стенами, рассматриваются как скрытые. Они выполняются за потолками и стенами из сгораемых материалов в металлических трубах. При этом должна быть обеспечена возможность замены проводов и кабелей.

19. Крепление проводов металлическими скобами необходимо выполнять с изоляционными прокладками.

Металлические скобки для крепления защищенных проводов, кабелей и стальных труб должны быть окрашены либо иметь иное коррозионно-стойкое покрытие.

20. Провода, прокладываемые скрыто, должны иметь у мест соединения в ответвительных коробках и у мест присоединения к светильникам, выключателям и штепсельным розеткам запас длиной не менее 50 мм. Аппараты, устанавливаемые скрыто, должны быть заключены в коробки. Ответвительные коробки и коробки для выключателей и штепсельных розеток при скрытой прокладке проводов должны быть утоплены в строительных элементах зданий заподлицо с окончательно отделанной внешней поверхностью.

21. Крюки и кронштейны с изоляторами закрепляются только в основном материале стен, а ролики для проводов сечением до 4 мм<sup>2</sup> включительно могут закрепляться на штукатурке или в обшивке деревянных зданий.

22. Ролики и изоляторы в углах помещений устанавливаются на расстоянии от потолков или смежных стен, равном 1,5...2-кратной высоте ролика или изолятора. На таком же расстоянии от проходов через стены устанавливаются концевые ролики или изоляторы.

23. Одножильные изолированные незащищенные провода должны быть привязаны мягкой проволокой ко всем роликам или изоляторам. Вязальная проволока в сырых помещениях и наружных проводках должны иметь противокоррозионное покрытие. Изоляция проводов в местах их привязки должна быть предохранена от повреждений вязальной проволокой (например, при помощи намотки на провод изоляционной ленты).

Крепление незащищенных проводов к роликам или изоляторам (за исключением угловых и конечных) может выполняться также при помощи колец и шнура из светостойкого пластика (поливинилхлорида). Ответвление проводов выполняется на роликах или изоляторах.

24. При пересечении между собой незащищенных изолированных проводов, проложенных на расстояниях один от другого менее допустимых для наибольшего сечения пересекающихся линий, на каждый из проводов одной из пересекающихся линий должна быть надета и закреплена во избежание перемещения неразрезанная изоляционная трубка.

Пересечения плоских и однопроволочных проводов, прокладываемых непосредственно между собой, следует избегать. При необходимости такого пересечения изоляции провода в месте пересечения должна быть усилена тремя-четырьмя слоями прорезиненной или поливинилхлоридной липкой ленты.

25. Проход через стены незащищенных изолированных проводов выполняется в неразрезанных изоляционных полутвердых трубках, которые должны быть оконцованы в сухих помещениях - изолирующими втулками, а в сырых и при выходе наружу - воронками.

При проходе проводов из одного сухого помещения в другое все провода одной линии допускается прокладывать в одной изоляционной трубке.

При проходе проводов из сухого помещения в сырое, из сырого помещения в другое сырое и при выходе из помещения наружу каждый провод должен прокладываться в отдельной изоляционной трубке. При проходе проводов в сырое помещение иной температурой, влажностью и т.п. воронки должны быть залиты обеих сторон изолирующим компаундом.

При выходе проводов из сухого помещения в сырое или наружу здания соединения проводов должны выполняться в сухом помещении.

26. Проход защищенных и незащищенных проводов и кабелей через междуэтажные перекрытия должен выполняться в трубах или проемах.

Проход через междуэтажные перекрытия скрученными проводами запрещается.

Проход проводов через междуэтажные перекрытия допускается выполнять в изоляционных трубах в стене под штукатуркой. Изоляционные трубы должны быть заделаны заподлицо с наружными краями втулок и воронок.

27. Радиусы изгибы незащищенных изолированных одножильных проводов должны быть не менее 3-кратного наружного диаметра провода.

28. Для управления освещением применяются однополюсные выключатели, которые следует устанавливать в цепи фазного провода.

Выключатели рекомендуется устанавливать на стене у дверей со стороны дверной ручки. Допускается установка из под потолком при управлении при помощи шнура.

## 7. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- Закон Российской Федерации «Об охране окружающей Среды», 1991 г.  
Закон Российской Федерации «О недрах», 1992 г.  
Федеральный Закон «О внесении изменений и дополнений в закон Российской Федерации «О недрах»  
Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», 1991 г.  
Федеральный Закон о экологической экспертизе, 1995 г.  
Закон Российской Федерации «Об энергосбережении», 1995 г.  
Водный кодекс Российской Федерации, 1995 г.  
СНиП 10-01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения»  
СНиП П-12-77 «Защита от шума»  
СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планирование городских и сельских поселений»  
СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий»  
СНиП 2.04.02-84\* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»  
СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»  
СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»  
СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы»  
СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»  
СанПиН 2.1.4.027-95 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения»  
СанПиН 2.1.4.031-95 «Зоны санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Москвы»  
СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованного питьевого водоснабжения. Контроль качества»  
СанПиН 2.1.4.027-95 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения»  
Правила охраны водоемов от загрязнения сточными водами  
СанПиН 42-128 4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест»  
ГОСТ 2874-82\* «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»  
СНиП 2.04.08-87\* «Газоснабжение»  
СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование»  
СНиП 2.08.01-89\* «Жилые здания»  
ГОСТ 5542-87 «Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия»  
Правила безопасности в газовом хозяйстве  
ГОСТ 25297-82 «Установки компактные для очистки поверхностных вод на питьевые нужды. Типы, основные параметры и размеры»  
ГОСТ 25298-82\* «Установки компактные для очистки бытовых сточных вод. Типы, основные параметры и размеры»  
РДС 10-232-94 «Система сертификации ГОСТ Р. Порядок проведения сертификации продукции в строительстве»  
Положение о порядке лицензирования пользования недрами, 1992 г.  
НПБ 106-95 «Индивидуальные дома. Противопожарные требования»  
Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест  
ПЭУ «Правила устройства электроустановок»  
ГОСТ 20448-90 «Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия»  
ГОСТ 9.602-89\* «ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии»  
ГОСТ 23274-84\* «Здания мобильные (инвенторные). Электроустановки. Общие технические условия.»  
ГОСТ 13109-87 «Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения»

АДМИНИСТРАЦИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА

**НОРМИРОВАНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

---

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

**Систем водоснабжения и водоотведения  
районов жилой малоэтажной застройки  
Московской области**

**ТСН ВиВ - 97 МО**

АДМИНИСТРАЦИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Министерство строительства Московской области

**Разработаны:** Министерством строительства Московской области (И.Б. Захаров, к.т.н.; Б.К. Байков, к.т.н.); Лицензионно-экспертным управлением Московской области (Л.Д. Мандель; Б.П. Маркин); Государственным комитетом по охране окружающей природной Среды Московской области (А.М. Калинин, В.А. Иванов); Московским государственным строительным университетом (С.В. Яковлев, академик РАН - научный руководитель; Ю.М. Ласков, чл.-корр, РААСН, д.т.н.; И.Н. Чурбанова, к.т.н.; В.Н. Исаев, к.т.н.; Т.В. Дятлова, к.т.н.; Т.Г. Федоровская, к.т.н); ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО (В.С. Алексеев, д.т.н., академик АВН; М.Г. Журба, д.т.н., академик ЖКА; В.Н. Швецов, д.т.н., академик ЖКА; В.Г. Пономарев, д.т.н.; Е.В. Соколова, к.т.н.); Нижегородской государственной архитектурно-строительной академией (В.В. Найденко, д.т.н., академик РААСН); НИИ ЭЧиГОС им. А.Н. Сысина РАМН (Ю.А. Рахманин, д.т.н., чл.-корр. РАМН; Р.И. Михайлова, к.м.н.; Л.Ф. Кирьянова); Союзводоканалпроектом (Е.Н. Жиров, Г.М. Мирончик); МосводоканалНИИпроектом (П.П. Пальгунов, к.т.н., академик ЖКА, ЭА, ИА); инж. Ю.Н. Саргиним (Сан-техпроект); Центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора Московской области (Э.Б. Коваленко, О.А. Гавриленко, О.А. Гильденскиольд, В.И. Рябова); НПА "Экология и природоохранное строительство" (Р.В. Вилькович, к.г.-м.н; Н.Г. Вакар, к.х.н.).

МО

ТСН ВиВ-97

Территориальные строительные нормы

---

Территориальные строительные нормы систем  
водоснабжения  
и водоотведения районов жилой малоэтажной застройки  
Московской области

---

Дата введения 30.04.97

---

**ВВЕДЕНИЕ**

В связи с реализацией программы малоэтажного и коттеджного строительства Администрация Московской области проводит комплекс мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов и охране окружающей среды, поскольку проблемы водоснабжения и очистки сточных вод такого рода застроек являются приоритетными.

Интенсивное развитие в Подмосковье коттеджного строительства, фермерских и мелких подсобных хозяйств, поселков малоэтажной жилой застройки, не имеющих очистных сооружений, оказывает негативное влияние на состояние грунтовых вод и поверхностных водоемов. Это связано со спецификой водопользования индивидуальных жилых домов, когда водозаборное сооружение системы водоснабжения находится в непосредственной близости от системы водоотведения. Такого рода использование водных объектов противоречит ст. 133 и ст. 144 Водного кодекса Российской Федерации и СанПиН 2.1.4 027-95 в части создания надежных зон санитарной охраны водозаборных сооружений и запрещения сброса сточных вод в водные объекты в пределах зоны и округа санитарной охраны.

Во исполнение распоряжения Вице-Главы администрации Московской области № 468-РВГ (в рамках проведения эксперимента по очистке сточных вод от индивидуальных жилых домов) Министерство строительства Московской области представляет впервые разработанные Территориальные строительные нормы систем водоснабжения и водоотведения районов жилой малоэтажной застройки Московской области.

Особенностью разработанного нормативного документа является:

- реализация основных положений новых законодательных актов об охране окружающей природной среды, рациональном использовании водных ресурсов, энергосбережении;
- применение новых норм водопотребления, утвержденных постановлением ТСН МО № 298 от 01.07.96;

- рекомендации к применению современного оборудования для очистки природных и сточных вод;
- обоснование и введение требований к системам водоснабжения и водоотведения, к качеству очищенных природных и сточных вод, позволяющие ориентировать проектировщиков и строителей на создание надежных систем водопользования;
- разработка положений о приемке систем в эксплуатацию и контроле качества их работы;
- разработка детальной номенклатуры потребителей и нормативов водопотребления и водоотведения, что позволит более обоснованно формировать водные балансы объектов малоэтажной жилой застройки.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы регламентируют водоснабжение и водоотведение новых районов малоэтажной жилой застройки Московской области для обеспечения подачи потребителю доброкачественной питьевой воды и надежной очистки сточных вод. Рекомендуемые технологии и оборудование необходимо привязывать к конкретным территориям Московской области на основе их районирования по гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям.

1.2. Настоящие нормы разработаны с учетом основных требований документов, приведенных в приложении 1, и подлежат корректировке при введении в действие новых нормативных документов или отдельных их положений.

1.3. Настоящие территориальные строительные нормы устанавливают общий порядок проектирования, строительства и реконструкции систем хозяйственно-питьевого водоснабжения и бытового водоотведения в районах малоэтажной жилой застройки Московской области, производства и монтажа установок очистки питьевых и сточных вод. К объектам малоэтажной жилой застройки относятся:

- индивидуальные дома и фермы, личные подсобные хозяйства;
- отдельно стоящие 3-4-этажные дома, группа коттеджей;
- поселки с числом жителей до 5000 (в том числе коттеджные и дачные).

1.4. Проектирование и строительство всех видов очистных сооружений должно осуществляться в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, строительными нормами и правилами, ГОСТами и территориальными строительными нормами.

Заказчикам, проектным и строительным организациям при проектировании и строительстве систем водоснабжения и водоотведения необходимо исходить из современных требований передовых технологий, отдавая предпочтение установкам полной заводской готовности, согласно требованиям настоящих территориальных норм.

1.5. Проекты систем водоотведения необходимо разрабатывать одновременно с проектами водоснабжения, рассматривая при этом возможность использования очищенных сточных вод для целей полива территории и орошения.

1.6. При проектировании систем водоснабжения и водоотведения в первую очередь следует рассматривать варианты подключения их к централизованным эксплуатируемым системам.

1.7. Выбор систем водоснабжения и водоотведения следует производить в зависимости от объекта жилой застройки (см. п. 1.3):

- централизованные системы надлежит проектировать для одного или нескольких малых населенных пунктов с числом жителей более 200;
- местные системы следует проектировать для коттеджных поселков и отдельно стоящих малоэтажных зданий с числом жителей до 200;
- индивидуальные системы надлежит проектировать для отдельно стоящих коттеджей, ферм, личных подсобных хозяйств, с числом жителей до 10.

1.8. Положения настоящего документа обязательны для органов управления и надзора, предприятий, организаций и объединений независимо от форм собственности и принадлежности, осуществляющих проектирование и строительство систем водоснабжения и водоотведения жилой застройки Московской области и производящих оборудование для этих систем.

1.9. При проектировании систем водоснабжения и водоотведения должны быть получены: разрешение на спецводопользование природными водами, материалы для лицензирования права пользования подземными водами в соответствии с порядком, определяемым Законом Российской Федерации "О недрах" и нормативными актами Московской области.

1.10. Материалы и оборудование, применяемые в системах водоснабжения и водоотведения должны соответствовать требованиям строительных норм, государственных стандартов, иметь сертификаты.

1.11. Сертификация установок для очистки хозяйственно-питьевых и сточных вод, входящих в систему водопотребления и водоотведения, обязательна и должна осуществляться по технологическим показателям в соответствии с РДС 10-232-94 и санитарно-гигиеническим показателям в соответствии с ГОСТ Р "Правила сертификации водоочистных устройств" (№ РОС RU.0001.11).

Сертификат на соответствие (технологический) и гигиенический сертификат выдаются сертификационными центрами и являются основанием для принятия решения администрацией Московской области о допустимости использования водоочистных установок в системах водоснабжения и водоотведения.

1.12. Материалы, реагенты, а также элементы водоочистных установок, используемых в районах малоэтажной жилой застройки, должны быть проверены на возможность их утилизации или складирования после истечения срока амортизации на полигонах ТБО.

1.13. Расположение и состав систем водоснабжения, водоотведения и локальной очистки в районах малоэтажной застройки должно осуществляться по утвержденному в установленном порядке проекту, который согласно Федеральному закону "Об экологической экспертизе" проходит государственную экологическую экспертизу.

1.14. Ливневую канализацию следует проектировать для поселков в соответствии со СНиП 2.04.03 - 85.

## **2. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

### **Системы водоснабжения.**

2.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения должна обеспечивать:

- подачу расчетного расхода воды, необходимого для удовлетворения питьевых, хозяйственных и санитарно-гигиенических нужд, определяемых степенью благоустройства зданий и особенностями потребителя, а также для поения домашних птиц и животных (приложение 2 и 3);
- подачу воды по третьей категории надежности в соответствии со СНиП 2.04.02 - 84;
- температуру горячей воды в местах водоразбора не ниже 50° С и не выше 75°С;
- безопасность жизни и здоровья человека;
- рациональное потребление воды из системы и природных источников (не допускать использования воды на другие цели, кроме указанных в приложении 2);
- соответствие требованиям пожароэлектробезопасности и безопасности труда в строительстве.

2.2. Материалы, используемые для монтажа и эксплуатации водопровода, должны отвечать требованиям Департамента Госсанэпиднадзора Минздрава Российской Федерации и не должны выделять в воду веществ, ухудшающих ее качество.

2.3. Система водоснабжения включает следующие элементы: источник водоснабжения с зонами санитарной охраны, водозаборные и очистные сооружения, водоподъемные установки, запасные и регулирующие емкости, наружные водопроводные сети, внутренний водопровод или водоразборные колонки.

Системы горячего водоснабжения дополнительно включают водогрейный котел (при открытой системе теплоснабжения) или водонагреватель (при закрытой системе теплоснабжения), оборудование для поддержания расчетной температуры в точках водоразбора (циркуляционные сети и насосы).

2.4. Набор элементов в системе должен определяться видом системы (п. 1.7), качеством воды в водоисточнике и степенью благоустройства зданий.

2.5. Выбор системы при отсутствии действующего централизованного водоснабжения следует производить, исходя из наличия на территории застройки или вблизи нее источников питьевого водоснабжения (в первую очередь хорошо защищенных подземных вод), характера жилой застройки, требуемых расходов и давлений (напоров) воды.

2.6. Централизованная система водоснабжения жилой застройки должна обеспечить:

- хозяйственно-питьевое водопотребление в жилых, коммунально-бытовых помещениях, сельскохозяйственных или производственных секторах,
- тушение пожаров;
- собственные нужды установок для очистки воды, расходы на промывку водопроводных и водоотводящих сетей.

2.7. Индивидуальные и местные системы водоснабжения должны обеспечивать:

- хозяйственно-питьевое водопотребление в жилых помещениях;
- потребление воды для поения домашних птиц и животных;
- собственные нужды установок для очистки воды.

2.8. Для противопожарного водоснабжения должны использоваться естественные водоисточники, противопожарные водоемы и водопроводы.

Объем противопожарных водоемов необходимо принимать по расчету в зависимости от расчетного пожарного расхода (приложение 2) и времени тушения пожара по согласованию с Государственной противопожарной службой МВД России. Расстояние между водоемами принимать из условия радиуса использования их для пожаротушения 100-200 м (в зависимости от наличия мотопомп или автонасосов).

2.9. В централизованных и местных системах водоснабжения, очистные сооружения которых не обеспечивают требуемое качество очистки, необходимо предусматривать индивидуальные или групповые установки для доочистки (кондиционирования) воды в местах ее потребления.

2.10. При наличии на территории застройки наливных или естественных прудов (резервуаров) полив приусадебных участков с сельхозкультурами и зелеными насаждениями, а также тушение пожара следует производить из этих водоемов.

2.11. Подача воды на полив приусадебных участков и закрытого грунта в теплицах из хозяйственно-питьевых систем водоснабжения допускается при отсутствии других источников воды для этих целей и технико-экономическом обосновании.

2.12. Все системы водоснабжения следует оборудовать устройствами для измерения количества воды. В каждом доме и квартире должны устанавливаться счетчики холодной и горячей воды, на водозаборных сооружениях - счетчики воды или расходомеры, сертифицированные как приборы коммерческого учета.

Счетчики воды следует размещать в удобном для снятия показаний и обслуживания месте, в помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже 5° С.

## **Расчетные расходы и давление (напор) воды**

2.13. Секундные, часовые и суточные расчетные расходы следует определять по методике СНиП 2.04.01-85 с использованием исходных данных, приведенных в приложениях 2 и 3.

2.14. В централизованных водопроводах с числом потребителей более трех тысяч допускается определять расчетные расходы по методике СНиП 2.04.02-84.

2.15. Расходы воды на собственные нужды установок для очистки природных и сточных вод следует принимать по данным предприятий - изготовителей. При отсутствии данных допускается принимать эти расходы в размере не более 2% от суточной производительности установок.

2.16. Требуемое свободное давление (напор) воды над поверхностью земли в сети водопровода на вводе в здание при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении следует принимать в зависимости от этажности жилого дома. При одноэтажной застройке зданий свободное давление (напор) принимать равным не менее 10 м, при большей этажности следует добавлять 4 м на каждый этаж.

2.17. Расчетное давление (напор) воды в системе следует определять по СНиП 2.04.01-85 с учетом потерь в водоочистой установке.

2.18. При организации тушения пожара из водоемов или резервуаров расчетное давление (напор) следует обеспечивать переносным или стационарно смонтированным пожарным насосом.

## **Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.**

2.19. Выбор источника централизованного водоснабжения должен производиться с учетом его санитарной надежности и возможности получения питьевой воды согласно ГОСТ 2761-84.

2.20. В качестве источника водоснабжения следует использовать надежно защищенные от загрязнения подземные воды. Поверхностные воды рекомендуется рассматривать как резервный источник.

2.21. Эксплуатационные запасы подземных вод должны подтверждаться заключением территориальной геологической службы при лицензировании водопользования в соответствии с Законом Российской Федерации "О недрах", 1992 г.

2.22. Обеспеченность минимальных среднемесячных расходов воды поверхностных источников должна быть не менее 85%.

2.23. При выборе в качестве источников водоснабжения грунтовых вод надлежит руководствоваться требованиями, изложенными в "Санитарных правилах по устройству и содержанию колодцев и каптажей родников, используемых для децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения".

## **Подземные водозаборы.**

2.24. Выбор типа и схемы сооружений для забора подземных вод следует производить, исходя из гидрогеологических, инженерно-геологических и санитарных условий района. В водозаборах подземных вод зон жилой застройки следует применять водозаборные скважины, шахтные колодцы, каптажи родников.

2.25. В проектах скважин должен быть указан способ бурения и определены конструкция скважины, ее глубина, диаметры колонн труб, тип водоприемной части, водоприемника и оголовка скважины. Проект должен быть согласован с территориальным органом управления государственного фонда недр, госсанэпиднадзором и другими контролирующими органами в установленном порядке..

2.26. В конструкции скважины необходимо предусматривать возможность проведения замеров дебета, уровня и отбора проб воды, а также производство ремонтно-восстановительных работ, при применении импульсных, реагентных и комбинированных методов регенерации скважин.

2.27. Диаметр эксплуатационной скважины следует принимать равным номинальному диаметру насоса с погружным электродвигателем, тип которого должен выбираться применительно к первым двум группам малоэтажной застройки (п. 1.3) по своей производительности соответствующим определенному в лицензии на право пользования подземными водами лимиту водопотребления с превышением последнего не более, чем на 50%.

2.28. В зависимости от местных условий и оборудования устье скважины следует располагать в наземном павильоне или подземной камере. Габариты павильона и подземной камеры в плане следует принимать из условия размещения в нем электрооборудования (станции управления) и контрольно-измерительных приборов. Высоту наземного павильона и подземной камеры надлежит принимать в зависимости от габаритов оборудования, но не менее 2,4 м.

2.29. Конструкция скважины должна обеспечивать полную герметизацию межтрубного и затрубного пространства, исключая попадание в водоносный горизонт поверхностной воды, верховодки и других загрязнений.

Герметизация должна предусматриваться и выполняться по схеме "снизу-вверх" до устья скважины раствором на тампонажном (расширяющемся) цементе либо с использованием других технических решений и материалов, разрешенных к применению в установленном порядке.

Верх наружной трубы конструкции скважины выводится на высоту не менее 0,2 м выше отметки поверхности земли.

Отмостка вокруг устья скважины устраивается толщиной 0,2 м непосредственно у устья, где она замонolithивается с затрубной цементацией, уменьшаясь к периферии до 0,05 м. Ширина отмостки во всех случаях должна быть не менее 0,5 м. При монтаже павильона отмостка включается в конструкцию пола

павильона. Верхняя часть эксплуатационной колонны труб должна выступать над полом не менее, чем на 0,5 м.

2.30. Шахтные колодцы следует применять в первых от поверхности безнапорных водоносных пластах, сложенных рыхлыми породами и залегающих на глубине до 30 м.

2.31. При расположении водоприемной части в песчаных грунтах на дне колодца необходимо устраивать обратный песчано-гравийный фильтр или фильтр из пористого бетона, а в стенках водоприемной части колодцев - фильтры из пористого бетона или гравийные.

2.32. При каптаже родников из трещиноватых пород прием воды в каптажной камере допускается осуществлять без фильтров, а из рыхлых пород - через обратные фильтры. Забор воды из восходящего родника следует осуществлять через дно каптажной камеры, из нисходящего - через ее отверстия в стене камеры.

2.33. Каптажные камеры должны быть защищены от поверхностных загрязнений, промерзания и затопления поверхностными водами.

#### **Поверхностные водозаборы.**

2.34. Водозаборные сооружения (водозаборы) поверхностных вод должны:

- обеспечивать забор из водоисточника расчетного расхода воды и подачу его потребителю;
- защищать систему водоснабжения от биологических обрастаний и от попадания в нее наносов, сора, планктона, шугольда и др.;
- удовлетворять требованиям органов охраны рыбных запасов на водоемах рыбохозяйственного значения.

2.35. Конструктивная схема водозабора поверхностных вод должна применяться при обеспеченности расчетных уровней воды в поверхностных источниках не менее 85 %, а также при соблюдении требований органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, охраны рыбных запасов и водного транспорта.

2.36. Выбор места расположения водозабора должен быть обоснован прогнозами качества воды в источнике, переформирования русла или побережья, гидротермическим режимом.

Не допускается размещать водоприемники: в пределах зон движения судов: в зоне отложения и зильного движения донных наносов; в местах зимовья и нереста рыб; на участках возможного разрушения, скопления плавника и водорослей, а также возникновения шугозажоров и заторов.

2.37. Место расположения водоприемников для водозаборов должно приниматься выше по течению водотока, выпусков сточных вод, населенных пунктов, а также стоянок судов, лесных бирж, товарно-транспортных баз и складов, в районе, обеспечивающем организацию зон санитарной охраны.

На озерах и водохранилищах водоприемники водозаборов следует размещать за пределами прибойных зон при минимальных уровнях воды, в местах укрытия от волнения, за пределами сосредоточенных течений, выходящих из прибойных зон.

2.38. Размеры основных элементов водозаборного сооружения (водоприемных отверстий, сеток, рыбозащитных устройств, труб, каналов), а также расчетный минимальный уровень воды в береговом водоприемном колодце и отметки оси насосов должны определяться гидравлическими расчетами при минимальных уровнях воды в источнике для нормального эксплуатационного и аварийного режимов работы.

2.39. Низ водоприемных отверстий должен быть расположен не менее 0,5 м выше дна водоема или водотока, верх водоприемных отверстий или затопленных сооружений - не менее 0,2 м от нижней кромки льда.

2.40. Составной частью проекта хозяйственно-питьевого водоснабжения должен являться проект зоны санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения (водозаборов) и водопроводов. Для действующих водопроводов, не имеющих установленных зон санитарной охраны, проект ЗСО разрабатывается специально.

2.41. Порядок определения границ ЗСО водозаборов поверхностных и подземных вод и их утверждение регламентируется Сан ПиН 2.1.4.027-95.

Размеры ЗСО следует определять в соответствии с "Рекомендациями по гидравлическим расчетам для определения границ второго и третьего пояса санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения" (ВНИИ ВОДГЕО 1983 г).

2.42. При невозможности выделения ЗСО следует применять сертифицированные установки по очистке сточных вод, исключаящие загрязнение водоносного горизонта по санитарно-химическим и бактериологическим показателям.

#### **Очистные сооружения и установки для очистки и обеззараживания воды**

2.43. Для централизованных систем водоснабжения очистные сооружения следует проектировать по СНиП 2.04.02 - 84.

2.44. Для индивидуальных и местных систем следует применять компактные очистные сооружения, установки индивидуального пользования безнапорные и напорные, работающие при давлении до 0,6 МПа.

2.45. Технологию водоочистки и тип установки следует выбирать в зависимости от качества исходной воды, требований ГОСТ 2874 - 82 и расчетного расхода воды.

2.46. При выборе типа установки следует учитывать отходы, образующиеся при ее эксплуатации и разрабатывать мероприятия по их утилизации.



2.47. Для обеззараживания воды в индивидуальных и местных системах следует применять установки, использующие методы и реагенты, разрешенные Департаментом Госсанэпиднадзора Минздрава Российской Федерации.

2.48. Установки для очистки и обеззараживания воды следует размещать в отдельном помещении, имеющем естественное или искусственное освещение, с температурой не ниже 5°C. Размеры помещения должны обеспечивать требования изготовителя установки к ее монтажу и эксплуатации.

#### **Водоподъемные установки**

2.49. Выбор типа и конструкции насосов первого подъема и повысительных установок после водоочистного блока следует производить с учетом расчетных давления и расхода воды. При отсутствии регулирующей емкости водоподъемные установки подбирать на расчетный секундный расход, а при наличии - на расчетный часовой расход.

2.50. Для ремонта или замены насосных агрегатов всасывающие и напорные трубопроводы следует оборудовать необходимой запорной и предохранительной арматурой. Диаметр трубопроводов следует принимать с учетом скоростей движения воды: во всасывающих трубах в пределах 0,6-0,8 м/с, в нагнетательных - 0,8-2,0 м/с.

2.51. Водоподъемное оборудование, устанавливаемое внутри здания после водоочистных блоков, следует комплектовать устройством для поддержания расчетного давления в сети.

#### **Запасные и регулирующие емкости.**

2.52. В системах водоснабжения малоэтажной жилой застройки должны быть предусмотрены емкости для хранения регулирующего, пожарного объемов воды и объема, необходимого для промывки водоочистного оборудования.

2.53. Объем водонапорно-регулирующих баков и место их расположения внутри здания должны определяться в зависимости от типа применяемого водоочистного оборудования, режима его работы и графика водоснабжения по часам суток.

2.54. Запасные и регулирующие (или напорно-регулирующие) баки должны оборудоваться подающе-разводящей, переливной, сливной трубами и прибором контроля уровня воды в них.

#### **Наружные распределительные водопроводные сети**

2.55. Прокладку водоводов от источника водоснабжения до блока водоочистки и точки ввода в жилой дом следует осуществлять с учетом санитарных норм, места расположения основных водопотребителей, возможности организации водовыпуска, расстояния до инженерных коммуникаций.

2.56. Расчет внешней тупиковой (предпочтительная конструкция) водопроводной сети и внутренние разводящие линии следует производить на случай максимального водопотребления.

2.57. Внешние и внутренние сети надлежит устраивать с уклоном по направлению к водовыпуску. Минимальный уклон трубопроводов наружной сети принимать равным 0,0005.

2.58. Глубину заложения верха труб внешних сетей следует принимать на 0,5 м больше расчетной глубины проникновения в грунт нулевой температуры. Сезонный поливочный водопровод следует закладывать на минимальную глубину, исключая его механическое повреждение.

2.59. Выбор материала и класса прочности труб следует осуществлять на основании статического расчета, агрессивности грунта и транспортируемой воды, условий эксплуатации трубопроводов. Предпочтение следует отдавать неметаллическим трубам.

2.60. Монтаж арматуры на внешней сети следует устраивать в колодцах или с утепленными колонками управления.

#### **Внутренний водопровод.**

2.61. Внутренний водопровод холодной и горячей воды следует проектировать в соответствии со СНиП 2.04.01-85.

2.62. Внутренний водопровод холодной воды состоит из водоразборной, трубопроводной арматуры, внутренней водопроводной сети.

2.63. Внутренний водопровод горячей воды дополнительно включает водонагреватель и, при необходимости, циркуляционные трубопроводы и насосы.

2.64. Количество и типы водоразборной арматуры (санитарных приборов), приведенные в приложении 2, обеспечивают стандартный уровень комфортности. По желанию заказчика их количество может быть увеличено с одновременной корректировкой норм расхода воды.

2.65. Для обеспечения рационального расхода и сокращения потерь воды рекомендуется применять водоразборную арматуру с керамическими уплотнениями, смесители с одной рукояткой, термостатические смесители, полуавтоматическую и автоматическую арматуру.

2.66. Для снижения непроизводительных расходов воды следует применять аэрирующие насадки (аэраторы).

2.67. Запорную арматуру на трубопроводе следует устанавливать на вводе в здание, у основания стояков, на вводе в квартиры, перед водонагревателями. Следует применять арматуру из некорродирующих материалов.

2.68. Внутреннюю водопроводную сеть следует прокладывать из пластмассовых, медных, латунных труб, а также стальных труб с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии.

2.69. Водонагреватели в системе горячего водоснабжения подбирать по расчетному тепловому потоку (СНиП 2.04.01-85 п. 3.13) и данным завода-изготовителя.

2.70. Циркуляционные трубопроводы и насосы следует применять в местных системах, обслуживающих несколько зданий или многосекционные здания.

2.71. Толщину теплоизоляции трубопроводов горячей воды следует определять по СНиП 2.04.14 - 88.

2.72. Расчет внутренних водопроводов холодной, горячей воды производить на подачу максимального секундного расхода воды в соответствии со СНиП 2.04.01-85.

2.73. Водопровод горячей воды проверять на пропуск циркуляционного расхода, обеспечивающего поддержание расчетной температуры перед всеми водоразборными точками в период наименьшего водопотребления.

### **3. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

#### **Системы водоотведения**

3.1. Система водоотведения включает: внутреннюю канализацию (в пределах здания), наружные канализационные сети, очистные сооружения и установки, насосное и воздухоподводящее оборудование (при необходимости).

3.2. Системы водоотведения должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать отвод расчетного количества сточных вод (определяемого по п.п. 3.11-3.13 раздела "Расчетные расходы");

- гарантировать сохранность строительных конструкций зданий, исключая возможность затопления и длительного увлажнения;

- обеспечивать качество очистки сточных вод при сбросе их в водоем в соответствии с "Санитарными правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами", или в другие места, согласованные с местными органами надзора;

- обладать долговечностью не менее расчетного срока службы до капитального ремонта, определяемого нормативами.

3.3. Для индивидуальных домов и ферм, личных подсобных хозяйств при наличии системы внутреннего водопровода, подающего воду хотя бы к одной водоразборной точке, следует предусматривать систему водоотведения. При этом необходимо исключить попадание в нее пищевых отходов, залповых сбросов вредных веществ и т. д. для предотвращения нарушений в работе сети и очистных сооружений.

3.4. Для индивидуальных систем водоотведения допускается принимать:

- отдельный отвод и очистку "серого" потока (сточная вода кухонных моек, ванн, умывальников) и фекальных сточных вод (от унитазов) или фекальных масс, которые должны обрабатываться в биотуалетах различного типа;

- совместный отвод и очистку общего потока бытовых сточных вод;

- отвод бытовых сточных вод в накопитель с последующим вывозом на сливные станции (для домов с периодическим пребыванием жителей).

3.5. Для местных систем водоотведения при соответствующем обосновании допускается отдельная очистка "серого" и фекального потоков.

3.6. Для отдельно стоящих неканализованных зданий при расходе сточных вод до 1 м<sup>3</sup>/сут допускается применять устройство люфт-клозетов, пудр-клозетов и выгребов.

3.7. При проектировании малоэтажной жилой застройки необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем водоотведения объектов, учитывая возможность использования существующих очистных сооружений при интенсификации их работы, на основе технико-экономического обоснования.

3.8. Основные технические решения, применяемые в проектах, должны быть обоснованы сравнением возможных вариантов, обеспечивающих одинаковое требуемое качество очистки. Оптимальный вариант должен определяться наименьшей величиной приведенных затрат.

#### **Расчетные расходы сточных вод.**

3.9. Удельные расходы водоотведения при проектировании канализационных сетей и систем очистки сточных вод следует принимать равными проектным удельным расходам водопотребления в соответствии с приложением 2.

3.10. Среднесуточный расход сточных вод следует определять как произведение удельного водоотведения на число жителей.

При наличии в поселках предприятий, обслуживающих население, а также неучтенные расходы допускается принимать дополнительно в размере 5% от суммарного среднесуточного водоотведения данного поселка.

3.11. Расчетные расходы (секундный и часовой) сточных вод следует определять по СНиП 2.04.01 - 85 с использованием данных п. 2.1.

При среднем расходе сточных вод более 5 л/с расчетные расходы допускается определять по СНиП 2.04.03-85.

3.12. Расчетные расходы сточных вод, поступающих на очистные установки индивидуальных систем водоотведения, должны быть скорректированы в случаях повышенного (против нормативного) водопотребления с учетом вида дополнительного санитарно-технического оборудования, определяющего

степень благоустройства дома, и индивидуальных особенностей жителей, отражающихся на режимах водоотведения.

3.13. При раздельной очистке "серого" и фекального потоков расход "серых" сточных вод принимать равным 70% общего расхода.

3.14. Количество жидких отходов из выгребов надлежит принимать 2000 - 3500 л/чел. в год.

### **Внутренняя канализация**

3.15. Внутренняя канализация состоит из санитарных приборов, гидрозатворов, канализационной сети и выпусков.

3.16. При проектировании выпусков от жилых домов следует принимать:

- диаметр выпусков не менее 100 мм,
- длину выпуска от стояка или прочистки до колодца не более - 12м; при большей длине предусматривать дополнительные смотровые колодцы;
- уклон безрасчетных выпусков не менее 0,02.

3.17. Гидрозатворы следует устанавливать после каждого сантехприбора, кроме унитаза и трапа.

3.18. Канализационную сеть следует монтировать из пластмассовых или чугунных безнапорных труб, диаметр которых принимать конструктивно и проверять расчетом.

3.19. Для вентиляции внутренней канализационной сети над каждым стояком необходимо предусматривать вытяжную часть, которая должна быть выведена на кровлю на высоту не менее 0,3 м.

### **Наружные канализационные сети**

3.20. Гидравлический расчет канализационных сетей надлежит производить на максимальный секундный расход сточных вод в соответствии со СНиП 2.04.01 - 85 и СНиП 2.04.03 - 85.

3.21. При проектировании канализационных сетей принимать:

- наименьший диаметр трубопроводов 150 мм;
- глубину заложения лотков труб наружной сети не менее 1,1 м.

3.22. Для осмотра и прочистки сети в местах присоединений, изменения направления, уклона или диаметра трубопроводов надлежит устанавливать смотровые колодцы. Линейные колодцы необходимо предусматривать в соответствии со СНиП 2.04.03 - 85.

3.23. Необходимо предусматривать возможность периодической промывки канализационной сети.

3.24. При проектировании канализационной сети применять:

- для самотечных трубопроводов безнапорные керамические, асбестоцементные, пластмассовые трубы;
- для напорных трубопроводов напорные чугунные, асбестоцементные и пластмассовые трубы.

3.25. Вытяжную вентиляцию бытовой канализационной сети необходимо предусматривать через стояки внутренней канализационной сети зданий.

3.26. При параллельном размещении хозяйственно-питьевого водопровода и канализационной сети расстояния по горизонтали (в свету) принимать в зависимости от материала и диаметра водопроводных труб в соответствии со СНиП 2.07.01.89.

3.27. Для приема жидких отходов от неканализованных объектов по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы следует предусматривать сливные станции.

### **Сооружения и установки для сбора и очистки сточных вод**

#### **Общие указания**

3.28. Концентрацию загрязнений бытовых сточных вод по основным показателям следует определять по количеству загрязняющих веществ на одного жителя (таблица 3.1) и удельному водоотведению.

Таблица 3.1

**Количество загрязняющих веществ  
на одного жителя, г/сут**

Взвешенные вещества	65.0
БПКполн	75.0
Азот аммонийных солей N	8.0
Фосфаты P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.3
Хлориды	9.0
Поверхностно-активные вещества	2.5

3.29. Необходимую степень очистки сточных вод следует определять в зависимости от местных условий и с учетом возможного использования очищенных сточных вод для целей полива территорий и орошения.

3.30. Степень очистки сточных вод для индивидуальных и местных систем водоотведения следует регламентировать по приоритетным для бытовых сточных вод показателям: БПКполн, взвешенные вещества, биологические загрязнения.

3.31. Для очистки сточных вод объектов малоэтажной жилой застройки и отдельно стоящих объектов следует применять биологическую очистку в естественных и искусственных условиях.

Для очистки навозосодержащих сточных вод и любых небытовых стоков необходимо предусматривать самостоятельную систему канализации и очистки методами, соответствующими характеру сточных вод.

3.32. Для объектов индивидуальных и местных систем водоотведения с периодическим (сезонным) пребыванием людей при соответствующем обосновании допускается применять физико-химические методы очистки сточных вод.

3.33. Выбор очистных сооружений биологической очистки следует производить, исходя из:

- расчетного расхода сточных вод;
- требуемой степени очистки;
- гидрогеологических условий;
- сравнительных технико-экономических показателей.

3.34. Расчет сооружений биологической очистки надлежит производить по органическим загрязнениям, выраженным величиной БПКполн, и расчетному расходу сточных вод.

3.35. Выбор площадки для строительства очистных сооружений централизованных систем водоотведения необходимо увязывать с проектом планировки и застройки данного населенного пункта. Размер земельного участка для строительства в зависимости от суточной производительности не должен превышать:

- при производительности станции до 400 м<sup>3</sup>/сут - 0,35 га;
- при производительности до 700 м<sup>3</sup>/сут - 0,50 га;
- или то же для сооружений с иловыми площадками - 0,70 га.

3.36. Площадь земельных участков, отводимая под очистные сооружения и санитарно-защитные зоны местных систем водоотведения, должна рассчитываться в зависимости от гидрогеологических условий и расхода сточных вод, но не должна превышать 0,25 га.

3.37. Очистные сооружения и установки должны иметь удобные подъезды для эксплуатационных и сервисных служб и оборудованные места отбора проб для органов контроля за состоянием окружающей среды. Территория очистной станции должна быть ограждена, освещена.

3.38. Санитарно-защитные зоны очистных сооружений систем водоотведения малоэтажной жилой застройки в зависимости от производительности и типа сооружений в соответствии со СНиП 2.04.03-85 необходимо принимать:

- 15 м для полей подземной фильтрации, производительностью до 15 м<sup>3</sup>/сут.;
- для фильтрующих траншей и песчано-гравийных фильтров при производительности:

1 м <sup>3</sup> /сут	—	8 м,
2 м <sup>3</sup> /сут	—	10 м;
4 м <sup>3</sup> /сут	—	15м;
8 м <sup>3</sup> /сут	—	20 м;
15 м <sup>3</sup> /сут	—	25м;

- 5 и 8 м для септиков и фильтрующих колодцев, соответственно;
- 100 м для сооружений биофильтрации, производительностью до 50 м<sup>3</sup>/сут.
- 150 м для сооружений биологической очистки производительностью до 200 м<sup>3</sup>/сут с подсушкой стабилизированного осадка на иловых площадках;
- 50 м для аэрационных установок на полное окисление, производительностью до 700 м<sup>3</sup>/сут.

3.39. Для индивидуальных и местных систем водоотведения в случае невозможности соблюдения нормативных санитарно-защитных зон размещение очистных установок должно быть согласовано с местными органами надзора.

3.40. Привязка сооружений и установок для всех видов систем водоотведения осуществляется на основе геологических, инженерно-геологических, санитарно-экологических изысканий, учитывающих местные условия, после согласования с Мособлкомприродой и Госсанэпиднадзором.

#### **Накопители сточных вод**

3.41. Накопители следует проектировать герметичными глубиной не более 3 м, с внутренней и внешней гидроизоляцией. Фильтрационный расход не должен превышать 3 л/м<sup>2</sup> в сутки.

3.42. Рабочий объем накопителя следует принимать кратным емкости ассенизационной цистерны.

3.43. Накопители следует размещать со стороны дороги и обеспечивать подъезд к ним ассенизационной цистерны.

3.44. Сточные воды из накопителей и жидкие отбросы из выгребов надлежит направлять на сливные станции.

#### **Сооружения биологической очистки в естественных условиях**

3.45. Сооружения естественной биологической очистки бытовых сточных вод (подземные поля фильтрации, фильтрующие колодцы, песчано-гравийные фильтры, фильтрующие траншеи) допускается применять:

- для индивидуальных и местных систем водоотведения;
- в районах с соответствующими гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями, исключающими загрязнение водоносных горизонтов;

- при степени загрязнения почв территории землеотвода для жилого строительства не выше средней.

При отсутствии одного из этих условий предпочтение следует отдавать сооружениям биологической очистки в искусственно созданных условиях.

3.46. При проектировании сооружений естественной биологической очистки расстояния до жилой застройки следует принимать по п. 3.38, расстояние до водозабора (из подземного источника) не должно быть меньше границ ЗСО водозаборных сооружений, определяемых по п. 2.41.

3.47. Перед сооружениями естественной биологической очистки надлежит предусматривать предварительную очистку сточных вод в септиках или установках заводского изготовления.

3.48. Поля подземной фильтрации допускается применять:

- на песчаных и супесчаных грунтах;

- оросительные трубы следует располагать выше уровня грунтовых вод на 1 м и заглублять их не более 1,8 м и не менее 0,5 м от поверхности земли.

3.49. Фильтрующие колодцы допускается применять:

- в песчаных и супесчаных грунтах для индивидуальных систем водоотведения при расходе сточных вод не более 1 м<sup>3</sup>/сут;

- дно фильтрующего колодца должно быть выше уровня грунтовых вод не менее, чем на 1 м.

3.50. Песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи допускается проектировать в водонепроницаемых и слабофильтрующих грунтах при наивысшем уровне грунтовых вод на 1 м ниже лотка отводящей дрены.

3.51. Фильтрующие колодцы, песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи допускается применять для доочистки сточных вод после установок неполной биологической очистки. Нагрузка на сооружения естественной очистки в этом случае может быть увеличена в 2-3 раза.

3.52. Расчет сооружений биологической очистки сточных вод в естественных условиях следует производить в соответствии со СНиП 2.04.03-85.

### **Сооружения биологической очистки в искусственных условиях**

3.53. Сооружения и установки биологической очистки сточных вод в искусственно созданных условиях следует применять:

- при гидрогеологических условиях территории, исключающих применение биологической очистки в естественных условиях;

- для предварительной обработки сточных вод перед сооружениями биологической очистки в естественных условиях;

- при сбросе очищенных сточных вод в природные водоемы;

- в случае размещения очистных сооружений в водоохранной зоне.

3.54. В зависимости от требуемого качества очищенных сточных вод биологический метод очистки может быть реализован в анаэробных, аэробных или анаэробно-аэробных условиях, в сооружениях и установках со взвешенной, прикрепленной или смешанной активной биомассой.

3.55. В качестве сооружений биологической очистки для централизованных систем водоотведения допускается применять аэротенки с продленной аэрацией, циркуляционные окислительные каналы, биофильтры, установки заводского изготовления соответствующей производительности.

3.56. Для защиты насосов от засорения следует предусматривать решетки или другие устройства для задержания крупных примесей. Задержанные отбросы собирать в контейнеры с герметически закрывающимися крышками и вывозить в места обработки твердых бытовых отходов.

3.57. При производительности сооружений более 100 м<sup>3</sup>/сут следует предусматривать песколовки. Места вывоза задержанного песка должны быть согласованы с местными органами санэпиднадзора.

3.58. Для индивидуальных и местных систем водоотведения следует применять установки биологической очистки заводского изготовления, имеющие санитарно-гигиенический сертификат и сертификат на соответствие технологическим параметрам.

3.59. Установки биологической очистки должны обеспечивать не только требуемую степень очистки, но и обеззараживание сточных вод. Материал установок должен быть коррозионноустойчивым. Установки должны быть компактными, простыми в эксплуатации, не нуждаться в квалифицированном обслуживающем персонале.

3.60. Обеззараживание не производится, если предполагается использование биологически очищенных сточных вод для полива газонов и зеленых насаждений.

3.61. Установки должны иметь паспорт, включающий технологический регламент ее эксплуатации с указанием количества и характеристики образующихся отходов.

3.62. В зависимости от местных условий и типа установки возможно их расположение в наземном павильоне (с температурой в помещении не ниже 5°С) или заглубленными в грунт.

3.63. Предприятия, выпускающие компактные очистные установки, должны иметь лицензии на право выпуска установок и соответствующий сертификат качества на них, а подрядные специализированные организации - лицензии на право производства работ.

### **Обработка осадков сточных вод**

3.64. Для обработки органических осадков, образующихся на очистных сооружениях централизованных систем водоотведения, в зависимости от принятой технологической схемы следует применять:

- обезвоживание стабилизированных и обезвреженных осадков на иловых площадках или обезвоживающих установках с последующим использованием в качестве органического удобрения;
- компостирование уплотненного осадка с органическими бытовыми отходами, торфом, опилками с получением органического удобрения.

3.65. Осадки очистных сооружений централизованных систем водоотведения могут быть переданы на расположенные поблизости городские очистные сооружения для совместной обработки их с осадками городских сточных вод.

3.66. На очистных установках местных и индивидуальных систем водоотведения, не предусматривающих стабилизацию осадков, следует применять их компостирование в смеси с органическими бытовыми и садовыми отходами. Допускается их вывоз на сливные станции.

3.67. Для автоцистерн, вывозящих осадки с очистных сооружений, необходимо устройство бетонированной площадки с уклоном к прямому. Прямоку, служащий для приема проливаемых и сливных вод, опирается на передвижной ручной или электрический насос в очистное сооружение.

#### **4. Правила приемки в эксплуатацию и контроля работы очистных сооружений**

4.1. Построенные и подлежащие приемке в эксплуатацию сооружения, в том числе установки заводского изготовления, должны быть выполнены по утвержденному проекту с соблюдением всех требований, технических условий и нормативов по строительству.

4.2. По завершению строительства следует производить испытания систем водоснабжения и водоотведения по СНиП 3.05.01 - 85, СНиП 3.05.04 - 85, а также промывку и дезинфекцию, согласно "Правилам технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест".

4.3. Для приемки сооружений централизованных и местных систем водоснабжения и водоотведения Администрациями городов (районов) создаются комиссии из представителей заказчика, генерального подрядчика, санэпиднадзора, архстройнадзора, комитета по охране природы и эксплуатирующей организации, которая устанавливает:

- соответствие проекту построенных сооружений;
- соблюдение санитарно-защитных зон, наличие требуемых ограждений;
- наличие измерительных приборов.

4.4. Пуск в эксплуатацию сооружений централизованных систем водоснабжения и водоотведения должна осуществлять организация, имеющая лицензию на проведение пуско-наладочных работ.

4.5. Приемка в эксплуатацию очистных сооружений индивидуальных систем водоснабжения и водоотведения осуществляется одновременно с приемом дома в эксплуатацию с участием представителей комитета по охране природы, санэпиднадзора и архстройнадзора.

4.6. Пуск в эксплуатацию установок заводского изготовления должна осуществлять фирма-разработчик или рекомендованная ею организация по регламенту разработчика (поставщика).

4.7. Эксплуатация очистных сооружений централизованных систем водоснабжения и водоотведения осуществляется обслуживающим персоналом в соответствии с "Правилами технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест" (утвержденных Министерством жилищно-коммунального хозяйства РСФСР от 30.03 77 № 164, введены в действие 01.07.79).

4.8. Эксплуатация очистных установок индивидуальных систем водоснабжения и водоотведения осуществляется владельцем в соответствии с регламентом на эксплуатацию водоочистной установки, выдаваемым ее разработчиком.

4.9. Периодичность контроля, перечень показателей качества питьевой, поступающей и очищенной сточной воды и технологических параметров, которые необходимо определять в пусковой период и в процессе эксплуатации различных типов очистных сооружений, составляется разработчиком и утверждается местными органами контроля и надзора.

#### **Основные понятия и определения**

1. Коттедж - многоквартирный, индивидуальный, городской или сельский жилой дом с участком земли (обыкновенно двухэтажной застройки).

2. Группа коттеджей - от двух до шести домов

3. Ферма - индивидуальное хозяйство, занимающееся товарным производством животноводческой продукции.

4. Личное подсобное хозяйство - небольшое приусадебное хозяйство с участком земли, включающее содержание скота, птицы, садоводства и огородничества.

5. Малоэтажная жилая застройка - дома до 4 этажей

Приложение 1

#### **НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

1. Закон Российской Федерации " Об охране окружающей Среды", 1991 г
2. Закон Российской Федерации "О недрах", 1992 г
3. Федеральный закон "О внесении изменений и дополнений в закон Российской Федерации " О недрах"
4. Закон Российской Федерации "О санитарно-эпидемическом благополучии населения", 1991 г
5. Федеральный закон об экологической экспертизе, 1995 г
6. Закон Российской Федерации " Об энергосбережении", 1995 г

7. Водный кодекс Российской Федерации, 1995 г
8. СНиП 10-1-94 "Система нормативных документов в строительстве. Основные положения"
9. СНиП 2.07.01-89 "Градостроительство. Планирование городских и сельских поселений."
10. СНиП 2.04 01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий"
11. СНиП 2.04.02-84 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения"
12. СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения"
13. СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы"
14. СНиП 3.05.04-85 "Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации"
15. СанПиН 2.1.4.027-95 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения"
16. СанПиН 2.1.4.031-95 "Зоны санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Москвы"
17. СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованного питьевого водоснабжения. Контроль качества"
18. СанПиН № 4630-88 "Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения"
19. СанПиН 42-128-4690-88 "Санитарные правила содержания территорий населенных мест"
20. ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая"
21. ГОСТ 25298-82 "Установки компактные для очистки бытовых сточных вод. Основные параметры и размеры"
22. ГОСТ 25297-82 "Установки компактные для очистки поверхностных вод на питьевые нужды. Типы. Основные параметры и размеры"
23. РДС 10-232-94 "Система сертификации ГОСТР. Основные положения сертификации продукции в строительстве. Порядок проведения сертификации продукции в строительстве"
24. Положения о порядке лицензирования пользования недрами, 1992 г.
25. НПБ 106-95 "Индивидуальные жилые дома. Противопожарные требования"
26. Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест. М., Стройиздат, 1979 г. (Утверждены Министерством жилищно-коммунального хозяйства РСФСР № 164 от 30.03.77)
27. Постановление Главы администрации Московской области от 01.07.96 г. № 298-ПГ "О введении в действие раздела ТСН "Нормы водопотребления населения Московской области"
28. Положение о порядке лицензирования пользования недрами на территории Московской области, 1994. (Утверждено Решением Московской областной Думы от 28.09.94 г. № 10/29).
29. Инструкция по применению "Положения о порядке лицензирования пользования недрами" к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других полезных ископаемых, отнесенных к категории лечебных. (Утверждена приказом Роскомнедра № 70 от 28.04.94, зарегистрирована Минюстом № 583 от 26.05.94).





холодной воды, канализацией, газоснабжением, оборудованные умывальником, мойкой, унитазом	1 житель	110	***	150	***	7.0	***	0.2 (50)	0.2 (50)
• с централизованным водопроводом холодной воды, канализацией, оборудованные умывальником, мойкой, унитазом	1 житель	95	***	120	***	6.5	***	0.2 (50)	0.2 (50)
• с централизованным водопроводом холодной воды, местной канализацией, оборудованные умывальником, мойкой, унитазом	1 житель	90	***	100	***	6.5	***	0.2 (50)	0.2 (50)
• с централизованным водопроводом холодной воды сезонного действия, местной канализацией, оборудованные умывальником, мойкой	1 житель	80	***	100	***	6.5	***	0.2 (50)	0.2 (50)
• с водопользованием из водоразборных колонок									
⇒ при круглогодичном проживании (сельские дома)	1 житель	70	***	90	***	***	***	***	***
⇒ при сезонном проживании	1 житель	50	***	80	***	***	***	***	***

◇ Потребление воды домашними животными

• Коровы	1 гол.	80-120	***						
• Телята в возрасте до 6 месяцев	1 гол.	20	***						
• Лошади	1 гол.	60	***						
• Свиноматки с приплодом	1 гол.	80	***						
• Молодняк и свины на откорме	1 гол.	15	***						
• Овцы и козы	1 гол.	10	***						
• Куры, индюки, гуси	1 гол.	1-2	***						
• Кролики, норки, соболи	1 гол.	3	***						

◇ Потребление воды на пожаротушение

• Тушение пожара при застройке зданиями высотой 2 - 3 этажа, независимо от их огнестойкости • (время тушения пожара - три часа)	1 пож.							5.0	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	--	--	--	--	--	--	-----	--

◇ Потребление воды на одну поливку

• Полив посадок на открытом воздухе: ⇒ овощных культур	1 м <sup>2</sup>	3...10	***						
⇒ плодовых деревьев	1 м <sup>2</sup>	6...12	***						
• Полив сельхозкультур в теплицах	1 м <sup>2</sup>	4...6	***						
• Полив газонов и цветников	1 м <sup>2</sup>	3...5	***						
• Полив усовершенствованных покрытий тротуаров, дорожек	1 м <sup>2</sup>	0.4...0.5	***						

Примечания:

1. Удельные расходы воды определены для представленного благоустройства. При изменении состава систем и санитарных приборов нормы должны корректироваться в соответствии с установленным оборудованием.

2. Удельные расходы воды на поливку даны из расчета одной поливки. Число поливок в сутки следует принимать в зависимости от климатических условий

3. Запрещается использование воды из подземных источников на полив уличных и дорожных покрытий, зеленых насаждений, мойку автомашин и производственных помещений (за исключением пищевой и фармацевтической промышленности) в прямоточных системах и др.

### Приложение 3

#### Расчетные параметры водоразборной арматуры и санитарных приборов

№	Санитарные приборы	Секундный расход воды л/с			Часовой расход воды л/ч			Рабоч. давление, МПа (м вод. стол.)	Расход стоков от прибора, л/с	Минимальные диаметры, мм	
		общий	холод. воды	горяч. воды	общ.	холод. воды	горяч. воды			подводки	отвода
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Умывальник, рукомойник с водоразборным краном	0.1	0.1	***	30	30	***	0.02 (2)	0.15	10	32
2	То же со смесителем	0.12	0.09	0.09	60	40	40	0.02 (2)	0,15	10	32
3	Мойка со смесителем	0.12	0.12	0.09	80	60	60	0.02 (2)	0.6	10	40
4	Ванная со смесителем, в том числе общим для ванны и умывальника	0.25	0.18	0.18	300	200	200	0.03 (3)	1.1	10	40
5	Ванная с водогрейной колонкой и смесителем	0.22	0.22	***	300	300	***	0.03 (3)	1.1	15	40
6	Душевая кабина с мелким поддоном и смесителем	0.12	0.09	0.09	100	60	60	0.03 (3)	0.2	10	40
7	Гигиенический душ (биде) со смесителем и аэратором	0.08	0.05	0.05	75	54	54	0.05 (5)	0.15	10	32
8	Унитаз со смывным бачком	0.1	0.1	***	83	83	***	0.5 (5)	1.6	8	85
9	Унитаз со смывным краном	1.4	1.4	***	81	81	***	0.08 (8)	1.4	20	85

ПРИМЕЧАНИЕ. Данные таблицы приведены для вентильной арматуры, при использовании смесителей с одной рукояткой и термостатических, расходы по п. 2, 3, 4, 6 уменьшают на 15 %, полуавтоматической арматуры - на 25 %, автоматической - на 60 %, и корректируют по результатам измерений.

**ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ,  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ  
(ВНИИ ВОДГЕО) ГОССТРОЯ СССР**

**СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ  
К СНиП 2.04.03-85**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ  
ВОД**

Москва Стройиздат 1990

Разработано к СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» на основе результатов научных исследования и опыта эксплуатации сооружений и установок для очистки сточных вод за последние годы в различных отраслях промышленности. Содержит методики и примеры расчета, вспомогательные справочные материалы, необходимые при проектировании очистных сооружений.

Для инженерно-технических работников проектных и строительно-монтажных организаций.

**1. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

**Усреднители**

**1.1.** Усреднение расхода и концентрации загрязнений позволяют рассчитывать все последующие звенья очистки не на максимальные, а на некоторые средние значения параметров потока. Экономичнее иметь усреднитель в начале цепи, чем завышать объем и производительность каждого из последующих звеньев очистки.

**1.2.** Выбор рациональной схемы усреднения (типа усреднителя), расчет его объема проводятся на основе информации о характере колебаний параметров входного потока (концентраций  $C_{en}(t)$  и расхода  $q_{en}(t)$  ч и требований на допустимые колебания параметров сточных вод на выходе усреднителя  $C_{ex}(t)$ ,  $q_{ex}(t)$ . Эти требования обычно устанавливаются на основе максимально допустимых величин  $C_{adm}$  и  $q_{adm}$ , назначаемых в зависимости от типа последующих очистных сооружений, при этом они должны превышать средние значения параметров  $C_{en\ mid}$ ,  $q_{en\ mid}$ .

Для расчета объема усреднителя используется информация, получаемая: от технологов основного производства, которые используя характеристику номинального режима производства и аварийных режимов, могут прогнозировать характер поступления сточных вод на очистные сооружения; с объектов-аналогов, а также непосредственным наблюдением на объекте.

Информация может накапливаться в записях заводских лабораторий об изменениях расхода и лимитируемых показателей загрязнения сточной воды.

При наличии на предприятии контрольно-измерительной аппаратуры изменение состава сточных вод регистрируется непрерывно, при отсутствии - дискретно с различной длительностью интервалов между лабораторными анализами (не более 1 ч). Окончательная форма представления информации о колебаниях - таблицы и графики. Полученная информация о колебаниях расхода и состава сточных вод (по лимитируемым загрязнениям, например: рН среды, интенсивность окраски, взвешенные вещества, специфические загрязнения производства), а также представление о количественном и качественном составе нерастворимых загрязнений, даст возможность вести расчет объема усреднителя в соответствии с основными типами нестационарности потока:

залповые сбросы высококонцентрированных сточных вод;

циклические колебания;  
случайные колебания произвольного спектра.

Сведения о количественном и качественном составе нерастворимых загрязнений необходимы для выбора способа перемешивания и расчета перемешивающих устройств. Кроме того, эти сведения помогут принять решения о возможной компоновке усреднителя с отстойной зоной в целях облегчения его эксплуатации и частичной очистки стоков. Образование непредусмотренного и трудноотделяемого осадка в усреднителях является основной причиной снижения эффективности их работы.

Конструктивное выделение зоны отстаивания в усреднителе приемлемо при наличии узла обработки осадка в технологической цепи очистки (напорная, реагентная флотация, отстаивание, осветление).

### **Типы и конструкции усреднителей**

**1.3.** Тип усреднителя необходимо выбирать в зависимости от характера и количества нерастворенных компонентов загрязнений, а также динамики поступления сточных вод. При гашении залповых сбросов предпочтительнее конструкции многоканального типа, при произвольных колебаниях практически равноценны любые типы усреднителей. В таких случаях большую роль играют вид и количество нерастворенных загрязнений.

К многоканальным конструкциям относятся: прямоугольные - Д. М. Ванякина, круглые - Д. А. Шпилева, конструкции с неравномерным распределением расхода и объемов по каналам.

Усреднитель-смеситель барботажного типа следует применять для усреднения стоков независимо от режима их поступления при содержании грубодиспергированных взвешенных веществ с концентрацией до 500 мг/л гидравлической крупностью до 10 мм/с.

Усреднитель-смеситель с механическим перемешиванием и отстойной зоной необходимо применять для усреднения стоков с содержанием взвешенных веществ более 500 мг/л любой гидравлической крупности. Режим поступления стоков - произвольный.

Усреднители следует устанавливать после отстойников или оборудовать их отстойной частью с целью облегчения эксплуатации. Расчет отстойной части необходимо проводить по данным кинетики осаждения взвесей, аналогично расчету отстойников. При этом необходимо учитывать гидродинамический режим выбранного типа усреднителя. Для подавления залповых сбросов высококонцентрированных стоков и произвольных колебаний состава и при наличии взвешенных мелкодиспергированных веществ с концентрацией до 500 мг/л, гидравлической крупностью до 5 мм/с следует применять многоканальные усреднители без принудительного перемешивания. При необходимости усреднения и расхода усреднитель блокируется с аккумуляющей емкостью.

### *КОНСТРУКЦИИ УСРЕДНИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА*

**1.4.** Комплексный подход к выбору типа усреднителя и его расчету в зависимости от характера колебаний концентрации загрязнений и расхода сточных вод, от их качественного состава, позволил выявить основные ниши конструкций.

Однако для конкретных технологических задач усреднения сточных вод могут быть использованы и другие схемы усреднения (последовательно-параллельные, двухступенчатые и др.) с соответствующим обоснованием, разрабатываются новые конструкции с заданными свойствами.

#### *Усреднитель - смеситель барботажного типа*

**1.5.** Союзводоканалпроект разработал типовые проекты многосекционных пневматических усреднителей концентрации сточных вод полезным объемом одной секции 300, 1400 и 5000 м<sup>3</sup>. Применение усреднителей барботажного типа связано с соблюдением ряда принципиальных положений:

1. Распределение сточных вод по площади усреднителя должно быть максимально равномерное. С этой целью могут использоваться системы подающих лотков с придонными водосливными окнами, расположенными на расстоянии 2 м друг от друга. При обеспечении должного качества строительства возможно распределение жидкости из лотков через донные выпуски. Размеры выпусков рассчитываются по формуле:

$$\varpi_0 = \frac{q_{en}}{\mu\sqrt{2gh_0n}} \quad (1)$$

Каждый распределительный лоток оборудуется двумя шиберами: на входе в лоток для создания оптимального режима и равномерного распределения сточной воды между лотками; и в конце лотка в торцевом придонном водосливном окне размером 20x40 см ( $H \times B$ ), обеспечивающий периодическую промывку лотка.

Число распределительных лотков и размещение выпускных окон в одной или обеих стенках лотков принимается из такого расчета, чтобы в каждый циркуляционный поток поступало одинаковое количество жидкости.

2. При напорной подаче воды на усреднитель перед ним на трубопроводе необходимо устанавливать колодец гашения напора. Целесообразнее самотечная подача стоков на усреднитель. В этом случае сооружение несет на себе всю нагрузку по выравниванию расхода и концентрации.

3. Расчет объема усреднителя ведется в зависимости от характера поступления сточных вод на сооружение в соответствии с формулами (19)-(24) СНиП 2.04.03- 85.

Максимальная величина скорости проточного течения жидкости в усреднитель 2,5 мм/с, при этом длина секции усреднителя принимается из расчета

$$L = \varpi_w t_{\min} \quad (2)$$

с учетом графика поступления концентрации загрязнению по часам суток.

С целью обеспечения равномерного распределения жидкости и воздуха вдоль усреднителя целесообразна длина секции не более 24 м. Глубина слоя поды в усреднителе из конструктивных соображений принимается в пределах 3-6 м. Ширина секции усреднителя принимается не более 12 м.

4. В качестве барботеров в усреднителе рекомендуется использовать перфорированные трубы с отверстиями диаметром 3 мм (шаг 8-16 см), располагаемыми в нижней части трубы в один или два ряда под углом 45° к оси трубы.

Трубы укладываются горизонтально вдоль резервуара на подставках высотой 6-10 см. Допустимое отклонение от горизонтальной укладки труб барботеров не должно превышать  $\pm 0,015$  м так, чтобы связанная с этим неравномерность подачи воздуха по длине барботера не превысила одной трети от принятой в расчете неравномерности подачи воздуха (20 % среднего расхода воздуха).

Барботеры подразделяют на пристеночные, создающие один циркуляционный поток, и промежуточные, создающие два циркуляционных потока.

Оптимальное расстояние между барботерами следует считать  $(2-3)H$ , а между барботерами и параллельной ему стеной усреднителя  $(1-1,5)H$ , где  $H$  - глубина погружения барботера.

При расчете принимаются:

интенсивность барботирования для усреднения концентрации растворенных примесей при простеночных барботерах 6 м<sup>3</sup>/ч на 1 м, при промежуточных барботерах 12 м<sup>3</sup>/ч на 1 м;

интенсивность барботирования для предотвращения выпадания в осадок взвесей в пристеночных барботерах 12 м<sup>3</sup>/ч на 1 м, в промежуточных 24 м<sup>3</sup>/ч на 1 м.

Числа стояков подвода воздуха к барботеру и шаг между радиальными отверстиями перфорации для барботеров из полиэтиленовых труб надлежит определять в зависимости от требуемой интенсивности барботирования и заданной неравномерности подачи воздуха на основании данных, приведенных в табл. 1.

В расчете принято, что каждый стояк присоединен к середине обслуживаемого им участка барботера длиной  $l$ . При расположении стояка подвода воздуха у одного из концов барботера длина обслуживаемого участка будет равна  $l/2$ .

Таблица 1

Наружный диаметр трубы, мм	Диаметр центрального отверстия барботера, мм	Диаметр перфорационных отверстий, мм	Число рядов перфорационных отверстий	Интенсивность подачи воздуха, $\text{Нм}^3/\text{ч}$	Перевод давления на перфорационном отверстии, кПа	Шаг радиальных отверстий, мм	Неравномерность подачи воздуха, %	Длина барботера обслуживаемого одним стояком, м
50	42,5	3	1	6	1	160	20	39,5
				12	4	160	20	42,5
				12	1	80	20	28,5
			2	12	1	160	20	29
				24	4	160	20	32
				24	1	80	20	22
6,3	59	3	1	6	1	160	12	50
				12	4	160	10	50
				12	1	80	20	44
			2	12	1	160	20	43,5
				24	4	160	20	47
				24	1	80	20	33,5
75	71	3	1	6	1	160	5	50
				12	4	160	4	50
				12	1	80	13	50
			2	12	1	160	13	50
				24	4	160	10	50
				24	1	80	20	435

Расчетная глубина погружения барботера принята равной 4,3 м. Приведенные в табл. 1 данные могут использоваться при изменении погружения в диапазоне 3-5 м.

При среднем перепаде давления на перфорированных отверстиях  $\Delta H = 1$  кПа максимальные потери в барботере не более  $\Delta H_{\text{м}} = 2$  кПа, а при  $\Delta H = 4$  кПа - не более  $\Delta H_{\text{м}} = 7$  кПа.

5. Для предотвращения выпадения осадка в местах прямоугольного сопряжения днища со стенками резервуара рекомендуется заполнение этих мест тощим бетоном. При этом угол сопряжения днища с заполнением должен составлять  $30^\circ$ .

Возможен уклон в сторону забора воды, где должен быть предусмотрен трубопровод опорожнения секции усреднителя.

6. На входе в усреднитель необходимо устанавливать контрольно-измерительную аппаратуру для определения расхода воды и воздуха, поступающих на сооружение.

7. Все конструктивные узлы сооружения необходимо оборудовать трубопроводами опорожнения и предусматривать малые средства механизации (например, бадья-таля-кошка, бадья-таляфер и др.) для периодической чистки усреднителя.

Возможно предусмотреть нестационарную систему пеногашения усредненными стоками (например, шланги с насадками, укрепленные на штативах). Как показал опыт эксплуатации, пены в усреднителях нет, кроме исключительных случаев, когда применяли и производстве запрещенные в настоящее время ПАВ.

8. В зависимости от характеристик стоков в цеховых каналах, на выпусках из промышленных зданий или перед резервуаром - усреднителем необходимо предусматривать решетки для сбора волокон, шерсти, тряпок и других отходов производства. Целесообразно по ходу технологических линий на определенных производствах устанавливать шерстеуловители.

9. Самым надежным способом водоотведения, как показал опыт эксплуатации, является работа насосов.

1.6. Перспективным типом усреднителя для большого числа объектов, например, легкой промышленности, является многоканальный усреднитель, схема которого разработана во ВНИИ ВОДГЕО, с оптимальным распределением сточных вод по коридорам разной ширины. На базе этой схемы МИСН и ГПИ-1 разработали конструкцию усреднителя для сточных вод, относящуюся к категории легких (взвешенных веществ до 500 мг/л, гидравлической крупностью до 5 мм/с), для суточного расхода сточных вод свыше 67 тыс. м<sup>3</sup>.

Конструкция, представленная на рис. 1, состоит из приемной камеры, распределительного лотка, каналов усреднителя, камеры усредненных стоков аккумулирующей емкости. Сточная вода попадает в приемную камеру, оборудованную полупогруженной доской для гашения волновых колебаний на поверхности, откуда поступает в распределительный лоток. При превышении величины среднего расхода сточных вод избыточное количество воды переливается в аккумулирующую емкость через регулируемый водослив. Усреднение колебаний концентрации загрязнений и поступающих сточных водах осуществляется за счет различного времени пребывания потока в каждом из каналов. Распределение сточных вод по каналам усреднителя осуществляется через донные выпуски расчетного диаметра.

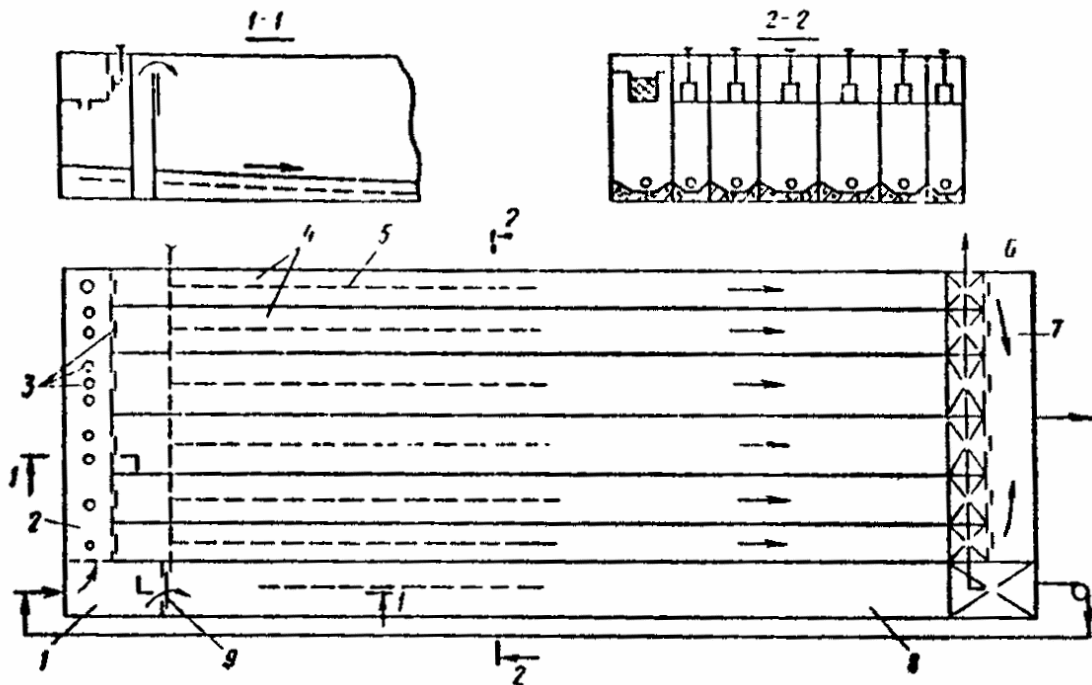


Рис. 1. Схема многоканального усреднителя

1 - приемная камера; 2 - распределительный лоток; 3 - донные выпуски и боковой водослив с шибером; 4 - каналы; 5 - система гидросмыва; 6 - удаление осадка гидроэлеваторами; 7 - камера усредненных стоков; 8 - аккумулирующая емкость; 9 - водослив.

Для возможности дорегулировки расходов воды по каналам усреднителя в стенке лотка устраиваются прямоугольные водосливы, оборудованные шиберами. На выходе из каждого канала предусматриваются измерительные водосливы, которые позволяют контролировать уровень и расход воды по каждому каналу.

Из камеры усредненных стоков вода либо откачивается, либо самотеком поступает на дальнейшую очистку. На предприятиях в часы минимального водостока сточные воды из аккумулирующей емкости перекачиваются в приемную камеру. В каждом из каналов усреднителя и в аккумулирующей емкости предусматривается отстойная зона.

Система сбора и удаления осадка выбирается в зависимости от конкретных данных по кинетике отстаивания, количеству и характеру взвешенных веществ (гидровзмучивание, гидросмыв и др.). Периодичность удаления осадка определяется в период пусконаладочных работ.

Длина, общая ширина и глубина сооружения принимаются в зависимости от требуемого расчетного объема с учетом граничных условий (граничные условия определены для суточной производительности сточных вод свыше 10 тыс. м<sup>3</sup>); ширина одного канала от 1 до 6 м, глубина не более 3 м.

При меньших расходах сточных вод возможен лотковый вариант многоканального усреднителя, сохраняющий принцип дифференцированного распределения потока.

Распределение потока воды между каналами осуществляется в соответствии с формулой (3) ( $i$ -номер канала)

$$\frac{q_i}{q_w} = \left[ \frac{(2n-1)}{n(n-1)} \right] - \frac{2i}{(n^2-1)} \quad (3)$$

Объем коридоров различен. Ширина каждого  $i$ -го канала рассчитывается по формуле

$$\frac{b_i}{B_{set}} = \frac{3(i-0,5) \left\{ \left[ \frac{2n-1}{n} \right] - \frac{2i}{(n+1)} \right\}}{n(n-1)} \quad (4)$$

При этом в целях создания наилучшего гидродинамического режима работы каждого капала (высокого коэффициента полезного использования объема каждого канала) минимальная скорость течения воды в канале желательна не менее 7 мм/с.

#### *Порядок расчета многоканального усреднителя*

1. Расчет объема аккумулирующей емкости  $W_{reg}$  с учетом графика притока сточных вод на очистные сооружения (аналогично расчету регулирующей емкости водонапорных сооружений).

2. Расчет объема многоканального усреднителя  $W_{es}$  (для  $q_{min}$ ) с учетом характера поступления концентрации загрязнений: залповый, циклический или произвольный. См. формулы (25)-(29) СНиП 2.04.03-85.

3. Определение общего объема сооружения:  $W = W_{reg} + W_{es}$ .

4. Определение размеров усреднителя, в плане  $B \times H \times L$  - в соответствии с граничными условиями.

5. Расчет ширины  $b_i$  каждого канала по формуле (4), причем число каналов должно выбираться, начиная с трех при соблюдении конструктивных граничных условий и обеспечения минимальной скорости течения 7 мм/с.

6. Расчет расхода  $q_i$ , по каждому каналу по формуле (3).

7. Расчет распределительного лотка и размеров донных и боковых водосливов.

Распределительный лоток с донными выпусками рассчитывается с учетом следующих положений:

горизонтальное расположение дна лотка;

скорость течения воды в лотке принимают постоянной, не менее 0,4 м/с из условия незаиливания лотка. При этом влияние на изменение кривой свободной поверхности воды при неравномерном ее отборе по длине лотка должно быть незначительным.

Лоток лучше располагать затопленным (ниже уровня воды в каналах) для более равномерного распределения воды по глубине потока;

расчет донных и боковых выпусков необходимо производить для расходов в м<sup>3</sup>/с, определяемых по формуле (3) для каждого канала по общепринятой методике гидравлического расчета водосливов

$$q_i = \varpi_0 \sqrt{2gh_0} \quad (5)$$

Для донного цилиндрического отверстия  $\mu = 0,8$ , для бокового прямоугольного отверстия  $\mu = 0,7$ .



8. Расчет измерительных и регулируемых водосливов производится в соответствии с расчетом, изложенном в Справочнике по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации/А. М. Курганов, И. Ф. Федорова. - М.: Стройиздат, 1978.

Регулирование водослива, установленного между приемной камерой и аккумулялирующей емкостью, производится с помощью передвижной стенки. На стенке из каждого канала устанавливаются водосливы треугольного профиля.

Кроме предложенной конструкции возможны варианты многоканального типа усреднителя. Например, в проектом институте ГИАП многоканальный усреднитель схемы ВНИИ ВОДГЕО выполнен в П-образной компоновке сблокированным аварийным накопителем.

*Усреднитель-смеситель с механическим перемешиванием, оборудованный отстойной зоной*

1.7. В настоящее время теоретически и экспериментально душная конструкция не отработана. Работы по созданию такой конструкции для сточных вод, относящихся к категории «тяжелых» (содержание взвешенных веществ более 500 мг/л, гидравлическая крупность - не лимитируется) начаты в МИСИ им. В.В. Куйбышева.

При конструировании такого типа усреднителя необходимо учитывать большое количество факторов, влияющих на эффективность перемешивания, например:

уплотнение или отстаивание, происходящее в донной части усреднителя (отстаивание в зоне сжатия). Интенсивность осаждения взвеси, зависимость между скоростью осаждения взвешенных частиц и их содержанием. На основании этих и других данных можно будет рассчитать отстойную зону усреднителя;

влияние условий смешения (скорость перемешивания, перемешивание за счет диффузии, создание градиента скорости между различными элементами объема и др.) на эффект выравнивания концентрации в воде и осуществления химических реакций (нейтрализация, хлопьеобразование и т.д.);

выбор мешалок или аэраторов, а также конфигурации сооружения для создания условия перемешивания.

Нельзя также не учитывать требования последующих звеньев очистки: реагентная обработка, отстаивание, флотация, биологические методы.

Так, например, для стоков кожевенных производств слишком интенсивное перемешивание стоков в усреднителе разрушает естественные структурные образования, что в дальнейшем ведет к снижению эффекта коагулирования, флотации.

В то же время при аэрации стоков кожевенных производств, содержащих большое количество сульфидов, в усреднителе происходит окисление сульфидов и частичное выдувание сероводорода в атмосферу (при значениях рН менее 7). Процесс выдувания не желателен в связи с загрязнением окружающей атмосферы, а то же время процесс частичного окисления сульфидов - положителен (с повышением степени диспергирования воздуха - степень окисления сульфидов возрастет). Целесообразно в отдельных случаях использовать поверхностные аэраторы в качестве перемешивающих устройств.

Конструкция усреднителя с механическим перемешиванием разработана для стоков кожевенных производств институтом ГПИ-2 на базе радиального отстойника диаметрами 12, 24 и 40 м. Усреднитель оборудован вращающимся мостом с механическими мешалками и скребками для сгребания осадка. Пуск стока из нижней точки конического днища.

Анализ эффективности работы действующих сооружений показал, что построенные сооружения неудовлетворительно справляются с функцией усреднения состава сточных вод. Сказываются расчетные и конструктивные ошибки при проектировании, плохое качество строительства и низкий уровень эксплуатации.

Модернизация существующих конструкций может быть осуществлена использованием следующих мероприятий:

вместо централизованного впуска воды в усреднитель предусмотреть рассредоточенный по периметру сооружения (возможен металлический лоток с подачей воды через придонные выпуски);

интенсифицировать работу системы перемешивания;

предусмотреть возможный забор воды выше зоны отстаивания не менее 1,5 м. Из нижней точки дна усреднителя удалять осадок, обработка которого возможна в общей схеме локальной очистки.

## Отстойники

### Общие сведения

**1.8.** Для проектирования сооружений и аппаратов механической очистки должны быть заданы следующие данные:

общее количество сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;

температура сточных вод, °С;

периодичность образования сточных вод;

тяжелые механические примеси, мг/л;

нефтепродукты, масла, мг/л;

плотность тяжелых и легких загрязнений, г/см<sup>3</sup>; кинетика осаждения механических процессах тяжелее и легче воды, при их расчетной концентрации в исходной воде;

требуемая степень очистки (%) или допустимое содержание загрязнений легче и тяжелее воды, мг/л;

гидравлическая крупность частиц, тяжелее и легче воды, которую необходимо выделить для обеспечения требуемой степени очистки, мм/с.

Гидравлическая крупность определяется по кривым кинетики отстаивания  $\Xi = f(t)$  (рис. 2), полученным экспериментально отстаиванием сточной воды в статических условиях в слое  $h$ , как правило отличным от действительной высоты отстаивания в выбранном типе отстойника, поэтому для приведения полученных результатов к натурным надлежит производить пересчет по формулам (30) и (31) СНиП 2.04.03-85 с учетом поправки на изменение вязкости воды при изменении температуры (табл. 2).

Таблица 2

Температура воды, °С	60	50	40	30	25	20	15	10	5	0
Коэффициент вязкости $\mu$ , $10^{-3}$ Н·с/м <sup>2</sup>	0,169	0,549	0,656	0,801	0,894	1,01	1,14	1,308	1,519	1,702

Показатель степени  $n_2$ , зависящий от природы загрязнений, в том числе и от агломерируемости взвесей для промышленных сточных вод, определяется по полученным экспериментально кривым кинетик отстаивания в слоях  $h_1$  и  $h_2$

$$n_2 = \frac{(\lg t_2 - \lg t_1)}{(\lg t_2 + \lg t_1)} \quad (6)$$

При расчете сооружений для механической очистки промышленных сточных вод экспериментальное определение показателей характеристики воды и загрязнений должно предшествовать проектированию в каждом конкретном случае. Если проектирование ведется для строящегося предприятия, данные о характеристике воды возможно получить при изучении воды на аналогичном производстве. Опыт обследования промышленных предприятий показывает, что величина гидравлической крупности частиц  $U_0$ , которые должны быть выделены для обеспечения требуемого эффекта колеблется в пределах 0,2-0,5 мм/с, поэтому для ориентировочных расчетов отстойных сооружений величину  $U_0$  можно принимать равной 0,25-0,3 мм/с.

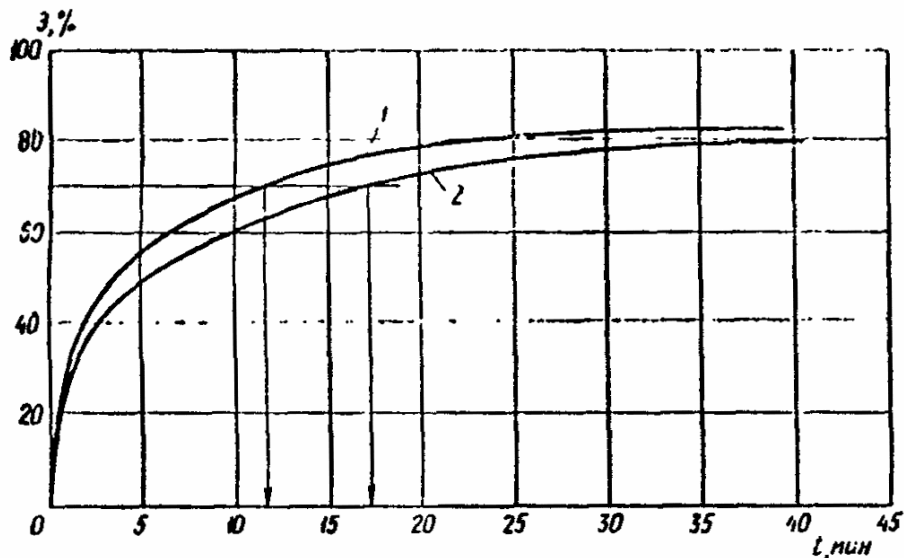


Рис. 2. Кинетика отстаивания сточных вод прокатных производств при исходной концентрации  $C_0 = 200$  мг/л.

$1 - h = 200$  мм;  $2 - h = 500$  мм

Для городских сточных вод продолжительность отстаивания  $t$  в слое  $h = 500$  мм можно принимать по табл. 30 СНиП 2.04.03-85, а показатель степени  $n_2$  по рис. 2 СНиП 2.04.03-85.

### Расчет отстойников

1.9. Принимая во внимание, что при проектировании очистных установок, как правило, применяются типовые или экспериментальные конструкции отстойных сооружений с известными геометрическими размерами, за расчетную величину следует принимать производительность одного отстойника  $q_{set}$  при которой обеспечивается заданный эффект очистки. После расчета  $q_{set}$  исходя из общего расхода сточных вод определяется количество рабочих единиц отстойников  $N$

$$N = \frac{q_w}{q_{set}} \quad (7)$$

Для горизонтального отстойника производительность одной секции рассчитывается по формуле (32) СНиП 2.01.03-85. Для радиальных, всех типов вертикальных отстойников, а также отстойников с вращающимся сборно-распределительным устройством (см. пример 2), производительность одного отстойника рассчитывается по формуле (33) СНиП 2.04.03-85.

*Отстойники с вращающимися сборно-распределительными устройствами*

1.10. Для отстойников с вращающимся сборно-распределительным устройством  $v_{ib} = 0$ . Кроме того, при проектировании этих отстойников должна рассчитываться форма перегородки, разделяющая распределительный и водоприемный лоток. Форма этой перегородки может быть выражена через изменяющуюся ширину  $B_p$  распределительного лотка

$$B_p = m\sqrt{R_l^2 - l_l^2}, \quad (8)$$

где  $m = 1/11, 1/12$ ;

$$R_l = 0,5D_{set} - b_3, \quad (9)$$

где  $b_3$  - зазор между стенкой и фермой ( $b_3 = 0,1-0,15$  м);  $l_{л}$  - удаление расчетного створа лотка от центра отстойника. Количество струенаправляющих лопаток  $n_{л}$  определяется конструктивно при соблюдении следующего соотношения:

$$2r_{л} - (2n_{л} + 1) = L_{п}, \quad (10)$$

где  $r_{л} = 0,1-0,125$  м.

Число лопаток  $n_{л}$  не следует принимать более 24 шт. Изменение высоты водослива по длине водоприемного лотка зависит от изменения по радиусу расхода воды, удаляемой из отстойника. Высота водослива  $h_{сб}$  по мере удаления от центра отстойника рассчитывается по формуле затопленного водослива с тонкой стенкой

$$h_{сб} = 1,24 \left( \frac{q_{set}}{R^2} l_{л} \right)^{\frac{2}{3}}. \quad (11)$$

Период вращения  $T$ , с, водораспределительного устройства, зависит от требуемой степени очистки и должен также рассчитываться при привязке отстойника к конкретным условиям,

$$T = \frac{1000 H_{set} K_{set}}{U_0}. \quad (12)$$

### Тонкослойные отстойники

**1.11.** Тонкослойное отстаивание применяется в случае необходимости сокращения объема очистных сооружений при ограниченности выделяемой площади и при необходимости повышения эффективности существующих отстойников. В первом случае тонкослойные отстойники выполняют роль самостоятельных сооружений, во втором - существующие отстойники дополняются тонкослойными модулями, располагаемыми в совершенствуемом отстойнике, перед водосборным устройством.

**1.12.** При расчете отстойника, работающего по перекрестной схеме (рис. 3) расчетными величинами являются длина яруса  $L_{bl}$  и производительность отстойника  $q_{set}$ . Длина яруса  $L_b$ , м, определяется по формуле

$$L_{bl} = \frac{v_w h_{ti}}{U_0} k_{dis}, \quad (13)$$

где  $v_w$  - скорость потока воды в ярусе отстойника, мм/с, применяемая по табл. 31 СНиП 2.04.03-85;  $h_{ti}$  - высота яруса, м, по табл. 31 СНиП 2.04.03-85 (при высоких концентрациях загрязнений рекомендуется принимать большие значения);  $k_{dis}$  - коэффициент сноса выделенных частиц (при плоских пластинах  $k_{dis} = 1,2$ ; при рифленых пластинах  $k_{dis} = 1$ );  $U_0$  - гидравлическая крупность, задерживаемых частиц которую рекомендуется определять в слое, равном высоте яруса  $h_{ti}$ .

Производительность отстойника  $q_{set}$  определяется по формуле

$$q_{set} = 7,2 K_{set} H_{bl} L_{bl} B_{bl} U_0 / K_{dis} h_{ti}, \quad (14)$$

где  $B_{bl}$  - ширина тонкослойного блока, назначается из допустимого прогиба листа, выбранного для тонкослойного блока ( $\Delta\delta = 3-5$  мм) при наклоне под углом сползания осадка.

Строительная ширина  $B_{стр}$ , м, отстойника определяется по формуле

$$B_{стр} = 2B_{bl} + b_1 + 2b_2, \quad (15)$$

где  $b_1 = 0,25$  м,  $b_2 = 0,05-0,1$  м.

После определения длины яруса отстойника  $L_{bl}$ , исходя из возможных размеров материала, применяющегося для параллельных пластин, назначаются длина пластины в ярусе и количество блоков (модулей), располагаемых по одной прямой.

Обязательным условием, выполняемым при конструировании отстойника, должна быть плотная стыковка соответствующих пластин в рядом устанавливаемых блоках (модулях). Строительная высота отстойника  $H_{стр.}$  м (см. рис. 3) определяется по формуле

$$H_{стр.} = H_{bl} + h_3 + h_m + 0,3, \quad (15a)$$

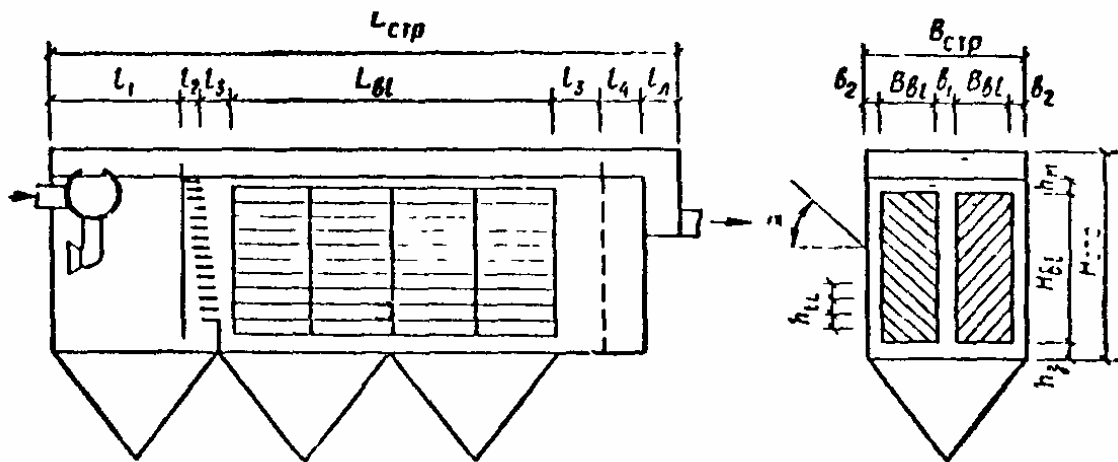


Рис. 3. Схема тонкослойного отстойника, работающего по перекрестной схеме удаления осадка

где  $h_3$  - высота, необходимая для расположения рамы, на которой устанавливаются блоки ( $h_3 = 0,2-0,3$  м;  $h_m = 0,1$  м).

Строительная длина тонкослойного отстойника  $L_{стр.}$  (см. рис. 3) определяется по формуле

$$L_{стр.} = L_{bl} + l_1 + l_2 + 2l_3 + l_4. \quad (16)$$

Зона длиной  $l_1$  служит для выделения крупных примесей. Объем зоны рассчитывается на 2-3-минутное пребывание потока

$$l_1 = q_{set} / (60 H_{bl} B_{стр.} K_{set}), \quad (17)$$

где  $K_{set}$  - коэффициент использования зоны, принимаем равным 0,3; при применении пропорционального устройства  $l_2 = 0,2$  м, если распределение осуществляется дырчатой перегородкой  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0,2-0,25$  м;  $l_4 = 0,15-0,2$  м.

**1.13.** В настоящее время применяется большое количество конструктивных разновидностей тонкослойных отстойников, работающих по противоточной схеме, все они практически, могут быть сведены к двум расчетным схемам, показанным на рис. 4 и рис. 5. В конструкции отстойника, показанного на рис. 4, расчетной являются длина пластины в блоке (модуле)  $L_{bl}$  и производительность секции  $q_{set}$ .

Длину пластины  $L_{bl}$  можно определить по формуле

$$L_{bl} = v_w h_{ii} / U_0, \quad (18)$$

где  $u_w$  - скорость потока в ярусе;  $h_{ii}$  - высота яруса. Данные параметры задаются по табл. 31 СНиП 2.04.03-85.

Производительность одной секции рассчитывается по формуле (36) СНиП 2.04.03-85, для которой  $H_{bl}$  определяется по формуле

$$H_{bl} = n_{ii} b_n, \quad (19)$$

где  $n_{ii}$  - количество ярусов в блоке, которое назначается из конструктивных соображений;  $b_n$  - определяется по формуле

$$b_n = h_{ii} \cos \alpha. \quad (20)$$

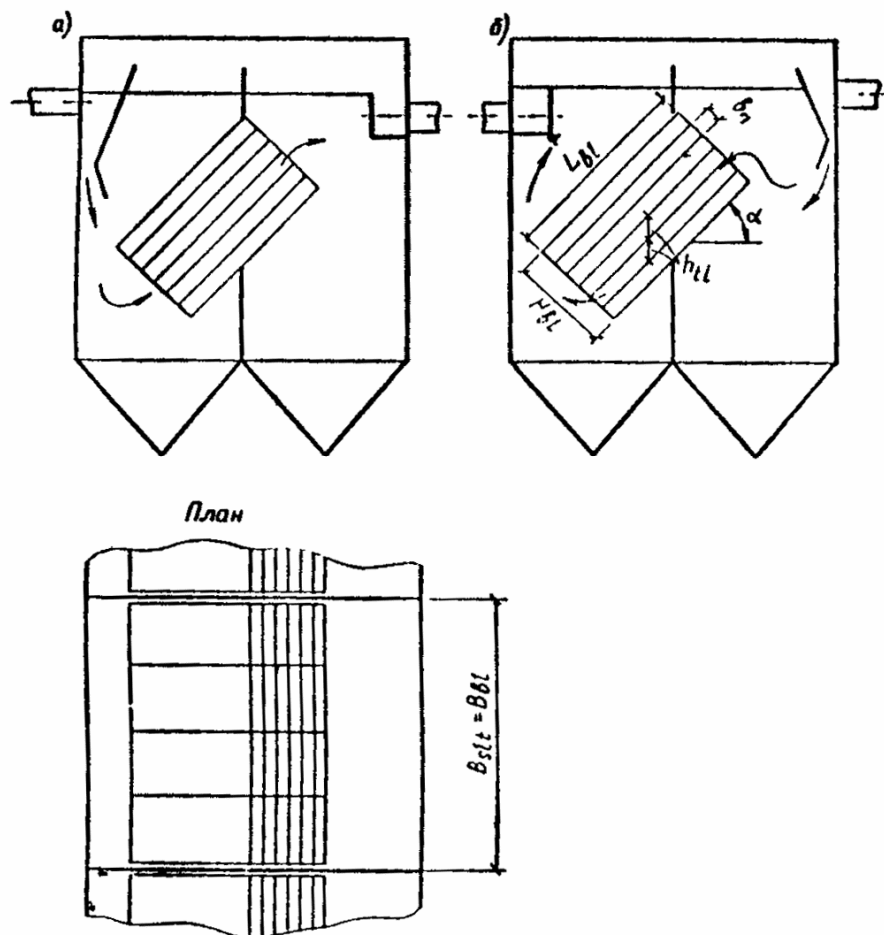


Рис. 4. Схема тонкослойного отстойника, работающего по противоточной схеме удаления примесей  
*a* - тяжелых примесей; *b* - легких примесей (масла, нефтепродукты и т. а.)

Ширина секции отстойника назначается из конструктивных соображений и исходя из размеров пластин, предназначенных для изготовления блоков (модулей). Все размеры других узлов отстойника (ширина резервуара отстойника, его строительная глубина и т. д.) назначаются из конструктивных соображений.

За расчетные параметры тонкослойного отстойника (см. рис. 5) следует принимать длину пластин в блоке  $L_{bi}$  и длину расположения тонкослойных блоков (модули)  $L_b$ . Величина  $L_{bi}$  определяется так же, как и в предыдущем случае по формуле (18), а  $L_b$  - по формуле

$$L_b = q_{set} / (3,6K_{et} \omega_W B_{bi}), \quad (21)$$

где  $q_{set}$  - расход сточных вод на секцию, м<sup>3</sup>/ч.

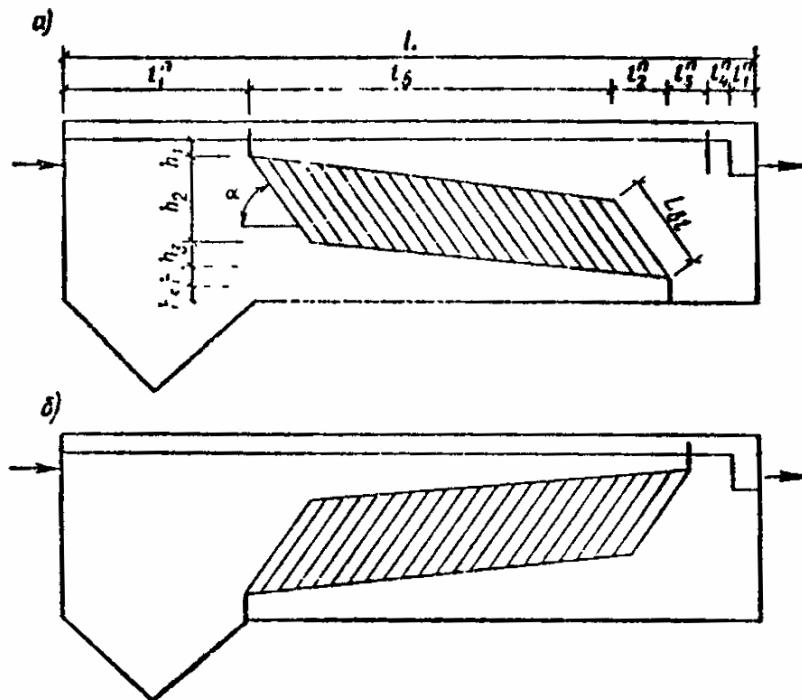


Рис. 5. Схема отстойника, оборудованного тонкослойными блоками, работающего по противоточной схеме удаления примесей.

*а* - тяжелых примесей; *б* - легких примесей (масла, нефтепродукты и т. п.)

Общая длина  $L_{cmp}$  отстойника определяется по формуле

$$L_{cmp} = L_b + l_1^{II} + l_2^{II} + l_3^{II} + l_4^{II} + l_L^{II}, \quad (22)$$

где  $l_1^{II}$  - длина зоны определяется из условия формирования потока перед распределением между ярусами. В этом же объеме происходит выделение крупных механических примесей при этом  $l_1^{II}$  принимается в интервале 1-1,5 м;

$$l_2^{II} = L_b \sin (90 - \alpha);$$

$$l_3^{II} = 0,3 \text{ м}; l_4^{II} = 0,05-0,1 \text{ м}; l_L^{II} = 0,4-0,5 \text{ м}.$$

Общая глубина воды в отстойнике  $H_{cmp}$ , м, определяется как сумма высот различных зон

$$H_{cmp} = h_m + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \quad (23)$$

где

$$h_2 = L_b \sin \alpha; \quad (24)$$

$$h_m \geq 0,1 \text{ м}; h_3 = 0,2-0,5 \text{ м}; h_4 = 0,1-0,2 \text{ м}; h_5 = 0,3 \text{ м}.$$

Затем определяется удельный объем образующегося осадка  $Q_{mud}$ , м<sup>3</sup>/ч, назначается способ его удаления в приямок и способ удаления из приямка, а по формуле (37) СНиП 2.04.03-85 рассчитывается его расход.

### Реконструкция обычных отстойников в тонкослойные

**1.14.** В случае дополнения горизонтальных отстойников тонкослойными блоками (при необходимости повышения их эффективности или для увеличения производительности), расчетными параметрами являются длина пластин  $L_{bl}$  в блоке (модуле) и расстояние  $L_b$ , на котором устанавливаются блоки в отстойнике. Эти величины рассчитываются по формулам (18) и (21). Величина  $B_{bl}$  численно равна ширине секции отстойника (пример 5).

При дополнении тонкослойными блоками вертикальных отстойников, при известных габаритах отстойника  $L_{set}$  и  $B_{set}$  или  $D_{set}$ , заданной крупности задерживаемых частиц  $U_0$  расчетной величиной является длина пластин  $L_{bl}$ , которая при заданной высоте яруса  $h_{ti}$  рассчитывается по формуле (18) или высота яруса  $h_{ti}$ , рассчитывается по заданной длине пластин по той же формуле. Производительность отстойника рассчитывается по формуле

$$q_{set} = 3,6K_{set} \frac{F_{set} H_{bl} U_0}{h_{ti}}; \quad (25)$$

$$F_{set} = L_{set} B_{set} \text{ или } F_{set} = 0,785 D_{set}^2; H_{bl} = L_{bl} \sin \alpha. \quad (26)$$

Когда производительность отстойника известна и требуется лишь увеличить эффективность очистки Эгр, по лабораторным анализам кинетики отстаивания изучаемой воды определяется гидравлическая крупность частиц. Далее, задаваясь высотой яруса  $h_{ti}$ , по формуле (25) определяется высота  $H_{bl}$ , на которой должны быть расположены тонкослойные элементы, а затем по формуле (26) рассчитывается длина пластины и проверяется по формуле (18) скорость потока в ярусе.

При дополнении существующих радиальных отстойников тонкослойными блоками (модулями) (рис. 6), когда известны геометрические размеры отстойника и его производительность, а требуемая степень очистки задана гидравлической крупностью частиц  $U_0$ , которые необходимо выделить, расчетными параметрами являются длина пластины в блоке  $L_{bl}$ , высота блока  $H_{bl}$  и число ярусов в блоке  $n_{bl}$ . Величина  $L_{bl}$ , рассчитывается по формуле (18) при заданной высоте яруса  $h_{bl}$ . Высота блока  $h_{bl}$  рассчитывается по следующей зависимости:

$$H_{bl} = \frac{q_{set} h_{ti}}{3,6K_{set} \pi D_1 L_{bl} U_0}, \quad (27)$$

где  $K_{set}$  - коэффициент использования объема, определяется по табл.31 СНиП 2.04.03-85, как для радиальных отстойников;  $D_1$  - диаметр расположения блоков,

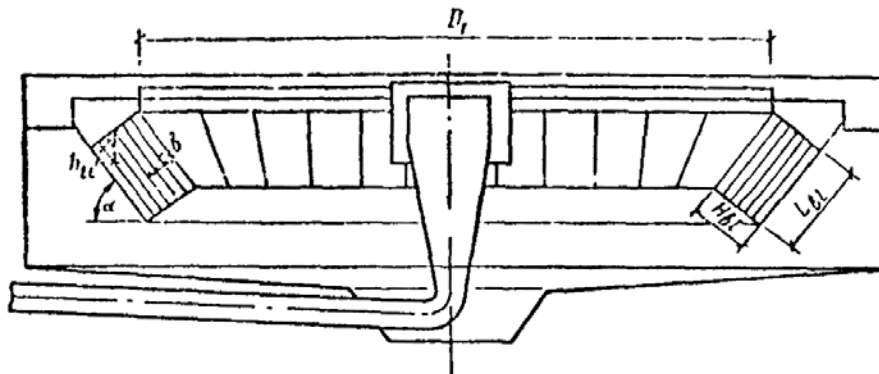


Рис. 6. Схема радиального отстойника дополненного тонкослойными блоками (модулями)

Затем определяется число ярусов в блоке (модуле)

$$n_{ti} = H_{bl} / h_{ti} \cos \alpha. \quad (28)$$

### Примеры расчета отстойников

*Пример 1.* Требуется определить гидравлическую крупность частиц для проектирования отстойника при очистке сточных вод прокатного производства.

Исходные данные: расход сточных вод  $q_w$  - 1000 м<sup>3</sup>/ч; температура  $T_w$  - 30°C; расход сточных вод постоянен в течение суток. Исходная концентрация тяжелых механических примесей - 200 мг/л; маслопродуктов - 50-60 мг/л; плотность тяжелых загрязнений - 5 г/см<sup>3</sup>; маслопродуктов - 0,8 г/см<sup>3</sup>; кинетики отстаивания механических



примесей тяжелее воды расчетной концентрацией в различных слоях воды показаны на рис. 2.

В очищенной воде содержание тяжелых примесей не должно превышать 60 мг/л, маслопродуктов - 25 мг/л.

В проекте принимаются отстойники с рабочей глубиной отстаивания  $H_{\text{set}} = 1,5$  м. Определение расчетной гидравлической крупности исходя из заданных параметров производится в следующем порядке:

по заданным величинам концентраций механических примесей в исходной и осветленной воде определяем требуемый эффект очистки  $\text{Э}_{\text{тр}}$

$$\text{Э}_{\text{тр}} = 100 (200 - 60) / 200 = 70\%;$$

по кривым кинетики отстаивания (см. рис. 2) определяется продолжительность отстаивания  $t_1 = 13,5$  мин (810 с);  $t_2 = 17,5$  мин (1050 с), при которых в слоях воды  $h_1 = 200$  мм и  $h_2 = 500$  мм достигается требуемый эффект;

после этого по формуле (6) определяется показатель степени  $n_2$

$$n_2 = (\lg 1050 - \lg 810) / (\lg 500 - \lg 200) = 0,63;$$

затем по формуле (30) СНиП 2.01.03-85 определяется гидравлическая крупность  $U_0$  частиц взвесей, которые должны быть выделены в отстойнике, при этом  $K_{\text{set}} = 0,5$  (по табл. 31 СНиП 2.04.03-85), если температура сточных вод, поступающих на отстойники, будет такая же, какая была обеспечена при экспериментальном определении кинетик отстаивания, например  $T_w = 20^\circ\text{C}$ :

$$U_0 = (1000 \cdot 1,5 \cdot 0,5) / \left[ 1050 \left( \frac{0,5 \cdot 1,5}{0,5} \right)^{0,3} \right] = 0,63 \text{ мм/с}.$$

Поскольку температура сточных вод поступающих на отстойник  $T_w = 30^\circ\text{C}$ , требуется внести поправку:

$$U_0^T = 0,63 \cdot 1,005 / 0,801 = 0,79 \text{ мм/с}.$$

Таким образом отстойники, принятые как сооружения для механической очистки сточных вод прокатных производств, должны рассчитываться на задержание частиц гидравлической крупностью 0,79 мм/с.

*Пример 2.* Для очистки городских сточных вод требуется рассчитать отстойник с вращающимся сборно-распределительным устройством, который должен обеспечивать 60 %-ное задержание механических загрязнений, при исходной концентрации 300 мг/л. Расчетная температура воды составляет  $20^\circ\text{C}$ , плотность осадка 2,0 г/см<sup>3</sup>.

Задаемся диаметром отстойника  $D_{\text{set}} = 24$  м, в котором высота отстаивания  $H_{\text{set}} = 1$  м.

По формуле (30) СНиП 2.04.03-85 определяется гидравлическая крупность частиц, которые требуется выделить для обеспечения заданного эффекта. При этом по табл. 30 и рис. 2 СНиП 2.04.03-85 определяется значение  $h_1 = 0,5$ ;  $t_{\text{set}} = 970$  с и  $n_2 = 0,275$ , входящие в эту формулу, а по табл. 31 СНиП 2.04.03-85 назначается значение коэффициента использования объема  $K_{\text{set}} = 0,85$

$$U_0 = (1000 \cdot 0,85 \cdot 1) / \left[ 970 \left( \frac{0,85 \cdot 1}{0,5} \right)^{0,275} \right] = 0,75 \text{ мм/с}.$$

Внесение поправки на температуру не требуется, так как при лабораторных определениях кинетики отстаивания температура воды была той же, что в производственных условиях.

По формуле (33) СНиП 2.04.03-85 определяется производительность одного отстойника

$$q_{\text{set}} = 2,8 \cdot 0,85 \cdot (24^2 - 1^2) \cdot 0,76 = 1042 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По формуле (12) определяется период вращения водораспределительного устройства

$$T = 1000 \cdot 10,85 / 0,76 = 1118,4 \text{ с} = 18,6 \text{ мин.}$$

Определив по формуле (9) величину  $R_L = (24/2) \cdot 0,15 = 11,85$ , и задавшись значениями  $m = 1/2$ ;  $b_3 = 0,15$  и  $b_{\text{л}}$ , по формулам (8) и (11), рассчитываем ширину распределительного лотка  $B_p$  и высоту водослива  $h_{\text{сб}}$  по створам. Для удобства результаты расчета сводим в табл. 3

Таблица 3

$R_L, \text{ м}$	2	3	4	5	6	7
$B_p, \text{ м}$	0,973	0,955	0,929	0,895	0,851	0,796
$h_{\text{сб}}, \text{ м}$	0,030	0,039	0,017	0,055	0,062	0,069

Продолжение табл. 3

$R_L, \text{ м}$	8	9	10	11	12
$B_p, \text{ м}$	0,728	0,642	0,529	0,367	0
$h_{\text{сб}}, \text{ м}$	0,076	0,081	0,037	0,093	0,097

Исходя из общего количества сточных вод и коэффициента неравномерности рассчитывается количество отстойников, а по формуле (37) СНиП 2.04.03-85 определяется количество образующегося осадка и принимается способ его удаления.

*Пример 3.* Расчет тонкослойного отстойника, работающего по перекрестной схеме удаления осадка (см. рис. 3).

*Исходные данные:* расход сточных вод завода производства железобетонных изделий (ЖБИ) составляет  $1200 \text{ м}^3/\text{сут}$ ; коэффициент часовой неравномерности составляет 1,1; завод работает в две смены.

Исходная концентрация тяжелых механических примесей -  $700 \text{ мг/л}$ ; масло- и нефтепродуктов -  $100-300 \text{ мг/л}$ . Допустимая концентрация механических примесей в очищенной воде -  $50 \text{ мг/л}$ , нефтепродуктов -  $25 \text{ мг/л}$ .

По кривым кинетики отстаивания в слое воды, равном высоте яруса  $h_{ii} = 0,1 \text{ м}$ , находим, что гидравлическая крупность тяжелых механических взвесей, которые требуется выделить, составляет

$$U_0 = 1000 h_{ii} / t = (0,1 \cdot 1000) / 500 = 0,2 \text{ мм/с.}$$

Гидравлическая крупность нефтепродуктов

$$U_0^H = (0,1 \cdot 1000) / 330 = 0,3 \text{ мм/с.}$$

Следовательно, расчет отстойника нужно вести на задержание частиц крупностью  $0,2 \text{ мм/с}$ .

Из условия количества загрязнений в сточных водах ( $700 \text{ мг/л}$ ) принимаем высоту яруса в отстойнике  $h_{ii} = 0,1 \text{ м}$  (табл. 31, СНиП 2.04.03-85). Для обеспечения условий сползания осадка по пластинам, угол наклона пластин  $\alpha$  принимаем равным  $45^\circ$ . В качестве материала пластин по имеющимся возможностям будет использована листовая сталь  $\delta = 3 \text{ мм}$ . Задав скорость потока в ярусе отстойника (табл. 31 СНиП 2.04.03-85)  $v_w = 7 \text{ мм/с}$ , определяем по формуле (13) длину яруса

$$L_{bi} = \frac{7 \cdot 0,1}{0,2} \cdot 1,2 = 4,2 \text{ м.}$$

Из условия допустимого прогиба ( $\Delta \delta = 3-5 \text{ мм}$ ) наклоненной под углом  $45^\circ$  пластины принимаем ширину блока  $B_{bl} = 0,75 \text{ м}$ . Таким образом, максимальная ширина пластины в блоке будет  $B_{bl} \cdot \cos \alpha = 0,75 \cdot 1,41 = 1,060 \text{ м}$ . Задаем высоту блока с параллельными пластинами  $H_{bl} = 1,5 \text{ м}$ .

По формуле (35) СНиП 2.04.03-85 определяем производительность одной секции тонкослойного отстойника с двумя рядами блоков (см. рис. 3)

$$q_{\text{сет}} = 7,2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 4,2 \cdot \frac{0,2}{1,2 \cdot 0,1} = 42,5 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Проверяем скорость потока в ярусе отстойника при использовании поперечного сечения на 75%  $K_{set} = 0,75$  (табл. 31, СНиП 2.04.03-85)

$$v_w = \frac{q_{set}}{3,6K_{set}H_{bl}2B_{bl}} = 7 \text{ мм/с}$$

Приведенный расчет показывает, что исходные величины выбраны верно. Строительная ширина секции отстойника рассчитывается по формуле (15)

$$B_{cmp} = 2 \times 0,75 + 0,2 + 2 \times 0,05 = 1,8;$$

$$H_{cmp} = 1,5 + 0,3 + 0,1 + 0,3 = 2,2 \text{ м.}$$

Длина зоны грубой очистки  $l_i$  по формуле (17)

$$l_i = \frac{42,5 \cdot 2}{60 \cdot 1,5 \cdot 1,8 \cdot 0,3} = 1,75 \text{ м.}$$

Строительная длина секции  $L_{cmp}$  по формуле (16)

$$L_{cmp} = 4,2 + 1,75 + 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 0,15 = 6,7 \text{ м.}$$

Определяется часовой расход сточных вод с учетом коэффициента часовой неравномерности

$$q_w = (1200 \cdot 1,1) / 16 = 82,5 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Исходя из общего количества сточных вод определяется количество секции тонкослойного отстойника

$$N = 82,5 / 42,5 = 1,94 \approx 2 \text{ секции.}$$

В соответствии с п. 6.58 СНиП 2.04.03-85 уточняется количество секций:  $N = 2$  секции.

Из условия выбранного материала для пластин (листовая сталь  $\delta = 3$  мм) и облегчения массы блока, исходя из расчетной длины ярусного пространства ( $L_{yi} = 4,2$  м), принимаем длину блока (модуля) 1,06 м. Таким образом, в каждом ряду будет располагаться по 4 блока (модуля).

Количество выделяемого осадка влажностью  $W = 96$  % определяется по формуле (37) п. 6.65 СНиП 2.04.03-85

$$Q_{mud} = \frac{(700 - 50)82,5}{(100 - 96)1,9 \cdot 10^4} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Далее принимается метод удаления осадка из отстойника. В данном случае, так как тонкослойный отстойник рекомендуется располагать над поверхностью земли, целесообразно принять многобункерную конструкцию отстойника с удалением осадка под гидростатическим напором.

*Пример 4.* Рассчитать тонкослойный отстойник, работающий по противоточной схеме удаления осадка (см. рис. 4).

Расчет ведется для случая очистки нефтесодержащих сточных вод НПЗ, когда для обеспечения снижения содержания нефтепродуктов до 50-70 мг/л из воды должны быть удалены глобулы нефти гидравлической крупностью  $U_0'' = 0,3$  мм/с, которая определена при отстаивании в слое воды  $h = 100$  мм. Расход сточных вод  $q_w$  постоянен и составляет  $600 \text{ м}^3/\text{ч}$ , температура воды  $20^\circ\text{C}$ .

Приняв по табл. 31 СНиП 2.04.03-85 высоту яруса  $h = 0,1$  м, и скорость рабочего потока  $v_w = 5$  мм/с, определяем по формуле (18) длину пластины в ярусе

$$L_{yi} = 5 \cdot \frac{0,1}{0,3} = 1,67 \approx 1,7 \text{ м.}$$

Задавшись углом наклона пластин, определенным экспериментально,  $\alpha = 45^\circ$ , определяем расстояние между пластинами

$$b_{\Pi} = 0,1 \cdot 1 / \sqrt{2} = 0,07 \text{ м}.$$

Задаемся количеством ярусов в блоке (модуле) из условия простоты монтажа  $n_{bl} = 15$  шт. Определяем высоту блока по формуле (19)

$$H_{bl} = 0,07 \cdot 15 = 1,05 \text{ м}.$$

Ширина блока  $B_{bl}$  определяется из условия ширины материала листа и условий монтажа. Назначаем ширину одной секции отстойника

$$B_{set} = B_{bl} = 6 \text{ м}.$$

Определяем производительность одной секции по формуле (36) СНиП 2.04.03-85, если коэффициент использования объема  $K_{set} = 0,55$  (табл. 31 СНиП 2.04.03-85);

$$q_{set} = 3,6 \cdot 0,55 \cdot 1,05 \cdot 6 \cdot 5 = 62,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Толщиной пластин в блоке при технологическом расчете можно пренебречь. Исходя из расхода сточных вод определяем количество секций отстойника

$$N = 600/62,4 = 9,6 \approx 10 \text{ шт}.$$

Далее из конструктивных соображений и с учетом обеспечения гидравлического режима потоков воды, близкого к ламинарному, назначаются другие размеры секции отстойника. Например:

$$l_1 = l \sin \alpha + 0,5 = 1,7 \cdot 0,707 + 0,5 = 1,7 \text{ м};$$

$$H_{bl}/\sin \alpha = l_2 = 1,05/0,707 = 1,48 \approx 1,5 \text{ м};$$

$h_3 = 0,5$  м из условия более равномерного сброса очищенной воды;

$$l_2 = H_{bl} \cos \alpha + l \sin \alpha = 1,05 \cdot 0,707 + 1,7 \cdot 0,707 = 1,94 \text{ м};$$

$h_3 = 0,5$  м из условия равномерности распределения воды между ярусами блока. Таким образом  $H_{об} = 0,5 + 1,94 + 0,5 = 2,94$  м.

*Пример 5.* Требуется рассчитать отстойник, работающий по противоточной схеме, показанной на рис. 5, для очистки коагулированных сточных вод литейного производства расходом  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ , сточные воды с концентрацией механических примесей  $1000 \text{ мг/л}$  образуются постоянно, температура сточных вод  $T_w$  (в среднем)  $30^\circ\text{C}$ . Экспериментально в заводской лаборатории установлено, что требуемая степень очистки (содержание взвесей  $150\text{-}200 \text{ мг/л}$ ) обеспечивается при задержании частиц гидравлической крупностью  $0,2 \text{ мм/с}$ . Крупность определена по кривым кинетики отстаивания, полученным при температуре  $20^\circ\text{C}$  в слое  $100 \text{ мм}$ .

По формуле (31) СНиП 2.04.03-85 уточняем величину гидравлической крупности

$$U_0^I = 0,2 \cdot 1,005/0,8007 = 0,25 \text{ мм/с}.$$

По формуле (18) определяем длину пластины в ярусе  $L_{bl}$ , задавшись предварительно по табл. 3.1 СНиП 2.04.03-85 высотой яруса  $h_{ti} = 0,1$  м; и скоростью потока в ярусе  $u_w = 5 \text{ мм/с}$

$$L_{bl} = (5 \cdot 0,1)/0,25 = 2 \text{ м}.$$

Назначаем угол наклона пластин, определенный экспериментально:  $\alpha = 50^\circ$ .

Задаемся количеством секций отстойника  $N = 5$  и определяем производительность одной секции  $q_{set} = 500/5 = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Задаемся шириной одной секции  $B_{bl} = 3 \text{ м}$ .

По формуле (21) определяем длину зоны  $L_b$  тонкослойного отстаивания, если коэффициент использования ее объема в соответствии с табл. 31 СНиП 2.04.03-85  $K_{set}$  равен  $0,5$ :

$$L_b = 100/(3,6 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 3) = 3,7 \text{ м.}$$

Задаем длину зон тонкослойного отстойника (см. рис. 5):

$l_1'' = 1,5 \text{ м; } l_2'' = 2 \sin (90 - 50^\circ) = 2 \cdot 0,64 = 1,28; l_3'' = 0,3 \text{ м; } l_4'' = 0,1 \text{ м; } l_5'' = 0,5 \text{ м,}$  а затем по формуле (22) определяем общую рабочую длину отстойника

$$L_{cmp}^0 = 3,7 + 1,5 + 1,28 + 0,3 + 0,1 + 0,5 = 7,38 \approx 8 \text{ м.}$$

По формуле (23) определяем общую глубину воды в отстойнике  $H_{стр}$ , предварительно задавшись высотой зон:  $h_1'' = 0,1; h_2'' = 2 \sin 50^\circ = 2 \cdot 0,77 = 1,54; h_3'' = 0,3; h_4'' = 0,2; h_5'' = 0,3;$

$$H_{стр} = 0,1 + 1,54 + 0,3 + 0,2 + 0,3 = 2,44 \text{ см} = 2,5 \text{ м.}$$

Принимаем удаление осадка в приямок скребковым механизмом. По формуле (37) СНиП 2.04.03-85 определяется расход удаляемого осадка

$$Q_{mud} = (1000 - 200) 500 / (100 - 96) 2,6 \cdot 10^4 = 3,85 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

*Пример 6.* Необходимо повысить эффективность работы действующего радиального отстойника  $D_{set} = 30 \text{ м}$ , на который подается расход воды  $q_{set} = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . При этой производительности в отстойнике задерживаются частицы гидравлической крупностью  $U_0 = 1 \text{ мм/с}$ , что не удовлетворяет предъявляемым требованиям. Анализ характеристики загрязнений показал, что требуемый эффект очистки обеспечивается при выделении примесей гидравлической крупностью  $0,25 \text{ мм/с}$  и более.

Одним из путей интенсификации работы существующих отстойников является дополнение их тонкослойными блоками (модулями) (см. рис. 6).

Требуется определить размеры тонкослойных блоков, которыми должен быть оборудован радиальный отстойник.

Приняв по табл. 33 СНиП 2.04.03-85 скорость потока  $v_w = 5 \text{ мм/с}$  и высоту яруса  $h_{ji} = 0,07 \text{ м}$  по формуле (18), определяем длину пластин в блоке

$$L_{bl} = 5 \cdot 0,07 / 0,25 = 1,4 \text{ м.}$$

Задавшемся диаметром  $D_i = 27 \text{ м}$ , на котором предполагается расположить блоки с параллельными пластинами, по формуле (27) определяем высоту блока, при коэффициенте использования объема  $K_{set} = 0,45$ , определяемого по табл. 31 СНиП 2.04.03-85

$$H_{bl} = \frac{1000 \cdot 0,07}{3,6 \cdot 0,45 \cdot 3,14 \cdot 27 \cdot 1,4 \cdot 0,25} - 1,47 \approx 1,5 \text{ м.}$$

Рассчитываем количество ярусов в блоке (модуле)

$$n_{ji} = 1,5 / 0,07 = 21,4 \approx 22 \text{ яруса.}$$

### Гидроциклоны

**1.15.** Для расчета и проектирования установок с открытыми гидроциклонами должны быть заданы те же параметры по воде и по загрязнениям, что и для отстойников (см. п. 1.8).

Гидравлическая крупность частиц, которые необходимо выделить для обеспечения требуемого эффекта очистки, определяется при высоте слоя воды, равном  $200 \text{ мм}$ . Для многоярусных гидроциклонов слой отстаивания должен быть равен высоте яруса.

Основной расчетной величиной открытых гидроциклонов (рис. 7-9) является удельная гидравлическая нагрузка, которая определяется по формуле (38) СНиП 2.04.03-85.

Величину конструктивных параметров ( $D_{hc} b_{cn}$  и т.д.), входящих в расчетные зависимости, следует назначать по табл. 4. Производительность одного аппарата рассчитывается по формуле (41) СНиП 2.0.1 03-85

$$Q_{hc} = 0,785q_{hc}D_{hc}^2.$$

Исходя из общего количества сточных вод  $Q_w$  определяется количество рабочих единиц гидроциклонов:  $N = Q_w/Q_{hc}$ . После назначения диаметра аппарата и определения их количества по табл. 4 определяются основные параметры гидроциклона.

Угол наклона образующей конических диафрагм в открытых гидроциклонах в каждом конкретном случае должен задаваться в зависимости от свойств выделяемого осадка, но не менее  $45^\circ$ . Диафрагмы в открытых гидроциклонах могут быть выполнены как из стали, так и из неметаллических материалов: ткань, пластик и т. д.

В распределительном канале пропорционального водораспределительного устройства многоярусного гидроциклона скорость восходящего потока должна быть не менее 0,4 м/с.

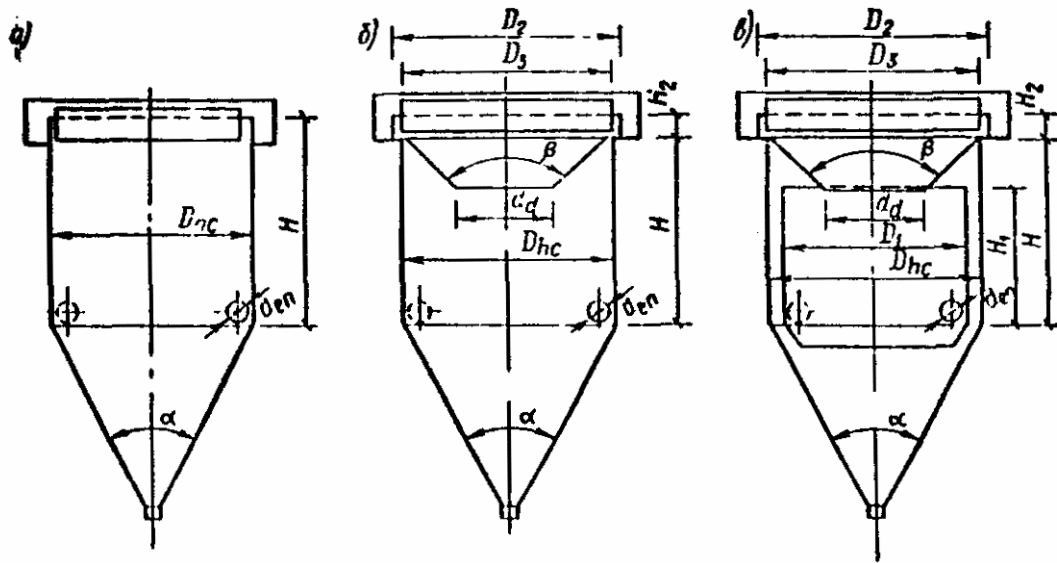


Рис. 7. Схемы открытых гидроциклонов

*a* - без внутренних вставок; *б* - с конической диафрагмой; *в* - с конической диафрагмой и внутренним цилиндром

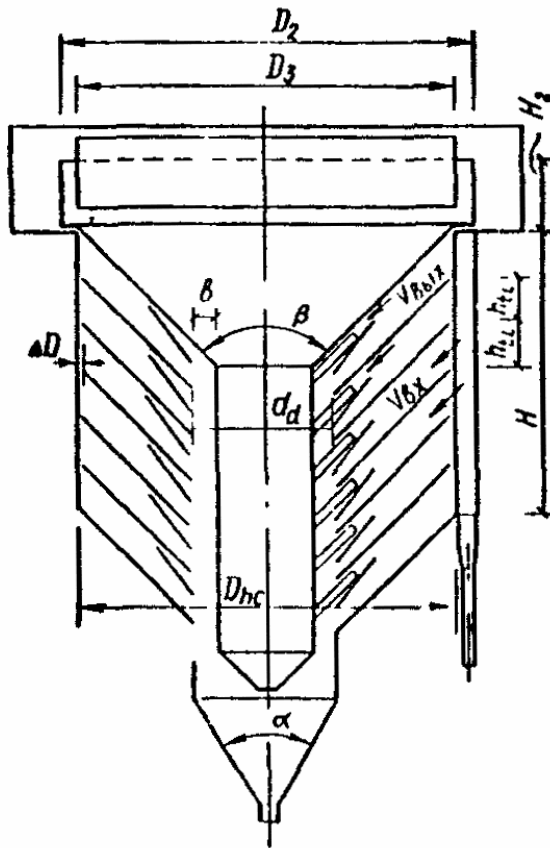


Рис. 8. Схема многоярусного гидроциклона с центральными выпусками

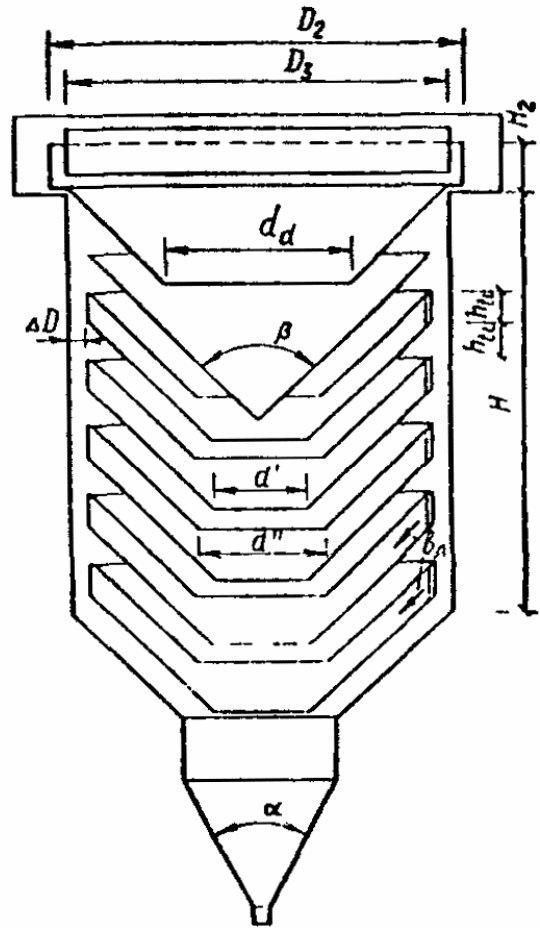


Рис. 9. Схема многоярусного гидроциклона с периферийным отбором очищенной воды

Таблица 4

На именование конструктивного элемента	Единица измерения	Тип гидроциклона по рис.				
		7, а	7, б	7, в	8	9
1	2	3	4	5	6	7
Диаметр аппарата	м	2-10	2-6	2-6	2-6	2-6
Высота цилиндрической части $H$	доля от $D_{hc}$	$D_{hc} c$	$D_{hc}$	$D_{hc} + 0,5$	-	-
Размер впускного патрубка	»	0,07	0,05	0,05	Определяется по скорости входа	
Количество впусков $n_l$	шт.	2	2	2	3	3
Угол конической части $\alpha$	град	60	60	60	60	60
Угол конуса диафрагм $\beta$	»	-	90	90	90-60	90-60
Диаметр центрального отверстия в диафрагме $d_1$	доля от $D_{hc}$	-	0,5	0,5	0,6-1,4 м	$\frac{0,9 - 1,6 \text{ м}^*}{0,6 - 1,0}$
Диаметр внутреннего цилиндра $D_1$	то же	-	-	0,88	-	-
Высота внутреннего цилиндра $H_1$	»	-	-	1,0	-	-
Высота водосливной стенки над диафрагмой $H_2$	м	-	0,5	0,5	-	-
Диаметр водосливной стен, $D_2$	в долях от $D_{hc}$	$D_{hc}$	$D_{hc} + 0,2$	$D_{hc} + 0,2$	$D_{hc} + 0,2$	$D_{hc} + 0,2$
Диаметр полупогруженной кольцевой перегородки $D_3$	То же	$D_{hc} - 0,2$	$D_{hc}$	$D_{hc}$	$D_{hc}$	$D_{hc}$
Высота ярусов $h_{ii}$	м	-	-	-	0,1-0,25	0,1-0,2

Число ярусов $n_{ii}$	шт.	-	-	-	4-20	4-20
Зазор между корпусом и диафрагмой $\Delta D$	м	-	0	0	0,05-0,07	0,1-0,15
Ширина шламоотводящей щели $b$	г	-	-	-	0,1-0,15	-
Скорость потока на входе в аппарат $u_{вх}$	м/с	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,4	0,3-0,4
Скорость потока на входе в раструб выпуска $u_{вых}$	»	-	-	-	$\leq 0,1$	-
Количество выпусков из яруса $n_3$	шт.	-	-	-	3	-

\* Над чертой показан размер нижней диафрагмы пары ярусов, под чертой - верхней.

При расположении гидроциклонов над поверхностью земли и удалении осадка под гидравлическим напором, отвод осадка производится с разрывом струн через коническую насадку, присоединенную к шламовому патрубку через задвижку. Диаметр шламовой насадки подбирается при наладке сооружения. Для предупреждения засорения насадки крупными загрязнениями перед ней, но после задвижки, устанавливается камера, в которой располагается решетка, набранная из металлической полоски с прозорами 6-8 мм.

Для равномерного распределения воды между гидроциклонами их водосливные кромки должны располагаться на одной отметке, а на подводящих трубопроводах должны быть установлены водоизмерительные устройства.

#### *Напорные гидроциклоны*

**1.16.** Посредством напорных гидроциклонов успешно решаются следующие технологические задачи, осветление сточных вод, например стекольных заводов, автохозяйств (удаление песка, глины и других минеральных компонентов), литейных производств (удаление компонентов формовочной земли), нефтепромыслов (удаление нефтепродуктов и шлама), мясокомбинатов (удаление частиц минерального происхождения) и т. д.

Обогащение твердой фазы стоков (удаление из твердой фазы частиц минерального или органического происхождения, снижающих ценность основного продукта). Например, обогащение твердой фазы сточных вод галтовочных барабанов, в которых содержится ценный карборундовый порошок и отходы процесса шлифовки керамики, с обеспечением повторного использования порошка карборунда в процессе шлифовки.

**1.17.** Для обезвоживания сырых осадков при использовании тисковых центрифуг напорные гидроциклоны надлежит применять для предварительного удаления абразивных частиц твердой фазы осадка, обеспечивающего защиту центрифуг от абразивного износа.

Удаление из известкового молока инертных примесей (частиц песка, необожженного известняка) позволяет повысить надежность работы дозаторов, реакторов, контрольно-измерительной аппаратуры.

**1.18.** Классификация частиц твердой фазы сточных вод: разделение частиц на фракции с различной крупностью. Например, классификация частиц твердой фазы сточных фаз литейных производств с повторным использованием отдельных фракций в технологическом процессе.

Процесс классификации реализуется с использованием нескольких ступеней разделения в напорных гидроциклонах с получением на каждой ступени фракций с определенными размерами частиц.

**1.19.** На очистных сооружениях в напорных гидроциклонах производится сгущение сточных вод и осадков. Учитывая то, что объем сгущенного продукта в напорных гидроциклонах может составлять всего 2,5-10 % начального объема обрабатываемой суспензии, технологическая операция сгущения может обеспечить значительную экономию материальных затрат на строительство очистных сооружений и участков обработки осадков. При этом происходит эффективная отмывка минеральных частиц от налипших на них органических загрязнений, например, на очистных сооружениях НПЗ



при обработке песка, выгружаемого из песколовки гидроэлеваторами, или при отмывке песчаной загрузки фильтров при ее гидроперегрузке.

**1.20.** В зависимости от расположения напорных гидроциклонов в технологическом процессе и схемы их обвязки могут иметь место четыре гидродинамических режима работы:

при свободном истечении верхнего и нижнего продуктов в атмосферу  $P_{ex} = P_a$ ;  $P_{uml} = P_a$ ;

при наличии противодействия со стороны сливного трубопровода и свободном истечении шлама  $P_{ex} > P_a$ ;  $P_{uml} = P_a$ ;

при противодействии со стороны спинного и шламового трубопроводов  $P_{ex} > P_a$ ;  $P_{uml} > P_a$ ;

Режимы работы гидроциклонов учитываются при расчете конструктивных и технологических параметров.

**1.21.** Одной из важных особенностей напорных гидроциклонов является сильная корреляция производительности и эффективности разделения суспензий с основными конструктивными и технологическими параметрами аппаратов (рис. 10).

Наибольшие значения коэффициентов корреляции имеют следующие параметры: диаметр цилиндрической части гидроциклона  $D_{hc}$  площадь питающего патрубка  $F_{en}$ , диаметры сливного и шламового патрубков  $d_{ex}$ ,  $d_{uml}$ ; высота цилиндрической части  $H_{ц}$ , угол конусности конической части  $\alpha$ , перепад давления в гидроциклоне  $\Delta P = P_{cn} - P_{ex}$ , концентрации суспензии на входе в гидроциклон  $C_{cn}$ , размеры и плотность частиц твердой фазы суспензии  $d_{cp}$   $\rho_T$ .

**1.22.** Основные размеры напорного гидроциклона подбираются по данным заводов изготовителей при этом должны учитываться:

диаметр питающего  $d_{en}$  и сливного  $d_{ex}$  патрубков должны отвечать соотношениям  $d_{en}/d_{ex} = 0,5-1$ ;  $d_{en}/D_{hc} = 0,12-0,4$ ;

$$d_{en} \leq \left( \frac{D_{hc} - d_{bx}}{2} \right) - \Delta,$$

где  $\Delta$  - толщина стенки сливного патрубка;  $d_{uml}$  - диаметр шламового патрубка назначается из соотношения  $d_{uml}/d_{ex} = 0,2-1,0$  (для предупреждения засорения шламового патрубка его минимальный диаметр должен в 6-8 раз превышать максимальный размер частиц загрязнений);  $H_{ц}$  - высота цилиндрической части для гидроциклонов осветлителей должна приниматься:  $H_{ц} = (2-4)D_{hc}$ , для гидроциклонов сгустителей:  $H_{ц} = (1-2)D_{hc}$ .

Угол конусности  $\alpha$  конической части следует принимать для гидроциклонов осветлителей  $5-15^\circ$ , для гидроциклонов сгустителей -  $20-45^\circ$ .

**1.23.** В зависимости от особенностей решаемых технологических задач могут применяться двух продуктовые (см. рис. 10) и многопродуктовые (рис. 11) напорные гидроциклоны. В последнем случае аппараты имеют несколько сливных трубопроводов, отводящих целевые продукты из различных зон восходящего вихревого потока гидроциклонов. Такие конструкции аппаратов как правило, применяются при разделении многофазных сред.

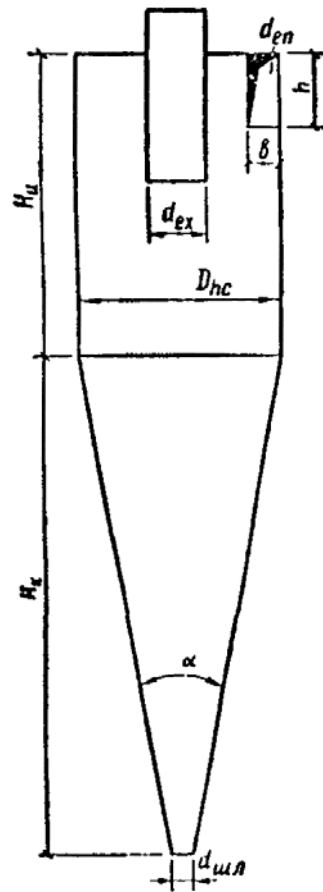


Рис. 10. Схема напорного гидроциклона

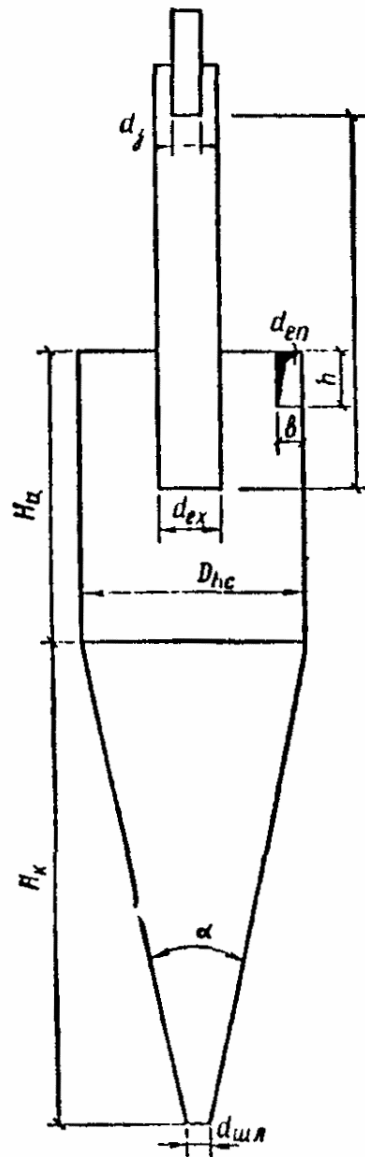


Рис. 11. Схема трехпродуктового напорного гидроциклона

**1.24.** За последние годы в ряде отраслей промышленности широко внедряются мультигидроциклоны - монолитные или сборные блочные конструкции, включающие десятки или сотни единичных напорных гидроциклонов, имеющих единые питающие, сливные и шламовые камеры. Путем создания мультигидроциклонов успешно реализуется возможность промышленного применения высокоэффективных двухпродуктовых и многопродуктовых напорных гидроциклонов с малым диаметром цилиндрической части от 8 до 75 мм.

**1.25.** Для выделения из сточных вод частиц механических загрязнений крупностью  $\delta = 50-100$  мкм (табл. 5) рекомендуются конструкции напорных гидроциклонов малых диаметров, выпускаемых Усолье-Сибирским заводом горного оборудования.

Длина выделения из сточных вод мелкодисперсных механических примесей и сгущения осадка - гидроциклоны опытно-экспериментального завода Дзержинского филиала Леннинхиммаш (табл. 6).

Таблица 5

Наименование узлов и деталей, технологические параметры	Размеры основных узлов и деталей			
	ГЦ-150К*	ГЦ-250К*	ГЦ-360К*	ГЦ-500К*
Внутренний диаметр цилиндрической части $D_{nc}$ , мм	150	250	350	500
Сечение вкладыша питающего патрубка на входе в гидроциклон $b \times h$ мм	15x45	30x65	40x40	55x140
Диаметр патрубка питающего $d_{en}$ , мм	50	80	100	150
Насадок сливной $d_{ex}$ , мм	40	65	90	130
Патрубок сливной $d_{cx}$ , мм	65	100	100	150
Патрубок шламовый $d_{шл}$ , мм	12; 17; 24	17; 24; 34	24; 44; 48	31; 48; 75
Угол конусности конической части $\alpha$ град	20	20	20	20
Масса гидроциклона, кг	94	209	344	605
Объемная производительность $Q_{en}$ , м <sup>3</sup> /ч, при $P_{en} = 0,03-0,25$ , МПа	12-35	30-85	55-160	98-281
Граничная крупность разделения $\delta_{gp}$ , мкм	28-95	37-135	44-160	52-240

\* ГЦ - сокращенное название гидроциклона; цифры - внутренний диаметр цилиндрической части, мм; буква К - внутренняя поверхность стенок аппарата футерована каменным литьем.

Таблица 6

Наименование узлов и деталей. Технические параметры	Размеры основных узлов и деталей											
	Тип гидроциклонов											
	ГН-25	ГН-40	ГН-60	ГН-80	ГНС-100	ГНС-125	ГНС-160	ГНС-200	ГНС-250	ГНС-320	ГНС-400	ГНС-500
Диаметр: цилиндрической части $D_{hc}$ , мм	25	40	60	80	100	125	160	200	250	320	400	500
питающего патрубка $d_{en}$ , мм	4, 6, 8	6, 8, 12	8, 12, 16	10, 12, 16, 20	12, 16, 20, 25	16, 25, 32, 40	20, 25, 32, 40, 50	25, 32, 40, 50, 60	32, 40, 50, 60, 80	40, 50, 60, 80, 100	50, 60, 100, 125	60, 80, 100, 125, 160
сливного патрубка $d_{ex}$ , мм	5, 8, 12	8, 12, 16	12, 16, 20	16, 20, 32	20, 32, 40	25, 32, 40, 50	32, 40, 50, 60	40, 50, 60, 80	50, 60, 80, 100	60, 80, 100, 125	60, 100, 125, 160	100, 125, 160, 200
шламового патрубка $d_{шл}$ , мм	3, 4, 5	4, 5, 6	5, 6, 8	6, 8, 10, 12	8, 10, 12, 16	8, 10, 12, 16	10, 12, 16, 20, 25	12, 16, 20, 25	16, 20, 25, 32, 40	16, 20, 25, 32, 40, 50	20, 25, 32, 40, 50	25, 32, 40, 50, 60
Угол конусности конической части $\alpha$ , град	5, 10, 15	5, 10, 15	5, 10, 15, 20	5, 10, 15, 20	10, 15, 20	10, 15, 20	10, 15, 20	10, 15, 20, 30	10, 15, 20, 30	10, 15, 20, 30	15, 20, 30, 45	15, 20, 30, 45
Высота цилиндрической части $H_{ц}$ , мм	25, 50, 75, 100	40, 80, 60, 120, 160	60, 120, 180, 240	80, 100, 240, 320	100, 200, 300, 400	125, 250, 375	100, 320, 480	200, 400, 600	250, 500, 750	320, 500, 750	400, 500, 800	500, 750, 1000
Глубина погружения сливного патрубка $H_{к}$ , мм	10, 16, 25	16, 25, 32	25, 32, 40	32, 40, 64	40, 64, 80	50, 64, 80, 100	61, 80, 100, 120	80, 100, 120, 160	120, 160, 200	120, 160, 200, 250	160, 200, 250, 320	200, 250, 320, 400
Объемная производительность $Q_{en}$ при $P_{en} = 0,1$ МПа	0,3- 1,1	0,6- 2,2	1,1-3,7	1,8-6,4	2,7- 10,1	4,4- 21,1	6,7- 31,8	10,2- 47,4	10,3- 78,7	21,05- 117,3	37,67- 180,3	51,6-282
Граничная крупность разделения $\delta_{гр}$ , мкм	2,3- 64	2,3-84,9	3,4- 92,9	4,3-103,0	6,1- 150	6,6- 311	8,9- 330,8	10,5- 342	12,5- 413,3	15,3- 685,5	17,5 - 745,0	20,5- 884

\* ГНС - со сборными элементами рабочей камеры. ГН - гидроциклон напорный с монолитными элементами.

**1.26.** Гидроциклоны малых диаметров объединяются в батареи и блоки (мультициклоны), что позволяет при обеспечении требуемого эффекта очистки и производительности добиться максимальной компактности установки.

Батарейные гидроциклоны имеют единую систему питания, а также системы сбора верхнего и нижнего продуктов разделения. Батарейный гидроциклон, состоящий из 12 аппаратов  $D_{hc} = 75$  мм, имеющий производительность 60-70 м<sup>3</sup>/ч, изготавливает опытно-экспериментальный завод Леннихиммаш. Материал - нержавеющая сталь.

Аппарат рекомендуется к применению в технологических процессах очистки производственных сточных вод литейных, стекольных и керамических производств и т.д. Опытно-экспериментальный завод Дзержинского филиала Леннихиммаш изготавливает батарейные гидроциклоны, включающие шесть единичных гидроциклонов  $D_{hc} = 125$  мм ( $d_{en} = 25$  мм;  $d_{ex} = 35$  мм;  $d_{шл} = 12$  мм;  $\alpha = 10^\circ$ ). С целью сокращения расхода шлама и повышении надежности работы батареи, единичные гидроциклоны снабжаются автопульсирующими шламовыми патрубками.

Производительность батарейного гидроциклона при давлении питания 0,4 МПа-120 м<sup>3</sup>/ч. Материал - нержавеющая сталь.

Центральным научно-исследовательским институтом крахмало-паточной промышленности (ЦНИИКПП) разработаны конструкции мультигидроциклонов марки ГБ-2, ГБ-3, ГБ-6, ГБ-7, ГП-8, (табл. 7). Серийное производство аппаратов осуществляет Корневский опытный завод ЦНИИКПП.

Единичные аппараты изготовляют из пластмасс. Основные геометрические размеры и технологические параметры мультигидроциклонов приведены в табл. 7. Назначение аппаратов; разделение суспензии картофеле- и кукурузо-крахмального производства. В технологии очистки сточных вод мультигидроциклонов ЦНИИКПП рекомендуется применять для механической очистки промышленных стоков, содержащих минеральные частицы размером  $\delta = 200$  мкм и плотностью  $\rho_T = 2,7$  г/см<sup>3</sup>.

Таблица 7

Наименование узлов и деталей. Технические параметры	Тип мультигидроциклонов				
	ГБ-2*	ГБ-3*	ГБ-6**	ГБ-7**	ГБ-8**
1	2	3	4	5	6
Единичный гидроциклон:					
диаметр цилиндрической части $D_{hc}$ , мм	20	20	20	20	20
размер питающего патрубка $d_{en}$ , мм	2x5	2x5	2x5	2x5	2x5
диаметр сливного патрубка $d_{ex}$ , мм	6	6	6	6	6
диаметр шламового патрубка $d_{шл}$ , мм	3	3	3	3	3
Угол конической части $\alpha$ , град	10	10	10	10	10
Число гидроциклонов в выпускаемых, шт	29	48	16	24	48
Давление питания мультигидроциклонов $P_{en}$ , МПа	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,5
Объемная производительность блока $Q_{об}$ , м <sup>3</sup> /ч	15,0	25,0	8,0	15,0	25,0
Габариты блока мультигидроциклонов, мм:					
высота	1017	1147	1243	1336	1410
ширина	475	475	374	440	477
длина	475	475	400	400	400
Масса блока мультигидроциклонов, кг	250	290	60	96	133

\* Мультигидроциклоны первого выпуска.

\*\* Модернизированная конструкция мультигидроциклонов.

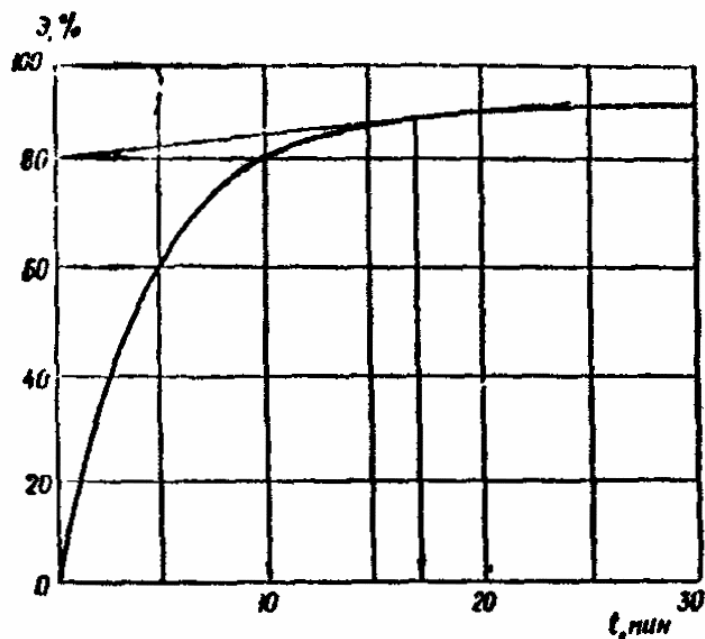


Рис. 12. Кинетика отстаивания сточных вод фасонно-формовочного цеха ( $C_o = 300$  мг/л;  $h = 200$  мм)

1.27. Для проектирования гидроциклонных установок должны быть заданы те же данные о характеристике сточных вод и механических загрязнений, что и при проектировании других методов механической очистки.

1.28. По кривой кинетики отстаивания (рис. 12) по заданному эффекту очистки определяется охватывающая гидравлическая крупность  $U_o$ , мм/с:

$$U_o = h/t, \quad (29)$$

затем из точки на оси ординат, соответствующей требуемому эффекту очистки, проводится касательная к кривой  $\mathcal{E} = f(t)$ , из точки касания опускается перпендикулярна ось абсцисс и по найденному времени  $t_{cp}$  определяется граничная гидравлическая крупность  $U_{cp}$  задерживаемых частиц, мм/с;

$$U_{cp} = h/t_{cp}, \quad (30)$$

по которой по формуле Стокса рассчитывается граничный диаметр задерживаемых при заданном эффекте частиц

$$\delta_{cp} = \sqrt{\frac{18\mu U_{cp}}{100(\rho_T - \rho_{ж})g}}. \quad (31)$$

1.29. После определения граничной крупности частиц, которые требуется выделить по табл.5-7, подбирается диаметр гидроциклона, в котором эти частицы могут быть выделены, назначаются размеры его основных узлов  $d_{en}$ ,  $d_{ex}$ ,  $d_{ил}$ ,  $H_u \propto H_K$  (см. рис. 10) и назначается давление  $P_{en}$ , под которым исходная вода будет подаваться на гидроциклоны. Затем исходя из заданных размеров гидроциклона рассчитывается граничная крупность разделения, мкм:

$$\delta_{cp} = 2,7 \cdot 10^3 \frac{D_{hc}^{0,543} d_{en}^{1,643} d_{bx}^{0,014} \mu^{0,5}}{d_{ил}^{0,572} H_u^{0,507} H_K^{0,714} (\rho_T - \rho_{ж})^{0,5} P_{en}^{0,222}}. \quad (32)$$

1.30. В случае если рассчитанная крупность  $\delta_{гр}$  будет больше крупности, которая соответствует требуемому эффекту очистки, определенной по формуле (32), то подбор

гидроциклона необходимо повторить, изменяя его конструктивные размеры и давление на входе. На основании формулы (32) в ГИСИ им. В.В. Куйбышева составлена номограмма, упрощающая определение  $\delta_{гр}$ .

**1.31.** После уточнения всех геометрических размеров гидроциклона определяется его производительность. Для гидроциклонов, работающих без противодействия, расчет производительности следует производить по формуле (42) СНиП 2.04.03-85. Для получения более точных расчетов рекомендуется следующая формула л/с:

$$Q_{en} = 1,03 \cdot D_{hc}^{0,053} d_{en}^{1,28} d_{ex}^{0,405} d_{шл}^{0,143} H_{ц}^{0,015} \alpha^{0,025} P_{en}^{0,443}. \quad (33)$$

После определения производительности одного аппарата, исходя из общего количества сточных вод, определяют число рабочих гидроциклонов, назначают общее количество аппаратов и приступают к проектированию гидроциклонной установки в соответствии со СНиП 2.04.03-85.

**1.32.** Потери воды с выделенным осадком, удаляемым через шламовую насадку  $d_{шл}$ , л/с, определяются по уравнению

$$q_{шл} = 0,026 \frac{D_{hc}^{1,45} d_{en}^{0,24} d_{шл}^{0,286} H_{ц}^{0,09}}{d_{ex}^{2,318} \alpha^{0,46} P_{en}^{0,32}} \quad (34)$$

**1.33.** Для примерного расчета потерь воды с выделяемым осадком следует принимать для гидроциклонов диаметром меньше 100 мм - 0,07-0,08  $Q_{en}$ , более 100 мм - 0,04-0,03  $Q_{en}$ .

### Примеры расчета гидроциклонов

*Пример 7.* Требуется рассчитать открытый гидроциклон для очистки сточных вод, образующихся при мойке грузовых автомобилей. Расход сточных вод составляет 50 м<sup>3</sup>/ч. Гидроциклон применен на первой ступени очистки и должен задерживать частицы гидравлической крупностью 0,3 мм/с.

Для расчета принимаем открытый гидроциклон с конической диафрагмой и внутренним цилиндром (см. рис. 7, в).

По формуле (38) СНиП 2.04.03-85 рассчитываем удельную гидравлическую нагрузку на гидроциклона

$$q_{hc} = 3,61,98 \cdot 0,3 = 2,14 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Определяем общую площадь зеркала воды в гидроциклонах

$$F_{hc} = 50/2,14 = 23,4 \text{ м}^2.$$

Задавшись диаметром гидроциклона  $D_{hc} = 3$  м, рассчитываем их количество  $N$ , шт.:

$$N = 23,4/3^2 \cdot 0,785 = 3,3$$

Принимаем 3 гидроциклона диаметром  $D_{hc} = 3$  м.

По табл. 4 рассчитываем все конструктивные размеры гидроциклона с конической диафрагмой и внутренним цилиндром (графа 5): высота цилиндрической части,  $H_{hc} = 3$  м; диаметр впускного патрубка  $d_{en} = 150$  мм; количество патрубков  $n = 2$ ; угол конической части  $\alpha = 60^\circ$ ; угол конуса диафрагм  $\beta = 90^\circ$ ; диаметр центрального отверстия в диафрагме  $d_d = 1,5$  м; диаметр внутреннего цилиндра  $D_1 = 2,64$  м; высота внутреннего цилиндра  $H_1 = 3$  м; высота водосливной стенки  $H_2 = 0,6$  м; диаметр водосливной стенки  $D_2 = 3,2$  м; диаметр водопогруженного щита  $D_3 = 3$  м. Выбираем материал для изготовления гидроциклона.

При решении о применении железобетона для выполнения корпуса аппарата в проекте обязательно должно быть оговорено неременное применение опалубки, позволяющей получить гладкую внутреннюю поверхность в аппарате.



Далее с учетом п. 6.89 СНиП 2.04.03-85 приступают к проектированию схемы гидроциклонной установки.

*Пример 8.* Требуется запроектировать установку с многоярусными гидроциклонами для очистки сточных вод цеха среднесортного проката. Расход сточных вод  $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Расход воды практически постоянен в течение суток. Температура воды  $T_w$  в течение года изменяется в пределах  $15-30^\circ\text{C}$ . Концентрация взвесей в исходной воде составляет  $250 \text{ мг/л}$ , масла  $60 \text{ мг/л}$ .

В очищенной воде содержание тяжелых примесей не должно превышать  $60 \text{ мг/л}$ , масел  $25 \text{ мг/л}$ . По данным анализа кривых кинетик отстаивания сточных вод при температуре  $20^\circ\text{C}$  в слое  $h = 200 \text{ мм}$ , требуемая степень очистки обеспечивается при задержании частиц тяжелых примесей крупностью  $0,3 \text{ мм/с}$  и  $0,5 \text{ мм/с}$  - легче воды, поэтому за расчетную принимается  $0,3 \text{ мм/с}$ .

Принимаем многоярусный гидроциклон с центральными выпусками (см. рис. 8).

Расчет производится в следующем порядке.

Задаемся диаметром гидроциклона  $D_{hc} = 5 \text{ м}$ .

По формулам (38), (39) СНиП 2.04.03-85 рассчитываем удельную гидравлическую нагрузку, приходящуюся на один ярус гидроциклона:

$$q_{hc} = 3,6 \cdot 0,75 \cdot 0,3 \cdot \frac{5^2 - (1 + 0,7)^2}{5^2} = 0,7 \text{ м}^2 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Зная диаметр аппарата ( $D_{hc} = 5 \text{ м}$ ), определим расход воды, который может подаваться на один ярус:

$$q'_{hc} = 0,785 \cdot 5^2 \cdot 0,7 = 13,73 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем количество ярусов

$$n_{ii} = 1200/13,73 = 87,4 \approx 88 \text{ шт.}$$

Задавшись количеством ярусов в гидроциклоне  $n = 15 \text{ шт.}$ , определяем количество рабочих аппаратов

$$N = 88/15 \approx 6 \text{ шт.}$$

По табл. 4 назначаем основные размеры аппарата.

*Пример 9.* Требуется запроектировать установку с многоярусными гидроциклонами для очистки сточных вод от вагранок литейного цеха.

Расход сточных вод  $680 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Расход воды практически постоянен в течение суток. Температура воды в течение года изменяется в пределах  $22-60^\circ\text{C}$ . За расчетную принимаем  $30^\circ\text{C}$ . Концентрация взвесей в исходной воде составляет  $800-1200 \text{ мг/л}$ . В очищенной воде содержание тяжелых примесей не должно превышать  $150 \text{ мг/л}$ .

По данным анализа кривых кинетик отстаивания сточных вод при температуре  $20^\circ\text{C}$ , в слое  $h = 200 \text{ мм}$  требуемая степень очистки обеспечивается при задержании частиц крупностью  $0,2 \text{ мм/с}$ .

В качестве очистного сооружения принимаем многоярусный гидроциклон с периферийным отбором очищенной воды (см. рис. 9). Расчет производится в следующем порядке.

Задаемся следующими параметрами гидроциклона: диаметр гидроциклона  $D_{hc} = 5 \text{ м}$ ; диаметр центрального отверстия верхней диафрагмы прямого яруса  $d_d = 1 \text{ м}$ ; высота ярусов  $h_{ii} = 0,12 \text{ м}$ .

По формулам (38), (40) СНиП 2.04.03-85 рассчитываем удельную гидравлическую нагрузку, приходящуюся на один ярус гидроциклона,  $b$  - ширина периферийной щели для отвода очищенной воды, назначаем  $b = 0,1 \text{ м}$ ;  $K_{set}$  - коэффициент использования объема яруса, так как гидравлическая нагрузка на ярус обещает быть небольшой, принимаем  $K_{set} = 0,4$ .

Если температуру оборотной воды принимаем равной 30°C, тогда гидравлическая крупность по зависимости (31) СНиП 2.01.03-85 при этой температуре составит

$$U_0' = 0,2 \cdot 1/0,8 = 0,25 \text{ мм/с};$$

$$q_{hc} = 3,6 \cdot 2 \cdot \frac{5^2 - (1 + 2 \cdot 0,1)^2}{5^2} \cdot 0,25 \cdot 0,4 = 0,679 \text{ м}^3 / (\text{см}^2 \cdot \text{ч}).$$

Зная диаметр аппарата ( $D_{hc} = 5 \text{ м}$ ), определим расход воды, который может подаваться на один ярус

$$Q_{hc} = F_{hc} q_{hc} = \frac{\pi D_{hc}^2}{4} q_{hc} = 5^2 \cdot 0,679 = 13,33 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Определим количество ярусов

$$n_{ii} = 680/13,33 = 51 \text{ шт.}$$

Задавшись количеством пар ярусов в гидроциклоне  $n_I = 15 \text{ шт.}$ , определим количество аппаратов

$$N = 51/15 = 3,4 \approx 4 \text{ шт.}$$

По табл. 4 (графа 7) назначаем все остальные размеры многоярусного гидроциклона: высоту цилиндрической части определяем исходя из количества ярусов  $H_{ц} = 2 h_{ii} n_{ii} + 400 = 4000 \text{ мм}$ ; количество впусков  $n_{en} = 3$ ; угол конической части,  $\alpha = 60^\circ$ ; угол конуса диафрагм,  $\beta = 50^\circ$ ; диаметр центрального отверстия,  $d_d = 1 \text{ м}$ ; высоту ярусов принимаем  $h_{ii} = 0,12 \text{ м}$ ; зазор между корпусом и диафрагмой  $\Delta D = 0,1 \text{ м}$ ; скорость потока на входе  $v_{cn} = 0,3 \text{ м/с}$ ; размер впускной щели: высота 0,12 м; ширина  $13,3 \cdot 1000/0,3 \cdot 3600 = 12 \text{ мм}$ ; высота водосливной стенки  $H_2 = 0,5 \text{ м}$ .

*Пример 10.* Требуется запроектировать очистные сооружения фасонно-формовочного цеха, сточные воды которого в основном представлены пылевидными частицами песка, глины, шлака, формовочной земли и т. д. Расход сточных вод в среднем составляет 120 м<sup>3</sup>/ч. Концентрация взвешенных веществ изменяется в пределах 1500-3000 мг/л. Кривая кинетики отстаивания приведена на рис. 12. По требованиям производств эту воду необходимо очистить до 10 мг/л, т. е. 99,7 %. Подобные жесткие требования диктуются условиями предохранения плунжерных насосов от абразивного износа. Этими насосами очищенная сточная вода будет подаваться в технологический процесс. Температура воды 20°C; pH = 6-7. Удельный вес механических загрязнений в среднем равен:  $\rho_r = 2,6 \text{ г/см}^3$ .

Расход воды следует считать постоянным в течение суток.

Для достижения столь грубой степени очистки принимаем двухступенную схему очистки, по которой на период ступени применены напорные гидроциклоны, в которых обеспечивается удаление основной массы механических загрязнений ( $\Theta = 80\%$ ), на второй ступени - отстаивание с применением реагентов. В данном примере рассматривается лишь расчет напорных гидроциклонов.

По кривой кинетики отстаивания (см. рис. 12) по заданному эффекту  $\Theta = 80\%$  определяем охватывающую гидравлическую крупность  $U_0 = 200/10,60 = 0,33 \text{ мм/с}$ .

Затем из точки на оси ординат, соответствующей заданному эффекту очистки (80%), проводим касательную к кривой. Из точки касания опускаем перпендикуляр на ось абсцисс и по найденному времени  $t_{2p} = 16,5 \text{ мин}$  рассчитываем граничную гидравлическую крупность

$$U_{rp} = 200/(16,5 \cdot 60) = 0,2 \text{ мм/с}.$$

Затем по формуле (31) рассчитываем граничный диаметр  $\delta_{гр}$ , мкм, задерживаемых частиц

$$\delta_{gp} = \sqrt{\frac{18 \cdot 0,01 \cdot 0,002}{(2,6 - 1) \cdot 980}} = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ см} = 45,7 \text{ мкм}.$$

После определения граничной крупности по табл. 6 подбираем гидроциклон, который может выделить частицы этой крупности  $D_{hc} = 80$  мм и по этой же таблице в соответствии с рекомендуемыми соотношениями СНиП 2.04.03-85 назначаем размеры основных рабочих узлов  $d_{en} = 80 \cdot 0,25 = 20$  мм;  $d_{ex} = 20/0,6 = 32$  мм;  $d_{инл} = 10$ ;  $H_{ц} = 4D_{hc} = 4 \cdot 80 = 320$  мм;  $\alpha = 10^\circ$ ;

$$H_k = D_{hc} / (2 \operatorname{tg} \alpha / 2) = 457 \text{ мм}.$$

Давление питания принимаем  $P_{en} = 0,3$  МПа.

По формуле (32) определяем  $\delta_{гр}$

$$\delta_{gp} = 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{8^{0,543} 2^{1,643} 3,2^{0,014} 0,01^{0,5}}{1,6^{0,572} 32^{0,507} 45,7^{0,714} 1,6^{0,5} 0,3^{0,222}} = 27 \text{ мкм}.$$

Вследствие того, что полученное значение  $\delta_{гр} = 27$  мкм меньше значения  $\delta_{гр} = 47,5$  мкм, которое требуется обеспечить, ожидается, что подобранный гидроциклон обеспечит эффект очистки несколько выше задаваемого.

В случае, если определенная  $\delta_{гр}$  была бы больше заданного, потребовалось бы подбор повторить, задаваясь другими размерами гидроциклона.

Далее по формуле (33) определяем производительность одного аппарата

$$Q_{en} = 1,03 \cdot 0,8^{0,053} \cdot 2^{1,28} \cdot 3,2^{0,405} \cdot 1,6^{0,143} \cdot 3,2^{0,015} \cdot 10^{0,025} \cdot 0,3^{0,443} = 3,7 \text{ л/с} = 13,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Исходя из общего количества сточных вод для их очистки потребуется гидроциклонов

$$N = 120/13,4 = 8,9 \approx 9 \text{ шт}.$$

В соответствии с п. 6.91 СНиП 2.04.03-85 установка должна включить 9 рабочих аппаратов и 1 (один) резервный. После определения количества гидроциклонов определяем расход воды, удаляемой со шламом, на который нужно рассчитывать уплотнитель осадка

$$q_{инл} = 0,07 (13,4 \cdot 9) = 8,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

## 2. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

### Аэротенки

**2.1.** В соответствии с СНиП 2.04.03-85 технологические параметры аэротенков определяются расчетом по зависимостям (48)-(67). На очистных станциях производительностью более 30000 м<sup>3</sup>/сут аэротенки, как правило, устраиваются в виде железобетонных резервуаров глубиной 4-5 м, шириной коридоров 6-9 или 12 м. Количество коридоров и их длин зависят от типа аэротенка и компоновки очистных сооружений.

### Аэротенки - смесители без регенераторов

**2.2.** Сооружения этого типа целесообразно применять для очистки производственных сточных вод при относительно небольших колебаниях их состава и присутствии в воде преимущественно растворенных органических веществ, например

на второй ступени биологической очистки сточных вод и системы канализации нефтеперерабатывающих заводов.

*Пример.* Исходные данные: расчетный расход сточных вод в смеси с городскими 1250 м<sup>3</sup>/ч; БПК<sub>долн</sub> воды (после аэротенков I ступени) и смешения с городскими в соотношении 1:1 ( $L_{en}$ ) = 150 мг/л; БПК<sub>долн</sub> очищенной воды ( $L_{ex}$ ) = 15 мг/л.

Значения констант принимаются из уравнения (40) СНиП 2.04.03-85:  $\rho_{max} = 59$  мг БПК<sub>долн</sub>/(г·ч);  $K_l = 24$  мг/л;  $K_0 = 1,66$  мг/л;  $\varphi = 0,158$  л/г.

Доза ила и концентрация растворенного кислорода должны определяться по технико-экономическим расчетам. В данном случае практически установлены  $a_i = 2$  г/л;  $C_0 = 2$  мг/л. Величина  $\rho$ , рассчитанная по уравнению (49) СНиП 2.04.03-85, составит

$$\rho = \frac{\rho_{max} L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_l C_0 + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_i} =$$

$$= \frac{59 \cdot 15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 24 \cdot 2 + 1,66 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,158 \cdot 2} = 13,02 \text{ мг БПК}_{полн}(\text{г} \cdot \text{ч}).$$

Период аэрации определяется по уравнению (48) СНиП 2.04.03-85

$$t_{atm} = (L_{en} - L_{ex}) / a_i (1 - s) \rho = \frac{150 - 15}{2(1 - 0,3)13,02} = 7,4 \text{ ч};$$

$$q_i = 24 t_{atm}.$$

Объем аэротенков

$$W_{at} = q_w t_{atm} = 1250 \cdot 7,4 = 9250 \text{ м}^3$$

Степень рециркуляции определяется по формуле (52) СНиП 2.04.03-85. В первом приближении принимать  $I_i = 100$  см<sup>3</sup>/г, который потом уточняется по табл. 41 СНиП 2.04.03-85, исходя из нагрузки на ил.

### Аэротенки-смесители с генераторами

**2.3.** Эти сооружения применяются для очистки производственных сточных вод со значительными колебаниями состава и расхода стоков и присутствии в них эмульгированных и биологически трудноокисляемых компонентов, например, при очистке сточных вод 1 ступени второй системы канализации ППЗ.

*Пример расчета.*

Исходные данные: расчетный расход (с учетом неравномерности поступления)  $q_w = 625$  м<sup>3</sup>/ч;  $L_{en} = 300$  мг/л;  $L_{ex} = 100$  мг/л.

Значения констант уравнения (49) приведены в табл. 40 СНиП 2.04.03-85:  $\rho_{max} = 59$  мг БПК<sub>полн</sub>/(г·ч);  $K_l = 24$  мг/л;  $K_0 = 1,66$  мг/л;  $\varphi = 0,158$  л/г.

По данным технико-экономического расчета или опыту эксплуатации принимаются величины средней дозы ила  $a_{imix} = 3,5$  г/л и концентрации растворенного кислорода  $C_0 = 2$  мг/л.

Для расчета аэротенков, предназначенных для очистки производственных сточных вод, степень регенерации  $R_r$  задается по данным исследований или по опыту эксплуатации.

В данном случае степень регенерации принимается  $R_r = 0,3$  (объем, занятый регенератором, составляет 30 %), иловой индекс  $I_i = 100$  см<sup>3</sup>/г.

По формуле (52) СНиП 2.04.03-85 определяется коэффициент рециркуляции

$$R_i = a_i / (1000 / I_i - a_i) = 3,5 / \left( \frac{1000}{100} - 3,5 \right) = 0,54.$$

Средняя скорость окисления  $\rho$  в системе аэротенка с регенератором  $a_{mix} = 3,5$  г/л определяется по формуле (49) СНиП 2.04.03-85, а значения констант по табл. 40 СНиП 2.04.03-85

$$\rho = \frac{59 \cdot 100 \cdot 2}{100 \cdot 2 + 24 \cdot 2 + 1,66 \cdot 100} \frac{1}{1 + 0,158 \cdot 3,5} = 18,3 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г} \cdot \text{ч}).$$

Общий период окисления при  $\rho = 18,3$  рассчитываем по формуле (48) СНиП 2.04.03-85

$$t_{atm} = \frac{300 - 100}{3,5(1 - 0,3)18,3} = 4,46 \text{ ч.}$$

Общий объем аэротенка и регенератора

$$W_{atm} + W_r = q_w t_{atm} = 625 \cdot 4,46 = 2788 \text{ м}^3.$$

Общий объем аэротенка определяется по формуле

$$\begin{aligned} W_{atm} &= (W_{atm} + W_r) / \left(1 + \frac{R_r}{1 - R_r}\right) = \\ &= 2788 / \left(1 + \frac{0,3}{1 - 0,3}\right) = 1952 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Объем регенератора  $W_r = 2788 - 1952 = 836 \text{ м}^3$ .

С учетом величины периода аэрации следует уточнить нагрузку на ил, а затем значения илового индекса. По формуле (53) СНиП 2.04.03-85 определим значения  $q_i$

$$q_i = \frac{(300 - 100)24}{3,5 \cdot 4,46(1 - 0,3)} = 439 \text{ мг/г} \cdot \text{сут.}$$

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 при этом значении  $q_i$  для сточных вод НПЗ  $I_i = 74 \text{ см}^3/\text{г}$ , что отличается от ранее принятого  $I_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$ .

С учетом проектирования значения  $I_i$  по формуле (52) СНиП 2.04.03-85 уточняется величина коэффициента рециркуляции

$$R_i = \frac{3,5}{\left(\frac{1000}{74} - 3,5\right)} = 0,35.$$

Для расчета вторичного отстойника уточняется доза ила в аэротенке по следующей формуле:

$$a_i = \frac{(W_{atm} - W_r)a_{mix}}{\left[W_{atm} + \left(\frac{1}{2R_i} + W_r\right)\right]}. \quad (35)$$

Подставляя численные значения в формулу (35), получим

$$a_i = (2788 \cdot 3,5) / \left[1952 + \left(\frac{1}{2 \cdot 0,35} + 1\right)836\right] = 2,45 \text{ г/л.}$$

Гидравлическая нагрузка на вторичный отстойник определяется по формуле (67) СНиП 2.04.03-85 с учетом допустимого выноса ила из отстойника после I ступени биологической очистки  $a_i = 30 \text{ мг/л}$ . Принимается радиальный отстойник с

коэффициентом использования объема  $K_{ss} = 0,4$ , для которого при глубине зоны отстаивания 3 м гидравлическая нагрузка будет равна:

$$q_{ssa} = 4,5 K_{ss} H_{set}^{0,8} / (0,1 I_i a_i)^{0,5-0,01 a_i} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 2,45)^{0,5-0,01 \cdot 39}} = 2,39 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

### Аэротенки-вытеснители с регенераторами

**2.4.** Сооружения этого типа применяются для очистки городских сточных вод и близких к ним по составу промышленных при незначительных колебаниях в составе и расходе.

*Пример расчета.*

Исходные данные: расчетный часовой расход сточных вод  $q_W = 4200 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; величина БПК<sub>полн</sub> исходной воды  $L_{en} = 250 \text{ мг/л}$ ; требуемая величина БПК<sub>полн</sub> очищенных вод  $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$  допустимый вынос ила из вторичных отстойников  $a_i = 10 \text{ мг/л}$

В начале по формуле (52) СНиП 2.04.03-85 определяются степень рециркуляции  $R_i$ , причем, в первом приближении принимается величина  $J_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$ . Доза ила в аэротенке определяется оптимизационным расчетом с учетом работы вторичных отстойников, ориентировочно  $a_i = 3 \text{ мг/л}$ .

$$R_i = 3 / \left( \frac{1000}{100} - 3 \right) = 0,43.$$

Величина БПК<sub>полн</sub> воды, поступающей в начало аэротенка-вытеснителя  $L_{mix}$ , определяется по формуле (51) СНиП 2.04.03-85 с учетом разбавления циркуляционным илом

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} R_i}{1 + R_i} = \frac{250 + 15 \cdot 0,43}{1 + 0,43} = 179 \text{ мг/л}.$$

Период пребывания сточных вод в аэротенке рассчитывается по формуле

$$t_{av} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{mix}}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \lg \frac{179}{15} = 1,55 \text{ ч}.$$

Доза ила в регенераторе определяется зависимостью (55) СНиП 2.04.03-85. В первом приближении

$$a_r = \left( \frac{1}{2R_i} + 1 \right) a_i = \left( \frac{1}{20,43} + 1 \right) 3 = 6,49 \text{ г/л}.$$

Удельная скорость окисления  $\rho$  рассчитывается по формуле (49), где величины констант и коэффициентов следует брать из табл. 40 СНиП 2.04.03-85. Для городских сточных вод  $\rho_{\max} = 85 \text{ мг БПК}_{\text{допн}}/(\text{г} \cdot \text{ч})$ ;  $K_i = 33 \text{ мг/л}$ ;  $K_0 = 0,626 \text{ мг/л}$ ;  $\varphi = 0,07 \text{ л/г}$ ;  $s = 0,3$ .

Концентрация кислорода и доза ила определяется оптимизационным расчетом. Для регенератора принимается в данном случае  $C_o = 2 \text{ мг/л}$ ,  $a_r = 6,49 \text{ г/л}$ ,

$$\rho = \frac{85 \cdot 15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 6,49} = 16,6 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г} \cdot \text{ч}).$$

Продолжительность окисления загрязнений рассчитывается по формуле (54) СНиП 2.04.03-85

$$t_o = (L_{en} - L_{ex}) / R_i a_r (1 - s) \rho = \frac{250 - 15}{0,43 \cdot 6,49(1 - 0,3)16,6} = 7,29 \text{ ч.}$$

Продолжительность регенерации ила по формуле (57) СНиП 2.04.03-85

$$t_r = t_o - t_{at} = 7,29 - 1,55 = 5,74 \text{ ч.}$$

Продолжительность пребывания в системе аэротенк-регенератор рассчитывается по формуле

$$t = (1 + R_i)t_{ato} + R_i t_r \quad (36)$$

Подставив численные значения, получим  $t = (1 + 0,43)1,55 + 0,43 \cdot 5,74 = 4,68 \text{ ч.}$

Объем аэротенка определяется по формуле (58) СНиП 2.04.03-85

$$W_{at} = t_{ato}(1 + R_i)q_w = 1,55(1 + 0,43)4200 = 9309 \text{ м}^3$$

Объем регенератора - по формуле (59) СНиП 2.04.03-85

$$W_r = t_r R_i q_w = 5,74 \cdot 0,43 \cdot 4200 = 10366 \text{ м}^3.$$

Для уточнения илового индекса определяется средняя доза ила в системе аэротенк-регенератор по формуле

$$a_{mix} = [(1 + R_i)t_{at}a_i + R_i t_r a_r] / t, \quad (37)$$

Подставив численные значения, получим

$$a_{mix} = [(1 + 0,43)1,55 \cdot 3 + 0,43 \cdot 5,74 \cdot 6,49] / 4,68 = 5,45 \text{ г/л.}$$

По формуле (53) СНиП 2.04.03-85 определяется нагрузка на ил  $q_i$ , где доза ила принимается равной величине  $a_{mix}$ , а период аэрации равен продолжительности пребывания в системе аэротенк - регенератор  $t$ :

$$q_i = \frac{24(250 - 15)}{5,45 \cdot 0,7 \cdot 4,68} = 355 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{полн}} / (\text{г} \cdot \text{сут}).$$

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 для ила городских сточных вод при  $q_i = 355 \text{ мг} / (\text{г} \cdot \text{сут})$ ,  $J_i = 76 \text{ см}^3 / \text{г}$ . Эта величина отличается от принятой ранее  $J_i = 100 \text{ см}^3 / \text{г}$ .

По формуле (52) СНиП 2.04.03-85 с учетом скорректированной величины  $J_i = 76 \text{ см}^3 / \text{г}$  уточняется степень рециркуляции

$$R_i = 3 / \left( \frac{1000}{76} - 3 \right) = 0,29.$$

Принимается  $R_i = 0,3$ . Эта величина существенно отличается от рассчитанной в первом приближении, поэтому нуждается в уточнении величины  $L_{mix}$  и  $t_{ai}$ . По формуле (51) СНиП 2.04.03-85

$$L_{mix} = \frac{250 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 196 \text{ мг/л.}$$

По формуле (56) СНиП 2.04.03-85

$$t_{atv} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \lg \frac{196}{15} = 1,61 \text{ ч.}$$

По формуле (55) СНиП 2.04.03-85

$$a_r = \left( \frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) 3 = 8 \text{ г/л.}$$

По формуле (49) СНиП 2.04.03-85

$$\rho = \frac{85 \cdot 15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15 + 0,07 \cdot 8} = 15,47 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{полн}} / (\text{Г} \cdot \text{ч}).$$

По формуле (54) СНиП 2.04.03-85

$$t_o = \frac{250 - 14}{0,3 \cdot 8(1 - 0,3)15,47} = 9,04 \text{ ч.}$$

По формуле (57) СНиП 2.04.03-85

$$t_r = 9,04 - 1,6 = 7,44 \text{ ч.}$$

Продолжительность пребывания в системе аэротенк-регенератор по формуле (36)

$$t = (1 + 0,3) 1,6 + 0,3 \cdot 7,44 = 4,31 \text{ ч.}$$

Объем аэротенка по формуле (58) СНиП 2.04.03-85

$$W_{at} = 1,6(1 + 0,3)4200 = 8790 \text{ м}^3.$$

Объем регенератора по формуле (57) СНиП 2.04.03-85

$$W_r = 7,44 \cdot 0,3 \cdot 4200 = 9374 \text{ м}^3.$$

Далее необходима проверка величины  $a_{mix}$  по формуле (37)

$$a_{mix} = [(1 + 0,3)1,6 \cdot 3 + 7,44 \cdot 0,3 \cdot 8] / 4,31 = 4,79 \text{ г/л},$$

с учетом которой нагрузка на ил будет равна:

$$q_i = \frac{24(250 - 15)}{4,79 \cdot 0,7 \cdot 4,31} = 390 \text{ мг/Г} \cdot \text{сут};$$

величина  $J_i$  по табл. 41 СНиП 2.04.03-85 равна  $79 \text{ см}^3/\text{г}$ , что не существенно отличается от ранее определенного значения этой величины, и дальнейшей корректировки расчетов не требуется.

Вторичные отстойники для аэротенков-вытеснителей с регенераторами рассчитываются по формуле (67) СНиП 2.04.03-85, в котором значения  $a_i$  и  $a_t$  соответствуют первоначально заданным величинам, значение  $J_i$  принимается на основе последних корректировок, в данном случае для радиальных отстойников при  $K_{ss} = 0,4$  и  $H_{set} = 3 \text{ м}$

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 79 \cdot 3)^{0,5 - 0,01 \cdot 15}} = \frac{4,33}{3,02} = 1,43 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}.$$

## Аэротенки-вытеснители без регенераторов

**2.5.** Сооружения этого типа рекомендуется применять для очистки городских и близких к ним по составу производственных сточных вод с БПК<sub>полн</sub> не более 150 мг/л, либо на второй ступени биологической очистки.

*Пример расчета.*

Исходные данные: расчетный расход сточных вод  $q_w = 4200 \text{ м}^3/\text{ч}$ , для городских сточных вод БПК<sub>полн</sub> исходной воды  $L_{en} = 150 \text{ мг/л}$ ; БПК<sub>полн</sub> очищенных вод  $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$ ; вынос ила из вторичных отстойников  $a_t = 15 \text{ мг/л}$ .

В начале определяется степень рециркуляции  $R_i$ , в которой величина илового индекса в первом приближении принимается  $J_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$  доза ила в аэротенке -  $a_i$



устанавливается в результате технико-экономических расчетов. Ориентировочно  $a_i = 3$  мг/л. По формуле (52) СНиП 2.04.03-85

$$R_i = 2 / \left( \frac{1000}{100} - 2 \right) = 0,25.$$

Для обеспечения нормального удаления ила из вторичных отстойников с илососами следует принимать  $R_i = 0,3$ .

БПК<sub>полн</sub> воды, поступающей в начало аэротенка-вытеснителя  $L_{mix}$  с учетом разбавления циркуляционным илом рассчитывается по формуле (51) СНиП 2.04.03-85

$$L_{mix} = \frac{150 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 119 \text{ мг/л.}$$

Период аэрации определяется по уравнению (50) СНиП 2.04.03-85, в котором значения констант и коэффициентов для рассматриваемого примера по табл. 40 СНиП 2.04.03-85 имеют следующие значения:  $\rho_{max} = 85$  мг/(г·ч),  $K_i = 33$  мг/л;  $K_O = 0,626$  мг/л;  $\varphi = 0,07$  л/г;  $s = 0,3$ . При  $L_{ex} = 15$  мг/л коэффициент  $K_p = 1,5$ . Концентрация кислорода определяется технико-экономическими расчетами с учетом типа аэраторов. Приблизительно  $C_o = 2$  мг/л.

$$t_{av} = \frac{1 + \varphi a_i}{\rho_{max} C_o a_i (1 - s)} \left[ (C_o + K_O)(L_{mix} - L_{ex}) + K_i C_o \ln \frac{L_{mix}}{L_{ex}} \right] K_p =$$

$$= \frac{1 + 0,07 \cdot 2}{85 \cdot 2 \cdot 2(1 - 0,3)} \left[ (2 + 0,625)(119 - 15) + 33 \cdot 2 \cdot 2,31 \lg \frac{119}{15} \right] = 2,96 \text{ ч.}$$

Объем аэротенка и вытеснителя с учетом рециркуляционного расхода определяется по зависимости (58) СНиП 2.04.03-85.

$$W_{at} = t_{av}(1 + R_i)q_w = 2,96(1 + 0,3)4200 = 16162 \text{ м}^3.$$

Для расчета вторичного отстойника следует уточнить величину илового индекса по нагрузке на ил, которая рассчитывается по формуле (53) СНиП 2.04.03-85, где для аэротенка-вытеснителя без регенерации исходная величина БПК равна  $L_{mix}$ :

$$q_i = \frac{24(119 - 15)}{2,96 \cdot 2(1 - 0,3)} = 421 \text{ мг / (г·сут).}$$

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 при  $q_i = 421$  мг / (г·сут)  $J_i = 83$  см<sup>3</sup>/г.

При новом значении илового индекса степень рециркуляции уточняется по формуле (52) СНиП 8.04.03-85

$$R_i = 2 / \left( \frac{1000}{83} - 2 \right) = 0,199.$$

но для обеспечения нормального удаления ила следует принять  $R_i = 0,3$ , и, следовательно, дальнейший расчет в корректировке не нуждается.

Гидравлическая нагрузка  $q_{ssa}$  на вторичный отстойник определяется по формуле (67) СНиП 2.04.03-85, в котором величина илового индекса принимается после последней корректировки  $J_i = 83$  см<sup>3</sup>/г. Для радиальных отстойников с  $K_{ss} = 0,4$ ;  $H_{set} = 3$  м;

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 83 \cdot 2)^{0,5 - 0,01 \cdot 15}} = \frac{4,33}{2,99} = 1,45 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

## Системы аэрации

**2.6.** Аэраторы должны обеспечивать заданный кислородный режим и необходимую интенсивность перемешивания в аэротенках.

**2.7.** Пневматические аэраторы рассчитываются по зависимостям, приведенным в п. 6.157 СНиП 2.04.03-85. В конструкции мелкопузырчатых аэраторов могут применяться фильтросные пластины и трубы, синтетические ткани, пористые пластины и т. п.

При использовании пористых материалов удельный расход воздуха на единицу рабочей поверхности аэраторов  $J_{a,d}$  зависит от индивидуальных свойств этих материалов и назначается в пределах  $J_{a,d} = 30-100 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ; для фильтросных пластин -  $J_{a,d} = 60-80 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ , для фильтросных труб  $J_{a,d} = 70 - 100 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ , считая на площадь горизонтальной проекции трубы, для синтетических тканей (арт. 56007, арт. 56026)  $J_{a,d} = 50 - 80 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ . Потери напора в фильтросных материалах и тканях следует принимать 0,7-1 м. Скорость выхода воздуха из отверстий дырчатых труб - 50 м/с.

При использовании аэраторов из синтетических тканей или пористых пластмасс целесообразны конструкции в виде решеток шириной до 2 м, что позволяет увеличить площадь полосы аэрации (отношение  $f_{az}/f_{at} = 0,2-0,3$ ), повысить эффективность использования и снизить удельный расход воздуха.

**2.8.** В аэротенках-смесителях пневматические аэраторы располагаются вдоль одной стены коридора равномерно по всей их длине. Количество фильтросных пластин или труб определяется с учетом необходимости интенсивности аэрации и рекомендуемых значений  $J_{a,d}$ . В регенераторах аэраторы размещаются неравномерно по длине: в первой половине в 2 раза больше, чем во второй.

**2.9.** В аэротенках-вытеснителях аэраторы располагаются неравномерно в соответствии со снижением концентрации загрязнений и скоростей биохимического окисления.

*Пример расчета.*

Исходные данные: вид сточных вод (например, городские); расход сточных вод  $q_W = 4200 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; солесодержание воды  $C_s = 3 \text{ г/л}$ ; БПК<sub>полн</sub> исходной и очищенной воды  $L_{en}$  и  $L_{ex}$  - 150 и 15 мг/л, расчетная температура воды  $T_W - 20^\circ\text{C}$ .

Удельный расход воздуха  $q_{air}$ , осуществляется по формуле (61) СНиП 2.04.03-85 для условий полной биологической очистки. В рассматриваемом примере удельный расход кислорода  $q_O = 1,1$  и средняя концентрация кислорода в аэротенке  $C_O = 2 \text{ мг/л}$ .

По данным расчета объем аэротенка  $W_{atv} = 16162 \text{ м}^3$ . Приняв по конструктивным соображениям длину коридора  $l = 60 \text{ м}$  и рабочую глубину  $H_{at} = 4 \text{ м}$ , общая ширина аэротенка будет равна:

$$B_{at} = W_{atv} / H_{at} l = \frac{16162}{(4 \cdot 60)} = 67 \text{ м}.$$

Приняв ширину одного коридора  $b = 6 \text{ м}$ , число коридоров будет равно:

$$n_k = B_{at}/b = \frac{67}{6} = 11,17.$$

Следует принять  $n_k = 12$  и соответственно изменить и длину коридора  $l$

$$B_{at} = n_k b = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м}; l = W_{atv}/H_{at} B_{at} = \frac{16162}{4 \cdot 72} = 56 \text{ м}.$$

В зависимости от температуры воды, ее солесодержания и глубины погружения аэратора растворимость кислорода определяется зависимостью

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \left(\frac{475 - 26,5 \cdot C_s}{33,5 + T_W}\right), \quad (38)$$

где  $h_a = H_{ai} - h_{ay}$ ; при  $h_{ay} = 0,3$  м;  $h_a = 4 - 0,3 = 3,7$  м;  $T_W = 20^\circ\text{C}$ ;  $C_s = 3$  г/л;

$$C_a = \left(1 + \frac{3,7}{20,6}\right) \left(\frac{475 - 26,5 \cdot 3}{33,5 + 20}\right) = 8,72 \text{ мг/л.}$$

Приняв в первом приближении  $f_{az}/f_{ai} = 0,1$ ; по табл. 42 СНиП 2.04.03-85  $K_1 = 1,47$  для аэратора из фильтросных труб при  $h_a = 4$  м, по табл. 43 СНиП 2.04.03-85  $K_2 = 2,52$ . При  $20^\circ\text{C}$  коэффициент  $K_T = 1$ .

Для городских сточных вод коэффициент  $K_3 = 0,85$ . Приведем значения коэффициентов  $K_3$  для некоторых видов производственных сточных вод

Источники сточных вод	$K_3$
Целлюлозно-бумажные комбинаты	0,7-0,8
Молочные заводы	0,8
Производства крафт-бумаги	0,7
Деревообрабатывающие производства	0,08
Бумажные фабрики	0,85
Картонажные фабрики	0,53-0,64
Фармацевтические заводы	0,8-1,6
Заводы синтетического волокна	1-1,8

Для определения интенсивности аэрации по длине аэротенка-вытеснителя строится график изменения БПК<sub>полн</sub> во времени (рис. 13). Периоды аэрации для заданных промежуточных значений  $L_{ex}$  определяются расчетом по формуле (50) СНиП 2.04.03-85. Данные расчетов для условий рассматриваемого примера приведены в табл. 8.

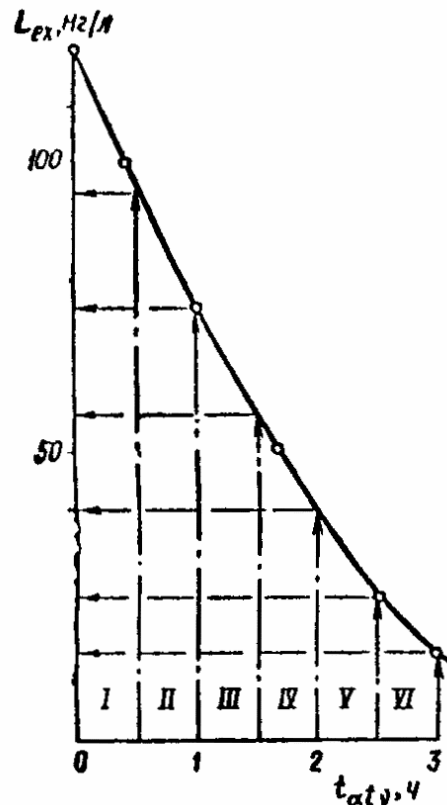


Рис. 13. Зависимость  $L_{ex}$  от продолжительности пребывания в аэротенках-вытеснителях

Таблица 8

$L_{mix}$ мг/л	119	119	119	119	119
$L_{ex}$ , мг/л	100	75	50	25	15
$t_{air}$ , ч	0,44	1,06	1,73	2,53	2,96

На графике (см. рис. 13) интервал времени, соответствующий продолжительности аэрации, при которой достигается  $L_{ex} = 15$  мг/л, делится на равные части (по принятому числу ячеек аэротенка-вытеснителя), например на 6 частей. Для периодов аэрации в каждой ячейке с помощью полученной кривой (см. рис. 13) определяются значения БПК<sub>полн</sub> на входе и выходе из ячеек. Эти данные приведены в табл. 9.

Таблица 9

Показатель	Номер ячейки						Примечания
	I	II	III	IV	V	VI	
$L_{en}$ , мг/л	119	95	75	56	40	25	По рис. 13 То же
$L_{ex}$ , мг/л	95	75 <sub>n</sub>	56	40	25	14	
$q_o$ , мг/мг	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	-
$L_{en} - L_{ex}$							
$q_{air}$ , $i^3/M^3$	1,02	0,85	0,81	0,68	0,71	0,47	-
$J_o$ , $M^3/(M^2 \cdot ч)$	6,38	5,32	5,06	4,25	4,43	2,95	-
$Q'_{air}$ , $i^3/ч$	4284	3570	3402	2856	2982	1974	-
$n_d$ , ед.	1,82/2	1,52/2	1,44/2	1,21/1	1,27/1	0,84/1	-

Примечание. Под чертой указано принятое число рядов фильтросных труб.

На основе данных табл. 9 по формуле (39) определяется интенсивность аэрации в каждой ячейке

$$J'_a = \frac{q'_{air} H_{at} n_{ja}}{t_{air}}, \quad (39)$$

где  $q'_{air}$  - удельный расход воздуха для каждой ячейки определяется по формуле (61) СНиП 2.04.03-85.

Для рассматриваемого примера количество ячеек принято  $n_{ja} = 6$ , общая продолжительность аэрации в сооружении по табл. 8  $t_{air} = 2,96$  ч.

Количество рядов пневматических аэраторов (например, фильтросных труб) определяется по формуле

$$n_d = \frac{J'_a b}{J_{ab} f'_d} \quad (40)$$

В рассматриваемом примере ширина коридора аэротенка принята  $b = 6$  м, удельный расход воздуха на аэратор для фильтросных труб  $J_{ad} = 70$   $M^3/(M^2 \cdot ч)$ , площадь одного ряда аэратора на 1 м фильтросных труб  $d_{j,} = 300$  мм;  $f'_d = 0,3$   $M^2/м$ . Расход воздуха  $Q'_{air}$ ,  $M^3/ч$ , в каждой ячейке определяется по формуле

$$Q'_{air} = q'_{air} q_w. \quad (41)$$

Общий расход воздуха на аэротенк  $Q_{air}$ , равен сумме всех  $Q'_{air}$ .

Для более точного регулирования подачи воздуха на воздуховодах каждой ячейки следует установить расходомеры с задвижками или вентилями.

**2.10.** В аэротенках-вытеснителях с регенераторами удельный расход воздуха определяется по формуле (61) СНиП 2.04.03-85. Количество аэраторов на первой половине длины аэротенков и регенераторов принимается вдвое больше, чем на остальной длине коридора.

Для условий рассмотренного примера в п. 2.9 удельный расход воздуха, рассчитанный по формуле (61) СНиП 2.04.03-85, составил

$$q_{air} = \frac{1,1(250 - 15)}{1,4 \cdot 2,52 \cdot 1 \cdot 0,85(8,72 - 2)} = 12,22 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Общий расход воздуха  $Q_{air} = 12,22 \cdot 4200 = 51309 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Средняя интенсивность аэрации

$$J_a = (12,22 \cdot 4) / 3,75 = 13,03 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Интенсивность аэрации на первой половине аэротенка и регенератора  $J_{a1} = 1,33J_a$ , на второй -  $J_{a2} = 1,33J_a/2 = 0,67J_a$ .

При ширине коридора аэротенка  $b = 6 \text{ м}$ , удельном расходе воздуха на аэратор в виде фильтросных труб  $J_{ab} = 90 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  и площади одного ряда фильтросных труб  $d_y = 300 \text{ мм}$ ;  $f'_d = 0,3 \text{ м}^2/\text{м}$ .

Количество рядов фильтросных труб в первой половине аэротенки вытеснителя составило

$$n_{d1} = \frac{1,33J_a b}{J_{ad} f'_d} = \frac{1,33 \cdot 13,03 \cdot 6}{90 \cdot 0,3} = 3,92;$$

во второй половине:  $n_{d2} = 3,92/2 = 1,96$ .

В данном случае следует принять на первой половине аэротенка и регенератора число рядов фильтросных труб - 4, на второй половине - 2, соответственно распределив расходы воздуха.

**2.11.** С целью сокращения длины воздухопроводов количество стояков для подвода воздуха к аэраторам следует ограничить минимально возможным числом, которое определяется из заданной неравномерности распределения воздуха вдоль коридора аэротенка.

Таблица 10

Геометрические размеры, мм		Допустимая неравномерность подачи воздуха, %			Максимальная удельная производительность $\text{м}^3/(\text{м} \cdot \text{ч})$	Перепад давления, кПа
наружный диаметр	толщина стенки	5	10	15		
		длина трубы на 1 стояк, м				
242	29	25	43	53	112	3-10
260	30	29	51	60	115	3-10
288	30	33	56	72	126	3-10

Число стояков зависит от длины обслуживаемого ими участка фильтросного канала, фильтросной или дырчатой трубы.

Параметры аэраторов из фильтросных труб приведены в табл. 10, из фильтросных пластин - в табл. 11, из дырчатых труб в табл. 12.

Таблица 11

Геометрические размеры, мм		Допустимая неравномерность подачи воздуха, %			Максимальная удельная производительность $\text{м}^3/(\text{м} \cdot \text{ч})$	Перепад давления, кПа
ширина	глубина	5	10	15		
		длина канала на 1 стояк, м				
250	100	64	78	88	30	2-10
250	210	120	146	150	30	2-10

Таблица 12

Геометрические размеры, мм				Допустимая неравномерность подачи воздуха, %			Максимальная удельная производительность м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ч)	Перепад давления, кПа
Условный проход	Наружный диаметр	Диаметр отверстий	Число отверстий на 1 трубы	5	10	15		
				длина трубы на стояк, м				
50	60	3	20	13	15,5	17,2	18	1,5
50	60	3	40	5,7	9,6	13,0	36,5	1,5
50	60	3	80	2,6	4,0	5,0	73	1,5
80	88,5	3	40	20	24,0	26,4	36,5	1,5
80	88,5	3	80	7	10,7	14,0	73,0	1,5
80	88,5	3	120	4,5	6,7	8,5	110,0	1,5
100	114	3	40	27,3	34,2	37,9	36,5	1,5
100	114	3	80	11,3	17,4	23,4	73	1,5
100	114	3	120	7,1	10,7	13,6	110	1,5

*Пример.* Определить основные параметры аэратора (фильтросный канал) для обеспечения аэрации коридора аэротенка - смесителя длиной 100 м, шириной 9 м с интенсивностью аэрации 10 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>ч) при допускаемой неравномерности подачи воздуха 15%.

Интенсивность подачи воздуха на 1 м длины коридора

$$J''_a = J'_a b = 10 \cdot 9 = 90 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч}).$$

Указанная интенсивность при перепаде 1,5 кПа (новые пластины) может быть обеспечена установкой трех параллельных рядов фильтросных каналов. Для допустимой неравномерности 15 % при глубине канала 100 мм находим из табл. 11 максимальную длину аэратора на 1 стояк - 88 м. Стояк присоединен к середине обслуживаемого им участка. Для коридора длиной 100 м потребуется таким образом 2 стояка. Полученное данным методом число стояков является минимально допустимым и может быть увеличено из конструктивных соображений.

Следует обратить внимание, что при этом должны быть предусмотрены упругие вставки на температурных швах резервуара аэротенка.

**2.12.** Эрлифтные аэраторы. При наличии и сточных водах значительных количеств карбонатных солей, смол, жиров, вязких нефтепродуктов и волокнистых веществ, способных вызвать быструю коагуляцию пор в мелкопузырчатых пневматических аэраторах, целесообразно применение эрлифтных аэраторов. По эффективности они приближаются к механическим, но не имеют сложного привода и не подвержены засорениям.

Принцип действия эрлифтных аэраторов совмещают в себе среднепузырчатую аэрацию с помощью сжатого воздуха в эрлифте и дополнительную аэрацию при изливиструи через кромку водослива (рис. 14). Конструкция этих аэраторов разработана ВНИИ ВОДГЕО.

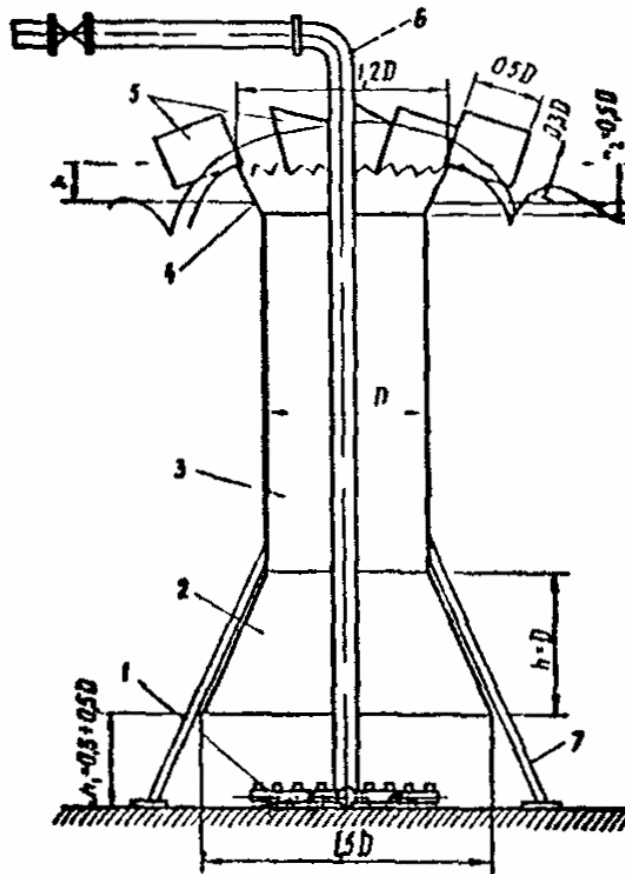


Рис. 14. Схема эрлифтного аэратора

1 - аэрационная решетка; 2 - нижний конус диффузора; 3 - труба диффузора; 4 - верхний конус диффузора с гребенчатым водосливом; 5 - лопатки; 6 - воздухопровод; 7 - опорные стойки

Ориентировочно производительность эрлифтного аэратора  $Q_m$ , кг/ч по кислороду определяется по уравнению

$$Q_m = 0,0032 J_{a1}^{3,47} \left( \frac{h_b}{d_{\text{эп}}} \right)^{1,81} \left( \frac{H_{\text{эп}}}{d_{\text{эп}}} \right)^{0,47} \frac{W_{a1} C_{O_2}}{1000}, \quad (42)$$

где  $h_b$  - высота кромки водослива, рекомендуется принимать  $h_b = 0,45 - 0,5$  м;

$d_{\text{эп}}$  - диаметр трубы аэратора  $d_{\text{эп}} = (0,6-1) B_a$ ;

$H_{\text{эп}}$  - глубина погружения аэратора  $H_{\text{эп}} = 3,5 - 4$  м.

Растворимость кислорода  $C_a$  определяется по формуле (38).

*Пример расчета.* Для подбора эрлифтных аэраторов приведен график (рис. 15). Оптимальный режим работы эрлифтных аэраторов наблюдается при  $J_{a1} = 10-15$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>ч) и  $d_{\text{эп}} = 0,3 - 1,2$  м.

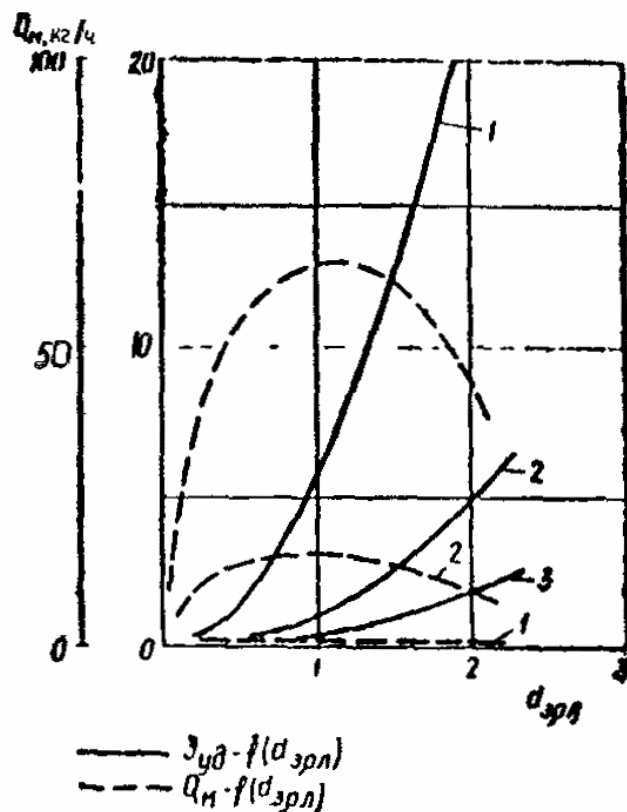


Рис. 15. Зависимость удельных энергозатрат и производительности по кислороду от диаметра эрлифтных аэраторов при различных значениях интенсивности аэрации  
 1 -  $J_a = 5$ ; 2 -  $J_a = 10$ ; 3 -  $J_a = 15 \text{ л}^3/(\text{л}^2 \cdot \text{ч})$

*Исходные данные:* тип сооружения - аэротенк-смеситель первой ступени. БПК сточных вод  $L_{en} = 550 \text{ мг/л}$ ;  $L_{ex} = 137 \text{ мг/л}$ ; расчетный расход  $q_w = 40000 \text{ м}^3/\text{сут} = 1667 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; период аэрации  $t_{aim} = 3 \text{ ч}$ ; растворимость кислорода  $C_a = 9 \text{ мг/л}$ ; концентрация растворенного кислорода в аэротенке  $C_o = 2 \text{ мг/л}$ ; ширина коридора аэротенка  $b = 9 \text{ м}$ .

В данном случае принят  $d_{эрг} = 0,1 \text{ б}$ , т. е.  $d_{эрг} = 0,9 \text{ м}$ ,  $J_{a1} = 15 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

Объем аэротенка  $W_{aim} = q_w t_{aim} = 1667 \cdot 3 = 4999 \text{ м}^3$ .

По рис. 15 при  $J_{a1} = 15 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  производительность по кислороду этого типоразмера аэратора приблизительно составит  $65 \text{ кг/ч}$ .

Для определения необходимого числа эрлифтных аэраторов может быть использована формула (65) СНиП 2.04.03-75

$$N_{ma} = \frac{q_o(L_{en} - L_{ex})W_{aim}}{K_T K_3 Q_{ma} \frac{C_a - C_o}{C_a} t_{aim} \cdot 1000} = \frac{0,9(550 - 137)4999}{1 \cdot 0,7 \cdot 65 \left(\frac{9 - 2}{9}\right) 3 \cdot 1000} = 17,4 \text{ ед.}$$

Следует принять  $N_{ma} = 18 \text{ ед.}$  При общей длине коридоров аэротенка  $L_a = W_{aim}/H_{a1}b = 4999/(4,5 \cdot 9) = 123 \text{ м}$ .

Расстояние между аэраторами  $l_1 = 123/18 = 6,86 \text{ м}$ . Расход воздуха  $Q_{В1}$  на один аэратор при  $J_{a1} = 15 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

$$Q_{В1} = J_{a1} b l_1 = 15 \cdot 9 \cdot 6,86 = 926 \text{ м}^3/\text{ч} = 257 \text{ л/с.}$$

### Окситенки

**2.13.** Окситенки представляют собой комбинированные сооружения, в конструкции которых предусмотрены зоны окисления и илоотделения, сообщающиеся между собой с помощью циркуляционных окон и щелей. Зона окисления оборудуется механическим



аэратором, системой автоматической подпитки кислорода и стабилизации кислородного режима (рис. 16). Окситенки работают в режиме реактора-смесителя. Они могут применяться для полной и неполной очистки городских и производственных сточных вод.

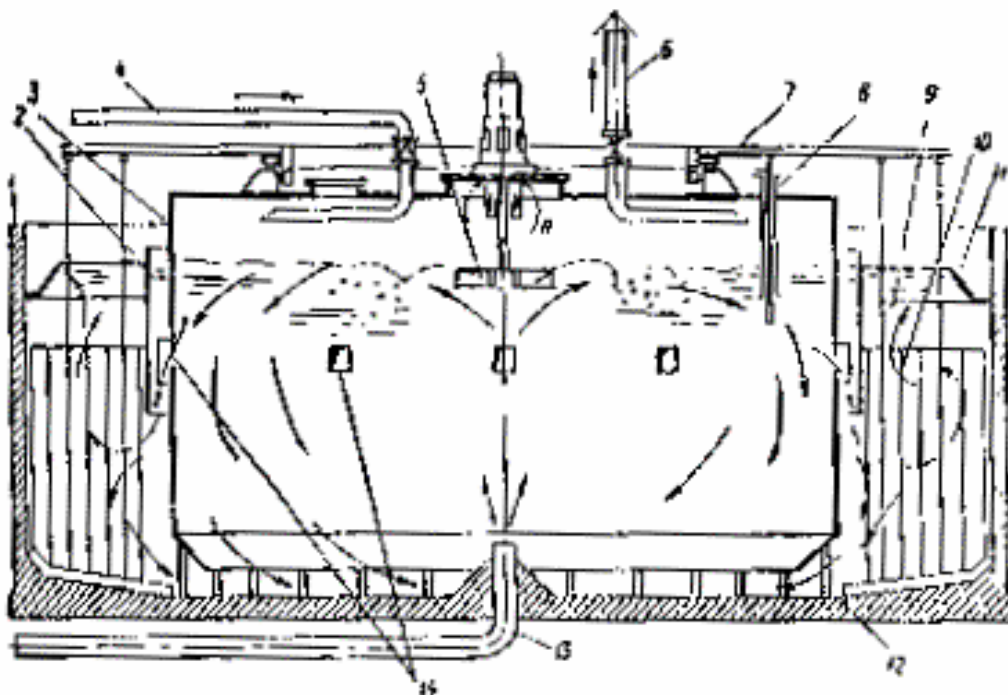


Рис. 16. Схема окситенка

1 - резервуар; 2 - полупогружная перегородка; 3 - корпус зоны реакции, 4 - кислородопровод. 5 - механический аэратор; 6 - стояк сброса газа; 7 - привод илоскреба, 8 - кислородный датчик; 9 - зона илоотделения; 10 - решетка илоскреба; 11 - водослив водосборного лотка; 12 - донная циркуляционная щель; 13 - подводный дюкер; 14 - циркуляционные окна

Институт Союзводоканалпроект разработал проекты окситенков диаметром 10, 22 и 30 м, в которых зоны окисления и илоотделения равны между собой по объему.

**2.14.** При расчете окситенков определяются необходимые объемы зоны окисления и илоотделения, размеры турбины аэратора частота ее вращения и мощность привода при заданной эффективности использования кислорода.

**2.15.** Исходные данные для расчета окситенков аналогичны тем, которые необходимы при применении аэротенков. Для примера рассмотрим случай, при котором расход сточных вод  $q_w = 1667 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; БПК<sub>полн</sub> исходной воды  $L_{en} = 400 \text{ мг/л}$ ; БПК<sub>полн</sub> очищенной воды  $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$ .

Сточная вода представляет собой смесь промышленной и бытовой и по составу близка к городской, поэтому кинетические константы могут быть взяты из табл. 40 СНиП 2.04.03-85  $\rho_{\max} = 85 \text{ мг БПК}_{\text{дольн}}/(\text{г}\cdot\text{ч})$ ;  $K_l = 33 \text{ мг/л}$ ;  $K_0 = 0,625 \text{ мг/л}$ ;  $\varphi = 0,07 \text{ л/г}$ .

Доза ила и концентрация кислорода определяются в результате технико-экономических расчетов. Для окситенков эти параметры находятся в следующих пределах:  $a_i = 5 - 12 \text{ г/л}$ ,  $C_o = 6 - 12 \text{ мг/л}$ .

В данном случае в первом приближении принято  $a_i = 6 \text{ г/л}$ ,  $C_o = 8 \text{ мг/л}$ .

В начале определяется удельная скорость окисления по формуле (49) СНиП 2.04.03-85

$$\rho = \frac{85 \cdot 15 \cdot 8}{15 \cdot 8 + 33 \cdot 8 + 0,625 \cdot 15} \left( \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 6} \right) = 18,25 \text{ мг}\cdot\text{БПК}_{\text{полн}}/(\text{г}\cdot\text{ч}).$$

Период пребывания в зоне реакции определяется по формуле (48) СНиП 2.04.03-85

$$t_{aim} = \frac{(400 - 15)}{[18,25(1 - 0,3)6]} = 5,02 \text{ ч.}$$

Суммарный объем зон реакции окситенков, м<sup>3</sup>.

$$W_O = q_w t_{aim} = 1667 \cdot 5,02 = 8368 \text{ м}^3.$$

Приняв окситенки  $D_O = 22$  м, глубиной  $H_O = 4,5$  м, с общим объемом, равным:

$$W_{O1} = 0,785 H_O \cdot D_O^2 = 0,785 \cdot 22^2 \cdot 4,5 = 1708 \text{ м}^3$$

получим объем зоны реакции

$$W_{a1} = W_{O1}/2 = \frac{1708}{2} = 854 \text{ м}^3$$

Далее рассчитаем диаметр зоны реакции по формуле, м:

$$D_r = \sqrt{\frac{W_{a1}}{0,785 H_O}} = \sqrt{\frac{854}{0,785 \cdot 4,5}} = 15,5. \quad (43)$$

Затем количество окситенков

$$n_O = W_O / W_{a1} = 8368 / 854 = 9,718 \text{ ед.}$$

Согласно расчетам принимаем  $n_O = 10$  ед.

**2.16.** Для определения седиментационной характеристики ила по формуле (53) СНиП 2.04.03-85 рассчитываем нагрузку на ил

$$q_i = (400 - 15) 24/6 \cdot 5,02(1 - 0,3) = 438 \text{ мг·БПК}_{\text{полн}}/(\text{г·сут}).$$

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 при  $q_i = 438$  величина илового индекса  $J_i = 85 \text{ см}^3/\text{г}$ . С учетом снижения его за счет кислорода  $J_i = 85/1,4 = 60,7 \text{ см}^3/\text{г}$ .

По табл. 45 СНиП 2.04.03-85 в зависимости от величины параметра ( $a_i J_i$ ) определяем допустимую гидравлическую нагрузку на илоотделитель; для  $a_i J_i = 6 \cdot 60,7 = 364$ , при котором  $q_{ms} = 1,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

Необходимая площадь илоотделителей окситенков

$$F_{ms} = q_w / q_{ms} = \frac{1667}{1,4} = 1140 \text{ м}^2.$$

Фактическая площадь илоотделителей

$$F_{O1} = W_{O1} / 2 H_O = 1708 / (2 \cdot 4,5) = 1900 \text{ м}^2$$

что значительно превышает необходимую величину, поэтому дозу ила можно несколько увеличить.

**2.17.** Во втором приближении принимается доза ила  $a_i = 8 \text{ г/л}$ , остальные параметры остаются неизменными и расчет повторяется в прежней последовательности. По формуле (49) СНиП 2.04 03-85

$$\rho = \frac{85 \cdot 15 \cdot 8}{15 \cdot 8 + 33 \cdot 8 + 0,625 \cdot 15} \left( \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 8} \right) 16,62 \text{ мг}/(\text{г} \cdot \text{ч}).$$

По формуле. (48) СНиП 2.04.03-85

$$t_{aim} = (400-15)/[8(1-0,3)16,62] = 4,13 \text{ ч.}$$

Объем зон реакции окситенков  $W_a = 1667 \cdot 4,13 = 6895 \text{ м}^3$ . Количество окситенков  $n_O = 6895/854 = 8,07$  ед. Можно принять  $n_O = 8$  ед.

По формуле (53) СНиП 2.04.03-85

$$q_i = (400-15) \cdot 24 / [8 \cdot 4,13 (1-0,3)] = 399,5 \text{ мг/(г·сут)}/$$

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 при  $q_i = 399,5 \text{ мг/(г·сут)}$ ,  $J_i = 80 \text{ см}^3/\text{г}$ , с учетом влияния кислорода  $J_i = 80/1,4 = 57 \text{ см}^3/\text{г}$ , величина  $a_i J_i = 8 \cdot 57 = 456$ , при котором по табл.45 СНиП 2.04.03-85  $q_{ms} = 1 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

Необходимая площадь илоотделителей окситенков  $F_{ms} = 1667/1 = 1667 \text{ м}^2$

Фактическая площадь илоотделителей  $F'_{ms} = 6895/4,5 = 1532 \text{ м}^2$ , что соответствует необходимой величине.

**2.18.** Производительность аэратора по кислороду  $Q_{ma}$ , кг/ч, при использовании технологического 95 %-ного кислорода определяется по формуле

$$Q_{ma} = C_a \nu_O / 1000 \cdot K_3 K_T \{ [0,174(1-\eta_r) / \eta_r] - C_o / 1000 \}, \quad (44)$$

где  $C_a$  - концентрация насыщения воды кислородом, мг/л, в стандартных условиях по формуле (38) (в данном случае  $C_a = 10 \text{ мг/л}$ );

$K_T$  и  $K_3$  - коэффициенты, учитывающие температуру и состав сточных вод, определяются по п. 6.157 СНиП 2.04.03-85.

Например, при температуре воды  $12^\circ\text{C}$   $K_T = 1 + 0,02(12 - 20) = 0,84$ . Для смеси промышленных и городских вод  $K_3 = 0,7$ . Коэффициент использования кислорода в окситенке принимается в пределах  $\eta_k = 0,85-0,95$ .

Концентрация растворенного кислорода в зоне реакции определяется технико-экономическим расчетом. Для окситенков оптимальные значения  $C_o = 6-12 \text{ мг/л}$ . В данном случае  $C_o = 8 \text{ мг/л}$ .

Скорость потребления кислорода рассчитывается с учетом БПК исходной и очищенной воды и производительность одного окситенка по формуле, кг/ч:

$$\nu_O = (L_{en} - L_{ex}) q_w / 1000 C_o. \quad (45)$$

Для данного случая

$$\nu_O = (400 - 15) 1667 / 1000 \cdot 8 = 80 \text{ кг/ч.}$$

Приняв  $\eta_k = 0,9$ ;  $C_o = 8 \text{ мг/л}$ ,

$$Q_{ma} = 10 \cdot 80 / 1000 \cdot 0,84 \cdot 0,7 [0,174(1-0,9) / 0,9 - 8 / 1000] = 119 \text{ кг/ч.}$$

Исходя из конструктивных соображений, принимается диаметр турбины механического аэратора  $d_a = 2 \text{ м}$ . Параметры механических аэраторов приведены в табл. 13.

Таблица 13

Диаметр турбин аэратора, м	Количество лопаток, шт.	Длина лопатки, мм	Высота лопатки, мм	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Производительность по кислороду, кг/ч	Мощность (нетто), кг
0,5	6	17	14	133	3,33	1,2
0,7	8	20	14	95	7,08	2,4
1,0	12	21	13	67	9,58	3,4
1,5	16	25	14	48	22,91	7,5
2	18	30	15	38	33,33	11,8
2,6	18	37	18	32	52,08	18,1
3	24	35	17	27	77,5	26,5
3,5	24	40	18	24	108,33	38,5
4	24	47	20	22	145,83	52,5
4,5	24	52	22	21	204,16	75

Для аэратора с  $d_a = 2 \text{ м}$ , работающего на воздухе, производительность по кислороду составляет  $Q_m = 33,5 \text{ кг/ч}$ , мощность (нетто)  $N_m = 11,8 \text{ кВт}$ , частота вращения  $n_m = 38 \text{ мин}^{-1}$ .

Поскольку  $Q_m$  аэратора недостаточна, следует повысить скорость его вращения и соответственно увеличить мощность привода.

Необходимая частота вращения  $n_o$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , определяется по формуле

$$n_o = n_m \sqrt{Q_{ma} / Q_m}, \quad (46)$$

т. е.

$$n_o = 38 \sqrt{\frac{119}{33,5}} = 72 \text{ мин}^{-1}.$$

Мощность (нетто) на валу  $N_o$ , кВт, рассчитывается по формуле

$$N_o = N_m n_o^2 / n_m^2, \quad (47)$$

для рассматриваемого примера

$$N_o = 11,8 \cdot 72^2 / 38^2 = 42,3.$$

Мощность привода аэратора (брутто) при его КПД  $\eta_s = 0,7$

$$N_{ob} = N_o / \eta_s = 42,3 / 0,7 = 60,5 \text{ кВт}.$$

Интенсивность перемешивания механического аэратора оценивается по величине донной скорости  $J_o$ , м/с, в наиболее удаленной точке зоны его действия, величина которой должна быть не менее 0,2 м/с и рассчитывается по формуле

$$J_o = 1,217 d_a^{0,6} n_o^{0,2} / \left( \frac{H_a}{d_a} \right)^{1,1} \left( \frac{B_a}{d_a} \right)^{0,45},$$

где  $H_a$  и  $B_a$  - глубина и ширина зоны реактора.

Для рассматриваемого примера при  $B_a = D_r = 15,5$  м;  $H_a = 4,5$  м, донная скорость будет равна:

$$J_o = \frac{1,217 \cdot 2^{0,6} \cdot 72^{0,2}}{\left( \frac{4,5}{2} \right)^{1,1} \left( \frac{15,5}{2} \right)^{0,45}} = 0,7 \text{ м/с},$$

что значительно выше требуемой величины, и, следовательно, перемешивание будет обеспечено.

**2.19.** Расход кислорода определяется с учетом расхода сточных вод, БПК<sub>полн</sub> исходной и очищенной воды и эффективности использования кислорода. Весовой расход кислорода рассчитывается по формуле

$$Q_o = \frac{(L_{en} - L_{ex}) q_w}{1000 \eta_k}.$$

Для рассматриваемого примера

$$Q_o = \frac{(400 - 15) 1667}{1000 \cdot 0,9} = 713 \text{ кг/ч}.$$

Объемный расход

$$Q'_o = Q_o / \gamma_o,$$

где плотность 1 м<sup>3</sup> кислорода при нормальном давлении  $\gamma_o = 1,43$  кг/м<sup>3</sup>. Для условий примера  $Q'_o = 713 / 1,43 = 498,7$  м<sup>3</sup>/ч.

**2.20.** При подборе оборудования можно использовать технико-экономические показатели установок разделения воздуха (по данным Гипроокислорода) которые приведены в табл. 14.

**2.21.** Применение окситенков экономически целесообразно при получении кислорода по себестоимости от действующих кислородных цехов предприятий азотной, нефтехимической, коксохимической и других отраслей промышленности, а также при строительстве собственных кислородных установок в составе очистных сооружений.

Экономический эффект от применения окситенков с собственными кислородными установками по сравнению с аэротенками при очистке городских сточных вод возрастает с повышением производительности очистных сооружений.

Таблица 14

Марка установки	Количество блоков в установке, шт.	Производительность по кислороду, м <sup>3</sup> /ч	Стоимость цеха в тыс. руб.	Расход электроэнергии тыс. кВтч	Годовые эксплуатационные затраты, тыс. руб.	Себестоимость 1 м <sup>3</sup> кислорода, коп.
К-0 15	1	165	134,2	1918	73,38	5,5
К-0 4	1	420	275	4631	162,23	4,79
К-0 4	1	840	505,2	926,2	308,26	4,5
К-1 4	1	1400	632,15	7268	306,33	2,85
К-1 4	2	2800	1164,45	14535,4	554	2,53
К-5	1	4850	1604,2	24823,5	848,18	2

Примечание. Производительность и себестоимость даны при нормальном давлении кислорода при температуре 20 °С. Содержание кислорода не ниже 99,6 %.

Ориентировочные величины экономического эффекта для этих условий приведены в табл. 15.

Таблица 15

Производительность, сооружения, тыс. м <sup>3</sup> /сут	20	55	110	180	360	620
Экономический эффект, тыс. руб.	65	126,7	208,6	381,2	645	970,1

#### **Аэротенки с флотационным илоотделением для очистки производственных сточных вод**

**2.22.** Технологическая схема очистки производственных сточных вод с флотационным разделением иловой смеси предназначается для полной, и глубокой биологической очистки производственных сточных вод.

Рекомендуется двухступенная очистка, в которой на первой ступени используются аэротенки-смесители, работающие с высокой дозой ила, и разделение иловой смеси в напорных флотаторах на второй ступени - секционированные аэротенки-вытеснители и вторичные отстойники.

Схемы с флотационным разделением иловой смеси могут быть применены при строительстве новых и при реконструкции существующих очистных сооружений.

При проектировании целесообразно использовать комбинированные сооружения аэротенков I и II ступени, между которыми располагается флотационный илоотделитель (рис. 17).

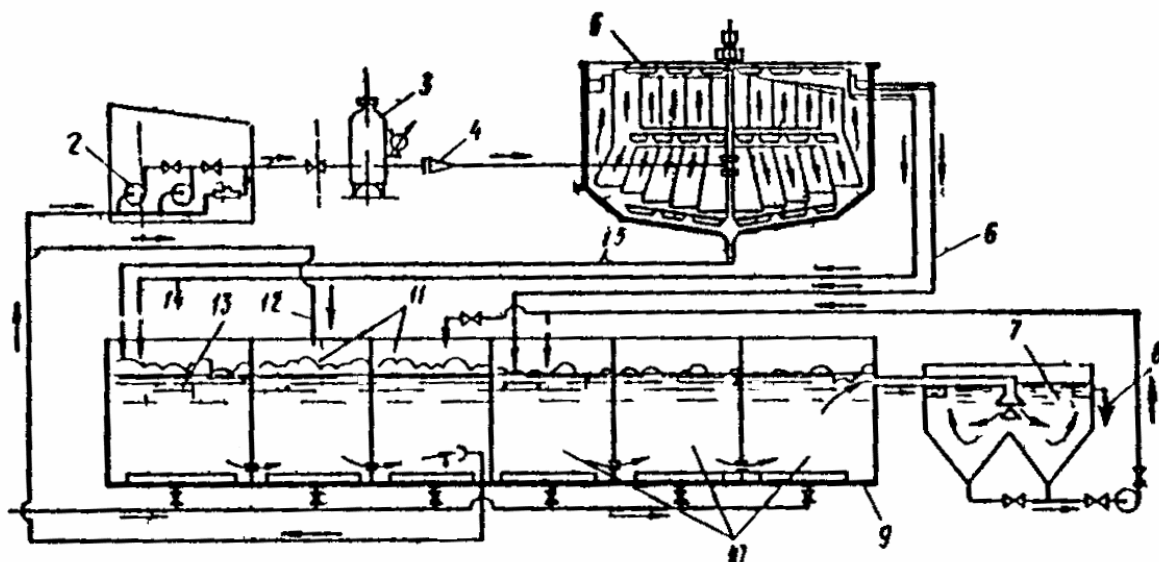


Рис. 17. Схема аэротенка с флотационным илоотделителем для очистки производственных сточных вод

1 - резервуар аэротенка; 2 - центробежной насос; 3 - сатуратор; 4 - дросселирующая арматура; 5 - флотационный илоотделитель; 6 - трубопровод подачи воды на II ступень; 7 - вторичный отстойник; 8 - сброс очищенной воды; 9 - аэротенк II ступени; 10 - ячейки аэротенка II ступени; 11 - аэротенк I ступени; 12 - подача исходной воды; 13 - регенератор; 14 - подача возвратного ила; 15 - опорожнение флотатора.

Применение аэротенков с флотационным илоотделением, экономически целесообразно для очистки производственных сточных вод с БПК<sub>полн</sub> более 400 мг/л биологически трудноокисляемых загрязнений сточных вод, для которых необходимый период аэрации превышает 16 ч. При преимущественном развитии в аэротенках, так называемых «вспухающих» активных илов с иловым индексом более 200 см<sup>3</sup>/г, применение напорной флотации имеет преимущества перед отстаиванием.

Применение двухступенчатых аэротенков с флотационным разделением иловой смеси целесообразно для сточных вод химической, нефтехимической, микробиологической, гидролизной, дрожжевой, медицинской, пищевой и других отраслей промышленности на станциях любой производительности. Причем экономическая эффективность этих схем повышается при увеличении производительности станции.

#### *Принцип действия и схемы аэротенков с флотационным илоотделением*

**2.23.** Разделение напорной флотацией основано на всплывании частиц активного ила вместе с мельчайшими пузырьками воздуха, которые выделяются из иловой смеси после насыщения ее воздухом под давлением.

Преимущества напорной флотации для разделения иловой смеси по сравнению с общепринятым в настоящее время вторичным отстаиванием заключается в том, что процесс биологической очистки интенсифицируется в результате увеличения окислительной мощности аэротенка первой ступени как за счет увеличения рабочей дозы ила, так и при увеличении нагрузки на ил в результате сокращения времени пребывания во флотаторе. При этом уменьшается объем сооружений для разделения иловой смеси и в них создаются аэробные условия, что позволяет получить более глубокую очистку сточных вод.

За счет уменьшения площади аэротенков первой ступени и увеличения их окислительной мощности значительно улучшаются условия аэрации и снижается удельный расход воздуха; увеличивается активность микроорганизмов ила первой ступени в результате дробления его в дросселирующей аппаратуре.

Для достижения максимальной эффективности процесса первая ступень аэротенка оборудуется регенератором активного ила, вторая выполняется в виде ячеистого реактора-вытеснителя с 4-6 секциями. Первая ступень работает с высокими дозами ила (или большой нагрузкой на ил), вторая - предназначена для доочистки воды и улучшения седиментационных свойств активного ила.

После второй ступени иловая смесь разделяется в обычном отстойнике. Аэротенк с флотационным разделением ила состоит (см. рис. 17) из аэрационного резервуара, разделенного флотационным илоотделителем на две ступени, первая ступень оборудована регенератором активного ила, вторая - разделена на ячейки. Флотационный илоотделитель оборудован центробежным насосом и эжектором для подсоса воздуха, сатуратором для растворения воздуха и дросселирующей арматурой.

Сооружение работает следующим образом: неочищенная сточная жидкость поступает в первую ступень, смешивается с регенерированным активным илом, выходящим из ячейки и освобождается от основной массы загрязнений в результате происходящих в первой ступени процессов сорбции и окисления. Затем иловая смесь забирается высоконапорным насосом из конца первой ступени, насыщается воздухом в сатураторе и выпускается через дросселирующее устройство во флотационный илоотделитель в котором при снижении давления с 0,3-0,6 МПа до атмосферного происходит интенсивное всплывание воздушных пузырьков вместе с частицами активного ила. Выделенный в виде пены активный ил направляется в регенератор, где сорбированные загрязнения окисляются при высокой концентрации активного ила 25-30 г/л. Регенерированный ил смешивается затем с поступающей сточной жидкостью. Цикл повторяется. При работе первой ступени без регенератора предусмотрена возможность подачи части сточных вод в ячейку.

Осветленная во флотационном илоотделителе иловая смесь с содержанием взвеси 100-300 мг/л по трубопроводу выпускается во вторую ступень аэротенка, где происходит процесс доочистки сточных вод при нормальной нагрузке на ил. Аэротенк второй ступени разделен перегородками с отверстиями на 4-6 ячеек. На последней ячейки иловая смесь поступает в отстойник. Очищенная вода сбрасывается с установки, циркуляционный ил возвращается в первую ячейку второй ступени.

Избыточный ил из отстойника второй ступени направляется на первую ступень, проходит флотационный илоотделитель и вместе с избыточным илом первой ступени направляется в уплотнитель в котором происходит дальнейшее снижение влажности пены до 92-94 %.

Осветленная надильная вода из уплотнителя направляется по возможности самотеком во вторую ступень аэротенка или (как вариант) сбрасывается в поток осветленной воды, выходящей из отстойника второй ступени. Следует предусмотреть подачу части неочищенной сточной жидкости (10 % общего расхода) в первые две ячейки второй ступени.

Для первой ступени рекомендуется применять флотационный илоотделитель с цилиндрическими насадками и вращающимся водораспределителем (см. разд. 4).

**2.24.** Для расчета аэротенков с флотационным илоотделением необходимы следующие исходные данные: расход сточных вод, начальная и конечная БПК<sub>полн</sub> сточных вод, значения констант в формуле (42) СНиП 2.04.03-85  $\rho_{\max}$ ;  $K_i$ ;  $K_o$ ;  $\varphi$ .

Доза ила в аэротенке первой ступени и концентрация растворенного кислорода должны определяться на основании технико-экономических расчетов. Ориентировочно она может быть определена по формуле (48) в зависимости от величины илового индекса, г/л,

$$a_i = 1,3/(0,05+0,00152J_i). \quad (48)$$

Величину БПК<sub>полн</sub> в воде после аэротенка первой ступени  $L'_{ex}$  следует принимать 80-130 мг/л. Продолжительность прерываний в аэротенке первой и второй ступенях рассчитывать по формулам (48) и (50) СНиП 2.04.03-85, удельную скорость окисления по формуле (49) СНиП 2.04.03-85 степень рециркуляции ила для аэротенков второй ступени по формуле (52) СНиП 2.04.03-85 константы процесса  $\rho_{max}$ ;  $K_i$ ,  $K_o$  и  $\varphi$  из табл. 40 СНиП 2.04.03-85.

Концентрация сфлотированного уплотненного ила  $a_f$ , г/л, определяется по уравнению

$$a_f = a_i \frac{1,6}{a + bJ_i}, \quad (49)$$

где иловый индекс принимается по данным табл. 41, СНиП 2.04.03-85.

Коэффициенты «а» и «b» принимаются в зависимости от продолжительности уплотнения сфлотированного ила, которую следует принимать 2-3 ч.

Время уплотнения

ила, ч	0,25	1	0,5	1,2	3
Коэффициента $a$	0,019	0,016	0,014	0,012	0,011
» $b$	0,000262	0,000242	0,000218	0,000203	0,000198

Степень рециркуляции активного ила на первой ступени определяется в зависимости от требуемой концентрации сфлотированного уплотненного ила,  $a_f$

$$R_f = a_i / (a_f - a_i). \quad (50)$$

Нагрузка по твердой фазе на зеркало флотационного илоотделителя  $q_{ss}$  кг/(м<sup>2</sup>·сут), при оптимальном удельном расходе растворенного воздуха и концентрации активного ила ( $a_{opt}$ ) определяется по формуле

$$q_{ss} = (50 + 1,5J_i) 1,4 / (0,005 / J_i - 0,07), \quad (51)$$

Суммарное количество твердой фазы, подвергаемой флотации, кг/сут;

$$G_{ss} = q_w a_i (1 + R_i). \quad (52)$$

Суммарная площадь флотационных илоотделителей  $F_f$ , м<sup>2</sup>,

$$F_f = G_{ss} / q_{ss}. \quad (53)$$

Гидравлическая нагрузка  $q_{m,i}$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч).

$$q_{m,i} = q_w / 24F_f. \quad (54)$$

Продолжительность пребывания воды  $t_{szf}$  в отстойной зоне (ниже водораспределителя) принимается равной 0,4-0,6 ч, высота отстойной зоны определяется по формуле  $H_{szf}$ , м:

$$H_{szf} = t_{szf} q_{m,i}. \quad (55)$$

Глубина зоны уплотнения  $H_T$  (выше водораспределителя) принимается 2-2,5 м. Разность отметок водосливов водосборного и пеносборного лотков флотационного илоотделителя 40-50 мм, предусматривается регулировка положения отметки пеносборного лотка.

Уклон дна пеносборного лотка принимать в пределах 0,1-0,05. Насос для подачи иловой смеси на флотатор устанавливается под заливом, гидростатический напор перед насосом должен поддерживаться постоянный и составлять не более 2,5-3 м, забор воды осуществляется непосредственно из аэротенка первой ступени.

Остальные конструктивные особенности флотатора приведены в гл. 4.



### Пример расчета аэротенка с флотационным илоотделителем

**2.25.** Исходные данные: расход сточных вод  $q_w = 40000 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Сточные воды химкомбинатов азотной промышленности с БПК<sub>полн</sub> исходной и очищенной воды 500 и 15 мг/л.

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 иловый индекс  $120 \text{ см}^3/\text{г}$ .

Доза активного ила  $a_i$ , г/л, в аэротенке первой ступени рассчитывается по формуле (48)

$$a_i = 1,3/(0,05+0,00152 \cdot 120) = 5,59.$$

Концентрация сфлотированного ила  $a_f$ , г/л, при продолжительности уплотнения 3ч - по формуле (49)

$$a_f = 1,6/(0,011+0,000198 \cdot 120) = 47,75.$$

Степень рециркуляции пла  $R_f$  - по формуле (50)

$$R_f = 5,59/(47,65 - 5,59) = 0,132.$$

Нагрузка по твердой фазе на зеркало флотационного илоотделителя  $q_{ssf}$ , кг/м<sup>2</sup> сут, определяется по формуле (51)

$$q_{ssf} = [(50+1,5 \cdot 120) \cdot 1,4]/(0,005 \cdot 120 - 0,07) = 475.$$

Суммарное количество флотируемой твердой фазы  $G$ , кг/сут, по формуле (52)

$$G = 40000 \cdot 5,59(1 + 0,132) = 253115.$$

Суммарная площадь флотационных илоотделителей  $F_f$ , м<sup>2</sup> - по формуле (53)

$$F_f = 253115/475 = 532,9.$$

Рационально принять 4 флотатора диаметром 13 м.

Гидравлическая нагрузка на флотаторы  $q_{ms}$ , м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>ч), по формуле (54)

$$q_{ms} = 40000/24 \cdot 532,9 = 3,13.$$

При продолжительности пребывания воды в отстойной зоне 0,5 ч, ее высота  $H_{szf}$ , м, по формуле (55) составит

$$H_{szf} = 0,5 \cdot 3,13 = 1,57.$$

Глубина зоны уплотнения принимается равной 2,5 м.

Высота зоны распределения жидкости 0,3 м.

Гидравлическая глубина флотационного илоотделителя составит  $1,57+2,5+0,3 = 4,37$  м.

### Аэротенки с флотационным разделением иловой смеси для очистки городских сточных вод

**2.26.** Для очистки городских сточных вод взамен вторичных отстойников применяются аэротенки с флотационным разделением иловой смеси с одноступенчатой схемой флотации.

Применение напорной флотации для разделения иловой смеси приводит к значительному сокращению объема сооружений.

В данных условиях возможно применение горизонтального флотационного илоотделителя (рис. 18), который совмещается с аэротенком обычной конструкции, откуда иловая смесь во флотационный резервуар поступает самотеком. Туда же через распределительную систему вводится предварительно насыщенная воздухом под давлением вода. Комплекс (пузырек воздуха-флокула) активного ила поднимается на поверхность флотационного резервуара, образуя слой сфлотированного ила.

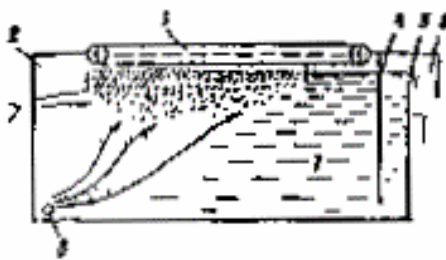


Рис. 18. Схема горизонтального флотационного илоотделения

1 - подача иловой смеси; 2 - лоток для сбора сфлотированного ила; 3 - скребковый механизм для удаления сфлотированного ила; 4 - подвесная перегородка; 5 - водослив; 6 - лоток осветленной воды; 7 - флотационный резервуар; 8 - распределительная система насыщенной воздухом воды

Осветленная вода отводится из нижней части флотационного резервуара с помощью дырчатой трубы или через зазор под подвесной стенкой через регулируемый водослив в канал осветленной воды, а затем по трубопроводу в контактные резервуары.

Сфлотированный ил скребком удаляется с поверхности флотационного резервуара в лоток, откуда циркулирующая часть активного ила возвращается в аэротенк, а избыточная часть направляется на дальнейшую обработку.

Для получения насыщенной воздухом воды часть осветленной воды подводится к насосу (рис. 19). С помощью насоса вода под давлением подается в напорный бак. Туда же компрессором подводится сжатый воздух. В напорном баке воздух растворяется в воде практически до полного ее насыщения. Насыщенная воздухом вода по трубопроводу подводится к распределительной системе флотационного резервуара (см. рис. 18).

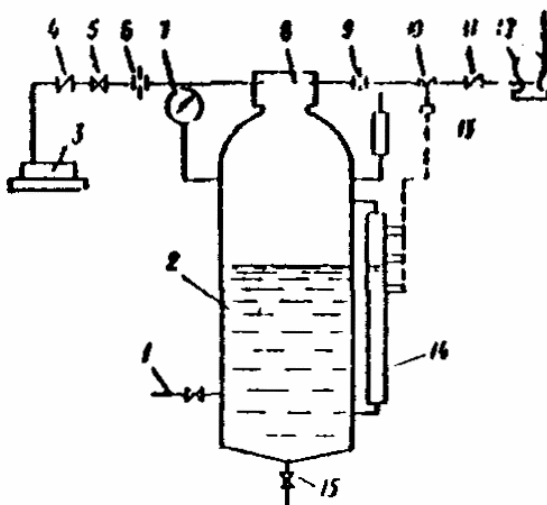


Рис. 19. Схема узла насыщения рециркулирующей части осветленной воды

1 - трубопровод отвода насыщенной воздухом воды; 2 - напорный бак; 3 - компрессор; 4 - обратный клапан; 5 - вентиль; 6, 9 - расходомер; 7 - манометр; 8 - эжектор; 10 - клапан регулирующий; 12 - насос; 13 - предохранительный клапан; 14 - уровнемер; 15 - трубопровод опорожнения

**2.27.** Флотационный резервуар рассчитывается на суммарный расход сточной воды, рециркулирующего ила и насыщенной воздухом воды. Время пребывания суммарного расхода принимается равным 40 мин.

Узел насыщения (напорный бак, насос, компрессор) и трубопроводы подачи и распределения насыщенной воздухом воды рассчитываются из условия обеспечения давления насыщения 0,6-0,9 МПа, продолжительности насыщения - 3-4 мин и расхода насыщенной воздухом воды в зависимости от давления и рабочей дозы ила (табл. 16).

Расход воздуха составляет 20-30 % расхода насыщаемой воды при давлении 0,6-0,9 МПа соответственно.

Таблица 16

Давление насыщения	Расход насыщенной воздухом воды $Q_H$ в % от объема иловой смеси $Q_{ис}$ при дозе ила $a_i$ г/л					
	3	4	5	6	7	8
0,6	12	15	19	23	27	30
0,9	7,5	10	12,5	15	17,5	20

Примечание. Для промежуточных значений давления насыщения расход воды определяется интерполяцией.

Степень осветления очищенных сточных вод зависит от удельного расхода воздуха и следовательно, от давления насыщения. При удельном расходе воздуха 4-6 л/кг сухого вещества ила содержание взвешенных веществ в осветленной воде не превышает 15 мг/л; при удельном расходе воздуха 9-10 л/кг сухого вещества ила - не более 5 мг/л.

Флотационные резервуары в плане могут быть прямоугольными, а при реконструкции существующих отстойников - круглыми с радиальным движением воды.

Конструктивные параметры прямоугольных резервуаров: рабочая глубина 2-4 м, общая высота на 0,4-0,5 м больше глубины.

Отношение ширины к длине от 1:3 до 1:5. При ширине более 3 м рекомендуется установка продольных (ненесущих) перегородок для обеспечения равномерного движения воды и работы скребковых механизмов.

Расстояние под подвесной перегородкой определяется из условия движения воды в этом сечении со скоростью в пределах 0,8-1,2 м/с.

Объемы аэротенков принимаются в соответствии с п. 6.143 СНиП 2.04.03-85. При определении периода аэрации, удельную скорость окисления надлежит принимать по табл. 17, дозу активного ила по табл. 18.

Таблица 17

БПК <sub>полн.</sub> , мг/л	Удельная скорость окисления $\rho$ , мг·БПК <sub>полн.</sub> /(г·ч), при дозе активного ила $a_i$ , г/л					
	3	4	5	6	7	8
100	19,2	17,3	16,11	14,9	13,7	12,7
150	23,5	21,4	19,7	18,4	17,3	15,9
200	27,6	25,5	24	22,5	21	19,5
300	31,6	29,7	28	26,7	25,2	23,4
400	33,8	32,1	30,7	29,4	27,6	25,9
600	35,2	33,8	33,1	31,3	29,9	28

Таблица 18

Показатель	БПК <sub>полн.</sub> , мг/л					
	100	150	200	300	400	500
Доза ила $a_i$ , г/л	3	4	5	6	7	8
Степень рециркуляции	0,11	0,16	0,20	0,25	0,30	0,36

Расход рециркуляционного ила при концентрации сфлотированного ила 30 г/л может быть принят по табл. 18.

Перекачку активного ила рекомендуется осуществлять эрлифтами. Для определения количества воздуха, необходимого для перекачки активного ила, ориентировочно можно принять расход воздуха 1 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> ила.

Прирост ила в схеме полной биологической очистки следует принимать по СНиПу по аналогии с окситенками.

### Пример расчета аэротенка с флотационным разделением иловой смеси для городских сточных вод

**2.28.** Исходные данные: расход сточных вод  $q_w = 4160 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; БПК<sub>полн</sub> начальное и конечное  $L_{en,ai} 200 \text{ мг/л}$ ,  $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$ ; содержание взвешенных веществ начальное и конечное  $150$  и  $15 \text{ мг/л}$  соответственно.

Период аэрации, ч:

$$t_{ам} = (200-15)/5 (1 - 0,25) 24 = 2,06,$$

где принимается  $\rho$  по табл. 17, и  $a$  - по табл. 18.

Объем аэротенков

$$W_{ai} = 4160 \cdot 2,06 = 8600 \text{ м}^3.$$

Расход воздуха на аэрацию рассчитаем, по формуле (61) СНиП 2.04.03-85 при  $q_{oq_h} = 1,1 \text{ мг/мг}$ ,  $K_1/K_T = 2$ ; при  $f_{aэп}/F_{aэп} = 0,5$ ;  $K_2/K_{г/л} = 2,52$ ; при  $h_{ha} = 4 \text{ м}$ ,  $K_T/K_T = 1$ ,  $K_3/K_{кв} = 0,85$ ,  $C_a = 10,8 \text{ мг/л}$ ,  $C_o = 2 \text{ мг/л}$ ,

$$q_{air} = \frac{1,1(200 - 15)}{2 \cdot 2,52 \cdot 1 \cdot 0,85(10,8 - 2)} = 5,4 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Расход воздуха  $q_{air} = 5,4 \cdot 4160 = 22500 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Интенсивность аэрации

$$J_a = q_a H_a / t_{air} = 5,4 \cdot 4 / 2,06 = 10,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}),$$

что выше  $J_{a \text{ min}}$ .

Циркуляционный расход  $q_r = 20 \%$  от  $q_w$  (табл.18);  $Q_r = 4160 \times 0,2 = 832 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расход иловой смеси  $Q_{uc} = 4160 + 832 = 4992 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расход насыщенной воздухом осветленной сточной воды  $Q_n$  определяется по табл.16. При  $a_i = 5 \text{ г/л}$  и давлении насыщения  $0,6 \text{ МПа}$   $Q_n = 19\%$  от  $Q_{uc}$

$$Q_n = 4992 \cdot 0,19 = 950 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход  $Q_\phi$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , через флотационный резервуар

$$Q_\phi = 4992 + 950 = 5942.$$

Объем флотационного  $W_\phi$ ,  $\text{м}^3$ , резервуара при времени пребывания 40 мин

$$W_\phi = 5942 \frac{40}{60} = 3960.$$

Рабочий объем напорного бака принимается равным  $50 \text{ м}^3$ . Общий объем сооружений  $W_c$ ,  $\text{м}^3$ , биологической очистки:

$$W_c = 8600 + 3960 + 50 = 12610.$$

Насос подбирается на производительность  $950 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напор  $0,6 \text{ МПа}$ .

Компрессор подбирается на производительность  $190 \text{ м}^3/\text{ч}$  и давление  $0,6 \text{ МПа}$ .

### Удаление из сточных вод соединений азота

**2.29.** Процесс глубокой нитрификации сточных вод, содержащих  $\text{NH}_4^+$ , независимо от исходной концентрации аммонийного азота эффективно протекает в аэротенках-смесителях при соблюдении строго определенного возраста активного ила, который для различных условий может измениться от 5 до 70 и более сут.

При осуществлении процесса нитрификации в отсутствие или недостатке органического субстрата для построения биомассы нитрифицирующих микроорганизмов требуется искусственная добавка источников неорганического

углерода в виде  $\text{HCO}_3^-$  или  $\text{CO}_2$  из расчета 2 мг-экв на 1 мг-экв окисленного аммонийного азота.

Оптимальная величина рН для нитрифицирующих микроорганизмов составляет 8,4, оптимальная температура 30°C. При температуре менее 30°C наблюдается снижение скорости нитрификации. Процесс нитрификации может осуществляться как в присутствии органических веществ, так и в их отсутствии. Особое внимание следует обратить на присутствие в сточных водах веществ, тормозящих или полностью ингибирующих нитрификацию, в частности свободного аммиака и тяжелых металлов.

Для удаления из воды окисленных форм азота ( $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$ ) осуществляют денитрификацию, т. е. восстановление нитритов и нитратов до молекулярного азота. Этот процесс может быть реализован при наличии в воде определенного количества органического субстрата, окисляемого сапрофитными микроорганизмами до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  за счет кислорода азотсодержащих соединений. При денитрификации обеспечивается очистка сточных вод одновременно от биологически окисляемых органических соединений и от соединений азота ( $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$ ). Наиболее эффективно процесс денитрификации протекает при рН = 7-7,5, при рН выше 9 и ниже 6 процесс затормаживается.

В качестве органического субстрата в процессе денитрификации могут быть использованы любые биологически окисляемые органические соединения (углеводы, спирты, органические кислоты, продукты распада белков, избыточный активный ил и т.д.). Источником углеродного питания при очистке сточных вод методом денитрификации могут быть исходные или прошедшие очистку в первичных отстойниках сточные воды, а также органосодержащие производственные сточные воды, предпочтительно не содержащие аммонийного, органического и белкового азота.

Необходимое соотношение величины БПК в сточных водах к нитратному азоту ориентировочно равно 4: 1.

Для процессов нитрификации и денитрификации могут быть использованы обычные сооружения биологической очистки: аэротенки и биофильтры.

При удалении соединений азота из сточных вод могут применяться различные схемы очистки: одностадийные, двух или трехстадийные. В каждой схеме процесс денитрификации может осуществляться в начале, середине или конце сооружения, с искусственной добавкой субстрата (например, метанола) или с использованием субстрата сточных вод, с проведением процесса денитрификации в аэробных или анаэробных условиях, с дополнительной рециркуляцией иловой смеси в начало резервуара из его конца или из вторичного отстойника, а также из одной ступени в другую. Во всех схемах на завершающей стадии устраивают, как правило, аэрацию иловой смеси продолжительностью не менее 1-2 ч для отдувки газообразного азота и более глубокого окисления аммонийного азота. Для удаления из сточных вод соединений азота возможно применение специально разработанных для этих целей сооружений типа циркуляционных каналов, в которых создаются аэробные и анаэробные участки за счет рассредоточенного расположения поверхностных механических аэраторов. Возможно осуществление процесса в аэротенке-смесителе при попеременном (циклическом) аэрировании и перемешивании иловой смеси в течение короткого времени (1-1,6 ч) при соблюдении необходимого времени пребывания сточной жидкости в сооружении. Для перемешивания иловой смеси могут быть использованы лопастные мешалки с горизонтальной или вертикальной осью вращения, гидравлическое перемешивание, а также перемешивание воздухом с малой интенсивностью, подаваемым дырчатыми трубами или открытыми стояками.

При отсутствии токсичных загрязнений (особенно для нитрификации) могут применяться секционированные вытеснители с последовательно работающими

аэробными и анаэробными секциями и подачей в секции денитрификации соответствующего количества органического субстрата или исходной сточной жидкости.

**2.30.** Аэротенки-тарификаторы целесообразно применять при отсутствии в сточных водах посторонних органических примесей например, дренажных вод жидкостей из накопителей производственных отходов, содержащих  $\text{NH}_4^+$ . Для поддержания стабильной очистки не допускается суточное изменение концентрации  $\text{N-NH}_4^+$  в поступающей жидкости более  $\pm 5\%$ . Процесс нитрификации следует осуществлять в аэротенке-смесителе при невысокой степени очистки воды (2-4 мг  $\text{N-NH}_4^+$  очищенной воды).

При расчете процессов нитрификации сточных вод необходимо вначале определить минимальный возраст активного ила, при котором обеспечивается требуемая остаточная концентрация аммонийного азота.

Ориентировочно концентрацию нитрифицирующего ила при требуемом его возрасте следует определять по табл. 19, в которой представлены данные по количеству нитрифицирующих микроорганизмов ( $a_{is}$ , г/л) при количестве окисленного аммонийного азота ( $\Delta C_n$ ) 20 мг  $\text{N-NH}_4^+$  за 24-часовой период обработки воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ , а также данные по приросту ила и удельной скорости окисления аммонийного азота. При других количествах окисленного аммонийного азота  $\Delta C_n$  и продолжительности очистки  $t$  дозу нитрифицирующего ила следует определять по формуле

$$a_{in} = 1,2 \cdot a_{is} \frac{\Delta C_n}{t} \quad (56)$$

Минимальное время обработки в аэротенке-смесителе сточных вод, не содержащих органических веществ, 10-12 ч. Вынос нитрифицирующего ила из вторичных отстойников должен быть не более 20 мг/л, т. е. его прирост должен быть не менее этой величины, с целью сохранения нитрифицирующего ила в системе.

Таблица 19

Прирост ила, мг/мг $\text{N-NH}_4^+$	Возраст ила, Т, сут.	Концентрация микроорганизмов, $a_{is}$	Удельная скорость окисления $\rho_n$ , мг/(г·ч)
0,17	5	0,017	49,0
0,17	10	0,034	24,5
0,16	15	0,048	17,4
0,138	20	0,055	15,2
0,09	25	0,048	17,4
0,055	30	0,033	25,2
0,03	35	0,021	39,7
0,02	40	0,016	52,1
0,018	50	0,048	17,4
0,044	60	0,053	15,7
0,018	70	0,025	33,3

Для более эффективного задержания нитрифицирующего ила целесообразно размещение тонкослойных блоков в конце аэротенков.

Следует отметить, что вследствие весьма малой скорости роста нитрифицирующих микроорганизмов существует критическая минимально возможная суммарная концентрация аммонийного и органического азота  $C_{nen\ min}$  в поступающей воде, ниже которой осуществление процесса нитрификации в аэротенке с заданным эффектом становится практически невозможным из-за ограничений работы вторичных отстойников при возврате в нитрификатор необходимого количества нитрифицирующего ила.

Минимальная допустимая концентрация  $C_{nen\ min}$  при заданном возрасте ила  $T$  в зависимости от допустимого выноса нитрифицирующего ила из вторичных отстойников  $a_t$ , мг/л, определяется выражением

$$C_{nen\ min} = 0,02 a_t T / a_{is}. \quad (57)$$

Для обеспечения эффективной нитрификации аммонийного азота при меньших начальных его концентрациях целесообразно вводить дополнительное количество неконсервативных легкоокисляемых органических веществ, например, метанола или неочищенной бытовой сточной жидкости.

Процесс нитрификации следует осуществлять при оптимальном значении рН, равном 8,4. При других значениях рН и той же температуре удельные скорости снижаются. Приведем значения  $K_{pH}$  при различных величинах рН:

рН . . . . . 6	6,5	7	7,5	8	8,4	9
$K_{pH}$ . . . . . 0,15	0,31	0,5	0,6	0,87	1	1,23

В общем случае при расчете аэротенков с нитрификацией сточных вод необходимо знание удельной скорости роста нитрифицирующих микроорганизмов, которая зависит от рН и температуры жидкости, концентрации растворенного кислорода в иловой смеси и аммонийного азота в очищенной жидкости, а также от наличия токсичных для нитрификации компонентов.

Удельная скорость роста тарификаторов  $\mu_n$ , сут<sup>-1</sup>, определяется по формуле

$$\mu_n = K_{pH} K_T K_{OC} \mu_{max} N / (K_{II} + N), \quad (58)$$

где  $K_{pH}$  - коэффициент, учитывающий влияние рН;

$K_T$  - коэффициент, учитывающий влияние температуры жидкости;

°С . . . . . 10	15	20	25	30
-----------------	----	----	----	----

$K_T$ . . . . . 0,32	0,56	1,0	1,79	3,2
----------------------	------	-----	------	-----

$K_{oc}$  - коэффициент, учитывающий влияние концентрации растворенного кислорода, который определяется по формуле

$$K_{oc} = C_o / (K_o + C_o). \quad (59)$$

$K_c$  - коэффициент, учитывающий влияние токсичных компонентов;

$\mu_{max}$  - максимальная скорость роста нитрифицирующих микроорганизмов, равная 1,77 сут<sup>-1</sup> при рН = 8,4 и температуре 20 °С;

$K_n$  - константа полунасыщения, мг  $N - NH_4$ /л;  $N$  - концентрация аммонийного азота в очищенной жидкости.

$C_o$  - концеш рация растворенного кислорода в иловой смеси, мг/л;

$K_o$  - константа полунасыщения, равная 2 мг  $O_2$ /л.

Коэффициент  $K_o$  определяется по формуле

$$K_o = J / (J + C_i), \quad (60)$$

где  $C_i$  - концентрация ингибитора, мг/л;

$J$  - константа полунасыщения, мг ингибитора/л.

Минимальный возраст нитрифицирующего ила  $\Theta$  определяется по формуле

$$\Theta = 1 / \mu. \quad (61)$$

Удельная скорость окисления органических веществ  $\rho$ , мг/(г·ч), определяется по формуле

$$\rho = K_3 + 0,0417 K_p / \Theta. \quad (62)$$

где  $K_{\Sigma}$  - энергетический физиологический коэффициент, мг·БПК<sub>полн</sub>/(г·ч);  $K_p$  - физиологический коэффициент роста микроорганизмов активного ила, мг·БПК<sub>полн</sub>/г;  $\Theta$  - возраст ила, сут.

Для городских сточных вод

$$K_{\Sigma} = 3,7 \text{ мг·БПК}_{\text{полн}}/(\text{г·ч}); K_p = 864 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/\text{г}.$$

Концентрация беззольной части активного ила  $a_i$  определяется из формулы (49) СНиП 2.04.03-85, где для городских сточных вод  $\rho_{\max} = 70 \text{ мг·БПК}_{\text{полн}}/(\text{г·ч}); K_i = 65 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/\text{л}, \varphi = 0,14 \text{ л/г}; K_o = 0,625 \text{ мг/л}.$

Продолжительность пребывания сточных вод в аэротенке  $t_{atm}$  с нитрификацией аммонийного азота определяется по формуле

$$t_{atm} = (L_{en} - L_{ex}) / a_i \rho, \quad (63)$$

Удельный прирост активного ила  $K_g$ , мг/(мг·БПК<sub>полн</sub>), определяется по формуле

$$K_g = 41,7 a t_{atm} / (L_{en} - L_{ex}) \Theta, \quad (64)$$

где  $a$  - концентрация ила по сухому веществу, г/л.

Суточное количество избыточного ила  $G$ , кг/сут, составляет

$$G = K_g / (L_{en} - L_{ex}) Q / 1000. \quad (65)$$

#### Пример расчета аэротенка-нитрификатора

**2.31.** Исходные данные: расход сточных вод  $Q = 12000 \text{ м}^3/\text{сут}$ ; содержание аммонийного азота в исходной воде  $C_{nen} = 150 \text{ мг/л}$ , в очищенной воде  $C_{nex} = 3 \text{ мг/л}$ ; температура  $20^\circ\text{C}$ ; значение  $pH = 8,4$ ; концентрация растворенного кислорода равна  $4 \text{ мг/л}$ .

По формуле (58) определяется удельная скорость роста нитрификаторов  $\mu$ , сут<sup>-1</sup>;

$$\mu = 1 \cdot 1 \cdot \frac{4}{2 + 4} \cdot 1,77 \cdot \frac{3}{25 + 3} = 0,126.$$

Минимальный возраст ила находим из уравнения (61)

$$\Theta = 1 / 0,126 = 7,93 \text{ сут}.$$

Принимается  $\Theta = 8 \text{ сут}$ .

Затем определяем концентрацию нитрифицирующего ила  $a_{is}$ . При возрасте ила  $\Theta = 8 \text{ сут}$ ,  $a_{is} = 0,03 \text{ г/л}$ . Удельная скорость нитрификации по табл. 19 составит  $34,5 \text{ мг}/(\text{г·ч})$ .

По формуле (57) определяется минимально допустимая концентрация аммонийного азота в поступающей жидкости  $C_{nen \min}$  при задаваемом выносе ила из вторичных отстойников  $C_i = 20 \text{ мг/л}$ ;

$$C_{nen \min} = 0,02 \frac{20 \cdot 8}{0,03} = 107 \text{ мг/л},$$

т. е. меньше исходной величины, которая равна  $150 \text{ мг/л}$ .

Общую дозу ила следует определять исходя из минимального периода аэрации для аэротенков-смесителей, равного  $10 \text{ ч}$ . Из уравнения (56) доза нитрифицирующего ила

$$a_{in} = \frac{1,2 \cdot 0,03 \cdot (150 - 3)}{10} = 0,53 \text{ г/л}.$$

Объем нитрификаторов

$$W_n = Qt / 24 = \frac{12000 \cdot 10}{24} = 5000 \text{ м}^3.$$



Гидравлическая нагрузка на вторичные отстойники определяется по формуле (67) п. 1.161 СНиП 2.04.03-85.

*Пример расчета аэротенка-нитрификатора в присутствии биоразлагаемых органических веществ.*

**2.32.** Исходные данные: расход сточных вод 48000 м<sup>3</sup>/сут; БПК сточных вод  $L_{en} = 150$  мг/л; аммонийный азот  $C_{nen} = 50$  мг/л; в очищенной воде ( $L_{en} = 8$  мг/л); концентрация  $C_{nex} = 2$  мг/л; температура жидкости 20°C; концентрация кислорода в аэротенке - 2 мг/л;  $pH = 7,8$ .

Характер органических загрязнений аналогичен городским сточным водам. Значения констант при окислении органических веществ и обеспечении глубокой нитрификации:

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 70 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/\text{г}\cdot\text{ч}; & K_i &= 65 \text{ мг/л}; \\ \varphi &= 0,14 \text{ л/ч}; & K_O &= 0,625 \text{ мг/л}. \end{aligned}$$

По формуле (58) наводим  $\mu$

$$\mu = 1 \cdot 0,78 \frac{2}{2+2} \cdot 1,77 \frac{2}{25+2} = 0,051 \text{ сут}^{-1}.$$

Минимальный возраст ила по формуле (61)

$$1/\mu = 1/0,051 = 19,6 \text{ сут.}$$

Удельная скорость окисления органических веществ определяется по формуле (62)

$$\rho = 3,7 + (864 \cdot 0,0417) / 19,6 = 5,54 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г}\cdot\text{ч}).$$

По формуле (49) п. 6.143 СНиП 2.04.03-85, зная  $\rho$ , находим концентрацию беззольной части активного ила при  $L_{ex} = 8$  мг/л

$$\begin{aligned} 5,54 &= 70 \frac{8 \cdot 2}{8 \cdot 2 + 65 \cdot 2 + 0,625 \cdot 8} \cdot \frac{1}{1 + 0,14 a_i}; \\ 5,54 + 5,54 \cdot 0,14 a_i &= 7,41; \quad a_i = 2,42 \text{ г/л}. \end{aligned}$$

Продолжительность аэрации сточных под  $t_{am}$ , ч, в аэротенке-смесителе с нитрификацией аммонийного азота определяется по формуле (63)

$$t_{am} = \frac{150 - 8}{2,42 \cdot 5,54} = 10,6.$$

Концентрация нитрифицирующего ила в иловой смеси при возрасте ила 19,6 сут определяется по данным табл. 19 с использованием формулы (56)

$$a_{in} = 1,2 \cdot 0,055 \frac{50 - 2}{10,6} = 0,3 \text{ г/л.}$$

Общая концентрация беззольного ила в иловой смеси аэротенков составляет  $a_{in} + a_i = 2,42 + 0,3 = 2,72$  г/л, с учетом 30 % зольности доза ила по сухому веществу составит  $a = 2,72 / 0,7 = 3,88$  г/л.

Удельный прирост избыточного ила  $K_g$  определится по формуле

$$K_g = \frac{4,17 \cdot 3,88 \cdot 10,6}{(150 - 8)19,6} = 0,62 \text{ мг}/(\text{мг БПК}_{\text{полн}}).$$

Суточное количество избыточного ила по формуле (65),

$$G = \frac{0,62 \cdot (150 - 8) \cdot 48000}{1000} = 4226 \text{ кг/сут.}$$

Объём аэротенков-интритфикаторов

$$W = \frac{48000 \cdot 10,6}{24} = 21200 \text{ м}^3.$$

Расход подаваемого воздуха рассчитывается по формуле (61), п. 6.157 СНиП 2.04.03-85 с учетом дополнительного слагаемого в числителе

$$1,1(C_{en} - C_{nex})4,6.$$

*Расчет, денитрификатора*

**2.33.** В качестве денитрификаторов могут применяться как смесители, так и вытеснители. Для осуществления процесса денитрификации в качестве, источника углерода в сточные воды искусственно добавляют биологически неконсервативные, органические вещества (метанол, органические кислоты и т. д.) или исходные сточные воды из расчета 3-6 мг БПК на 1 мг  $N-NO_3^-$ .

Расчет продолжительности процесса в реакторе-смесителе осуществляются по формуле (48) п. 6.143 СНиП 2.04.03-85.

Удельная скорость  $\rho^{dn}$ , мг/(г·ч), денитрификации рассчитывается по формуле

$$\rho^{dn} = \rho_{\max}^{dn} \left( \frac{L_{ex}^{dn}}{L_{ex}^{dn} + K_{dn}} \right) \left( \frac{1}{1 + \varphi_{dn} a_i^{dn}} \right), \quad (66)$$

Продолжительность пребывания в смесителе, ч:

$$t_{atm} = \frac{(L_{en}^{dn} - L_{ex}^{dn})}{a_i^{dn} (1 - \alpha) \rho^{dn}}, \quad (67)$$

в вытеснителе

$$t_{atm} = \left[ (L_{en}^{dn} - L_{ex}^{dn}) + 2,3 K_{dn} \lg \frac{L_{en}^{dn}}{L_{ex}^{dn}} \right] \frac{1 + \varphi_{ai}^{dn}}{\rho_{\max}^{dn} a_i^{dn}} \quad (68)$$

Значения кинетических констант принимаются по данным табл. 20.

Таблица 20

Вид субстрата	$\rho_{\max}^{dn}$ , мг $N-NO_3^-$ /(г·ч)	$k_{dn}$ , мг $N-N\hat{I}_3^-$ /ё	$\varphi_{dn}$ , л/г
Метанол	58,8	40	0,19
Этанол	44,9	25	0,17

Во всех случаях после денитрификации перед отстойниками необходима аэрация иловой смеси в течение 0,5-1 ч для отдувки газообразного азота.

*Пример расчета денитрификатора*

**2.34.** Исходные данные: расход сточных вод  $q_w = 48000 \text{ м}^3/\text{сут}$ ; концентрация нитратного азота 20 мг/л; углеродный субстрат - метанол; концентрация азота в очищенной воде - 9,1 мг/л; иловой индекс - 100  $\text{см}^3/\text{г}$ , зольность ила - 0,3.

Предельная доза денитрифицирующего ила при  $J_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$  составляет

$$a_{i \max}^{dn} = 0,3 \cdot 1000 / 100 = 3 \text{ г/л.}$$

Удельная скорость в денитрификаторе  $\rho^{dn}$ , мг/(г·ч), в смесителе по формуле (66)

$$\rho^{dn} = 58,8 \frac{9,1}{40 + 9,1} \frac{1}{1 + 0,19 \cdot 3} = 6,94.$$

Продолжительность пребывания в денитрификаторе  $t_{atm}$ , ч, по формуле (67)

$$t_{atm} = (30 - 9,1)/3(1 - 0,3) \cdot 6,94 = 1,43.$$

Объем реактора  $W_{dn} = 48000 \cdot 1,43/24 = 2860 \text{ м}^3$ .

Для создания анаэробных условий перемешивание иловой смеси в денитрификаторе осуществить механическими лопастными мешалками или гидравлическим способом.

#### *Денитрификатор с фиксированной загрузкой*

**2.35.** В качестве загрузки допускается использовать кварцевый песок, гравий, рулонную пластмассу, стекловолокно, а также другие материалы, обладающие высокоразвитой поверхностью и стойкостью к биологическим воздействиям.

При концентрации азота нитратов в поступающей воде менее 50 мг/л рекомендуется устанавливать каркасно-засыпные денитрификаторы; для диапазона концентраций  $50 < \text{N-NO}_3^- < 100$  - гравийные денитрификаторы. При содержании азота нитратов в исходной воде более 100 мг/л - пленочные и денитрификаторы с загрузкой из стекловолокна типа «ерш».

Расчет денитрификаторов с фиксированной загрузкой, работающих в затопленном режиме, производится по формуле

$$t_{bf}^{dn} = \left[ (C_{en}^{dn} - C_{ex}^{dn}) + K_d K_{dn} \ln \frac{C_{en}^{dn}}{C_{ex}^{dn}} \right] \frac{1 + \varphi_{dn} a_i^{dn}}{\rho_{max}^{dn} a_i^{dn}} \quad (69)$$

где  $t_{bf}^{dn}$  - время контакта, ч;  $C_{en}^{dn}$  - концентрация азота нитратов в исходной воде, мг/л;  $C_{ex}^{dn}$  - концентрация азота нитратов в очищенной воде, мг/л;  $K_d$  - экспериментальный коэффициент, по табл. 21;  $K_{dn}$  - константа Михаэлиса-Ментен, мг/л;  $\varphi_{dn}$  - коэффициент ингибирования процесса денитрификации продуктами метаболизма активного ила, л/г;  $\rho_{max}^{dn}$  - максимальная удельная скорость восстановления азота, нитратов, мг N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/(г·ч) концентрация денитрифицирующего ила, г/л.

Для денитрификации с использованием в качестве углеродного субстрата метанола и этанола значения кинетических констант  $K_{dn}$ ,  $\varphi_{dn}$ ,  $\rho_{max}^{dn}$  установлены экспериментально и определяются по табл. 20 и 21.

Таблица 21

Конструкция денитрификатора	Экспериментальные коэффициент $K_d$	Конструкция денитрификатора	Экспериментальные коэффициент $K_d$
Каркасно-засыпной	0,89	Гравийный	0,83
		Пленочный	0,81

Доза денитрифицирующего ила в сооружении зависит от концентрации азота нитратов в исходной воде и необходимой степени очистки. Для расчетов принимаются средние значения  $a_i^{dn}$  в соответствии с данными табл. 22.

Таблица 22

Концентрация азота нитратов в исходной воде мг/л	Средняя концентрация денитрифицирующего ила, г/л. при концентрации азота нитратов в очищенной воде, мг/л				
	10	20	30	40	50
60	1,0	2,0	2,5	3,5	-
100	1,5	2,5	3,5	5,0	7,5
200	2,0	3,5	5,5	7,5	10,0
300	2,5	4,0	6,0	9,0	14,0
400	3,0	5,0	7,0	14,0	20,0

Объем рабочей части сооружения, заполненного загрузкой, подсчитывается как произведение

$$q_w t_{df}^{dn} \quad (70)$$

где  $q_w$  - расход нитратсодержащих сточных вод, м<sup>3</sup>/ч.

Расчетные параметры денитрификаторов с фиксированной загрузкой следует принимать по табл. 23.

Регенерацию загрузки каркасно-засыпного и гравийного денитрификаторов следует осуществлять обратным током исходной или очищенной воды.

Таблица 23

Денитрификатор	Параметры фиксированной загрузки		Высота слоя, м	Расстояние между рядами, мм	Интенсивность промывки, л/м <sup>2</sup> .с)	Продолжительность промывки.
	материал	Гранулометрическая характеристика, $d$ мм				
Каркасно-засыпной	Кварцевый песок	0,8-1	0,8-1	-	Нарастание интенсивности до 8	10
	Гравий	16-32	1,5-2			
Гравийный	Гравий	40-60	Не менее 4	-	13	-
Пленочный	Рулонные пластмассовые материалы	-	То же	Вертикальные ряды через 40-60 мм	-	-
С загрузкой из стекловолокна	Стекловолокно	-	-	Вертикальные ряды через 50-70 мм	-	-

#### Пример расчета денитрификатора с фиксированной загрузкой

**2.36.** Исходные данные: расход сточных вод,  $q_w = 200$  м<sup>3</sup>/ч; концентрация азота: нитратов в поступающей воде - 300 мг/л; углеродный субстрат - этанол; концентрация азота нитратов в очищенной воде - 10-мг/л; конструкция денитрификатора - с загрузкой из стекловолокна.

Время контакта сточных вод  $t_{df}^{dn}$ , ч, с загрузкой определяется по формуле (69)

$$t_{df}^{dn} = \left[ 300 - 10 + 0,6 \cdot 25 \ln \frac{300}{10} \right] \frac{1 + 0,17 \cdot 2,5}{44,9 \cdot 2,5} = 4,4.$$

Объем загрузки  $W_{bf}^{dn} = 200 \cdot 4,4 = 880$  м<sup>3</sup>.

## Удаление из сточных вод соединений фосфора

2.37. Одним из приемов предупреждения эвтрофирования водных объектов является удаление из очищенных сточных вод фосфора. В процессе обычной биологической очистки соединения фосфора удаляются не полностью. Благодаря бактериальному воздействию полифосфаты превращаются в ортофосфаты. Если в неочищенных исходных городских сточных водах примерно две трети общего содержания фосфора обусловлено присутствием полифосфатов, а одна треть ортофосфатов, в биологически очищенных сточных водах имеет место обратное соотношение.

Для удаления из сточных вод соединений фосфора применяют реагентную обработку, в процессе которой снижение содержания ортофосфатов происходит в результате химического взаимодействия вводимого реагента с ионами  $\text{PO}_4^{3-}$  с образованием нерастворимых соединений, выпадающих в осадок, и в результате сорбции, соединений фосфора хлопьями гидроксидов металлов.

В качестве реагентов могут быть использованы традиционные минеральные коагулянты, применяемые в практике водоподготовки: сернокислое железо  $\text{Fe}^{3+}$ , сернокислый алюминий, железный купорос. Можно также использовать отходы производств, содержащие соли  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Al}^{3+}$ , не токсичные для биологического процесса.

Иногда в качестве реагента применяется известь. Однако из-за необходимости повышения величины рН воды до 11 и последующей нейтрализации очищенных сточных вод, а также возможного образования отложений: углекислого кальция на поверхности трубопроводов, загрузке фильтров предпочтение следует отдавать алюминий- или железосодержащим реагентам.

При введении реагентов на ступени механической очистки сточных вод, т. е. при предварительном осаждении соединений фосфора, одновременно имеет место значительное снижение концентрации органических и других загрязняющих веществ. Поэтому предварительное осаждение фосфатов целесообразно применять для очистки производственных и смеси городских и производственных сточных вод с величиной БПК<sub>полн</sub> более 400 мг/л, а также при перегрузке очистных сооружений.

Практически для удаления из сточных вод соединений фосфора применяется биолого-химическая очистка. При биолого-химической очистке традиционные схемы сооружений биологической очистки (с заключительным фильтрованием сточных вод или без него) дополняются реагентным хозяйством, включающим растворные и расходные баки для коагулянтов и помещение для их хранения. Указанное реагентное хозяйство рассчитывается в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

Доза реагента при его введении в сточные воды на ступени биологической очистки определяется по формуле

$$C_{\text{реаг}} = K C_{\text{Робщ}}, \quad (71)$$

где  $K$  - коэффициент увеличения стехиометрического соотношения, вычисленный с учетом определения по стандартным методикам содержания общего фосфора (по  $\text{PO}_4^{3-}$ ) и металлов реагента (по оксиду металла  $\text{Me}_2\text{O}_3$ ), принимается по табл.24;  $C_{\text{Робщ}}$  - концентрация общего фосфора в поступающей воде, мг/л. При отсутствии данных о концентрации в поступающей воде общего фосфора, ориентировочно может быть принято  $C_{\text{Робщ}} = (2 - 3) C_{\text{PO}_4^{3-}}$ , где  $C_{\text{PO}_4^{3-}}$  - концентрация фосфатов в поступающей воде мг,  $\text{PO}_4^{3-} / \text{л}$ .

Таблица 24

Эффективность удаления общего фосфора, %	Величина К при применении		
	сернокислого железа II	сернокислого железа III	сернокислого алюминия
60	0,33	0,15	0,35
65	0,5	0,25	0,4
70	0,66	0,33	0,5
75	1	0,5	0,65
80	1,34	0,66	0,74
85	1,67	1	0,9

Учитывая возможное угнетение микроорганизмов активного ила при введении реагентов в иловую смесь, не рекомендуется принимать дозы сернокислого железа (II) более 25 мг/л по  $Fe_2O_3$ ; сернокислого железа (III) более 15 мг/л по  $Fe_2O_3$ ; сернокислого алюминия более 18 мг/л по  $Al_2O_3$ .

С целью эффективного использования реагента и с учетом его влияния на активный ил рекомендуется введение сернокислого железа (II) - в начало аэротенка либо во флотационную емкость, сернокислого железа (III) - перед вторичным отстойником, сернокислого алюминия - в конец аэротенка.

При использовании в качестве реагента сернокислого алюминия для уменьшения концентрации взвешенных веществ в очищенной воде следует добавлять полиакриламид (ПАА). Ориентировочная доза ПАА 0,2-1 мг/л. Введение раствора ПАА осуществляется в иловую смесь перед вторичным отстойником.

При наличии в схеме очистки сточных вод на завершающем этапе фильтров с повышенной грязеемкостью (например, гравийно-песчаных фильтров с восходящим потоком воды) применение ПАА не обязательно.

Введение реагента на ступени биологической очистки позволяет снизить содержание в воде общего фосфора до 85 %, растворимых фосфатов до 95 %. Более глубокое удаление общего фосфора (до 90-95 %) достигается в процессе доочистки сточных вод фильтрованием. Введение реагента должно учитываться при определении объема аэротенка изменением зольности ила (коэффициент  $\beta$ ) и удельной скорости окисления (коэффициент  $m$ ). Тогда формула (48) п. 6.143 СНиП 2.04.03-85 определения продолжительности аэрации примет вид

$$t_{ам} = (L_{en} - L_{ex}) / a_i (1 - \beta s) \rho m, \quad (72)$$

где  $a_i$  - доза ила, принимается по табл. 25;  $s$  - зольность ила;  $\beta$  - поправка за счет введения реагента, принимаемая по табл. 26.

Удельная скорость окисления, мг БПК<sub>полн</sub> на 1г беззольного вещества ила в 1 ч, определяется по формуле (49) СНиП 2.04.03-85.

Таблица 25

Доза реагента по $Me_2O_3$ мг/л	Рекомендуемая доза ила $a_i$ г/л, в зависимости от БПК, поступающей в аэротенк сточной воды $L_{en}$ .			
	100	150	200	300
10	3	4	5	5
15	4	5	6	6
20	5	6	6	7
25	6	6	7	7

Примечание. При применении сернокислого алюминия или сернокислого железа (III) дозу ила принимать не более 5 г/л.

Таблица 26

Реагент	При дозах реагента в $\text{Me}_2\text{O}_3/\text{л}$				
	5	10	15	20	25
При применении сернокислого железа (III)	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
При применении других реагентов	1,07	1,15	1,2	1,22	1,22

Коэффициент, учитывающий изменение скорости окисления органического вещества за счет введения реагента по отношению к скорости окисления при биологической очистке,  $m$ , принимается по табл.27 в зависимости от нагрузки по коагулянту  $N_{\text{коаг}}$ ,  $\text{мгMe}_2\text{O}_3/\text{г}$  беззольного вещества ила, рассчитанной по формуле

$$N_{\text{коаг}} = C_{\text{реаг}}/ai(1 - \beta s), \quad (73)$$

Удельный расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ , сточной воды определяется по формуле (61) СНиП 2.04.03-85. При этом в схеме с введением железного купороса средняя концентрация кислорода в аэротенке принимается равной 5  $\text{мг}/\text{л}$ .

Таблица 27

$N_{\text{коаг}}$	9	8	7	6	5	4	3	2
$m$	0,68	0,78	0,84	0,95	1	1,08	1,16	1,24

Рециркуляционный расход активного ила ориентировочно принимается в зависимости от рабочей дозы ила в аэротенке и дозы возвратного ила по данным табл. 28.

Таблица 28

Рабочая доза ила в аэротенке, г/л	Схема с введением			
	железного купороса		сернокислого железа (III) или алюминия	
	доза, г/л	рециркуляция, %	доза, г/л	рециркуляция, %
3	10	45	6,5	85
4	11,6	50	8,5	90
5	11,5	60	10,0	100
6	14,0	75	-	-
7	44,0	100	-	-

Перекачку возвратного ила рекомендуется осуществлять эрлифтами, что предупреждает излишнее дробление хлопка ила, создает большую аэробность системы и является более экономичным способом перекачки ила по сравнению с центробежными насосами. Выполнение этой рекомендации особенно важно при применении в качестве реагента сернокислого алюминия. Реагент вводится в аэротенк в виде раствора.

При применении гравийно-песчаных фильтров с восходящим потоком воды в схеме биолого-химической очистки расчет фильтров производится:

в схеме с введением сернокислого закисного железа перед аэротенком - по параметрам безреагентного фильтрования;

в схеме с введением сернокислого окисного железа перед вторичным отстойником или сернокислого алюминия в конце аэротенка следует принимать скорость фильтрования в рабочем режиме 9-10  $\text{м}/\text{ч}$ , при форсированном 11-12  $\text{м}/\text{ч}$ .

Промывку следует предусмотреть 2-3 раза в сут.

При расчете сооружений по обработке осадка необходимо учитывать увеличение массы сухого вещества активного ила в связи с образованием дополнительного химического осадка, количество которого на 1  $\text{мг}/\text{л}$   $\text{Me}_2\text{O}_3$  составляет 1 % прироста активного ила, рассчитанного по п. 6.148 СНиП 2.04.03-85.

Однако, несмотря на увеличение массы ила, объем избыточного ила сокращается в 1,5 раза в связи с лучшей способностью осаждаться. Активный ил обладает хорошими

водоотдающими свойствами, аналогичными свойствами осадка после аэробной стабилизации.

Введение реагента на ступени биологической очистки не влияет на протекание процессов сбраживания осадков в метантенках. При механическом обезжелезивании биолого-химических илов с применением реагентов расход последних можно сократить до 30%.

*Пример расчета аэротенка при биолого-химической очистке сточных вод с введением в аэротенк сернокислого железа*

**2.38.** Исходные данные: расчетный расход сточных вод  $q_w = 4160 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; БПК<sub>полн</sub> начальное и конечное  $L_{en} = 200 \text{ мг/л}$  и  $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$ ; содержание взвешенных веществ  $C_{сдр}$  начальное и конечное 150 и 15 мг/л; содержание общего фосфора поступающей воды 16 по  $\text{PO}_4^{3-}$ ; требуемая доза реагента  $C_{реаг} = 1 \cdot 16 = 16 \text{ мг/л}$ ;  $K = 1$  - по табл. 24.

Необходимо удалить 75 % общего фосфора.

При исходной БПК<sub>полн</sub> = 200 мг/л и необходимой дозе реагента 16 мг/л согласно табл. 25 биолого-химический процесс целесообразно вести при дозе активного ила  $a_i = 6 \text{ г/л}$ . При этих параметрах увеличение зольного ила принимаем по табл. 26,  $\beta = 1,3$ , т. е. зольность ила будет  $0,3 \cdot 1,3 = 0,39$ .

Нагрузку по коагулянту определяем по формуле (73)

$$N_{коаг} = 16/6(1-1,3 \cdot 0,3) = 4,4 \text{ мг/г.}$$

По табл. 27 коэффициент изменения удельной скорости окисления органических загрязнений при  $N_{коаг} = 4,4 \text{ мг/г}$  составит  $m = 1,04$ .

Скорость окисления органического вещества при биологической очистке определяем по формуле (49) СНиП 2.04.03-85

$$\rho = 85 \cdot 15 \cdot 5 / [(15 \cdot 5 + 33 + 0,625 \cdot 15)(1 + 0,07 \cdot 6)] = 18 \text{ мг БПК}_{полн}/(\text{г} \cdot \text{ч}).$$

где  $\rho_{\max} = 85 \text{ мг БПК}_{полн}/(\text{г} \cdot \text{ч})$ ;  $C_o = 5 \text{ мг/л}$  (использование железного купороса);  $K_i = 33 \text{ мг БПК}_{полн}/\text{л}$ ;  $K_o = 0,625 \text{ мг/л}$ ;  $\varphi = 0,07 \text{ л/г}$ .

Удельная скорость окисления органических веществ при биолого-химической очистке  $\rho m = 18 \cdot 1,04 = 18,7 \text{ мг БПК}_{полн}/(\text{г} \cdot \text{ч})$ .

Расчет периода аэрации в аэротенках производим по формуле (72)

$$t_{атм} = (200-15)/6(1-0,39) 18,7 = 2,73 \text{ ч.}$$

Рециркуляцию ила принимаем по табл. 28 - 75 %. Тогда прирост ила составит  $1,16(0,8 \cdot 150 + 0,4 \cdot 15) = 145 \text{ мг/л}$ .

В заключение определяем количество реагента для расчета реагентного хозяйства при содержании 52 %  $\text{FeSO}_4$  в техническом железном купоросе ( $P_{репг}$ ) по формуле

$$Q_{репг} = q_w C_{реаг} / P_{репг} = 4160 \cdot 16 \cdot 1,9 \cdot 100 \cdot 24 / 52 \cdot 1000 \cdot 1000 = 5,76 \text{ т/сут.}$$

### 3. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.

#### Нейтрализация сточных вод

**3.1.** Кислые и щелочные сточные воды перед сбросом их в промышленную канализацию или водоемы должны быть нейтрализованы до достижения величины рН, равной 6,5-8,5. При нейтрализации сточных вод допускается смешение кислых и щелочных стоков для их взаимонейтрализации:

**3.2.** *Пример расчета взаимной нейтрализации.* Исходные данные: кислые сточные воды содержат  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 4,7;  $\text{HCl}$  - 3,8 г/л; щелочные сточные воды содержат  $\text{NaOH}$  - 3,3;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - 2,9 г/л. Для расчета взаимной нейтрализации концентрации кислот и щелочей надо выразить в г-экв/л.



В кислых сточных водах это составит

$\text{Na}_2\text{SO}_4 - 4,7:49 = 0,0958$  г-экв/л;

$\text{HCl} - 3,8:36,5 = 0,1041$  г-экв/л;

итого кислот - 0,2 г-экв/л.

$\text{NaOH} - 3,3:40 = 0,0825$  г-экв/л;

$\text{Na}_2\text{CO}_3 - 2,9:53 = 0,0547$  г-экв/л;

итого щелочей - 0,1372 г-экв/л; где 49; 36,5; 40; 53 грамм-эквиваленты  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  соответственно.

В результате смешения равных объемов данных сточных вод преобладают кислые стоки:  $0,2-0,1372 = 0,0628$  г-экв/л. Для их нейтрализации потребуется дополнительно 0,0628 г-экв/л щелочи. Это количество щелочи содержится в 0,46 л щелочной воды, что видно из следующего расчета: в 1 л содержится 0,1372 г-экв/л щелочи, а в  $X$  л содержится 0,0628 г-экв/л щелочи, тогда  $X = 0,0628:0,1372 = 0,46$  л щелочной воды.

Следовательно, для получения при взаимной нейтрализации воды с величиной  $\text{pH} = 7$  надо смешивать с 1 л кислой воды 1,46 л щелочной воды. Если для расчета взаимной нейтрализации известны величины  $\text{pH}$ , то пересчет концентрации производится по формулам:

для кислых стоков

$$\text{pH} = -\lg \frac{X}{\mathcal{E}}, \quad (74)$$

где  $X$  - концентрация кислоты, г/л;  $\mathcal{E}$  - ее эквивалентная масса;

для щелочных стоков

$$\text{pH} = 14 + \lg \frac{X_1}{\mathcal{E}_1}, \quad (75)$$

где  $X_1$  - концентрация щелочи, г/л;  $\mathcal{E}_1$  - ее эквивалентная масса.

**3.3.** Пример расчета концентрации  $\text{HNO}_3$ , имеющей величину  $\text{pH} = 2,02$ .

По формуле (74) произведем следующий расчет:

$$2,02 = -\lg \frac{X}{63}; \quad 2,02 = -(\lg X - \lg 63) = -\lg X + \lg 63,$$

где 63 - эквивалентная масса  $\text{HNO}_3$ ;  $\lg 63 = 1,8$ , тогда  $2,02 = -\lg X + 1,8$ ;  $\lg X = 1,8 - 2,02 = -0,22 + 1,78$ ;  $X = 0,603$   $\text{HNO}_3$  г/л (0,603 антилогарифм 1,78).

**3.4.** Пример расчета концентрация  $\text{NaOH}$ , имеющей величину  $\text{pH} = -12,77$ .

По формуле (75) произведем следующий расчет;

$$12,77 = 4 + \lg \frac{X_1}{40}; \quad 12,77 = 14 + (\lg X_1 - \lg 40)$$

где 40 эквивалентная масса  $\text{NaOH}$ ,  $\lg 40 = 1,602$ , тогда  $12,77 = 14 + \lg X_1 - 1,602$ ;  $\lg X_1 = 12,77 - 14 + 1,602 = 0,372$ ;  $X_1 = 2,36$   $\text{NaOH}$  г/л (2,36 антилогарифм 0,372).

Непрерывно действующие фильтры, загруженные кусковым мелом, известняком, магнезитом, мрамором, доломитом и другими химическими веществами, могут применяться для нейтрализации соляно-кислых и азотно-кислых сточных вод, а также серно-кислотных, содержащих не более 5 г/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и не содержащих солей тяжелых металлов.

Если нейтрализуемая сточная вода содержит катионы металлов, то доза нейтрализующего реагента рассчитывается как на свободную кислоту, так и на концентрацию металлов. При достижении оптимального значения величины  $\text{pH} = 6,5-8,5$  основное количество металлов выделяется в осадок в виде соответствующих гидроксидов.

3.5. Расчет количества образующегося осадка производится по формуле (80) СНиП 2.04.03-85

$$M = \frac{100 - A}{A} (A_1 + A_2) + A_3 + (E_1 + E_2 - 2).$$

Третий член в данной формуле не учитывается, если его значение отрицательное.

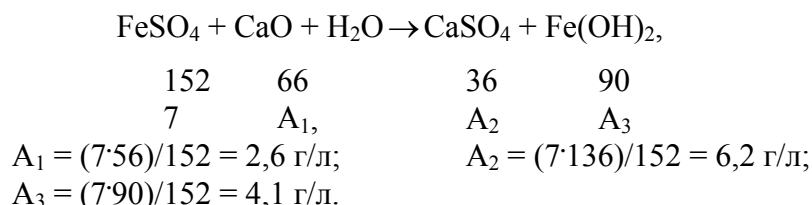
3.6. Объем образующегося осадка рассчитывается по формуле (81) СНиП 2.04.03-85

$$W_{mud} = (10M)/(100 - P_{mud}).$$

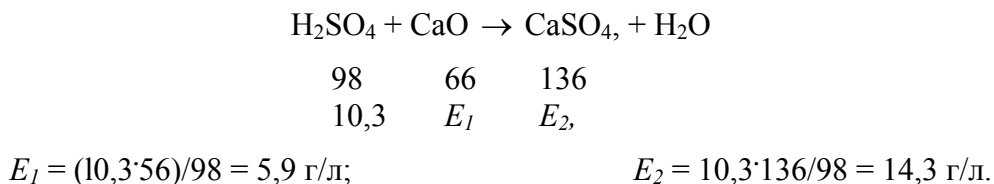
3.7. Пример расчета количества осадка, образующегося при нейтрализации кислых сточных вод, содержащих катионы металлов, производится по формулам (80) и (81) СНиП 2.04.03-85.

Исходные данные. Нейтрализуемая сточная вода содержит 7 г/л  $FeSO_4$ , и 10,3 г/л  $H_2SO_4$ . Применяемая для нейтрализации известь содержит 50 % активной  $CaO$  (A). Расход нейтрализуемой сточной воды  $q_W = 120 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Определяем количество сухого вещества в осадке  $M$  по формуле (80) СНиП 2.04.03-85. По реакции  $FeSO_4 + CaO + H_2O \rightarrow CaSO_4 + Fe(OH)_2$  находим значения  $A_1, A_2$  и  $A_3$ :



Затем по реакции  $H_2SO_4 + CaO - CaSO_4 + H_2O$  находим значения  $E_1$  и  $E_2$ :



Найденные значения подставляются в формулу (80) СНиП 2.04.03-85.

$$M = \frac{100 - 50}{50} (2,6 + 6,2) + 4,1 + (5,9 + 14,3 - 2) = 31,1 \text{ г/м}^3.$$

Определяем объем осадка, образующегося при нейтрализации  $1 \text{ м}^3$  сточной воды при влажности его 90 % по формуле (81) СНиП 2.04.03-85

$$W_{mud} = (10 \cdot 31,1) / (100 - 90) = 3,1\%.$$

Общее количество влажного осадка будет  $31,1 \cdot 120 : 1000 = 4,7 \text{ т/сут}$ .

Заметим, что влажность осадка всегда должна быть меньшей или равной 100 % минус количество сухого вещества. Если, например, количество сухого вещества  $M = 31,1 \text{ кг/м}^3$ , то влажность осадка не может быть более 96,9%, а всегда равна или меньше этой величины.

Ориентировочное количество осадка, образующегося в зависимости от концентрации кислоты и ионов тяжелых металлов в нейтрализуемой воде и выделяющегося в накопителях, предназначенных для складирования его, может быть принято по следующим данным:

концентрация кислоты и ионов							
тяжелых металлов, $\text{кг/м}^3$ . .	5	10	15	20	30	40	50
количество осадков, $\text{м}^3$ , накапливаемых							
за 1 год, от каждого $1 \text{ м}^3/\text{сут}$							
нейтрализованной воды . . .	33	51	65	76	93	108	118

## Адсорберы

**3.8.** Аппаратурное оформление адсорбционной очистки сточных вод активными углями включает комплекс оборудования и его обвязки, обеспечивающий в общем случае следующие технологические операции:

- а) подачу сточных вод в адсорбер;
- б) контакт сточных вод с адсорбентом в адсорбере;
- в) отделение очищенной воды от адсорбента и вывод ее из адсорбционной аппаратуры;
- г) вывод отработанного адсорбента из адсорбера с утилизацией или регенерацией его;
- е) загрузку в адсорбер чистого адсорбента.

**3.9.** Выбор конструкции адсорберов прежде всего обусловлен дисперсным составом адсорбента, который принимается с учетом дефицитности, его стоимости и возможности регенерации.

В зависимости от дисперсного состава адсорбента принципиальные конструкции адсорберов можно подразделить на следующие типы;

I - адсорбер с неподвижной или движущейся загрузкой, через которую водный поток фильтруется или нисходящим потоком со скоростью до 20 м/ч, или восходящим - со скоростью до 12 м/ч, применяется для фракции 0,8-5 мм;

II - адсорбер с псевдооживленной загрузкой, расширение слоя которого осуществляется не менее чем на 50 % восходящим потоком воды со скоростью 10-40 м/ч, применяется для фракций 0,25-2,5 мм;

III - адсорберы-смесители применяются для фракции 0,05- 0,5 мм;

IV - патронные адсорберы с фильтрованием воды со скоростью 1-12 м/ч через слой адсорбента толщиной 0,5-2 см, применяются для фракции 0,02-0,1 мм.

Адсорберы I типа могут применяться для очистки любых объемов сточных вод самого широкого спектра концентрации и химического строения извлекаемых примесей.

Если исчерпание емкости адсорбента происходит на коротком слое загрузки (за счет высокой эффективности адсорбции или малой концентрации адсорбата) и процесс можно прервать на период смены загрузки или ее регенерации, то вся высота загрузки, используемая для адсорбции, размещается в одном адсорбере.

Если требуемая высота загрузки больше размеров одного адсорбера или процесс не может прерываться, то используются несколько последовательно работающих адсорберов, или порционный (дискретный или непрерывный) вывод из адсорбера отработанного адсорбента.

В тех случаях, когда расход воды превышает допустимый для одного адсорбера или требуемую степень очистки можно обеспечить за счет смешения потоков, поступающих из адсорберов с разной эффективностью работы, устанавливают параллельно работающие адсорберы.

Адсорберы II типа наиболее целесообразно применять для очистки небольших объемов сточных вод с хорошо сорбируемыми загрязнениями.

Адсорберы III типа эффективно использовать для очистки небольших объемов высококонцентрированных сточных вод, а адсорберы четвертого типа для очистки небольших объемов низкоконцентрированных сточных вод (5-10 мг/л извлекаемых примесей).

Адсорберы с неподвижной гранулированной загрузкой выполняются в виде металлических колонн или бетонных резервуаров. Промышленное изготовление таких колонных адсорберов в настоящее время ограничено. Возможно применение сорбционных угольных фильтров, предназначенных для глубокой очистки конденсата

от нефтепродуктов на ТЭЦ, для обработки любой сточной воды активными углями при условии предварительного удаления из воды грубодисперсных примесей.

Фильтры сорбционные угольные вертикальные (ФСУ-2, 0-6; ФСУ-2, 6-6; ФСУ-3, 0-6 и ФСУ-3, 4-6) представляют собой однокамерные цилиндрические аппараты из листовой стали с приваренными эллиптическими штампованными днищами. К нижнему днищу приварены три опоры для установки фильтра на фундамент. В центре верхнего и нижнего днища приварены патрубки для подвода и отвода сточной воды. К ним снаружи присоединяются трубопроводы, расположенные по фронту фильтра, а внутри - распределительные устройства, состоящие из вертикальных коллекторов, соединенных с радиально расположенными перфорированными трубами.

Корпус угольного фильтра снабжен двумя лазами - верхним эллиптическим размером 420×320 мм и нижним круглым диаметром 600 мм. На уровне нижнего распределительного устройства к корпусу фильтра приварен штуцер для гидравлической выгрузки отработанного угля. При общей высоте фильтра 5-5,7 м высота загрузки составляет 2,5 м.

Ввиду дефицитности угольных фильтров в качестве адсорберов может использоваться и промышленное оборудование, изготавливаемое для фильтрования воды через другие загрузки, например фильтры ионообменные.

Все указанные фильтры рассчитаны на подачу воды под напором до 0,6 МПа, но могут работать и в безнапорном режиме. Корпус и трубопроводы фильтров изготавливаются из углеродистой стали, их внутренние поверхности подлежат защите коррозионно-стойкими покрытиями, распределительные устройства изготавливаются из нержавеющей стали и полиэтилена.

В комплект поставки входят: корпус фильтра, верхнее и нижнее распределительные устройства, трубопроводы и арматура в пределах фронта фильтра, пробоотборное устройство, манометры с трехкодовыми кранами и сифонными трубками, крепежные и прокладочные материалы.

В тех случаях, когда производительность адсорберов с плотным слоем загрузки превышает 120-200 м<sup>3</sup>/ч, а также при отсутствии промышленных адсорберов, они изготавливаются в индивидуальном порядке в виде металлических колонн напорного и безнапорного типа или в виде открытых бетонных резервуаров.

В резервуарных адсорберах гранулированный адсорбент укладывается или на беспровальную решетку с колпачковыми дренажными устройствами, или на слой гравия и мелкого щебня высотой 0,4-0,5 м. Трубчатая система подачи сточной воды устанавливается в слое гравия и представляет собой набор кольцевых или радиальных трубопроводов с отверстиями, направленными к нижней части адсорбера.

В резервуарных адсорберах сбор очищенной воды осуществляется системой открытых лотков или перфорированных трубопроводов. Выгрузка отработанного угля ведется гидроэлеватором или через придонное отверстие при расширении загрузки восходящим потоком воды. Загрузка свежим активным углем обеспечивается гидроэлеватором.

Подача воды в колонны осуществляется равномерно по сечению адсорбера с помощью распределительной системы, сбор очищенной воды - открытыми лотками или трубчатой системой. Впуски и выпуски воды могут быть оформлены также и в виде решетчатых патрубков, равномерно рассредоточенных по сечению колонны в верхней и нижней ее части. Патрубки выполняются из нержавеющей стали с отверстиями 0,5 мм, поверхность их покрыта сеткой из нержавеющей стали. Количество и размер патрубков следует принимать из расчета площади решеток не менее 0,025 м<sup>2</sup>/1000 м<sup>3</sup> в сут расхода воды. Подающие и сборные патрубки устанавливаются таким образом, чтобы площадь адсорбера между патрубками и наружными стенками составляла половину поперечного сечения адсорбера. В напорных колонных адсорберах вверху необходимо предусмотреть устройство для регулирования давления в колонне. В

противном случае возможно разрушение адсорбера при его опорожнении и образование воздушных пробок в загрузке адсорбера при его наполнении.

Перегрузка адсорберов может выполняться с помощью воздушного или водного потоков, но в первом случае наблюдается большая эрозия труб и арматуры, а также срыв вакуума. Поэтому чаще применяется гидротранспорт угля по трубопроводам уклоном  $0,02-0,1^\circ$ , диаметром не менее 50 мм при скорости угольной пульпы  $0,8-1$  м/с и отношении твердой части к жидкой в пульпе по массе  $T : Ж$  не менее  $1 : 8$ .

Перед загрузкой в адсорбер уголь замачивается горячей водой в течение 5 ч или холодной водой в течение 20-24 ч при постоянном перемешивании.

Адсорберы с движущейся плотной или оживленной не более чем на 10 % загрузкой выполняются в виде колонных аппаратов, дополнительно оборудованных устройствами для непрерывной подачи сверху замоченного и отмытого от мелкой фракции адсорбента, находящегося в верхней части адсорбера, и для вывода отработанного адсорбента из нижней зоны адсорбера. Сточная вода при этом подается через распределительное устройство под загрузкой и собирается сборным устройством над загрузкой угля. Кроме того, адсорбер оборудуется устройством, обеспечивающим равномерность перемещения толщи угольной загрузки по поперечному сечению аппарата.

В отечественном промышленном изготовлении адсорберов с противотоком воды и плотной угольной загрузкой не имеется. ВНИИ ВОДГЕО и Институт гидромеханики АН СССР разработали и проверили на опытной модели конструкцию адсорбера, которая может быть использована для экспериментального проектирования.

Наиболее надежными адсорберами второго типа с псевдо-ожиженным слоем угольной загрузки являются цилиндрические металлические колонны, разделенные по высоте беспровальными решетками, оборудованными переточными устройствами. Очищаемая сточная вода подается в нижнюю часть аппарата по трубчатой системе большого сопротивления, уложенной в слое гравия, очищенная вода отводится через кольцевое сборное устройство в верхней части адсорбера. Активный уголь в сухом виде непрерывно дозируется с помощью вакуумной системы через шлюзовую питатель в загрузочное устройство, где происходит его замачивание и перемещение в адсорбер.

Выгрузка отработанного угля осуществляется эрлифтом, нижний конец которого установлен вблизи гравийных поддерживающих слоев. Угольная загрузка, заключенная в каждой секции между беспровальными решетками, расширяется восходящим потоком воды в 1,6-1,75 раза по сравнению с высотой того же объема загрузки в неподвижном состоянии. Режим перетока сорбента с верхних решеток на нижние задается на основе расчета необходимой дозы сорбента и расхода сточных вод.

В адсорберах с псевдоожиженным слоем нет необходимости отмывать загружаемый уголь от пылевидной фракции, так как она выносится из адсорбера вместе с очищенной водой. После адсорберов с псевдоожиженным слоем обязательно устанавливается фильтр для осветления воды. В настоящее время в химической технологии разработано и применяется большое число мешалочных аппаратов и патронных фильтров, которые могут быть использованы как адсорберы III и IV типов. Для перемешивания сточных вод с активным углем рекомендуется использовать лопастные, турбинные или пропеллерные мешалки в аппаратах, изготавливаемых отечественной промышленностью.

При выборе мешалочных адсорберов следует учитывать, что для угольной суспензии наиболее эффективны следующие параметры лопастных мешалок: диаметр мешалки  $d_m = 0,3-0,8$  от диаметра адсорбера ( $D$ ), ширина лопасти мешалки  $B = 0,05-0,4$  от  $d_m$ , высота уровня жидкости в сосуде  $H = 0,8-1,3$  от  $D$ , расстояние между дном аппарата и краем лопасти  $h_m = 0,2-0,4$  от  $d_m$ , параметры турбинных мешалок:  $d_m = 0,15-0,6$  от  $D$ ;  $B = 0,1-0,2$  от  $d_m$ ;  $H = 0,8-1,5$  от  $D$ ; высота мешалки  $h_m = 0,3-0,8$  от  $d_m$ ;

пропеллерной мешалки -  $d_m = 0,2-0,5$  от  $D$ ; шаг винта  $S = 1-3$  от  $D$ ;  $h_m = 0,5-1$  от  $D$ ;  $H = 0,8-1,2$  от  $D$ .

Адсорберы IV типа - патронные фильтры широко используются в химической технологии, например в ионообменной технологии для очистки низкосолевых водных растворов. Практически все промышленные аппараты этого типа могут быть использованы для адсорбционной очистки, но специфика физических характеристик сорбента требует и специфических технологических параметров эксплуатации.

В настоящее время в промышленной практике адсорбции загрязнений из малоconцентрированной по органическим загрязнениям воды на мелкодисперсных активных углях КАД и БАУ могут применяться патронные фильтры, площадь фильтрации 248 патронов составляет  $80 \text{ м}^2$ . Патроны выполнены из витой проволоки, для намыва на них угольного порошка фракции 40 - 30 мкм, они предварительно покрываются двойной капроновой сеткой производства Рахмановской шелкопрядильной фабрики. Продолжительность фильтроцикла в зависимости от состава очищаемой воды обусловлена либо потерями напора, либо проскоком недопустимой концентрации растворенных загрязнений.

**3.10.** Для проектирования адсорберов должны быть известны следующие параметры: размеры адсорберов, объем и масса загрузки адсорбента, режим смены загрузки, количество и технологическая схема обвязки адсорберов, тип и количество используемой арматуры.

При расчете адсорберов необходимы следующие исходные параметры: расход сточных вод; начальная концентрация загрязнений; концентрация загрязнений в очищенной воде; изотерма адсорбции; скорость фильтрования сточной воды через загрузку или скорость движения сточной воды через поперечные сечения адсорбера; объем адсорбента, одновременно выгружаемого из адсорбционной установки; ориентировочная продолжительность периода работы адсорбента до проскока и соответственно замены отработанного адсорбента чистым; требуемая степень отработки; кажущаяся и насыпная плотность адсорбента.

В том случае, когда физико-химический состав загрязнений в сточной воде неизвестен, например в многокомпонентной сточной воде после биохимической очистки, в расчете концентраций адсорбата может использоваться обобщенный показатель, в частности ХПК, БПК, органический углерод.

Расчет размеров адсорберов начинают с определения общей площади адсорбционной установки, используя формулу (82) СНиП 2.04.03-85, а затем, выбрав конструкцию и площадь поперечного сечения одного адсорбера, рассчитывают минимально необходимое число параллельно работающих адсорберов.

Наиболее точный расчет высоты загрузки адсорбента в адсорберах и режима ее замены выполняется по результатам работы модели адсорбера выбранной конструкции на данной или аналогичной сточной воде. В режиме, соответствующем реальному, т.е. при сохранении продолжительности контакта и объемной нагрузки сточной воды на адсорбент (скорости фильтрования), определяют продолжительность работы адсорбера до проскока минимально допустимой концентрации и до полного исчерпания емкости адсорбента.

На основе указанных опытных данных для адсорберов с плотным слоем загрузки строят выходную кривую. Выходная кривая представляется в виде графика в системе координат: концентрация адсорбата в жидкой фазе  $C_i$  - на оси ординат и время  $t$  - на оси абсцисс. Она характеризует изменение концентрации в очищаемой воде в каком-либо сечении адсорбционной колонны в процессе адсорбции. Выходная кривая начинается с момента появления минимальной проскоковой концентрации и заканчивается моментом появления максимальной концентрации адсорбата в воде.

По данным экспериментальной выходной кривой определяется длина зоны массопередачи  $H_m$ , заключенной между слоями чистого и отработанного адсорбента:

$$H_m = H_{tot} \frac{t_{2ads} - t_{1ads}}{t_{1ads} + \zeta(t_{2ads} - t_{1ads})} \quad (76)$$

С увеличением скорости водного потока  $v$  длина зоны массопередачи увеличивается, но для многокомпонентной сточной воды - менее чем в пропорциональном отношении, в частности при доочистке биохимически очищенных сточных вод:

$$H_{m_1} / H_{m_2} = 0,6 - 0,7 \text{от } v_1 / v_2. \quad (77)$$

Длина зоны массопередачи должна быть меньше общей высоты загрузки на резервную высоту слоя, обеспечивающего очистку сточных вод в период смены отработанного адсорбента, и на высоту слоя отработанного адсорбента. Резервную высоту загрузки определяют по двум выходным кривым на высоте  $H_A$  и  $H_B$

$$H_3 = u_n \tau = \frac{(H_A - H_B) \tau}{t_A - t_B}, \quad (78)$$

где  $u_n$  - фактическая скорость водного потока, равная  $v / \varepsilon$  ( $\varepsilon$  - порозность загрузки).

Для расчета продолжительности работы адсорберов до смены адсорбента используют данные выходной кривой по объему жидкости, обработанной определенным объемом загрузки до обеспечения требуемого исчерпания емкости:

$$t_{ads} = W_b^t W_b^p / q_w W_{sb}. \quad (79)$$

Для расчета массы адсорбента следует пользоваться величиной кажущейся плотности (следует учитывать, что насыпная плотность активных углей характеризует массу образца адсорбента, занимающего определенный объем, включая воздушные прослойки между частицами угля и внутри его пор, и составляет 0,25-0,6 г/см<sup>3</sup>). В отличие от насыпной, кажущаяся плотность активных углей включает только массу частиц с внутренними порами. При заполнении внутренних пор частиц воздухом эта величина равна 0,4-0,9 г/см<sup>3</sup>. При заполнении внутренних пор водой кажущаяся плотность равна 1,2-1,5 г/см<sup>3</sup>, поэтому в плотном слое мокрого гранулированного угля возможно создавать восходящий поток воды со скоростью 8-12 м/ч без всплывания частиц угля. Истинная плотность углеродного скелета активного угля равна 1,9-2 г/см<sup>3</sup>. Следует учитывать и повышение плотности углей в процессе накопления на их поверхности молекул адсорбата. Изменение плотности адсорбентов должно учитываться при пересчете объема активных углей на их массу, в частности, при перегрузках адсорбционных аппаратов и расчете поддерживающих конструкций.

Потери адсорбента при перегрузке зависят от его прочности, которая для активных углей в зависимости от исходного сырья и технологии активации находится в пределах 60-90 %. В частности, прочность менее 76 % приводит к потерям на истирание более 15 %, поэтому эти угли рекомендуются к одноразовому употреблению.

При отсутствии выходных кривых и других данных работы модели адсорберов в реальных режимах эксплуатации расчет необходимого объема загрузки адсорбента начинают с определения дозы адсорбента, обеспечивающей требуемую характеристику очищенной сточной воды.

Этот расчет для условия полного исчерпания емкости адсорбента при извлечении одного компонента при известных характеристиках адсорбата и адсорбента ведется по формуле

$$D_{sb}^{\min} = \frac{0,47 \gamma C_{en}^{0,667} C_s^{0,178}}{K_p^{0,142} v_a^{0,991}}; K_p = e^{-\Delta F^0 / RT}; \gamma = \frac{V_m}{0,09}; \quad (80)$$

где  $V_M$  - молярный объем сорбата,  $\text{дм}^3/\text{моль}$ .

Во всех остальных случаях (многокомпонентный состав загрязнений, отсутствие характеристик адсорбата и адсорбента и пр.) используется формула из СНиП 2.04.03-85

$$D_{sb}^{\min} = (C_{en} - C_{ex}) / K_{sb} a_{sb}^{\max}. \quad (81)$$

Изотерму адсорбции, выражающую связь между концентрацией адсорбата в воде ( $C_e$  мг/л) и максимальной адсорбционной емкостью ( $a_{sb}^{\min}$ , мг/л), описывают уравнениями. При начальной концентрации сточной воды до 100 мг/л ХПК можно использовать изотерму Генри

$$a_{sb}^{\min} = \Gamma C_{ex}; \quad a_{sb}^{\max} = \Gamma C_{en}. \quad (82)$$

При больших концентрациях обычно используют изотерму Фрейндлиха

$$a_{sb}^{\min} = f C_{ex}^{1/n}; \quad a_{sb}^{\max} = f C_{en}^{1/n}. \quad (83)$$

Адсорбция индивидуального вещества из воды при условии заполнения поверхности монослоем может быть описана уравнением Лэнгмюра

$$a_{sb}^{\min} = a_{sb}^{\max} b C_{ex} / (1 + b C_{ex}). \quad (84)$$

Для адсорбции ограничено растворимого вещества с размером молекулы, близким размеру пор адсорбента из однокомпонентного раствора, может быть использовано уравнение

$$\lg a_{sb}^{\max} = \lg \frac{W}{v_a} - 2,3 \frac{BT^2}{\beta^2} \left( \lg \frac{C_s}{C_{ex}} \right)^2. \quad (85)$$

Определив коэффициенты по опытным точкам, вычисляют величины  $a_{sb}^{\max}$  и  $a_{sb}^{\min}$ , задавшись  $C_{ex}$  и  $C_{en}$ , и по ним определяют дозы адсорбента, которые в статических условиях обеспечивают очистку воды до требуемого качества (до проскока) и до качества воды, соответствующего заданному исчерпанию емкости адсорбента. На основе расчетных доз, задавшись ориентировочной продолжительностью работы адсорбционной установки до перегрузки адсорбера, рассчитывают высоту адсорбционной загрузки, обеспечивающей очистку воды до проскока  $H_2$  и высоту загрузки, которая за тот же период должна исчерпать емкость  $H_1$

$$H_1 = \frac{D_{sb}^{\min} q_w t_{ads}}{F_{ads} \gamma_{sb}^{nac}}; \quad H_2 = \frac{D_{sb}^{\max} q_w t_{ads}}{F_{ads} \gamma_{sb}^{nac}}. \quad (86)$$

Уточняется величина  $H_1$  с учетом условий замены отработанного адсорбента чистым, т. е., например, для неподвижного плотного слоя загрузка  $H$  принимается равной высоте загрузки в одном аппарате.

Общая высота загрузки адсорбента принимается не менее чем

$$H_{tot} = H_1 + H_2 + H_3. \quad (87)$$

Ввиду того, что условия исчерпания емкости адсорбента в динамическом (проточном) режиме отличаются от принятых для ориентировочного расчета статических (контактных) условий, необходимо уточнить продолжительность работы загрузки адсорбционной установки до проскока по формуле

$$t_{ads} = \frac{2C_{ex} (H_{tot} - H_1) \epsilon (C_{en} + a_{sb}^{\max})}{v C_{en}^2}, \quad (88)$$



$$\varepsilon = 1 - \frac{\gamma_{sb}^{nac}}{\gamma_{sb}^{каж}}. \quad (89)$$

При отсутствии справочных данных в расчете адсорберов с активным углем  $\varepsilon$  принимается равным 0,5. В условиях адсорбционной очистки воды от одного компонента при  $Re > 4$  расчет продолжительности работы адсорбера до появления на выходе из слоя проскоковой концентрации проводится по формуле

$$t_{abs} = \frac{\gamma_{sb}^{nac}}{D_{sb}^{max} \nu} \left\{ H_{tot} - \frac{\nu}{\beta} \left[ \frac{1}{P} \ln \left( \frac{C_{en}}{C_{ex}} - 1 \right) + \ln \left( 1 - \frac{C_{ex}}{C_n} \right) + 1 \right] \right\}. \quad (90)$$

Расчет при  $Re < 4$  проводится по формуле

$$t_{abs} = \frac{\gamma_{sb}^{nac}}{D_{sb}^{max} \nu} \left\{ H_{tot} - \frac{\nu}{\beta} \left[ \frac{1}{P} \ln \left( \frac{C_{en}}{C_{ex}} - 1 \right) + \ln \frac{C_{ex}}{C_n} - 1 \right] \right\}. \quad (91)$$

Формулы для определения коэффициентов массоотдачи имеют вид

$$\beta = 1,24 (D_m / \varepsilon d_{sb}^2) Re^{0,568} Pr^{0,333}; \quad (0,2 < Re^2 < 1); \quad (92)$$

$$\beta = 1,12 (D_m / \varepsilon d_{sb}^2) Re^{0,418} Pr^{0,333}; \quad (1 < Re < 4). \quad (93)$$

Добиться уменьшения объема угля в адсорбционной установке, не снизив эффект очистки, можно, обеспечив непрерывный или дискретный вывод из адсорбера порций отработанного адсорбента и одновременную подачу в него порций чистого адсорбента. Такой процесс может быть осуществлен в адсорберах с движущимся слоем загрузки. Скорость движения загрузки должна быть равна скорости перемещения контролируемого компонента адсорбата по слою загрузки при условии его неподвижности. В практике очистки сточных вод эта скорость находится в пределах 1-20 см/ч.

Для расчета скорости перемещения по неоживленному слою адсорбента заданной концентрации загрязнений сточных вод, находящейся в пределах 20-80 % начальной, используется формула

$$u = \nu C_{en} / [\varepsilon (C_{en} + a_{sb}^{max})]. \quad (94)$$

В условиях адсорбционной обработки многокомпонентной сточной воды граница истощения емкости сорбента перемещается медленнее границы проскоковой концентрации, поэтому режим выгрузки отработанного сорбента должен периодически корректироваться.

В адсорберах с псевдооживленным углем для расчета используются формулы: для двухсекционного аппарата

$$\frac{C_{ex}}{D_{sb}^2 q_w} q_{sb}^2 + \frac{C_{ex}}{D_{sb}^{max}} q_{sb} - q(C_{en} - C_{ex}) = 0, \quad (95)$$

для трехсекционного аппарата

$$\frac{C_{ex}}{D_{sb}^3 q_w^2} q_{sb}^3 + \frac{C_{ex}}{D_{sb}^2} q_{sb}^2 + \frac{C_{ex}}{D_{sb}} q_{sb} - q(C_{en} - C_{ex}) = 0 \quad (96)$$

**3.11.** На основе выполненных теоретических исследований приведем примеры расчета.

*Пример 1.* Расчет адсорбционной установки с плотным неподвижным слоем гранулированного активного угля для очистки многокомпонентной воды.

*Исходные данные:* производительность  $q_w = 10$  тыс м<sup>3</sup>/сут. или 417 м<sup>3</sup>/ч; начальная величина ХПК ( $C_{en}$ ) = 625 мг/л; конечная величина ХПК ( $C_{ex}$ ) = 50 мг/л; изотерма адсорбции соответствует уравнению Фрейндлиха:  $a_{sb}$  в мг/г;  $C$  в мг/л;  $a_{sb}^{max} = 253C_{ex}^{1/2}$ ; линейная скорость относительно стен адсорбера  $v$  составляет 10 м/ч; ориентировочная продолжительность работы установки до проскока  $t_{agc}^{op} = 24$  ч; уголь АГ-3, его кажущаяся плотность  $\gamma_{sb}^{каж} = 0,90$ , насыпная  $\gamma_{sb}^{нас} = 0,45$ ; высота слоя угля в одном адсорбере  $H_{ads} = 2,50$  м; заданная степень исчерпания емкости сорбента  $K_{sb} = 0,7$ ; диаметр адсорбера  $D = 3,5$  м.

*Порядок расчета:* определяем максимальную сорбционную емкость  $a_{sb}^{max}$  в соответствии с изотермой, мг/г:

$$a_{sb}^{max} = 253C_{ex}^{1/2} = 253 \cdot 0,625^{1/2} = 200; \quad (97)$$

Находим общую площадь одновременно и параллельно работающих адсорберов, м<sup>2</sup>:

$$F_{ad} = \frac{q_w}{v} = \frac{10000}{24 \cdot 10} = 41,7. \quad (98)$$

Количество параллельно и одновременно работающих линий адсорберов при  $D = 3,5$  м, шт:

$$N_{ads}^b = \frac{F_{ads}}{f_{ags}} = \frac{41,7 \cdot 4}{3,14 \cdot 3,5^2} = 4,3. \quad (99)$$

Принимаем к работе четыре параллельно и одновременно работающих линий адсорберов при скорости фильтрации 11 м/ч.

Максимальная доза активного угля, г/л (кг/м<sup>3</sup>):

$$D_{sb}^{max} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{a_{sb}^{min}} = \frac{625 - 50}{253(0,05)^{1/2}} = 9,9. \quad (100)$$

Доза активного угля, выгружаемого из адсорбера, г/л (кг/м<sup>3</sup>):

$$D_{sb} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{K_{sb} a_{sb}^{max}} = \frac{625 - 50}{0,7 \cdot 200} = 4,1. \quad (101)$$

Ориентировочная высота загрузки, обеспечивающая очистку м:

$$H_2^{op} = \frac{D_{sb}^{max} q_w t_{ads}^{op}}{F_{ads} \gamma_{sb}^{нас}} = \frac{9,9 \cdot 417 \cdot 24}{41,7 \cdot 450} = 5,3. \quad (102)$$

Ориентировочная высота загрузки, выгружаемая из адсорбера, м:

$$H_1^{op} = \frac{D_{sb} q_w t_{ads}^{op}}{F_{ads} \gamma_{sb}^{нас}} = \frac{4,1 \cdot 417 \cdot 24}{41,7 \cdot 450} = 2,2. \quad (103)$$

Высота слоя отработанного адсорбента, выгружаемого из адсорбера, принимается равной загрузке одного адсорбера  $H = 2,5$  м, резервная высота загрузки  $H_3 = 2,5$  м,  $H_2 = 5$ .

Общая высота загрузки адсорбента в адсорбционной установке принимается с учетом установки одного резервного адсорбера, м:

$$H_{tot} = H_1 + H_2 + H_3 = 2,5 + 5 + 2,5 = 10. \quad (104)$$

Общее количество последовательно установленных в одной линии адсорберов

$$N_{ads} = 10/2,5 = 4 \text{ шт.}$$

Продолжительность работы  $t_{ads}$  адсорбционной установки до проскока (при одном адсорбере, находящемся в процессе перегрузки), ч:

$$t_{1ads} = [2C_{ex}(H_3 + H_2)\varepsilon(a_{sb}^{max} + C_{en})] / \nu C_{en}^2; \quad (105)$$

при порозности загрузки

$$\varepsilon = 1 - 0,45 / 0,9 = 0,5; \quad (106)$$

$$t_{1ads} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 7,5 \cdot 0,5(0,65 + 200)}{11 \cdot (0,625)^2} = 17,5 \text{ ч.} \quad (107)$$

Продолжительность работы одного адсорбера до исчерпания емкости, ч:

$$\begin{aligned} t_{2ads} &= [2C_{en}K_bH_1\varepsilon(a_{sb}^{max} + C_{en})] / \nu C_{en}^2 = \\ &= \frac{2 \cdot 0,625 \cdot 0,7 \cdot 2,5 \cdot 0,5(0,625 + 200)}{11 \cdot 0,625^2} = 51 \end{aligned} \quad (108)$$

Таким образом, требуемая степень очистки может быть достигнута непрерывной работой четырех параллельных линий адсорберов, в каждой из которых по четыре последовательно установленных адсорбера, из которых один резервный находится в режиме перегрузки. Каждый адсорбер при этом работает в течение 51 ч, отключение одного адсорбера в последовательной цепи на перезагрузку производится через 17 ч.

Произведем расчет объема загрузки одного адсорбера, м<sup>3</sup>:

$$w_{sb} = f_{ads}H_{ads} = 3,14 \frac{3,5^2}{4} 2,5 = 24; \quad (109)$$

сухой массы угля в одном адсорбере, т:

$$P_{sb} = w_{sb}\gamma_{sb}^{nac} = 450 \cdot 24 = 11. \quad (110)$$

При перезагрузке четырех адсорберов через каждые 17 ч (по одному из каждой линии) затраты угля составят, т/ч:

$$z_{ab} = \frac{W_{sb}^p}{t_{2ads}} = \frac{(11 \cdot 4)}{51} = 0,86, \quad (111)$$

что соответствует дозе угля, г/л:

$$D_{sb} = z_{sb} / q_w = 0,86 / 417 = 2,1. \quad (112)$$

*Пример 2.* Расчет адсорбционной установки, оборудованной аппаратами с неподвижным слоем активного угля для очистки однокомпонентного водного раствора от вещества известного строения.

*Исходные данные:* производительность установки 120 м<sup>3</sup>/ч; активный уголь КАД-иодный с эквивалентным диаметром зерен  $2,5 \cdot 10^{-3}$  м; начальная концентрация бензойной кислоты в сточной воде  $C_{en} = 10,65$  моль/м<sup>3</sup>; конечная концентрация бензойной кислоты в очищенной воде  $C_{ex} = 0,1$  моль/м<sup>3</sup>; высота слоя угля в адсорбере  $H_{ads} = 3$  м.

*Порядок расчета:* определяем константу адсорбционного равновесия  $K_p$  по табл. 29, расчет производим по формуле

$$K_p = e^{-\Delta F^0 / RT}; \quad (113)$$

где  $R = 8,33$  Дж/(моль·град), при температуре сточной воды  $t = 25^\circ\text{C}$ ;  $T = 289^\circ$ , откуда  $RT = 2,48$  КДж/моль;

$$\begin{aligned}(-\Delta F^o)C_6H_5COOH &= \delta(-\Delta F^o)C_6H_5 + \delta(-\Delta F^o)COOH = \\ &= 21,2 + 1,63 = 22,83.\end{aligned}$$

Логарифмируем выражение (113)

$$\lg K_p = \frac{-\Delta F^o}{2,303RT} = \frac{22,83}{2,48} = 4,$$

где  $K = 10000$ ; 2,303 - коэффициент перевода  $\ln$  в  $\lg$ .

Расчет равновесной (минимальной) дозы активного угля для извлечения бензойной кислоты проводим по формуле

$$D_{sb}^{0,47} \gamma = \frac{C_{en}^{0,677} C_s^{0,178}}{K_p^{0,142} \nu_a^{0,991}}, \quad (114)$$

где  $\gamma$  - отношение молярного объема данного вещества к молярному объему стандартного вещества;  $\nu^*$  - молярный объем бензойной кислоты, равный 0,1135 дм<sup>3</sup>/моль;  $\nu_{cm}^*$  - молярный объем стандартного вещества (постоянная величина в расчетах, равная 0,09 дм<sup>3</sup>/моль);  $C_{en} = 10,65$  моль/м<sup>3</sup>;  $C_s$  - растворимость бензойной кислоты в воде, равная 27,8 моль/м<sup>3</sup>;  $K_p$  - константа адсорбционного равновесия для поглощения вещества, равная 10000;  $\nu_a$  - предельный адсорбционный объем, равный для угля КАД-иодный 0,3 дм<sup>3</sup>/кг.

Подставив значения приведенных величин в уравнение (114) и прологарифмировав, получим

$$\begin{aligned}\lg D_{sb} &= \lg 0,47 + \lg \frac{0,1135}{0,09} + 0,677 \lg 10,65 + \\ &+ 0,178 \lg 27,8 - 0,142 \lg 4 - 0,991 \lg 0,3 = 0,674,\end{aligned}$$

откуда  $D_{sp} = 4,7$  мг/м<sup>3</sup>.

3. Определим коэффициенты массоотдачи при адсорбции в плотном слое активного угля при  $P_r = \nu/D_m$  и  $R_e = \nu d/\nu$  по формулам:

$$\beta = 1,24(D_m / \varepsilon_n d_{sb}^2) R_e^{0,568} R_r^{0,338} \quad (0,2 < Re < 1). \quad (115)$$

$$\beta = 1,12(D_m / \varepsilon_n d_{sb}^2) R_e^{0,418} R_r^{0,333} \quad (1 < Re < 4), \quad (116)$$

где  $\varepsilon_n$  - порозность неподвижного слоя, принимаемая равной 0,4;  $D_m$  - величина коэффициента молекулярной диффузии берется из справочных данных (Д. Шервуд; Т. Рид. Свойства газов и жидкостей -М: Химия, Т.1. - 1969. - 640 с; Справочник химика. - М.: Химия, - 1971. - 1168 с.);  $\nu$  - величина кинематической вязкости воды, равная:  $\nu = 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Рассчитаем коэффициент массоотдачи  $\beta$  при адсорбции бензойной кислоты на активном угле. При диаметре зерен активного угля равном  $(2-3)10^{-3}$  м, средний диаметр зерен равен  $2,5 \cdot 10^{-3}$  м. Величина коэффициента молекулярной диффузии бензойной кислоты в воде равна:  $D_m = 0,89 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с.

Рассчитаем критерий Рейнольдса и Прандтля при различных скоростях потока:

а) пусть  $\nu = 0,278 \cdot 10^{-3}$  м/с (1 м/ч); тогда

$$Re = 0,278 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} / 10^{-6} = 0,694;$$

$$Pr = 10^{-6} / 0,89 \cdot 10^{-9} = 1123,595.$$

Поскольку  $Re = 0,694$ , расчет проводим по формуле (115)

$$\beta = 1,24 \frac{0,89 \cdot 10^{-9}}{0,4(2,5 \cdot 10^{-3})^2} (0,694)^{0,568} (1123,595)^{0,333} = 0,00044 \cdot 0,813 \cdot 10,372 \frac{1}{c} =$$

$$= 0,00372 \frac{1}{c} = 13,392 \text{ 1/ч};$$

б) пусть  $v = 2,222 \cdot 10^{-3}$  м/с (8 м/ч), тогда

$$\text{Re} = \frac{2,222 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{10^{-6}} = 5,555.$$

Поскольку  $\text{Re} = 5,555 > 4$ , расчет проводим по формуле (116)

$$\varepsilon_n \text{Nu Pr}^{-0,333} = 2 \text{ или } \beta = \frac{2D_m}{d_s^2 \varepsilon_n} \text{Pr}^{0,333}.$$

Тогда

$$\beta = \frac{2 \cdot 0,89 \cdot 10^{-9}}{(2,5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,4} (1123,595)^{0,333} = 0,00738 \frac{1}{c} = 26,568 \text{ 1/ч}.$$

Рассчитаем время работы адсорбера до появления на выходе из слоя проскоковой концентрации органического вещества. При  $\text{Re} < 4$  расчет  $t_{ads}$  проводится по формуле (91), где  $t_{ads}$  время работы адсорбера или группы последовательно соединенных адсорберов до появления проскоковой концентрации, ч:

$$P = C_{en} / C_{0,5} = \frac{C_{en} K_p^{0,392} \gamma^{2,6759}}{15 C_s^{0,5073}},$$

$$C_{0,5} = 15 \frac{C_s^{0,5073}}{K_p^{0,3928} \gamma^{2,6759}},$$

где  $C_{0,5}$  - содержание извлекаемого вещества в сточной воде, равновесное с количеством вещества, равным половине  $D_{sb}$  моль/м<sup>3</sup>.

*Задание.* Рассчитать время работы адсорбера до проскока при:  $v = 0,278 \cdot 10^{-3}$  м/с = 1 м/ч;  $v_{sb}^{mac} = 430$  кг/м<sup>3</sup>;  $H_{tot} = 3$ ;  $C_{en} = 10,65$  моль/м<sup>3</sup>;  $C_{ex} = 0,1$  моль/м<sup>3</sup>.

Рассчитаем величину

$$P = C_{en} / C_{0,5} = \frac{C_{en} K_p^{0,3928} \gamma^{2,6759}}{15 C_s^{0,5073}}.$$

По данным предыдущих расчетов  $K = 10000$ ;  $C_s = 27,8$  моль/м<sup>3</sup>;  $\gamma = 1,26$ .

$$P = \frac{10,65(10000)^{0,3928} (1,26)^{2,6759}}{15(27,8)^{0,5073}} =$$

$$\frac{10,65 \cdot 37,2563 \cdot 1,8560}{15 \cdot 5,4021} = 9,0881.$$

Рассчитаем продолжительность  $t_{ads}$ , ч, работы адсорбера до регенерации активного угля

$$t_{ads} = \frac{430}{4,7 \cdot 1} \left\{ 3 - \frac{1}{13,392} \left[ \frac{1}{9,0881} \ln \left( \frac{10,65}{0,1} - 1 \right) + \ln \frac{10,65}{C_n 0,1} - 1 \right] \right\} =$$

$$= 91,489 (3 - 0,0747 [0,5126 + 4,6681-1]) = 245,63.$$

При  $Re > 4$  расчет продолжительности работы адсорбера до появления на выходе из слоя проскоковой концентрации проводится по формуле (90).

Рассчитаем величину  $t_{ads}$ , ч, при скорости фильтрования, равной  $v = 2,222 \cdot 10^{-3} = 8$  м/ч. При этом  $\beta = 26,568$  1/ч,

$$t_{ads} = 11,4362 \{3 - 0,3011 [0,5126 + 1]\} = 11,4362 (3 - 0,4554) = 29 \text{ ч.}$$

Расчетное количество работающих адсорберов определяем исходя из требуемой производительности установки, площади  $q_w$ , аппарата  $f_{ads}$  и скорости движения очищаемой сточной воды в адсорбере  $v$ .

Приняв диаметр аппарата  $D = 3,2$  м ( $f_{ads} = 8,04$  м<sup>2</sup>) и скорость движения жидкости  $v = 1$  м/ч, находим требуемое количество работающих адсорберов при производительности установки 120 м<sup>3</sup>/ч

$$N_{ads} = \frac{120}{8,04 \cdot 1} = 15 \text{ (аппаратов).}$$

Время работы каждого адсорбера при заданных условиях фильтрования сточной воды составляет приблизительно 245 ч. При скорости движения очищаемой жидкости  $v = 8$  м/ч и  $D = 3,2$  м необходимое количество работающих адсорберов

$$N_{ads} = \frac{120}{8,04 \cdot 8} = 2 \text{ (аппарата).}$$

Время работы каждого адсорбера в этом случае до проскока бензойной кислоты составляет 29 ч.

*Пример 3.* Расчет адсорбционной установки, оборудованной аппаратами с псевдооживленным слоем активного угля.

*Исходные данные:* производительность установки 400 м<sup>3</sup>/ч; используется активный антрацит с эквивалентным диаметром зерен  $0,5 \cdot 10^{-3}$  (0,5 мм); начальная концентрация биологически очищенных сточных вод  $C_{en} = 50$  г О/м<sup>3</sup>; конечная концентрация органических загрязнений в воде  $C_{ex} = 15$  г О/м<sup>3</sup>.

*Порядок расчета:* минимальную дозу активного угля при доочистке биологически очищенных сточных вод определяем по формуле, кг/м<sup>3</sup>:

$$D_{sb}^{\min} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{20V_a} = \frac{50 - 15}{20 \cdot 0,3} = 5,8.$$

Определяем расход активного угля, который зависит от числа секций адсорбционного аппарата. Рассмотрим определение расхода активного угля при расходе жидкости  $q_w = 10$  м<sup>3</sup>/ч в двух и трехсекционном аппарате. Расчеты проводим по формулам (95) и (96). Величина дозы активного угля, определенная в примере, составляет 5,8 кг/м<sup>3</sup>. Расход активного угля в двухсекционном аппарате  $q_{sb}$ , кг/ч, определяем решением квадратного уравнения

$$q_{sb} = \frac{\frac{C_{ex}}{D_{sb}^{\min}} \sqrt{\frac{C_{ex}^2}{D_{sb}^2} + 4 \frac{C_{ex}}{D_{sb}^2} (C_{en} - C_{ex})}}{\left[ \frac{2C_{ex}}{D_{sb}^2 q_w} \right]}; \quad (117)$$

Принимаем двухсекционный аппарат с общей высотой псевдооживленного слоя 3 м (1,5 м высота слоя на каждой секции).

**3.12.** Для определения основных технологических параметров работы адсорбционных аппаратов принимаем, что относительное расширение псевдооживленного слоя в аппарате равно:  $H_{ads}^n / H_{ads} = 1,5$  ( $H_{ads}^n$  - высота псевдооживленного слоя, образованного из неподвижного, высотой  $H_{ads}$ ). Тогда порозность  $\varepsilon_n$  псевдооживленного слоя с заданным относительным расширением составит

$$\varepsilon_n = 1 - \frac{H_{ads}}{H_{ads}^n} (1 - \varepsilon) = 1 - \frac{1}{1,5} (1 - 0,4) = 0,6,$$

$\varepsilon$  - порозность неподвижного слоя, равная 0,4.

Преобразуя формулу

$$\varepsilon_n = \left( \frac{18 Re + 0,36 Re^2}{Ar} \right)^{0,21}, \quad (118)$$

находим скорость восходящего потока жидкости,  $\nu$ , м/ч, обеспечивающей заданную порозность псевдооживленного слоя, где  $Ar$  - число Архимеда, определяемое по формуле

$$Ar = \frac{gd_{sb}^3 \gamma_{sb}^{ucm} - \gamma_b (1 - P_i)}{\nu^2 \gamma_b}, \quad (119)$$

где  $P_i$  - удельная пористость сорбента.

Подставляя числовые значения в формулы (118) и (119), получим: число Архимеда

$$Ar = \frac{9,8(0,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 1900 - 1000}{(1 \cdot 10^{-6})^2} \cdot \frac{1900 - 1000}{1000} (1 - 0,5) = 552;$$

порозность

$$0,6^{4,762} = \frac{18 Re + 0,36 Re^2}{552},$$

где  $Re = \nu d_{sb} / \nu$  - число Рейнольдса,  $Re = 2,57$ .

Преобразуя число Рейнольдса, определим скорость потока  $\nu$ , м/ч:

$$\nu = \frac{Re \nu}{d_{sb}} = \frac{2,57 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 5,14 \cdot 10^{-3} = 18,5.$$

Таким образом, для обеспечения полутора кратного расширения псевдооживленного слоя активного угля с размером частиц  $0,5 \cdot 10^{-3}$  (0,5 мм) скорость потока должна быть равна 18,5 м/ч.

При диаметре адсорбера 3 м его производительность  $q_w$ , равна, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_w = \frac{HD^2}{4} \nu = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} 18,5 = 131.$$

Следовательно, для обеспечения очистки 400 м<sup>3</sup>/ч сточной воды необходимо три адсорбционных аппарата.

Часовой расход равен  $(51,4/10)131 = 673$  кг/ч. Перепад давления в псевдооживленном слое активного угля определяем по формуле, Н/м<sup>2</sup>:

$$\Delta P = g(\rho_u - \rho)(1 - P_i)(1 - \varepsilon_n)L_n =$$

$$= 9,81 (1900 - 1000) (1 - 0,5) (1-0,6) 4,5 = 7946.$$

Для расчета адсорбционной аппаратуры в табл. 29 приводятся характеристики активных углей, выпускаемых отечественной промышленностью. В табл. 30 приведены инкременты стандартного уменьшения свободной энергии адсорбции из водных растворов некоторых структурных элементов и функциональных групп молекул органических веществ, часто встречающихся в сточных водах.



Таблица 29

Характеристика активированного угля	Марка активированного угля										
	ДАК	АГ-2	АГ-3	АГ-5	КАД-иодный	КАД-молотый	БАУ	АР	СКТ	ОУ-А сухой щелочный	ОУ-Б влажный кислый
Основной размер аерен (более 90 %) мм	1,0-3,6	1,0-3,5	1,5-2,5	1,0-1,5	1,0-1,5	0,04	1,0-3,6	3,5	1,5-2,7	Порошок	Порошок
pH водной вытяжки	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	6	8	4-6
Удельный объем пор, см <sup>3</sup> /г											
общий	1,45	0,6	0,3-1	0,8-1,0	1,0-1,3		1,5-2,1	0,6-0,7	0,8-1,0	-	
макропор (0,1- 0,004 мкм)	1,23	0,22	0,41-0,52	0,46	0,51-1,0		1,19-1,8	0,3-0,5	0,27	-	1,8
мезопор (0,0015- 0,004 мкм)	0,04	0,05	0,12-0,16	0,18	0,11-0,15	0,09	0,08-0,16	0,06-0,07	0,20	0,20	0,15
микропор (менее 0,0015 мкм)	0,17	0,3	0,32-0,42	0,43-0,46	0,11-0,23	0,4-0,23	0,33-0,35	0,28-0,33	0,51	0,28-0,38	0,35
Удельная поверхность мезопор, м <sup>2</sup> /г	-	33		-	110	64	57	48	108	138	
Плотность, г/см <sup>3</sup> :											
кажущаяся	0,4-0,5	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,55-0,65		0,4-0,5	1	-	-	-
истинная	1,8	2	2	2	2,1		1,8	1,95	-	-	-
насыпная	0,23	0,6	0,45	0,45	0,45		0,22-0,35	0,6	0,38-0,45	0,42	0,44
Структурные константы:											
W <sub>1</sub> , см <sup>3</sup> /г	0,17	0,20	0,3	0,25-0,30	0,23	0,12	0,22-0,27	0,3	0,45-0,56		-
W <sub>2</sub> , см <sup>3</sup> /г		0,13			0,13						
V <sub>1</sub> , 10 <sup>6</sup> град <sup>-2</sup>	0,64	0,67	0,7-0,8	0,7-0,8	0,7	1,08	0,55-0,7	0,7-0,8	0,6-0,85	-	-
V <sub>2</sub> , 10 <sup>6</sup> град <sup>-2</sup>		2,5									
Влажность, %	10	5	5	5	10	10	10	15	8	-	-
Прочность на истирание, %	70	75	75	75	90		70	90	70	-	-
Остовая цена, руб/т	790	750	660		483	400	1260-1340	835-1010	860	1010	1200

Таблица 30

Ароматические соединения		Алифатические соединения	
структурный элемент или функциональная группа	теплота адсорбции, КДж/моль	структурный элемент или функциональная группа	теплота адсорбции, КДж/моль
СН (в бензольном кольце)	3,53±0,02	-СН <sub>2</sub> (в спиртах и карбоновых кислотах)	2,18±0,08
СН в нафталиновом кольце)	2,35±0,02	>C = C<	0,88±0,04
-СН <sub>3</sub>	0,85±0,08		
-СН	0,042±0,04		
-NH <sub>2</sub>	1,05±0,02		
Cl <sub>2</sub>	1,38±0,02	-ОН (при вторичном или третичном атоме)	0,25
-NO <sub>2</sub>	2,59±0,08	-ОН (при первичном атоме)	2,3±0,2
-SO <sub>3</sub> H	-1,13±0,08		
-C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> (второе кольцо в конденсированной системе)	2,3	-ОН (при наличии в цепи аминного азота)	0,25
Пиразолоновое кольцо:	0,84	Cl (алиф.)	5,0±0,25

### Установки для ионообменной очистки сточных вод

**3.13.** Выбор схемы ионообменной очистки и обессоливания сточных вод производится в зависимости от назначения установки, состава и расходов сточных вод, требований к качеству очищенной воды.

Очистка и частичное обессоливание сточных вод, имеющих слабокислую или нейтральную реакцию, от ионов 2- и 3-валентных металлов, при отсутствии или малом содержании катионов щелочных металлов, а также аммония, анионов слабых кислот (карбонатов, силикатов, боратов) или допустимости их присутствия в очищенной воде производится по одноступенчатой схеме последовательным фильтрованием через катионит в водородной форме и слабоосновный анионит в гидроксильной форме (рис. 20, а). При наличии в воде, подвергаемой очистке, окислителей (хромат- и бихроматионов), в качестве анионообменника необходимо применять слабоосновные аниониты АН-18-10 П, АН-251 или сильноосновной анионит АВ-17, стойкие к окислительному действию указанных ионов.

Для более глубокой очистки сточных вод от анионов слабых кислот (боратов, силикатов) применяют схему с одноступенчатым Н-катионированием и 2-ступенчатым Н-анионированием (рис. 20,б). На первой ступени анионирование производится с использованием слабоосновных анионитов, на второй ступени используются сильноосновные аниониты.

Для обессоливания и очистки сточных вод при большом содержании катионов щелочных металлов и аммония, а также при наличии ионов 2- и 3-валентных металлов целесообразно применять 2-ступенчатое Н-катионирование (рис. 20, в).

При наличии в обрабатываемой воде большого количества солей угольной кислоты, для предотвращения быстрого истощения емкости сильноосновных анионитов 2-й ступени анионирования из воды, после Н-катионирования, удаляется углекислота в специальных дегазаторах с насадкой из колец Рашига с деревянной хордовой насадкой или в других массообменных аппаратах (рис. 20, г).

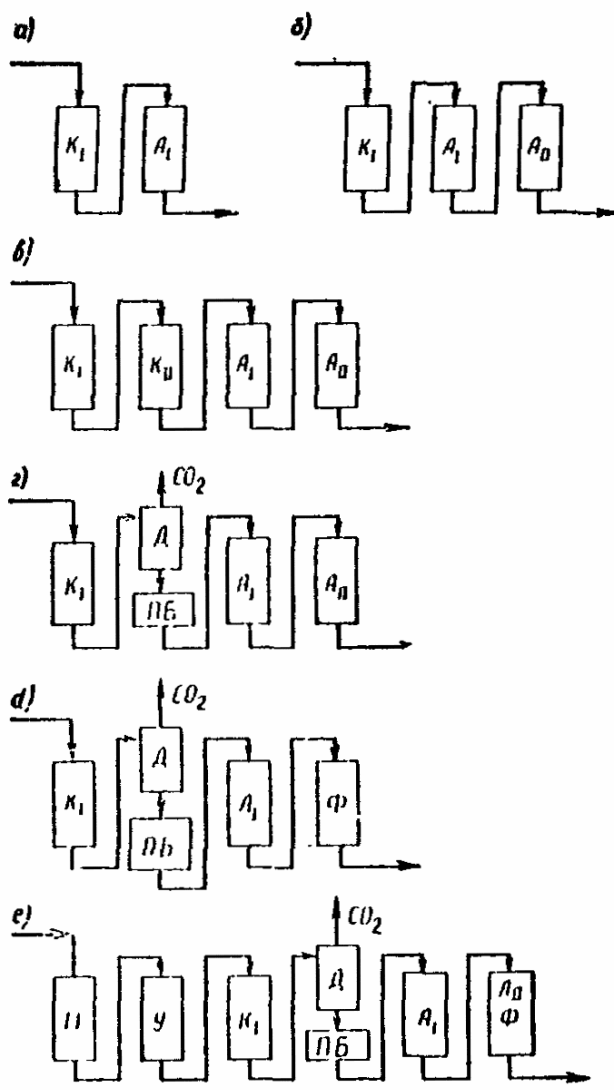


Рис. 20. Схемы установок очистки и обессоливания сточных вод ионообменным способом

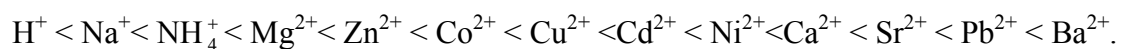
*a* - одноступенчатая схема для очистки и частичного обессоливания сточных вод; *б* - схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым анионированием; *в* - схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым катионированием и двухступенчатым анионированием; *г* - схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым анионированием и удалением углекислоты дегазацией; *д* - схема очистки и обессоливания сточных вод с удалением углекислоты дегазацией и фильтрами смешанного действия; *е* - схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым анионированием, удалением углекислоты дегазацией и предочисткой на механических и сорбционных фильтрах;  $K_I$  и  $K_{II}$  - Н-катионовые фильтры I и II ступени;  $A_I$  и  $A_{II}$  - ОН-анионитовые фильтры I и II ступени; Д - декарбонизатор; ПБ - промежуточный бак; М - механические фильтры; Ф - фильтры смешанного действия (ФСД).

В ряде случаев для стабилизации показателя рН очищенной воды или глубокого обессоливания ее и удаления анионов слабых кислот вместо анионитовых (фильтров второй ступени или после них используют фильтры смешанного действия (ФСД), загружаемые сильнокислотными катионитами и сильноосновными анионитами (рис. 20, *д*).

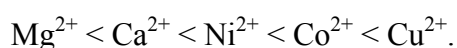
Содержание повышенных веществ в воде, поступающей на ионообменные фильтры, не должно превышать 8 мг/л. Величина ХПК не должна быть более 8 мг О/л. В противном случае в схему ионообменной установки включаются сооружения предочистки с механическими и сорбционными фильтрами (рис. 20, *е*).

В зависимости от конкретных условий возможны и другие компоновки ионообменных установок с включением различного количества ступеней катионирования и анионирования и возможным чередованием их. При наличии в сточных водах сложных смесей катионов большое значение имеет селективное их поглощение катионитами.

Для определения наименее сорбируемых катионов при обмене на сильнокислотном катионите КУ-2 следует принимать во внимание ряд катионов по энергии их вытеснения друг другом



При обмене на слабокислотном катионите КВ-4 установлен следующий ряд катионов:



Установлен аналогичный ряд поглощения анионов сильных кислот на сильноосновном и слабоосновном анионитах



Анионы слабых кислот по сродству к сильноосновным анионитам образуют следующий ряд: силикаты < бораты < фосфаты.

В случае присутствия в воде нескольких катионов и анионов системы рассчитываются как однокомпонентные по наименее сорбируемым или лимитирующим ионам. Расчетные концентрации ионов принимаются равными концентрациям суммы ионов (катионов и анионов отдельно), а емкость ионитов, равной емкости ионитов по наименее сорбируемым или лимитирующим ионам, при сорбции их из индивидуальных растворов.

В ряде случаев ионообменные установки применяются специально с целью извлечения специфических, отдельных компонентов из сточных вод.

Иониты для очистки и обессоливания сточных вод.

**3.14.** Для загрузки Н-катионитовых фильтров при очистке сточных вод и их обессоливания в настоящее время преимущественно используются катиониты КУ-1, КУ-2-8, КУ-2-20, КУ-23, КВ-4, КВ-4П-2, КВ-4-10П.

В качестве слабоосновных анионитов могут применяться: АН-2-ФН, АН-18, АН-22, АН-32, АН-221, АН-251. Аниониты промежуточной основности ЭДЭ-10П. Сильноосновные аниониты АВ-17-8, АВ-29-12П.

В табл. 31 дана характеристика некоторых отечественных катионов (ГОСТ 20298-74\*), в табл. 32 - некоторых отечественных анионитов (ГОСТ 20301-74\*). Выбор ионитов для очистки сточных вод производится в зависимости от условий ведения процесса и требований к качеству очищенной воды.

Таблица 31

Марка катионитов	Размер гранул ионита, мм	Содержание рабочей фракции, %	Содержание влаги, %	Насыщенная плотность товарного ионита, т/м <sup>2</sup>	Удельный объем набухшего ионита, м <sup>3</sup> /г	Средняя рабочая обменная емкость, г-экв/м <sup>3</sup>		Полная обменная емкость в динамических условиях, г-экв/м <sup>3</sup>	Допустимая температура воды при очистке, °С
						При Н-катионировании	При На-катионировании		
Сульфо-уголь									
СМ-1	0,3-11,8	-	-	0,65	-	250	400	-	60
СК-1	0,5-1,1	-	-	0,65	-	200	350	-	60
КУ-1	0,4-2	92,2	40-50	0,63-0,75	2,9-3,2	300	300	660	80
КУ-2-8	0,315-1,25	93	40-60	0,72- 0,8	2,9	800	800	1850	120
КУ-2-20	0,315-1,25	92	33-40	0,8	2	-	-	1300	-
КУ-23	0,315- 1,25	95	50-70	0,75	4,3	400	-	1100	120
КБ-4	0,355-1,5	90	35-65	0,65-0,72	3	-	-	2000	120
КГ-4П-2	0,355- 1,5	95	60-75	0,7- 0,8	2,8	-	-	2600	150
КБ-4-10П	0,355-1,6	95	65-70		3,3	-	-	1800	-

Таблица 32

Марка анионита	Фракционный состав набухшего ионита, мм	Содержание рабочей фракции, %	Содержание влаги, %	Насыпная плотность товарного ионита, т/м <sup>3</sup>	Удельный объем набухшего ионита не более, м <sup>3</sup> /т	Полная обменная емкость, г-экв/м			Полная обменная емкость в динамических условиях, г-экв/м <sup>3</sup>	Допустимая температура воды при очистке, °С
						По Cl <sup>-</sup> ионам	По SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ионам	По SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ионам		
АН-2ФН	0,4-4,2	92	2-10	0,65-0,68	3,2	500	700	-	1700-1750	40
АН-18-8	0,4-1,25	92	30-50	0,68	2,5	850	1000	-	650	70
АН-18П	0,355-1,5	92	35-60	-	3,5	1100	-	-	-	70
АН-22	0,315-1,25	90	30-50	0,79	2,3±0,5	1800	-	-	1000	100
АН-31	0,4-1,2	92	2-10	0,7-0,8	3,2	1500	-	-	1260	100
АН-221	0,315-1,25	90	40-60	0,83	3,9	1200	-	-	860	100
АН-251	0,63-1,6	90	Не более 50	0,34-0,46	3,0-3,6	1800	-	-	-	120
ЭДЭ-10П	0,4-1,8	92	2-10	0,6-0,7	3,45	800	1000	50	1020-1160	45
АВ-17-8	0,355-1,25	92	40-60	0,74	2,9	650	800	400	670-900	90
АВ-17-8ЧС	0,4-1,25	95	-	-	3,3	1050	-	-	900	90
АВ-29-12П	0,355-1,5	95	55-65	-	3,6	1000	-	-	700	40

Для выбора ионообменной смолы при удалении из воды того или иного специфического соединения или элемента приводятся обменные емкости ионитов по некоторым компонентам, присутствующим в сточных водах.

В табл. 33 дана динамическая обменная емкость (ДОЕ) ряда катионитов по меди, никелю и цинку; и табл. 34 - ДОЕ сильно- и слабоосновных анионитов по шестивалентному хрому. В табл. 35 приведена рабочая обменная емкость анионита АВ-17 в ОН-форме по анионам сильных кислот при извлечении хроматов. В последующих таблицах даются опытные данные: по емкости некоторых ионитов по фенолу (табл. 36), катионитов КУ-2 и КБ-4П-2 по пиридину (табл. 37), анионитов ЭДЭ-10П и АВ-17 по муравьиной кислоте (табл. 38) и некоторых катионитов по анилину (табл. 39).

Таблица 33

Марка катионита	ДОС, мг-экв на 1 г катионита по катионам			ДОЕ, г на 1 кг катионита по катионам		
	цинка	меди	никеля	цинка	меди	никеля
КУ-2-8	2-3	3,7-3,8	2,1-2,3	65-90	80-120	63-70
КГ-4	5	-	-	163	-	-
Сульфо-уголь	0,2	2,5	0,4-1	6,5	70-80	11-30
КУ-1	0,4	-	-	13	70-90	-

Таблица 34

Марка анионита	ДОЕ по Сг (VI) до проскока	
	% по массе сухой смолы	г-экв/м
АВ-17-8	11-12	720-780
АВ-17-16	7,3-8,4	480-550
АН-18	6,9-10,4	450-680
АН-251	-	850

Таблица 35

Состав сточной воды, мг-экв/л					РОЕ, г-экв/м <sup>3</sup>		Использование РОЕ по Сг (VI), %
Сг (VI)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	∑ C <sup>3П</sup>	по ∑ A <sub>n</sub>	по Сг (VI)	
0,8- 1,1	0,8- 1,1	0,4- 0,5	-	2-2,7	660- 900	270- 436	41-48
1,2- 1,3	1,2- 1,4	0,3- 0,4	4,8- 5,3	7,5-8,4	600- 925	108- 144	16-18
1,2- 1,3	1,3-1,4	0,3- 0,4	0,4	3,1-3,5	835- 1095	328- 348	32-39
1,2- 1,4	1,2	0,3	0,2	2,9-3,1	760- 860	336- 376	44

Таблица 36

Марка ионита	Емкость в статических условиях, мг/г	В динамических условиях		При сорбции фенола из водно-метанольных сред, мг/г
		до проскока, мг/г	до насыщения, мг/г	
Сульфо-уголь	37-40	92	90-100	-
КУ-1	-	-	70-90	
ЭДЭ-10П	54-55	120	54-68	
АВ-17	85-89	147	90-95	

Таблица 37

Марка катионита	Статическая обменная емкость при сорбции из чистых растворов		Динамическая обменная емкость при сорбции из сточных вод и присутствии катионов натрия и аммония			
	мг-экв/г	мг/г	до насыщения		до проскока	
			мг-экв/г	мг/г	мг-экв/г	мг/г
КБ-4П-2	3,2-3,3	250-269	1-1,1	80-88	0,7-1	56-80
КУ-2			1,6-2,2	120-180	1,3-2,1	105-170

Таблица 38

Марка анионита	Емкость	
	мг-экв/г	мг/г
ЭДЭ-10П	4,5-4,6	206-210
АВ-17	3,7-3,9	170-180

Таблица 39

Марка катионита	ДОЕ до проскока, мг/г, при концентрации анилина 10 мг/л	Полная динамическая обменная емкость (ПДОЕ <sub>Э</sub> , мг/г)
КУ-1	227	310
КУ-1Г	-	67
КУ-2	146	310
КБ-4П-2	-	95
Сульфо-уголь	330	422

### Ионообменные аппараты

**3.15.** Процессы ионообменной очистки и обессоливания сточных вод могут осуществляться в различных аппаратах: ионообменных фильтрах с обработкой воды в плотном слое; фильтрах для работы с псевдоожиженным слоем ионитов; пульсационных колоннах, «паучках».

Наиболее распространено применение серийно выпускаемых таганрогским заводом «Красный котельщик» и Бийским котельным заводом ионообменных фильтров для фильтрования воды в плотном слое. Для очистки и обессоливания сточных вод используются стандартные Н-катионитовые фильтры - первой ступени, вертикальные, параллельно-точные. Их характеристики приведены в табл. 40.

Таблица 40

Характеристика фильтра	ФИПа-1-	ФИПа-1-	ФИПа-1-	ФНПа-1-	ФНПа-1-	ФНПа-1-
	1-6	1,5-6	2-6	2,6-6	3-6	3,4-6
Рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Площадь фильтрования, м <sup>2</sup>	0,785	1,775	3,14	5,3	7,1	9,1
Диаметр фильтра, мм	1000	1500	2000	2600	3000	3100
Высота слоя попита, м	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5
Объем загрузки попита, м <sup>3</sup>	1,6	3,56	7,85	13,25	17,75	22,75
Масса фильтра (с арматурой), т	0,905	1,692	2,746	4,558	5,527	7,848
Удельное давление на фундамент, МПа	0,65	0,69	0,6	0,65	0,68	0,65
Изготовитель	Бийский котельный завод		Таганрогский завод «Красный котельщик»			

Фильтры смешанного действия имеются двух видов: с внутренней регенерацией и с выносной регенерацией. Наибольшее применение в практике очистки и обессоливания сточных вод находят ФСД с внутренней регенерацией. Их характеристика приведена в табл. 41.

Важным моментом в проектировании ионообменных установок является расчет потери напора в загрузке ионитовых фильтров. В табл. 42 приведены данные о потере напора в зависимости от крупности зерен ионита, высоты слоя и скорости фильтрования.



Таблица 41

Характеристика фильтра	ФСДН <sub>р</sub> -2,0-10	ФСДН <sub>р</sub> -2,6-10	ФСДН <sub>р</sub> -3,4-10	ФСДВ <sub>р</sub> -2,0-6
Давление. МПа;				
рабочее	1	1	1	0,6
пробное гидравлическое	1,3	1,3	1,3	0,9
Площадь фильтрования, м	3,14	5,3	9,1	3,13
Диаметр фильтра, мм	2000	2600	3400	2000
Высота фильтрующего слоя, м:				
общая	1,2	1,2	1,2	1,2
катионита	0,6	0,6	0,6	0,6
анионита	0,6	0,6	0,6	0,6
Объем фильтрующей загрузки, м:				
катионита	1,9	3,18	5,5	1,9
анионита	1,9	3,18	5,5	1,9
Масса, т:				
катионита	1,35	2,26	3,9	1,35
анионита	1,4	2,35	4,1	1,44
нагрузочная	17	20,5	45	15,5
Удельное давление па фундамент, МПа,	0,6	0,5	0,6	0,6
Изготовитель	Таганрогский завод «Красный котельщик»			

Таблица 42

Скорость фильтрования м/ч	Потери напора в фильтре, м, при размере зерен ионита мм			
	0,3-0,8		0,5-1,2	
	Высота загрузки, м			
	2	2,5	2	2,6
5	5	5,5	4	4,5
10	5,5	6	5	5
15	6	6,5	5,5	6
20	6,5	7	6	6,5
25	9	10	7	7,5

### 3.16. Технологические данные для расчета Н-катионитовых фильтров

Скорость фильтрования, м/ч	10-15
Скорость регенерации, м/ч	1,0-1,8
Направление потока при фильтрации, регенерации и отмывке	сверху вниз
Интенсивность взрыхления катионита перед регенерацией, л/(с·м <sup>2</sup> )	3
Время взрыхления, мин	5-7
Скорость отмывки катионита после регенерации, м/ч	6-10
Регенерационный раствор	7-10%-ные растворы HCl или H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
ДОЕ КУ-2 по сумме ионов 2- и 3-валентных металлов	15-19 кг (830-1050 г-экв) на 1 м <sup>3</sup> набухшей смолы
КУ-23	8-10,5 кг/м <sup>3</sup> (450-580 г-экв/м <sup>3</sup> )
Ориентировочный годовой износ катионита	10 %

### 3.17. Технологические данные для расчета анионитовых фильтров

Скорость фильтрования, м/ч	10-15
Скорость регенерации, м/ч	1,5-2
Направление потока при фильтрации, регенерации и отмывке	сверху вниз
Интенсивность взрыхления анионита перед регенерацией. л/(с·м <sup>2</sup> )	3-4

Время взрыхления загрузки, мин.	5-7
Скорость отмывки после регенерации, м/ч	5-6
Регенерационный раствор	3-4 % NaOH
ДОЕ анионитов по анионам сильных кислот, г-экв на 1 м <sup>3</sup> набухшей смолы	АН-2ФН-800-1000; АН-22-900-1000; АН-31-1000-1200
Ориентировочный годовой износ	15-20%

#### *Способы защиты ионообменных установок*

**3.18.** Сточные воды, поступающие на установку, могут иметь кислую или щелочную реакцию, содержать компоненты, обладающие агрессивными свойствами по отношению к бетону или металлам. Кроме того, при обессоливании вода, поступающая из Н-катионитовых фильтров в анионитовые, имеет кислую реакцию, а обессоленная вода по отношению к бетону или металлам также обладает коррозионными свойствами. Агрессивны и применяемые для регенерации ионитов растворы и образующиеся элюаты. Эти обстоятельства необходимо учитывать при проектировании ионообменных установок. Необходима защита от коррозии внутренних поверхностей всех емкостей для приготовления и дозирования регенерирующих реагентов, сбора и хранения элюатов и промывных вод; внутренних поверхностей фильтров, декарбонизаторов, всех деталей внутри фильтра, обвязки трубопроводов, арматуры, соприкасающейся с водой и растворами в установке.

Для защиты от коррозии внутреннюю поверхность корпуса фильтров и емкостей либо гуммируют, либо покрывают кислотостойкими смолами и лаками. Нижние распределительные устройства трубчатого типа, крепежные детали внутри корпуса фильтра и другую арматуру изготавливают из нержавеющей стали. Верхние распределительные устройства выполняются из полиэтилена. Нижние распределительные устройства типа «ложное дно» изготавливают из полимерных материалов: доски из пресс-материала АГ-40, щелевые колпаки из сополимера стирола СНП-2.

#### *Пример расчета ионообменной установки по доочистке и обессоливанию сточных вод цеха гальванических покрытий*

**3.19.** Назначение ионообменной установки. На ионообменную установку подаются промывные кислотнo-щелочные сточные воды цеха в смеси с хромосодержащими (после их предочистки электрокоагуляцией) и циансодержащими (после каталитического окисления цианидов кислородом) сточными водами.

Смесь сточных вод перед подачей на ионообменную установку подвергается отстаиванию для выделения труднорастворимых соединений, образующихся в результате взаимодействия компонентов при смешении указанных категорий стоков. Результатом ионообменной обработки сточных вод является организация системы оборотного технического водоснабжения цеха, получение обессоленной воды.

Расход воды на собственные нужды установки после ее запуска и вывода на режим принимается 10-15 % ее производительности.

*Характеристика обрабатываемых сточных вод.* Количество сточных вод с учетом пополнения воды на потери и на собственные нужды установки на данном объекте составляет 820 м<sup>3</sup>/сут, в среднем 51 м<sup>3</sup>/ч при непрерывной 2-сменной работе. Основные показатели смеси сточных вод, поступающих на ионообменную установку, приведены в табл. 43.

Таблица 43

Ингредиенты	Концентрация	
	мг/л	мг-экв/л
Общее солесодержание	570	7,77
Катионы:		
натрия	164,28	7,135
калия	2,5	0,06
аммония		0,055
Итого одновалентных катионов:	167,78	7,250
меди	4,4	0,130
цинка	0,84	0,026
кадмия	0,25	0,004
никеля	3,78	0,128
алюминия	0,94	0,105
свинца	1,32	0,013
магния	0,11	0,009
висмута	0,008	-
Итого катионов поливалентных металлов	11,62	0,40
Всего катионов	179,4	7,68
Анионы		
хлориды	36,7	1,034
нитраты	182,9	2,951
нитриты	3,12	0,068
фториды	5,32	0,28
сульфаты	147,19	3,066
тарtrato	0,09	0,001
оксалаты	0,28	0,006
Итого анионов сильных кислот:	375,6	7,406
фторобораты	4,83	0,056
ацетаты	0,1	0,002
силикаты	1,53	0,04
бораты	2,09	0,10
карбонаты	5,1	0,17
Итого анионов слабых кислот:	13,65	0,369
в том числе без карбонатов	8,55	0,199
Всего анионов	389,25	7,775
Органические примеси	8,4	-

Солесодержание поступающих сточных вод ~570 мг/л (7,7- 7,8 мг-экв/л), pH = 6,5-7.

В состав установки входят; усреднитель сточных вод, отстойник, механические фильтры, сорбционные фильтры, Н-катионитовые фильтры, ОН-анионитовые фильтры, узел приготовления регенерирующих растворов, емкости для сбора обессоленной воды алюатов от регенерации ионитов и промывочных вод, узел обезвреживания элюатов.

#### *Описание технологической схемы ионообменной очистки и подготовки воды*

Сточные воды после усреднения и отделения ГДП в отстойнике поступают в сборник, из которого насосом подаются последовательно на механические, сорбционные, катионитовые и анионитовые фильтры. Обессоленная вода поступает в сборник, из которого направляется затем потребителям.

*Расчет ионообменной установки.* Накопитель-усреднитель сточных вод рассчитывается из условия 3-4-часового усреднения по соответствующему разделу СНиП 2.04.03-85 при максимальном расходе сточных вод. Емкость его принимается равной 150-200 м<sup>3</sup>. Отстойник (вертикальный или тонкослойный) рассчитывается согласно пп. 6.57-6,70 СНиП 2.04.03-85.

*Исходные данные для расчета:* средний часовой расход сточных вод  $q_w = 51 \text{ м}^3$ ; концентрация взвешенных частиц образующихся из труднорастворимых соединений (фосфатов и гидроксидов металлов) 250-300 мг/л (в расчете на сухое вещество);

гидравлическая крупность частиц  $U_0 = 0,2$  мм/с; сборник осветленной воды рассчитывается на 20-30 минутный расход сточных вод и подпиточной воды. Его емкость составит 17-25 м<sup>3</sup>.

Механические фильтры проектируются согласно соответствующему разделу СНиПа, на производительность 51 м<sup>3</sup>/ч; скорость фильтрования принимается 8-10 м/ч.

Для подготовки фильтра к работе в следующем фильтроцикле загрузка после опорожнения фильтра отмывается противотоком воды [13-15 л/(с·м<sup>2</sup>)] в течение 7-8 мин. Отмывочная вода подается в усреднитель сточных вод перед отстаиванием. Необходимая площадь фильтрования должна быть в пределах

$$\frac{51}{10} - \frac{51}{8} = 5,1 - 6,4 \text{ м}^2.$$

Количество фильтров принимается в соответствии с их характеристиками. Рекомендуется применять 2 рабочих фильтра диаметром 2 м и площадью 3,14 м<sup>2</sup> каждый.

Сорбционные фильтры проектируются согласно СНиП 2.04.03-85 пп. 6.283-6.289. Фильтры рассчитываются на производительность 51 м<sup>3</sup>/ч, скорость фильтрования 8-10 м/ч, интенсивность взрыхления активированного угля 3-4 л/(с·м<sup>2</sup>), высота загрузки 2,2-2,8 м. Необходимая площадь фильтрования 5,1-6,4 м<sup>2</sup>. Количество фильтров определяется в соответствии с основными их характеристиками. Загрузка - уголь БАУ, АГ-3, АГ-5, АР-3. Рекомендуется принять 2 рабочих фильтра диаметром 2 м и сечением 3,14 м<sup>2</sup> каждый. Возможно совмещение механической и сорбционной предочистки в одном 2-слойном фильтре.

Н-катионитовые фильтры рассчитываются на производительность 51 м<sup>3</sup>/ч. Содержание катионов металлов 7,7 г-экв/м<sup>3</sup> при эксплуатации (см. табл. 42) и 8,3 г-экв/м<sup>3</sup> при запуске (работа без оборота).

Объем катионита  $W_{hat}$ , м<sup>3</sup>, в водород-катионитовых фильтрах определяется по формуле

$$W_{hat} = \frac{16q_w (\sum C_{en}^k - C_{ex}^k)}{n_{reg} E_{wc}^k}, \quad (120)$$

где

$$E_{wc}^k = \alpha_k E_{gen}^k - K_{ion} q_k \sum C_w^k. \quad (121)$$

Подставив цифровое обозначение в формулы (120) и (121), получим

$$W_{hat} = \frac{16 \cdot 51(7,7 - 1,2)}{0,5 \cdot 800} = 13,26 \text{ м}^3;$$

$$E_{wc}^k = 0,8 \cdot 1000 - 0,5 \cdot 4 \cdot 1,7 = 796,7 \approx 800 \text{ г-экв/м}^3.$$

Площадь катионитовых фильтров определяется по формуле

$$F_k = W_k / H_k, \quad (122)$$

$$F_k = \frac{13,26}{2} : \frac{13,26}{3} = 6,63 - 4,42 \text{ м}^2.$$

Предлагается к установке один рабочий и один резервный фильтр диаметром 2,6 м и сечением 5,3 м<sup>2</sup> каждый. При этом скорость фильтрования составит 51/5,3 = 9,6 м/ч (скорость фильтрования должна быть в пределах 8-15 м/ч).

Длительность рабочего цикла фильтра принята 2 сут по 16 ч. Она может быть рассчитана по формуле

$$t_f = \frac{W_k E_{wc}^k - q_k W_k \sum C_w^k 0,5}{q_w (\sum C_{en}^k - \sum C_{ex}^k)} \quad (123)$$

Подставив цифровое обозначение в формулу (123), получим

$$t_f = \frac{13,25 \cdot 800 - 4 \cdot 13,25 \cdot 1,2 \cdot 0,5}{51(7,7 - 1,2)} = 32 \text{ ч.}$$

Регенерация катионитовых фильтров производится 7- 10 %-ным раствором соляной кислоты в количестве 2,5-3 г-экв на 1 г-экв сорбированных катионов (на 1 г-экв РОЕ катионита). Расход реагента на регенерацию одного фильтра в одном цикле определяется по формуле

$$P_k = W_k E_{wc}^k q_r N100 / m \cdot 10^3 \quad (124)$$

Подставив цифровые обозначения, получим

$$P_k = \frac{13,25 \cdot 800 \cdot 3 \cdot 36,5 \cdot 100}{31 \cdot 10^3} = 3744 \text{ кг.}$$

При повторном использовании части элюатов на регенерацию расход кислоты может быть сокращен на 30-40 %.

*Расход воды на регенерацию катионитовых фильтров.*

На взрыхление смолы при интенсивности 3 л/(с·м<sup>2</sup>) в течение 20 мин

$$5,3 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 0,001 = 19 \text{ м}^3;$$

на приготовление 10 %-ной соляной кислоты

$$\frac{3744 \cdot 31}{10 \cdot 1000} = 11,6 \text{ м}^3;$$

на после регенерационную отмывку - 3-4 объема на 1 объем ионита, т.е. 13,25·3,5 = 46,4 м<sup>3</sup>.

Общий объем воды на один фильтр в цикле 77,1 м<sup>3</sup>, средний часовой расход 77,1/32 = 2,4 м<sup>3</sup>.

*Анионитовые фильтры.* Загрузка - слабоосновный анионит АН-31, производительность 51 м<sup>3</sup>/ч. На анионитовые фильтры поступает Н-катионированная вода с содержанием анионов сильных кислот 7,4 г-экв/м (см. табл. 43).

Объем анионита  $W_{an}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле (120), где вместо  $\sum C_{en}^k$ , и  $\sum C_{ex}^k$  ставятся величины  $\sum C_{en}^{an}$  и  $\sum C_{ex}^{an}$  - концентрации суммы анионов в обрабатываемой и анионированной воде.

Рабочая емкость анионита  $E_{wc}^{an}$  рассчитывается по формуле (121), где  $a$  для слабоосновных анионитов = 0,9;  $E_{gen}^{an} = 1120$ ;  $q_{an} = 3-4 \text{ м}^3$ ;  $K_{ion} = 0,8$ ;  $E_{gen}^{an} = 0,9 \cdot 1120 - 0,8 \cdot 4 \cdot 1,7 = 1000$ ;  $P_{reg}$  - число регенерации анионитовых фильтров в сутки (принимается 1 раз в 3 сут.)

$$W_{an} = \frac{16 \cdot 51(7,4 - 1,7)}{0,33 \cdot 1000} = 14 \text{ м}^3.$$

По аналогии с Н-катионитовыми фильтрами принимается один рабочий и один резервный анионитовые фильтры с объемом загрузки 13,25 м<sup>3</sup>, сечением 5,3 м<sup>2</sup> и диаметром 2,6 м. Площадь фильтрования анионитовых фильтров может быть проверена по формулам

$$F_{an} = 16q_w/n_{reg}t_f \quad (125)$$

$$t_f = 16/n_{reg} - t_1 - t_2 - t_3. \quad (126)$$

Регенерация анионита производится 4 %-ным раствором гидроксида натрия в количестве 2,5 экв на 1 экв рабочей обменной емкости. Расход 100 %-ного гидроксида натрия рассчитывается по формуле (124)

$$Pb = \frac{13,25 \cdot 1000 \cdot 2,5 \cdot 40}{10^3} = 1325 \text{ кг},$$

где 40 - эквивалентная масса гидроксида натрия.

Расход реагента может быть сокращен на 30-40 % при повторном использовании части элюатов.

Расход воды на регенерацию анионитовых фильтров:  
на взрыхление смолы

$$5,3 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 0,001 = 19,1 \text{ м}^3;$$

на приготовление 4 %-ного раствора гидроксида натрия  $1325/40 = 33,1 \text{ м}^3$ ;

на после регенерационную отмывку фильтра  $13,25 \cdot 5 = 66,2 \text{ м}^3$ . Общий расход воды на регенерацию составил  $118,4 \text{ м}^3$ , а продолжительность регенерации  $33,1/5,3 \cdot 2 = 3,12 \text{ ч}$ , продолжительность отмывки  $66,2/5,3 \cdot 6 = 2,08 \text{ ч}$  продолжительность работы фильтра между регенерациями

$$\frac{16}{0,33} - 0,33 - 3,12 - 2,08 = 48,48 - 5,53 = 42,95 \text{ ч (43 ч)}.$$

Площадь фильтрования

$$F_a = (16 \cdot 51)/(0,33 \cdot 43 \cdot 12) = 4,79 \text{ м}^2.$$

что укладывается в сечение выбранного фильтра  $5,3 \text{ м}^2$ , диаметром 2,6 м.

Часовой расход воды на регенерацию составит  $118,4/43 = 2,75 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Часть отмывочной воды может использоваться для приготовления регенерационного раствора. Общий расход очищенной воды на собственные нужды ионообменной установки (на взрыхление, регенерацию, отмывку ионитов всех фильтров) без учета повторного использования составит  $2,4 + 2,75 = 5,15 \text{ м}^3/\text{ч}$ , или 10% производительности установки.

#### *Выбор оборудования*

**3.20.** Для ионообменной установки выбирается серийно выпускаемое оборудование заводского изготовления в кислотостойком исполнении. Выбор ионообменных фильтров производится с учетом непрерывной работы и возможности регенерации одного из них без прекращения работы всей установки.

В табл. 44 приводится техническая характеристика ионообменной установки и технологические показатели эксплуатации механических, сорбционных (табл. 45) и ионообменных (табл. 46) фильтров, а также перечень и расход основных материалов для загрузки фильтров (табл. 47) и реагентов на их регенерацию (табл. 48).

Таблица 44

Показатель работы установки	Величина
Производительность установки, м <sup>3</sup> /ч	50-52
Содержание взвешенных веществ в воде, поступающей на установку, мг/л	10-15
Солесодержание поступающей воды, г-экв/м <sup>3</sup>	7,7
Содержание катионов 2- и 3-валентных металлов, г-экв/м <sup>3</sup>	0,42
Содержание катионов натрия, калия и аммония, г-экв/м <sup>3</sup>	7,25
Содержание анионов сильных кислот, г-экв/м <sup>3</sup>	7,4
Содержание анионов слабых кислот, г-экв/м <sup>3</sup>	0,37
Удельная электропроводимость обессоленной воды, мк-см/см	50-100
Годовой расход реагентов (с учетом повторного использования 30 % элюатов) т:	
соляной кислоты (ГОСТ 857-88)	346
гидроксида натрия (ГОСТ 2263-79*)	81,2
Установочная мощность одновременно работающих двигателей, кВт	95
Расход сжатого воздуха, м/ч:	
среднесуточный	20
максимальный	50
Давление подаваемого сжатого воздуха, МПа	0,25-0,4
Расход воды на собственные нужды установки, 70	10
Потребность в ионообменных смолах (на 1 загрузку всех фильтров) т:	
катионит КУ-2-8 (ГОСТ 20298-74*)	10,2
анионит АН-31 (ГОСТ 20301-74*)	10,8
Годовая потребность ионитов на пополнение износа, % от первоначальной загрузки:	
катионит КУ-2-8	10
анионит АН 31	15

Таблица 45

Технологические показатели	Фильтры	
	механические	сорбционные
Производительность одного фильтра, м <sup>3</sup> /ч	25-26	25-26
Скорость фильтрования, м/ч	8-10	8-10
Расход воды на промывку фильтра, м <sup>3</sup>	17-20	-
Продолжительность подготовки фильтра к работе, ч	0,3-0,5	-
Интенсивность подачи на промывку, л/(см <sup>2</sup> );		
воды	13-15	-
воздуха	15-20	-

Таблица 46

Технологические показатели	Фильтры	
	катионитовые	анионитовые
Производительность одного фильтра м <sup>3</sup> /ч	50-52	50-52
Материал загрузки	Катионит КУ-2-8	Анионит АН 31
Скорость фильтрования сточной воды, м/ч	8-15	8-15
Продолжительность фильтроцикла, ч	32	45
Межрегенерационный период работы фильтров, ч	32	45
Регенерационный раствор и его концентрация, %	HCl-7-10	NaOH-4-6
Расход товарного реагента на 1 регенерацию, кг	3744	1325
Расход воды на 1 фильтр, м <sup>3</sup> в 1 цикле в том числе на:	77,1	118,4
взрыхление	19,1	19,1
приготовление регенерационного раствора	11,6	33,1
отмывку	46,4	66,2
Скорость подачи воды и растворов, м/ч, при:		
взрыхлении	9-10	7-8
регенерации	2-3	2
отмывке	6-7	5-6

Таблица 47

Наименование материалов	Марка ГОСТ	Количество необходимое для загрузки 1 фильтра, т	Общая масса, т	Оптовая цена за 1 т, руб.	Суммарная стоимость загрузки, тыс. руб.	Завод изготовитель
Гравий диаметром гранул 5- 15 мм	АГ-3; АГ-5; КАД КУ-2-8 ГОСТ 20293-74* АН-31 ГОСТ 20301-74*	2,8	8,4	8,2	0,07	Местные материалы
Песок кварцевый диаметром 0,5-1,5 мм		7	21	11,9	0,25	Карьер
Уголь активированный		3,6	10,8	560	6,05	-
Антроцит-крошка		5,68	17,1	27,1	0,46	-
Катионит		5,1	10,2	1800	18,36	Завод «Карболит», Химкомбинат г. Черкассы
Анионит	5,4	10,8	2300	24,84	То же	
Итого	-	-	-	-	50,03	

Элюаты от регенерации катионитовых и анионитовых фильтров подвергаются реагентной обработке вместе с отработанными концентрированными технологическими растворами. Количество сбрасываемых кислых элюатов от регенерации катионитовых фильтров 5,8 м<sup>3</sup>/сут. Количество сбрасываемых щелочных элюатов от регенерации анионитовых фильтров 11 м<sup>3</sup>/сут. Сброс кислоты с элюатами 10,59 кг-экв/сут.

Сброс щелочей с элюатами 7,24 кг-экв/сут. Избыток кислот составляет 3,35 кг-экв/сут. Расход активного СаО на нейтрализацию избытка кислоты 3,35 кг-экв/сут, или  $3,35 \cdot 28 = 93,8$  кг/сут. В расчете на товарную 50 %-ную известь с учетом 5 % избытка расход ее составит 197 кг/сут.

При дозировании 5 %-ного по активному СаО известкового молока расход ее составит приблизительно 2 м<sup>3</sup>/сут.

Таблица 48

Реагент	Процесс	Межрегенерационный период	Число регенераций в год	Расход реагентов, т*			Количество регенирующих растворов (элюатов), м <sup>3</sup>		
				в год	в сутки	на одну регенерацию	в год	в сутки	на одну регенерацию
Кислота соляная (ГОСТ 857-78)	Регенерация катионитовых фильтров	32	130	490	1,89	3,77	1520	5,8	11,6
Гидроксид натрия ТР (ГОСТ 2263-79)	Регенерация анионитовых фильтров	45	87	116	0,44	1,325	2880	11	33,1
Известь гашеная (ТУ 6-02-936-74)	Нейтрализация элюатов	-	-	52	0,2	-	520	2	

\* Расчет расхода реагентов произведен на соляную кислоту 31 %-ную; гидроксид натрия 100 %-ный; известь гашеную 50 %-ную по активному СаО.



## Установки для электрохимической очистки сточных вод

### *Электролизеры для обработки цианосодержащих сточных вод*

**3.21.** Электролизеры для обработки сточных вод, относящиеся к нестандартному оборудованию, представляют собой открытые или со съемной крышкой прямоугольные стальные резервуары, разделенные с помощью перегородок из синтетических материалов на несколько отсеков. В перегородках продельваются несколько рядов отверстий, суммарная площадь которых составляет 20 - 30 % площади находящейся в воде чисти перегородки, высота которой соответствует высоте погруженных в воду электродов.

Движение потока сточных вод в электролизере происходит вдоль поверхности электродов в горизонтальном направлении. Электролизер снабжается приемной и сборной камерами, также отделенными от его рабочего пространства дырчатыми перегородками. На дно электролизера (в каждом из отсеков) укладывают дырчатые трубки из синтетических материалов, через которые поступает сжатый воздух, который, барботируя через жидкость, способствует ее перемешиванию.

В электролизер помещаются электроды двух типов: стальные катоды (в виде пластин толщиной 1-2 мм) и аноды из графитированного угля в виде плит или стержней. Можно использовать малоизнашивающиеся титановые аноды с металлоксидным покрытием (диоксид рутения, магнетит и др.). Ориентировочный срок службы анодов из графитированного угля составляет 4-5 мес. При обработке медьсодержащих сточных вод целесообразно использование медных катодов для облегчения утилизации дополнительно извлекаемой из сточных вод (в виде катодного осадка) металлической меди.

При определении габаритов электролизера необходимо учитывать объем постоянно находящейся в нем воды, а также объем, занимаемый перегородками, электродами (размеры плит из графитированного угля, выпускаемых отечественными электродными заводами, составляют 1000×180×50 мм). Расстояние между соседними электродами (катодом и анодом) следует принимать в пределах 40-50 мм.

Электроды обоих видов (катоды и аноды) подвешиваются в электролизере на медных (латунных) стержнях (токоподводах), концы которых покоятся на соответствующих катодных (анодных) шинах, укладываемых на изоляторах вдоль бортов электролизера. Аноды из графитированного угля (в виде плит) можно устанавливать на дно электролизера, футерованное материалом - диэлектриком. Сечение токоподводов и электродных шин рассчитывается на максимальную токовую нагрузку.

При значительной расчетной величине тока в электрической цепи (более 3000 А) и необходимости отведения больших количеств выделяющихся газообразных продуктов электролиза рекомендуется установка нескольких электролизеров, снабженных автономными источниками электропитания.

Технологическая схема электрохимической очистки цианосодержащих сточных вод включает: двухсекционный резервуар-усреднитель (каждая секция усреднителя рассчитана на часовой расход сточных вод); электролизеров; источник постоянного электрического тока (выпрямитель из ременного электрического тока - типа ВАКГ или ВАКР); бак для приготовления раствора поваренной соли; бак, для приготовления раствора щелочного реагента (едкий натр, сода), используемого для корректировки исходной величины рН обрабатываемой воды (в случае необходимости); сборный бак для очищенной воды.

К сточным водам, находящимся в резервуаре-усреднителе, добавляют насыщенный раствор поваренной соли для достижения ее концентрации в воде в пределах 5-10 г/л и раствор щелочного реагента (в случае необходимости) до величины  $pH \geq 10$ . При наличии высококонцентрированных цианосодержащих сточных вод (отработанных

технологических растворов) следует предусмотреть дополнительный бак для их сбора с последующим равномерным добавлением к сточным водам поступающим в резервуар-усреднитель, до достижения расчетной концентрации цианидов не более 1 г/л.

**3.22.** *Пример расчета электролизера для очистки цианосодержащих сточных вод.*

*Исходные данные для расчета:* производительность электролизера 2,5 м<sup>3</sup>/ч; исходная концентрация цианидов в очищаемой воде 200 мг/л; время электрохимической обработки сточных вод 0,5 ч.

Необходимая величина тока в электрической цепи электролизера

$$I_{cur} = \frac{2,06 C_{cn} q_w}{\eta_{cur}} = \frac{2,06 \cdot 200 \cdot 2,5}{0,7} = 1470 \text{ А.}$$

Принимается к установке один выпрямитель переменного электрического тока, вырабатывающий постоянный электрический ток величиной 1600 А. Объем сточных вод в электролизере составляет

$$W_{el} = q_w t_{el} = 2,5 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ м}^3.$$

Общая поверхность анодов

$$f_{an} = \frac{I_{cur}}{I_{an}} = \frac{1470}{150} \approx 10 \text{ м}^2.$$

При использовании в качестве анодов плит из графитированного угля размером 1000×180×50 мм общая поверхность одной плиты составляет

$$f'_{an} = 2 \cdot 0,18 \cdot 1 = 0,36 \text{ м}^2.$$

Общее количество плит (анодов) из графитированного угля, помещаемых в один электролизер:

$$N_{an} = f_{an} / f'_{an} = 10 / 0,36 = 28 \text{ шт.}$$

Общая поверхность катодов равна общей поверхности анодов. Размеры электролизера выбираются исходя из объема находящихся в нем сточных вод с учетом общего объема погруженных в воду электродов.

#### *Электрокоагуляторы с алюминиевыми электродами*

**3.23.** Электрокоагуляторы с алюминиевыми электродами, используемые для очистки концентрированных маслоэмульсионных сточных вод, относятся к нестандартизированному оборудованию. Предпочтительно использование электрокоагуляторов горизонтального типа с пластинчатыми электродами. Электрокоагуляторы могут быть как периодического, так и непрерывного действия. Электрокоагулятор состоит из корпуса с наклонным дном и крышкой, электродной системы, пеноудаляющего устройства. Электрокоагуляторы непрерывного действия, кроме того, должны быть снабжены устройствами рассредоточенного впуска и выпуска воды и устройством для поддержания уровня воды в аппарате на заданном уровне. Электрокоагуляторы обоих типов должны быть снабжены патрубками с вентилями для выпуска и впуска воды, пены, емкостями для сбора пены и вентиляционной системой удаления водорода.

Корпус электролизера прямоугольной формы следует изготавливать из листовой углеродной стали с последующим нанесением на внутреннюю поверхность защитного покрытия, например, из винипласта или эпоксидных смол.

Крышка электролизера, предназначенная для предотвращения выделения водорода в рабочее помещение, изготавливается из листовой стали с покраской внутренней

поверхности водостойкой краской. Крышка устанавливается своим фланцем к фланцу корпуса и герметизируется. Дно корпуса электролизера должно иметь уклон.

Электродный блок, собираемый из алюминиевых пластин выполняется в виде параллелепипеда и располагается равномерно по объему электролизера. Электроды в блоке устанавливаются плоскопараллельно на одинаковом расстоянии друг от друга (10-20 мм). Объем жидкости над электродами не должен превышать 20 % общего объема электрокоагулятора. Электродные пластины прямоугольной формы следует изготавливать одинаковыми для обеспечения их взаимозаменяемости. Механическая жесткость электродного блока создается с помощью диэлектрических гребенок. Для удобства монтажа в блоках предусматривают проушины (крючки).

Соединение электродов в блок производится либо сваркой, либо стягиванием (разъемное соединение). Токоподводы к электродным блокам внутри электролизера в местах соприкосновения их с жидкостью должны быть изолированы. Их следует изолировать и от корпуса электрокоагулятора.

Пенуудаляющее устройство может быть, выполнено либо в виде приспособления, сгоняющего пену струями сжатого воздуха в пеносборный лоток, либо в виде доски с пневматическим приводом. Пенуудаляющее устройство перемещается как вручную, так и автоматически по заданной программе.

В процессе электролиза выделяется водород, который необходимо постоянно удалять из аппарата с помощью вытяжного вентиляционного устройства. Для обеспечения безопасности, работа электрокоагулятора должна быть заблокирована с работой вентилятора: в случае остановки вентилятора должна быть прекращена подача электроэнергии на электрокоагулятор.

Время обработки сточной воды при соответствующей силе тока выбирают экспериментально по степени ее осветления. При изменении состава воды время ее обработки также изменяется.

#### *Пример расчета электрокоагулятора периодического действия*

**3.24. Исходные данные:** производительность аппарата  $q_w = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; исходное содержание масел  $C_{en} = 6000 \text{ г}/\text{м}^3$ ; удельный расход электричества на обработку сточных вод  $q_{cur} = 540 \text{ А}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , толщина электродных пластин  $\delta = 0,006 \text{ м}$ ; межэлектродное расстояние  $b = 0,02 \text{ м}$ ; анодная плотность тока  $f_{an} = 120 \text{ А}/\text{м}^2$ .

*Расчет.* Примем продолжительность, цикла очистки  $t_{eh}$ , равной 0,5 ч (продолжительность электрокоагуляционной обработки  $t_1 = 0,25 \text{ ч}$ ; продолжительность налива жидкости в аппарат и ее слива  $t_2 = 0,25 \text{ ч}$ ). Объем жидкости в электрокоагуляторе  $W_{ch} = q_w t_{ek} = 1,8 \cdot 0,5 = 0,9 \text{ м}^3$ .

Общее количество электричества, необходимое для обработки такого объема жидкости, составит  $Q_{cur} = W_{ch} q_{cur} = 0,9 \cdot 540 = 486 \text{ А}\cdot\text{ч}$ , а величина тока в электрической цепи  $I_{cur} = Q_{cur}/t_1 = 486/0,25 = 1944 \text{ А}$ ; рабочая поверхность анодов составит  $f_{an} = I/i_{an} = 1944/120 = 16,2 \text{ м}^2$ . Отсюда общим объем электродов при их толщине 6 мм составит  $V_{ch} = f_{an} \delta = 16,2 \cdot 0,006 = 0,097 \text{ м}^3$ , а их масса  $M_{ek} = V_{ek} \rho_{Al} = 0,097 \cdot 2,7 = 0,262 \text{ т}$  ( $\rho_{Al}$  плотность алюминия,  $\text{г}/\text{м}^3$ ).

В связи с тем, что масса одного электродного блока не должна превышать 50 кг, принимаем число блоков, равное 6.

Общий объем жидкости в межэлектродном пространстве всех электродных блоков составит  $V_{жс} = f_{an} b = 16,2 \cdot 0,02 = 0,324 \text{ м}^3$ , а объем одного электродного блока  $W_{\delta} = (V_{ch} + V_{жс})/6 = (0,097 + 0,324) : 6 = 0,07 \text{ м}^3$ .

Условно, приняв форму блока кубической, длина его ребра, м:

$$l_{\delta} = \sqrt[3]{W_{\delta}} = \sqrt[3]{0,07} = 0,41.$$

Число электродов в одном электродном блоке составит  $n = l_{\delta} / (\delta + b) = 0,41 / 0,026 = 16$ , т.е. блок будет состоять из 8 анодов и 8 катодов.

Таким образом, с учетом установочных зазоров ( $l_3 = 0,07$  м;  $l_b = 0,41$ ) общая длина электрокоагулятора составит  $L_3 = 6l_b + 7l_3 = (6 \cdot 0,41 + 7 \cdot 0,07) = 2,95$ . Ширина электрокоагулятора, м:

$$B_3 = l_b + 2l_3 = 0,41 + 2 \cdot 0,07 = 0,55.$$

На высоте верхней кромки электродов  $L_1 = l_b + l_3$  объем жидкости в электрокоагуляторе

$$V_{\text{эж}} = L_3 B_3 (l_b + l_3) - V_{\text{ек}} = 2,95 \cdot 0,55 (0,41 + 0,07) - 0,097 = 0,681 \text{ м}^3.$$

Высота слоя жидкости над электродами, м

$$h_2 = (W_{\text{эж}} - V_{\text{эж}}) / L_3 B_3 = (0,900 - 0,681) / 2,95 \cdot 0,55 = 0,13.$$

Общая высота слоя жидкости в электрокоагуляторе составляет, м:

$$h_3 = h_1 + h_2 = 0,48 + 0,13 = 0,61.$$

С учетом необходимости размещения пеносгонного устройства полная высота аппарата  $H_3$  составит 0,8 м.

Общие габариты электрокоагулятора  $L_3 B_3 H_3 = 2,95 \cdot 0,55 \cdot 0,8$  м.

#### *Пример расчета электрокоагулятора непрерывного действия*

**3.25. Исходные данные:** производительность аппарата  $q_w = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; исходное содержание масел  $C_{\text{ен}} = 2500 \text{ г}/\text{м}^3$ ; удельный расход электричества на очистку сточной воды  $q_{\text{кур}} = 270 \text{ А} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$ ; начальная толщина электродных пластин  $\delta = 0,006$  м; межэлектродное расстояние  $b = 0,02$  м; анодная (катодная) плотность тока  $i_{\text{ан}} = 120 \text{ А}/\text{м}^2$ .

*Расчет.* Общий расход электричества на обработку  $1,8 \text{ м}^3$  сточной воды составит

$$Q_{\text{кур}} = q q_{\text{кур}} = 1,8 \cdot 270 = 486 \text{ А} \cdot \text{ч},$$

а токовая нагрузка на электрокоагулятор  $I = Q_{\text{кур}}/t = 486 \text{ А}$ . Поверхность анодов (катодов) будет равна:

$$f_{\text{ан}} = f_{\text{к}} = I / i_{\text{ан}} = 486 / 120 = 4,05 \text{ м}^2.$$

Объем жидкости в межэлектродном пространстве  $V_{\text{жс}} = f_{\text{ан}} b = 4,05 \cdot 0,02 = 0,081 \text{ м}^3$ , а общий объем электродов  $V_{\text{ек}} = f_{\text{ан}} \delta = 4,05 \cdot 0,006 = 0,024 \text{ м}^3$ . Общий объем электродного блока составит  $W_{\delta} = V_{\text{жс}} + V_{\text{ек}} = 0,081 + 0,024 = 0,105 \text{ м}^3$ , а масса такого блока

$$M_{\delta} = V_{\text{ек}} \rho_{\text{Al}} = 0,024 \cdot 2,7 = 0,065 \text{ г}.$$

В связи с тем, что масса электродного блока не должна превышать 50 кг, принимаем число блоков равным 2. Условно принимая форму блока кубической, получим, что длина его ребра составит

$$l_{\delta} = \sqrt[3]{W_{\delta} / 2} = \sqrt[3]{0,105 / 2} = 0,37 \text{ м}.$$

Число электродов в блоке составит  $n = l_{\delta} / (\delta + b) = 0,37 / (0,006 + 0,015) = 18$ .

В связи с тем, что в электрокоагуляторе непрерывного действия проскок жидкости вне межэлектродного пространства недопустим, между боковыми стенками аппарата и крайними электродами не должно быть установочных зазоров.

Учитывая, что в аппарате должны быть размещены пеносгонное устройство, а также устройства для распределения потока воды на входе и выходе, габариты электрокоагулятора принимаем

$$L, B, H_3 = 0,8 \cdot 0,42 \cdot 0,5 \text{ м.}$$

### *Электрокоагуляторы со стальными электродами*

**3.26.** Электрокоагуляторы со стальными электродами относятся к нестандартному оборудованию. Корпус электрокоагулятора представляет собой прямоугольный резервуар изготовленный из синтетических кислотостойких материалов (полиизобутилен, полипропилен и др.), или футерованный изнутри этими материалами. Электрокоагулятор оборудуется вытяжным вентиляционным устройством (например, бортовыми отсосами) для удаления газов, образующихся при электролизе сточных вод. Целесообразно, чтобы дно электрокоагулятора имело небольшой уклон (до  $5^\circ$ ) в сторону выхода сточных вод.

Наибольшее применение получили в настоящее время электрокоагуляторы с помещенными в них пакетами (блоками) плоских пластинчатых электродов, расположенных вертикально, параллельно друг другу.

Движение потока сточных вод в электрокоагуляторе следует осуществлять вдоль поверхности электродных пластин в вертикальном направлении (снизу вверх или сверху вниз) либо в горизонтальном направлении.

Для равномерного распределения воды между электродами и равномерного ее отвода рекомендуется предусмотреть в электрокоагуляторе или в отдельных его секциях приемные и сборные камеры. Приемные камеры отделяются от рабочего пространства электрокоагулятора дырчатыми перегородками, которые рассчитываются как распределитель высокого сопротивления (отношение суммарного сечения отверстий в перегородках к общему сечению электрокоагулятора составляет  $\geq 0,3$ ).

Электроды (катоды и аноды), помещаемые в электролизер, изготавливаются из низкоуглеродистой стали (Ст3, Ст4 и т. п.) и могут иметь толщину от 3 до 6 мм. Первоначальное расстояние между соседними электродами должно составлять 5-10 мм.

Рекомендуются следующие размеры электродных пластин: длина 0,6-1, ширина 0,3-0,6 м. Целесообразно использование электродов (анодов и катодов) в виде блоков. Блок электродов представляет собой набор стальных пластин, закрепленных на общей раме. Пластины через одну подключаются к катодной и анодной шинам источника постоянного электрического тока с помощью приваренных или припаянных и ним токоподводов. Для предотвращения коротких замыканий пластины в двух-трех местах по своей высоте разделяются прокладками из диэлектрика (текстолит, винипласт и др.), выполненными, например, в виде колец. Электродные пластины у своего основания или по их высоте (с обеих сторон) рекомендуется вставлять в «гребенку», также изготовленную из материала-диэлектрика. Масса одного электродного блока не должна превышать 0,05 т.

Электродные шины изготавливаются из медных (латунных) или алюминиевых прутков или полос, закрепляются на изоляторах на корпусе электрокоагулятора и соединяются с соответствующими полюсами источника постоянного электрического тока. Диаметры (сечение) электродных, а также токоподводящих шин (кабелей), соединяющих электролизер с источником тока, во избежание перегрева, рассчитываются на максимальную токовую нагрузку.

При расчете электрокоагулятора определяются общая поверхность и количество электродов, конструктивные размеры и число электрокоагуляторов и величина тока в электрической цепи. При этом основными исходными параметрами для расчета являются: расход сточных вод; исходная концентрация шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов в сточных водах; анодная плотность тока; удельный расход электричества, необходимый для обработки единицы объема сточных вод.

*Пример расчета электрокоагуляторов со стальными электродами для очистки хромсодержащих сточных вод*

**3.27.** *Исходные данные для расчета:* расход сточных вод составляет 10 м<sup>3</sup>/ч (при круглосуточной работе установки), исходные концентрации шестивалентного хрома и цинка соответственно 50 и 20 мг/л; величина тока в электрической цепи

$$I_{cur} = 3,1 C_{en} q_w = 10 \cdot 50 \cdot 3,1 = 1550 \text{ A.}$$

К установке принимается один выпрямитель переменного тока, вырабатывающий ток величиной до 1000 А при максимальном напряжении до 12 В. Общая поверхность анодов составит:

$$f_{pl} = I_{cur} / i_{an} = 1550 / 150 = 10,3 \text{ м}^2.$$

Размеры одной электродной пластины принимаются следующими: ширина  $b_{pl} = 300$  мм, рабочая высота  $h_{pl} = 600$  мм. Рабочая поверхность одного электрода будет равна:

$$f_{pl} = 2b_{pl}h_{pl} = 2 \cdot 0,3 \cdot 0,6 = 0,36 \text{ м}^2.$$

Общее количество электродных пластин составит

$$N_{pl} = 2 \frac{f_{pl}}{f'_{pl}} + 1 = 2 \frac{10,3}{0,36} + 1 = 57 + 1 = 58.$$

Принимаются к установке два электродных блока, каждый из которых состоит из 30 стальных пластин. Рабочий объем электрокоагулятора будет равен:

$$W_{ek} = f_{pl} b = 10,3 \cdot 0,008 = 0,082 \text{ м}^3,$$

(расстояние между двумя соседними электродами  $b$  принято равным 0,008 м). Время обработки сточных вод (время пребывания сточных вод в межэлектродном пространстве электрокоагулятора) составит

$$t = W_{ek} / q_w = 0,082 / 10 = 0,008 \text{ ч} = 0,008 \cdot 3600 = 28,8 \text{ с.}$$

Удельный расход металлического железа для обработки сточных вод определяем по формуле

$$Q_{Fl} = \frac{q_{Fl} C_{en} q_w \cdot 24}{1000 K_{eh}} = \frac{2,5 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 24}{1000 \cdot 0,8} = 37,6 \text{ кг/сут.}$$

Ширина одного электродного блока при толщине одной электродной пластины 5 мм будет равна:

$$B = N_s \delta + b(N_s - 1) = 30 \cdot 0,005 + 0,008 (30 - 1) = 0,38 \text{ м.}$$

## **4. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ**

### **Аэробные стабилизаторы**

**4.1.** Аэробные стабилизаторы предназначены для обработки органических осадков с целью предупреждения загнивания и улучшения водоотдающих свойств осадков перед последующей обработкой и хранением.

Повышение устойчивости осадков к загниванию при аэробной стабилизации достигается биохимическим окислением части органического вещества осадка в результате жизнедеятельности аэробных микроорганизмов.

По сравнению с анаэробным сбраживанием процесс аэробной стабилизации более прост в конструктивном оформлении, не взрывоопасен, более устойчив к изменению качественного состава осадков. Кроме того, аэробно-стабилизированные осадки имеют

лучшие водоотдающие свойства, что упрощает и удешевляет их последующую обработку.

Для станций аэрации производительностью до 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут аэробная стабилизация, как правило, экономичнее анаэробного сбраживания, даже при условии утилизации газа брожения. Применение аэробной стабилизации для станций аэрации производительностью более 50 тыс. м<sup>3</sup> в сут сточных вод требует технико-экономического обоснования.

Аэробные стабилизаторы могут использоваться в различных технологических схемах. Они рекомендуются для обработки избыточного активного ила или смеси его с осадком первичных отстойников.

Активный ил может подаваться в стабилизатор из вторичных отстойников, регенераторов или уплотнителей. В последнем случае из условий сохранения биологической активности ила продолжительность гравитационного уплотнения не должна превышать 6 ч. Во избежание образования застойных зон целесообразно использовать уплотнители с илоскребами и перемешивающими устройствами. Концентрация активного ила, подаваемого в аэробный стабилизатор, не должна превышать 20 г/л, оптимальная концентрация - 10-15 г/л.

Концентрация смеси ила и осадка в стабилизаторе не должна превышать 25-27 г/л, оптимальная 15-20 г/л.

**4.2.** Параметры процесса аэробной стабилизации зависят от состава и соотношения активного ила и осадка первичных отстойников в стабилизаторе, их концентрации, температуры.

Для стабилизации рекомендуется применять сооружения типа аэротенков-вытеснителей. Продолжительность аэробной, стабилизации  $t_{sa}$ , сут, рассчитывается по следующим формулам:

*при стабилизации активного ила*

$$t_{sa} = \frac{1}{V_{mu}} (K_3 + C_{sset}) (1 + \varphi_u C_{sa}) 1,08^{(20-T)}; \quad (127)$$

для активного ила городских сточных вод константы имеют следующие значения:  $V_{mu} = 28,57$  г/(л/сут);  $K_3 = 30$  г/л;  $\varphi_u = 0,0576$  л/г;

*при стабилизации смеси активного ила и осадка первичных отстойников (принимается не менее 4 сут при  $t \geq 20^\circ\text{C}$ ),*

$$t_{sm} = \frac{1}{V_m X_o} (K_3 + C_{sset}) (1 + \varphi_u C_{sa}) 1,08^{(20-T)} \quad (128)$$

для осадков городских сточных вод константы имеют следующие значения:  $V_m = 11,27$  г/л, сут;  $K_3 = 13,3$  г/л;  $\varphi_u = 2$  г/л;

$$C_{sa} = \frac{C_a Q_a}{Q_a + Q_{mud}}; \quad (129)$$

$$C_{sset} = \frac{C_{set} Q_{mud}}{Q_a + Q_{mud}}. \quad (130)$$

Расчет емкости стабилизатора производится на среднюю зимнюю температуру осадков в сооружении (для климатических условий средней полосы  $T = 12-14^\circ\text{C}$ ).

Удельный расход воздуха на стабилизацию рассчитывается по формуле (131), которая аналогична (61) СНиП 2.04.03-85;

$$q_s = \frac{1000q_{so}C_s}{K_1K_2K_3K_T(C_a - C_o)}. \quad (131)$$

Удельный расход кислорода на стабилизацию составит для:  
 активного ила  $q_{sa} = 0,25-0,3$  кг/кг;  
 осадка первичных отстойников  $q_{sset} = 1-1,2$  кг/кг;  
 смеси ила и осадка

$$q_{so} = \frac{q_{sa} + Bq_{sset}}{1 + B}. \quad (132)$$

Отношение беззольной части первичного осадка к беззольной части ила в исходной смеси рассчитывается по формуле

$$B = \frac{C_{sset}(100 - S_{set})Q_{mud}}{C_a(100 - S_a)Q_a}. \quad (133)$$

Концентрация беззольной части осадка,  $C_s$ , кг/м<sup>3</sup>, в стабилизаторе рассчитывается по формуле

$$C_s = \frac{C_{sset}(100 - S_{set})Q_{mud} + C_a(100 - S_a)Q_a}{Q_{mud} + Q_a}. \quad (134)$$

**4.3.** Конструкции аэробного стабилизатора должны обеспечивать проведение процесса в оптимальных условиях, т. е. изменение продолжительности стабилизации при изменении физико-химических характеристик осадков. Это может быть достигнуто отключением ряда изолированных секций стабилизатора, использованием стабилизатора переменного объема (например, типовые решения НПИ Союзводоканалпроект, Т-2636, 1982 г.).

Аэрация осадков в стабилизаторе производится при помощи фильтросных элементов или дырчатых труб, количество и расположение которых должно обеспечивать необходимую интенсивность аэрации и перемешивания. Применение механической и пневмомеханической аэрации не рекомендуется, так как ухудшает структуру и водоотдающие свойства осадка.

Распределение воздуха по длине стабилизатора должно быть неравномерным и может ориентировочно определяться по табл. 49.

Таблица 49

Номер коридора	Доля от общего расхода воздуха, %	Удельный расход воздуха, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	Продолжительность аэрации, ч	Интенсивность аэрации, м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·ч)
1	50	106,3	34,8	14,34
2	27	89,8	34,8	7,74
3	15	49,9	34,8	4,3/5*
4	8	26,6	34,8	2,29/5*

\* После косой черты указана интенсивность аэрации, принятая для расчета суммарного расхода воздуха на стабилизацию.

Из условий перемешивания интенсивность аэрации должна составлять не менее 5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч), для активного ила и не менее 6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч) для смеси ила и осадка.

*Пример расчета аэробного стабилизатора активного ила*

**4.4.** Стабилизируется ил после уплотнения до концентрации 20 г/л при температуре 13 °С. Продолжительность аэробной стабилизации рассчитывается по формуле (127)

$$t_{sa} = \frac{1}{28,57} (30+20)(1+0,0576 \cdot 20) \cdot 1,08^{(20-13)} = 5,8, \text{ или } \approx 6 \text{ сут.}$$



Удельный расход воздуха рассчитывается по формуле (131), где  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 2,08$ ;  $K_T = 1$ ;  $K_3 = 0,85$ ;  $C_o = 2$  мг/л. Глубина стабилизатора 3 м.

Расчет производится для летней температуры ила, при которой растворимость кислорода минимальна.

Для 20°C по формуле (63) п. 6.157 СНиП 2.04.03-85 определим  $C_T = 9,17$  мг/л. Затем, подставляя в формулу  $C_a$  получим, мг/л:

$$C_a = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) 9,17 = 10,5.$$

Приняв для ила  $q_{sa} = 0,25$  кг/кг. По формуле (134)  $C_s = 20(100-25) = 15$  кг/м<sup>3</sup>. По формуле (131)

$$q_s = \frac{1000 \cdot 0,25 \cdot 15}{0,75 \cdot 2,08 \cdot 1 \cdot 0,85(10,5 - 2)} = 332,7 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

При общей продолжительности стабилизации 5,8 сут пребывание ила в одном коридоре четырехкоридорного сооружения составляет 34,8 ч.

Удельный расход воздуха в последнем коридоре по табл.49 должен быть равен 8% общего расхода воздуха, т. е.  $332,7 \cdot 0,08 = 26,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , тогда интенсивность аэрации составит:  $I_n = (26,6 \cdot 3)/34,8 = 2,29 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , что ниже рекомендуемой величины, поэтому ее следует увеличить до  $5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , Аналогичный расчет произведен для третьего коридора стабилизатора. Данные расчетов сведены в табл. 49.

*Пример расчета аэробной стабилизации смеси избыточного активного ила из вторичных отстойников и осадка первичных отстойников городских сточных вод, соотношение по сухому веществу 1: 1.*

#### 4.5. Исходные данные для расчета. Вариант 1.

Количество ила 10 т/сут; концентрация  $C_a = 6$  г/л; зольность  $S = 25$  %; расход  $Q_n = 1666,7 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Вариант 2. Количество осадка 10 т/сут, концентрация  $C_{set} = 50$  г/л, зольность  $S_{set} = 28$  %; расход  $Q_{mud} = 200 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Продолжительность стабилизации при 13°C рассчитывается по формуле (128)

$$t = \frac{1}{11,27 \cdot 5,4} = (13,3 + 5,4)(1 + 2 \cdot 5,4) 1,08^{(20-13)} = 6,2 \text{ сут};$$

где по формуле (129)

$$C_{sa} = \frac{6 \cdot 1666,7}{1666,7 + 200} = 5,4 \text{ г/л};$$

по формуле (130)

$$C_{sset} = \frac{50 \cdot 200}{1666,7 + 200} = 5,4 \text{ г/л}.$$

Отношение органического вещества первичного осадка к органическому веществу активного ила в стабилизируемой смеси рассчитывается по формуле (133)

$$B = \frac{50(100 - 28)200}{6(100 - 25)1666,7} = 0,96.$$

Удельный расход кислорода рассчитывается по формуле (132) при  $q_{sa} = 0,25$  кг/кг;  $q_{sset} = 1,1$  кг/кг;  $S = 25\%$ ;  $S_{set} = 28$  %.

$$q_{so} = \frac{0,25 + 0,96 \cdot 1,1}{1 + 0,96} = 0,67 \text{ кг/кг.}$$

При тех же исходных данных для аэрации, что и в предыдущем примере, по формуле (134)

$$C_s = \frac{50(100 - 28)200 + 6(100 - 25)Q_a}{200 + 1666,7} 1666,7 = 7,87 \text{ кг/м}^3.$$

По формуле (131) удельный расход воздуха составит

$$q_s = \frac{1000 \cdot 0,67 \cdot 7,87}{0,75 \cdot 2,08 \cdot 1 \cdot 0,85(10,5 - 2)} = 467,8 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

В последнем коридоре (четвертом) стабилизатора по табл. 49 удельный расход воздуха составляет  $467,8 \cdot 0,08 = 37,43 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

При времени пребывания в коридоре 37 ч интенсивность аэрации достигнет

$$I_a = \frac{37,43 \cdot 3}{37} = 3,03 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}),$$

что меньше допустимой величины [равной  $6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ], ее следует увеличить с соответствующим увеличением суммарного расхода воздуха на процесс.

### **Флотационные илоуплотнители**

#### *Горизонтальный флотационный илоуплотнитель*

**4.6.** Технологическая схема флотационной установки для уплотнения ила основана на использовании метода напорной флотации с непосредственным насыщением ила воздухом под избыточным давлением и искусственном разбавлении уплотняемого ила подиловой водой.

Флотационный илоуплотнитель состоит из флотореактора и флоторазделителя, размещенных в одном прямоугольном корпусе, разделенном продольными вертикальными перегородками на сообщающиеся секции *I, II, III*. (рис. 21).

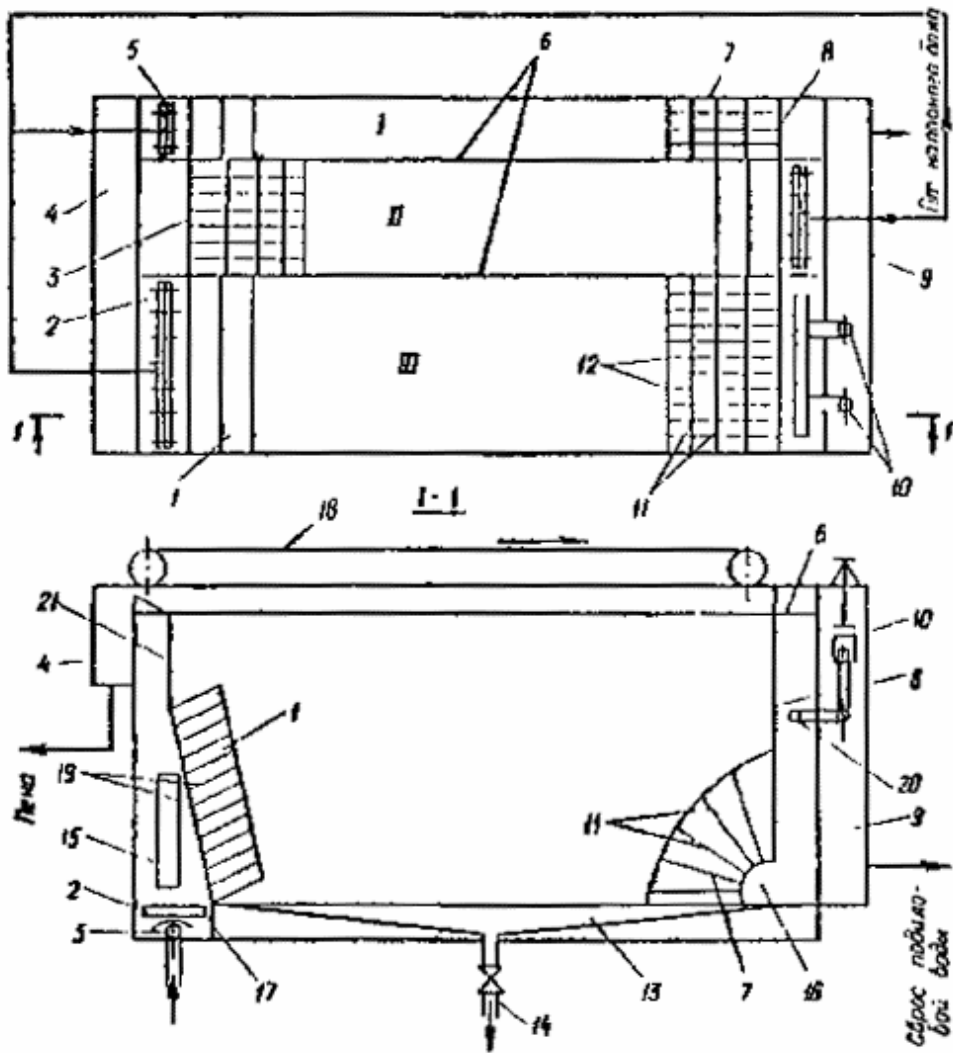


Рис. 21. Схема флотационного илоуплотнителя

1 - распределительная система флоторазделителя; 2 - распределительная система из прямоугольных пластин; 3 - регулируемый водослив; 4 - лоток для сбора уплотненной пены; 5 - дросселирующее устройство; 6 - продольные перегородки; 7 - сборная насадка; 8 - полупогружная перегородка; 9 - лоток для сбора подиловой воды; 10 - телескопические водосливы; 11 - пакет радиальных пластин; 12 - трапециевидные перегородки; 13 - пирамидальные днища; 14 - трубопровод опорожнения и выпуска осадка; 15 - перепускные окна; 16 - щель для вывода подиловой воды; 17 - нижняя перегородка; 18 - скребковый механизм; 19 - прямоугольные наклонные пластины; 20 - щелевая труба

Технологическая схема флотационного уплотнителя включает в себя: сборный резервуар для избыточного активного ила, узел насыщения ила воздухом под избыточным давлением, состоящий из центробежного насоса, эжектора и напорного бачка, флотореактор и флоторазделитель, разделенный продольными параллельными вертикальными перегородками на сообщающиеся секции I, II, III (рис. 22).

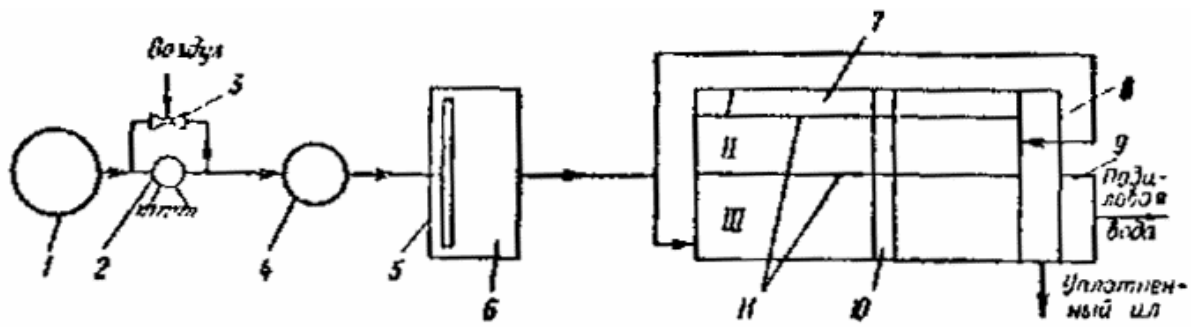


Рис. 22. Схема флотационного уплотнителя избыточного активного ила (ИАИ)

1 - сборный резервуар; 2 - центробежный насос; 3 - эжектор; 4 - напорный бак; 5 - дросселирующее устройство; 6 - флотореактор; 7 - флоторазделитель; 8 - сборный лоток; 9 - сборный карман; 10 - скребковый механизм; 10 - продольные вертикальные перегородки; I, II, III - сообщающиеся секции флоторазделителя

Избыточный активный ил из сборного резервуара центробежным насосом передается в напорный бак, где происходит растворение воздуха, диспергированного в ил эжектором, установленным на перемычке между всасывающим и напорным патрубком насоса. Затем активный ил, насыщенный воздухом, подается через дросселирующее устройство в флотореактор, где в результате снижения давления происходит выделение пузырьков воздуха, образующих с хлопьями активного ила флотокомплексы, которые всплывают на поверхность во флоторазделителе, откуда в виде флотационной пены собирают скребковым механизмом в сборный лоток и поступают на дальнейшую обработку. Подиловая вода из I секции флоторазделителя перетекает во II секцию, а из секции II в III и сливается в сборный карман после III секции (см. рис. 22). Таким образом, подиловая вода предыдущих секций участвует во флотационном разделении ила последующих секций.

4.7. Во флотореакторе происходит взаимодействие хлопьев активного ила с пузырьками воздуха, выделяющимся при снижении избыточного давления до атмосферного с образованием флотокомплексов. Взаимодействие во флотореакторе происходит в условиях турбулентного перемешивания образующейся трехфазной системы: воздух, жидкость и твердые частички осадка.

Флотореактор располагается с торцовых сторон корпуса. Во II секции со стороны выпуска подиловой воды, а в I и III - с противоположной стороны (см. рис. 21). Флотореактор оборудован дросселирующим устройством 2 и распределительной системой из прямоугольных пластин 3, размещенных у дна корпуса илоуплотнителя.

Каждое дросселирующее устройство состоит из трубы диаметром 50 мм со щелевым вырезом по всей длине трубы и колпака, расположенного над щелью (рис. 23). Колпак выполняется из трубы  $D = 80-100$  мм, разрезанной по диаметру. Труба для подачи иловой жидкости имеет торцевые заглушки, а к колпаку, перпендикулярно продольно оси трубы, привариваются прямоугольные пластины высотой 200-300 мм, служащие для равномерного распределения потока иловой жидкости во флотореакторе. Шаг пластин 200-250 мм.

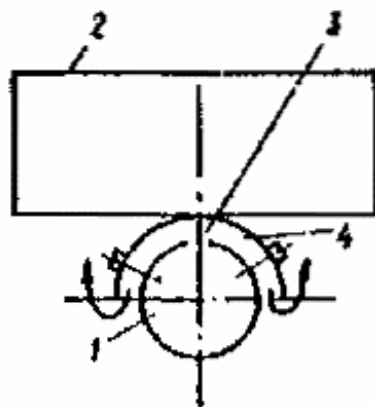


Рис. 23. Дросселирующее устройство

1 - труба подачи иловой жидкости  $D = 50 - 80$  мм; 2 - прямоугольные пластины; 3 - щелевидный вырез шириной 6-8 мм по всей длине трубы; 4 - колпак из половины трубы  $D = 80 - 100$  мм

Длина флотореактора ограничена нижней перегородкой, установленной на расстоянии 600 мм от торцевой стенки корпуса и верхней, расположенной на расстоянии 300 мм (см. рис. 21). Нижняя перегородка крепится к днищу, а ее верх расположен на уровне верхней кромки прямоугольных пластин, приваренных к колпаку дросселирующего устройства. Верхняя перегородка не доходит до верхнего уровня пены 150-200 мм.

Флотореактор рассчитывают на время пребывания иловоздушной смеси в нем 2-3 мин.

**4.8.** Флоторазделитель служит для сбора образовавшихся хлопьев ила с пузырьками воздуха в пенный слой и отстаивания этого слоя на поверхности илоуплотнителя.

Флоторазделитель оборудован распределительной системой, расположенной за флотореактором и сборной насадкой, расположенной над щелью для вывода подиловой воды, образованной днищем корпуса и полупогруженной перегородкой, не достигающей до дна на 500 мм (см. рис. 21).

Распределительная система выполняется в виде пакета прямоугольных наклонных пластин на всю ширину каждой секции, разделенных поперечными прямоугольными пластинами на ячейки размером 100x100 мм. Угол наклона пластин  $45^\circ$ , длина 500, 700 мм.

Сборная насадка состоит из пакета радиальных пластин на всю ширину каждой секции, сходящихся к щели под углом  $15^\circ$ . Длина радиальных пластин 60-80 см.

Нижняя часть всех флоторазделителей имеет форму усеченных пирамид и снабжена трубопроводом опорожнения и выпуска осевшего осадка. Уклон дна к трубопроводу опорожнения равен 0,15-0,5 %.

В продольных перегородках, делящих корпус на секцию, имеются окна для перепуска подиловой воды из сборного канала I секции во флотореактор II секции и из сборного канала II секции во флотореактор III секции. Размер окон 300x1000 мм.

Корпус илоуплотнителя снабжен лотком для сбора уплотненной пены и подиловой воды после III секции, размеры которых принимаются конструктивно.

Отбор подиловой трубы осуществляется только после III секции при помощи щелевой трубы и регулируемых водосливов, (см. рис. 21).

#### *Узел для насыщения ила воздухом под избыточным давлением*

**4.9.** Диспергирование воздуха в ил производится эжектором, установленным на перемычке между напорным и всасывающим патрубком насоса, подающего ил на уплотнение. Расход ила, подаваемый на эжектор, составляет 2-4 % расхода обрабатываемого ила. Производительность центробежного насоса, подающего ил на

уплотнение, определяется производительностью установки. Напор, развиваемый насосом, должен быть не менее 0,5-0,6 МПа (5-6 кг/см<sup>2</sup>).

Насос устанавливается под заливом, гидростатический напор перед насосом должен быть не более 0,025-0,03 МПа (0,25- 0,3/см).

Напорный бак (рис. 24), предназначенный для растворения воздуха, диспергированного в иловую жидкость эжектором, работает следующим образом.

Иловая жидкость с воздухом поступает в верхнюю часть бака по перфорированной трубе с отверстиями 10 мм или соплами с выходным отверстием 20-30 мм, распыляется отражательным щитом и орошает насадку из колец Рашига 50x50x5 или 10x100x10, расположенную на ложном перфорированном днище с отверстиями 25-35 мм. При прохождении воздушной смеси через загрузку из колец Рашига происходит растворение в иле воздуха. Иловоздушная смесь отбирается при постоянном уровне ниже ложного днища и поступает в дросселирующие устройства флотореактора. Он оборудуется предохранительным клапаном, поддерживающим постоянное давление и стравливающим излишек воздуха, манометром и опорожнительным трубопроводом.

Напорный бак рассчитывают на время пребывания иловой жидкости в нем (4-5 мин).

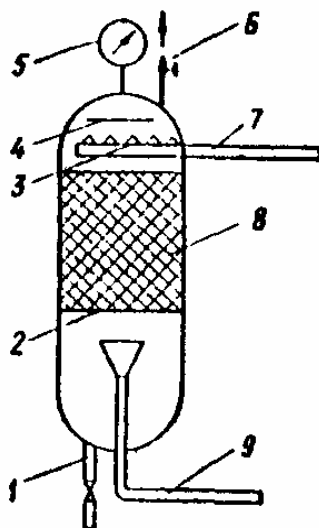


Рис. 24. Схема напорного бака

1 - опорожнение напорного бака; 2 - ложное перфорированное днище; 3 - сопла; 4 - отражательный щит; 5 - манометр; 6 - предохранительный клапан; 7 - подача ила с воздухом; 8 - насадка из колец Рашига; 9 - отвод иловоздушной смеси во флотореактор

#### *Принципы автоматизации производственного процесса*

**4.10.** С целью обеспечения оптимального режима работы насосов, подающих избыточный активный ил, необходимо, чтобы ил в сборном резервуаре находился на уровне 2,5-3 м.

На напорные линии подающих насосов устанавливаются расходомеры для учета количества подаваемого на уплотнение ила. Замер количества воздуха, подсосываемого эжектором, рекомендуется производить ротаметром или газобарабанным счетчиком, подсоединенным к всасывающему патрубку эжектора. Расход воздуха регулируется краном, установленным на воздушной трубке.

Напорный бак оборудуется манометром для измерения давления, предохранительным клапаном, срабатывающим при превышении рабочего давления, и датчиками уровня ила. Датчик верхнего уровня устанавливается на 10 см ниже ложного днища.

На линиях подачи насыщенного воздухом ила в каждой секции устанавливаются расходомеры. Регулировка подачи ила в секцию производится задвижками. На линии сброса подиловой воды устанавливается расходомер.

Необходимо предусмотреть возможность регулирования скорости движения скребкового транспортера от 0,3 до 0,6 м/мин.

Замер количества воздуха, подачи избыточного активного ила, распределения его по секциям и сброса подиловой воды должен быть выведен на пульт управления работой флотационного илоуплотнителя, который располагается непосредственно у установки. Оператор с пульта управления осуществляет управление работой насосов, подающих избыточный активный ил на уплотнение, и включение и выключение скребкового механизма.

*Расчет горизонтального флотационного уплотнителя с разбавлением уплотняемого ила подиловой водой*

**4.11.** Исходными параметрами для расчета являются: начальная концентрация ила  $C_0$  (кг/м<sup>3</sup>), иловый индекс при концентрации 1 г/л  $I_i$  (см<sup>3</sup>/г), расход ила  $Q_i$  (м<sup>3</sup>/ч). В результате расчета определяются геометрические размеры уплотнителя. При расчете уплотнителя принимают количество ступеней - 3. Расход ила на один уплотнитель не должен превышать 100 м<sup>3</sup>/ч. Высоту зоны осветления  $H_p$  принимают равной 0,8-1,5 м, высоту зоны уплотнения:  $H_y = 0,8-1,5$  м, высоту нейтральной зоны:  $H_n = 0,4-0,5$  м, высоту борта:  $H_B = 0,3-0,5$  м.

Влажность уплотненного ила при времени пребывания его в зоне уплотнения 2 ч принимают 95,5-96 %, при времени пребывания 3 ч - 91,5-95%. Концентрация твердой фазы в подиловой воде примерно составляет 100 мг/л при удельном расходе воздуха 7-8 л/кг твердой фазы и 50 мг/л при удельном расходе воздуха 10 л/кг. Скорость потока жидкости в зоне осветления составляет:  $v_w = 2-5$  мм/с. Расход ила на первую ступень уплотнения принимается равным, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q'_i = Q_i/3; Q'_i = Q''_i = Q'''_i .$$

Длина уплотнителя рассчитывается по формуле

$$L_{bl} = l_p + l_f + b, \tag{135}$$

где  $l_p$  - длина флоторазделителя, м;  $l_f$  - длина флотореактора, принимается равной 0,6 м;  $b$  - ширина сборного лотка 0,2 м

$$l_p = \frac{H_p v_w}{K_{set} (K_p u - v_{ib})}, \tag{136}$$

где  $K_{set}$  - коэффициент использования объема 0,8 при наличии устройств для равномерного распределения и 0,5 при их отсутствии;  $K_p$  - коэффициент, принимаемый по табл. 50 в зависимости от концентрации ила;  $v_{ib}$  - турбулентная составляющая скорости потока 0,01-0,05·10<sup>-2</sup> м/с;  $u$  - скорость всплывания флотокомплексов, принимается по табл. 51.

Таблица 50

Концентрация ила, поступающего на уплотнение, кг/м <sup>3</sup>	2-3	4-6	6-9
$K_p$	1	0,4-0,5	0,3

Удельный расход воздуха на уплотнение принимают 7,5 - 10 л/кг твердой фазы.

Таблица 51

Удельный расход воздуха, л/кг	Скорость всплывания флотокомплексов $a$ мм/с, при иловом индексе, $\text{см}^3/\text{г}$				
	60	100	159	200	250
7,5	3,9	2,3	2,9	2,0	2,3
10	5,1	4,3	3,7	3,4	3,1

Расход жидкости  $Q_s$  поступающей на вторую ступень флотационного уплотнителя, равен,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$Q_3' = Q_i' + Q_{nb}', \quad (137)$$

где  $Q_i$  - расход ила, поступающего на уплотнение во вторую ступень,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $Q_{nb}$  - расход подиловой воды, которая поступает из первой ступени,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$Q_{nb}' = \frac{Q_i' (C_y - C_i')}{C_y - C_w}, \quad (138)$$

где  $C_i'$  - концентрация ила, поступающего на уплотнение,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $C_y$  - концентрация уплотненного ила, принимается  $40-60 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $C_w$  - концентрация ила в подиловой воде,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Ширина первой  $B_1$  ступени уплотнителя определяется по формуле, м:

$$B_1 = \frac{Q_i'}{3,6v_w H_p K_{set}}. \quad (139)$$

Ширина второй и третьей ступеней определяется с учетом расхода поступающей на них жидкости. Общая высота флотационного уплотнителя  $H$  принимается конструктивно и равна, м;

$$H = H_p + H_y + H_n + H_b. \quad (140)$$

*Пример расчета флотационного олоуплотнителя горизонтального типа*

**4.12.** На уплотнение подается избыточный активный ил объемом  $Q_i = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ , с концентрацией  $C_o = 6 \text{ кг}/\text{м}^3$  и иловым индексом  $I_i = 0,25 \text{ м}^3/\text{кг}$  ( $250 \text{ см}^3/\text{г}$ ).

Для расчета принимаем концентрацию уплотненного ила  $C_y = 50 \text{ кг}/\text{м}^3$ , удельный расход воздуха  $10 \text{ л}/\text{кг}$  твердой фазы, концентрацию ила в подиловой воде  $100 \text{ мг}/\text{л}$ , скорость потока ила в зоне осветления  $v_w = 4 \text{ мм}/\text{с}$ .

Определяем расход ила на одну ступень уплотнителя

$$Q_i' = 100/3 = 33,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Длина флоторазделителя  $l_p$  будет равна:

$$l_p = \frac{H_p v_w}{K_{set} (K_p u - v_{tb})} = \frac{1,5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{0,8(0,5 \cdot 3,1 \cdot 10^{-3} - 0,01 \cdot 10^3)} = 4,98 \text{ м},$$

где  $l_p$  и  $u$  - принимаем по табл. 50 и 51.

Принимая длину флоторазделителя, равную  $5 \text{ м}$ , и подставив в формулу, получим рабочую длину флотоуплотнителя

$$L_{bl} = l_p + l_f + b = 5 + 0,6 + 0,2 = 5,8 \text{ м}.$$

Определим производительность и ширину коридоров первой, второй и третьей ступеней флотатора. Для этого рассчитаем расход подиловой воды. Расход подиловой воды из первой ступени равен:



$$Q'_{nb} = \frac{33,3(50-6)}{50-0,1} = 29,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Общий расход, поступающий на вторую ступень составит:

$$Q''_3 = Q'_i + Q'_{nb} = 33,3 + 29,4 = 62,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Ширина коридора первой ступени будет равна:

$$B_I = \frac{33,3}{3,6 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 1,9 \text{ м}.$$

Ширина коридора второй ступени определяется с учетом расхода жидкости, поступающей на вторую ступень:

$$B_{II} = \frac{62,7}{3,6 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 3,6 \text{ м}.$$

Расчет третьей ступени ведется аналогично расчету второй ступени. Высота флотационного уплотнителя равна:

$$H = 1,5 + 0,8 + 0,5 + 0,3 = 3,1 \text{ м}.$$

#### *Круглый флотационный илоуплотнитель*

**4.13.** Необходимость и экономическая целесообразность уплотнения избыточного ила при любых методах его дальнейшей обработки очевидна. Преимущества флотационного уплотнения ила в случае наиболее распространенного этапа обработки осадка сбраживанием заключаются в следующем: увеличении производительности метантенков; снижении расхода тепла, необходимого для поддержания процесса сбраживания; сокращении объема иловой жидкости, которая вновь возвращается на станцию; уменьшении площади иловых площадок; снижении эксплуатационных расходов, связанных с перекачкой ила; полном исключении сброса осветленной воды после илоуплотнителей; устранении антисанитарных условий, связанных с эксплуатацией гравитационных илоуплотнителей, в которых создаются септические условия, особенно в летнее время, когда сильно развиты процессы денитрификации.

Общий вид круглого флотатора представлен на рис. 25. Флотатор включает цилиндроконический корпус с полупогруженной перегородкой и вращающееся водораспределительное устройство. Глубина отстойной зоны  $H_{set} = Tq_{ms}$ , м. Глубина зоны уплотнения (выше водораспределителя) принимается  $H_y = 2 - 2,5$  м.

Продолжительность пребывания иловой смеси в сатураторе 2 - 4 мин при давлении 4-5 атм. Предусматривается установка вантуза для сброса нерастворившегося воздуха. Удельный расход растворенного воздуха 5 - 7 л на 1 кг взвешенных веществ активного ила. Расход воды, подаваемой на эжектор, принимают равным 2 - 4 % расхода обрабатываемых сточных вод.

Для стабилизации работы эжектора и надежности работы установки необходимо предусмотреть установку двух эжекторов с фильтрами, предотвращающими засорение и забивание эжектора. Фильтр выполняется в виде установленной в подающей трубе перфорированной трубы с размером отверстий на 20% меньше диаметра сопла эжектора.

Эжектор устанавливают рядом с подающим насосом, который устанавливается под заливом; гидростатический напор перед насосом должен быть не более 2,5-3 м, забор воды осуществляется непосредственно перед аэротенком.

Разность отметок водосливов водосборного и пеносборного лотков должна составлять 40 - 50 мм; предусматривается регулировка положения отметин пеносборного лотка. Уклон дна пеносборного лотка 0,1 - 0,15.

Расстояние между стенками цилиндрических колец флотатора принимается 300-600 мм. Цилиндрические перегородки выполняются из синтетической ткани.

Наклон образующих нижних конических насадок рассчитывается таким образом, чтобы площадь нижнего основания усеченного конуса была на 20 % больше площади верхнего его основания. Флотационный илоуплотнитель состоит из пеносгонного механизма 4, коаксиальных перегородок 5 и конических перегородок 6.

Работает флотатор следующим образом: иловая смесь, насыщенная растворенными газами, подается насосами через вращающееся водораспределительное устройство 3 во внутреннюю полость корпуса 1, где при снижении давления до атмосферного происходит интенсивное выделение пузырьков газа, адсорбция их на поверхности частиц дисперсной фазы и всплытие на поверхность воды. Образующаяся при этом пена удаляется с помощью пеносгонного механизма 4 в пеносборный лоток 7. Осветленная вода направляется вниз между погруженными в воду коническими, расширяющимися книзу перегородками 6 (см. рис. 25).

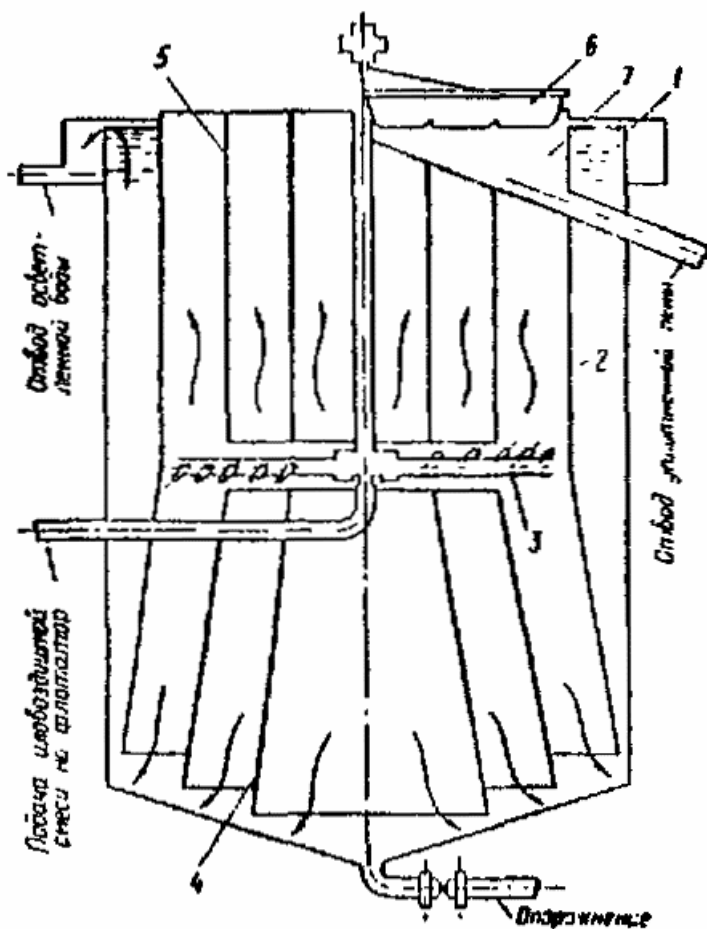


Рис. 25. Флотационный илоотделитель с цилиндрическими насадками и вращающимся водораспределителем

1 - цилиндроконический корпус; 2 - полупогружная перегородка; 3 - вращающееся водораспределительное устройство; 4 - конические, погруженные в воду перегородки; 5 - коаксиальные перегородки; 6 - пеносгонный механизм; 7 - пеносборный лоток

При движении воды вниз вследствие увеличивающейся площади кольцевых участков скорость нисходящего движения воды постепенно снижается, в результате чего вода освобождается от мельчайших частиц, аэрофлокул, попавших в нисходящий поток. Затем, огибая полупогруженную перегородку 2, осветленная вода самотеком отводится в аэротенк. Цилиндроконические погруженные в воду перегородки

улучшают гидродинамику и способствуют более полному использованию рабочего объема сооружения.

При проектировании флотационные илоуплотнители рационально размещать непосредственно около аэротенка. На уплотнители должна непрерывно подаваться иловая смесь из аэротенка, содержащая сточную жидкость и активный ил с максимально возможным количеством сорбированных на его хлопьях загрязнений. Для этого конец всасывающей трубы насоса должен находиться от начала аэротенка на расстоянии, соответствующем времени прохождения иловой смеси в течение 10-40 мин. Осветленная во флотаторе жидкость, содержащая активный ил, самотеком сбрасывается в аэротенк в место сбора избыточного ила.

Исходными данными для расчета являются концентрации активного ила, в аэротенках ( $a_i$ , г/л), иловой индекс ( $I_i$ , см<sup>3</sup>/г) и количество избыточного ила ( $G$ , кг/сут).

Гидравлическая нагрузка на флотационный илоуплотнитель принимается по табл. 62 в зависимости от безразмерного параметра  $a_i I_i$ .

Таблица 52

$a_i I_i$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
$q_{ms}, \text{M}^3/(\text{M}^2 \cdot \text{ч})$	12	10	9	8	7,5	6,7	4,8

Расход иловой смеси, подаваемого на флотатор, определяется по формуле, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q = G/1000a_i. \quad (141)$$

Площадь флотационной камеры, м<sup>2</sup>:

$$F = Q/24q_{ms}. \quad (142)$$

Продолжительность пребывания ила в зоне уплотнения принимается 2-3 ч, осветленной воды в зоне осветления 0,25-0,33 ч. Концентрация  $a_i$ , г/л уплотненного ила определяется по формуле

$$a_i = \frac{1,6}{(a + bI_i)}. \quad (143)$$

Значения « $a$ » и « $b$ » приведены в табл. 53 в зависимости от продолжительности уплотнения

Таблица 53

Продолжительность уплотнения, $t$ ч	$a$	$b$	Продолжительность уплотнения, $t$ ч	$a$	$b$
0,25	0,019	0,000262	2	0,012	0,000203
0,5	0,010	0,000242	3	0,011	0,000198
1	0,014	0,000218			

Вращающийся водораспределитель иловой смеси устанавливается между цилиндрическими и коническими насадками, расстояние между которыми выбирается конструктивно (по возможности наименьшим). Скорость движения распределительного устройства на периферии составляет 5-7 см/с.

Скорость выхода жидкости из отверстий водораспределителя 0,1-0,2 м/с. Скорость движения пеногонного скребка на периферии 3-5 см/с.

Дросселирующее устройство перед флотатором выполняется в виде диафрагмы с расширяющимися по ходу движения воды конусом. Скорость движения донных скребков на периферии 3 - 5 см/с.

При отсутствии данных о величине илового индекса следует воспользоваться следующими ориентировочными его значениями для различных категорий сточных вод:

Предприятия	Иловый индекс, см <sup>3</sup> /г
НГЗ	70-100
Химкомбинаты	60-90
Целлюлозно-бумажные комбинаты	150-200
Заводы синтетического каучука	40-80
Комбинаты искусственного волокна	200-250
Городские сточные воды	80-100

#### Пример расчета флотационных илоуплотнителей

**4.14. Исходные данные:** концентрация ила в аэротенках  $a_i = 3,6$  г/л; иловой индекс  $I_i = 102$  см<sup>3</sup>/г; принимаем количество избыточного ила 3290 кг/сут = 3,29 т/сут.

Гидравлическая нагрузка на илоуплотнитель при  $a_i I_i = 0,367$  составляет 8 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч)

Количество иловой смеси, подаваемой на флотатор:

$$V = 3290/3,6 = 910 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Площадь зоны флотации

$$P = 910/24 \cdot 8 = 4,8 \text{ м}^2.$$

Принимаем 2 флотатора с диаметром зоны флотации равным 2,5 м (оба рабочие); продолжительностью уплотнения ила 3 ч. Время пребывания воды в зоне осветления 0,25 ч при высоте зоны осветления  $H = 8 \cdot 0,25 = 2$  м.

Высота зоны уплотнения определяется в зависимости от степени уплотнения ила. При 3-часовом уплотнении ила концентрация уплотненного осадка  $C_y$ , составит

$$C_y = 1,6 / (0,011 + 0,000198 \cdot 102) = 51 \text{ г/л.}$$

При уплотнении активного ила с 3,6 до 5,1 г/л расход уплотненного осадка составит  $(3,6 \cdot 100) / 51 = 7$  % расхода поданной на флотацию иловой смеси (или 250 м<sup>3</sup>/сут). Высота зоны уплотнения (от распределителя до отметки пеносборного лотка) составляет  $8 (7/100)^3 = 1,68$  м. С поправкой на неравномерность распределения концентрации ила по высоте зоны уплотнения следует увеличить ее высоту на 40 % расчетной, т. е. до  $1,68 \cdot 1,4 = 2,35$  м.

## 5. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД

**5.1.** На отечественных очистных станциях обеззараживание очищенных сточных вод производят жидким хлором, гипохлоритом, получаемым электрохимическим путем, прямым электролизом. Расчетные дозы активного хлора в зависимости от степени очистки сточных вод регламентируются СНиП 2.04.03-85.

### Установки для обеззараживания сточных вод жидким хлором

**5.2.** Установки состоят из следующих узлов: склада хлора; устройств для испарения жидкого хлора; дозирования в воду газообразного хлора и получения хлорной воды; насосной для повышения напора воды, подаваемой в эжектор; электрощитовой и помещения КИП; вентиляционных и дегазационных устройств.

Проектирование установок с применением жидкого хлора следует вести с учетом правил безопасности для производства, хранения и транспортировки хлора.

Изложим основные принципы расчета устройств для испарения хлора и системы обезвреживания вентиляционного воздуха и соответствующие примеры расчетов.

Устройства для испарения жидкого хлора

**5.3.** Для хлораторных на водопроводно-канализационных сооружениях коммунального хозяйства целесообразно применять испарители-теплообменники змеевикowego самокомпенсирующего типа. При этом хлор проходит по трубам, а

нагревающая вода - через межтрубное пространство. Испарители такого типа наиболее просты по конструкции, надежны в эксплуатации, легко промываются.

В зависимости от условий эксплуатации и инженерного обеспечения хлораторной следует предусмотреть две схемы подачи воды к испарителю: замкнутую - при которой вода циркулирует в замкнутом цикле и последовательно проходит через подогреватель, испаритель, насос и снова через подогреватель, и прямоточную - при которой вода проходит подогреватель и испаритель, после чего сбрасывается в канализацию или используется повторно.

По замкнутой схеме работают и емкостные испарители, в которых нагрев воды производится непосредственно в сосуде, где размещается змеевик с хлором.

Замкнутую схему целесообразно применять при остром дефиците воды. Температура воды принимается максимально возможной ( $70^{\circ}\text{C}$ ), при которой давление газа достигает расчетного значения (по прочности сосуда). Поэтому необходимо предусмотреть систему автоматического регулирования параметров воды и хлора. Следует отметить, что датчики давления и температуры, рассчитанные на работу в хлорсодержащей среде, дефицитны, а их обслуживание требует высокой квалификации персонала.

Прямоточная схема предназначена для работы при низких параметрах теплообмена в испарителе. Она не требует автоматики с целью обеспечения безопасности работы. Однако в этой схеме площадь поверхности теплообмена и расход воды оказываются значительно выше, чем в замкнутой схеме.

Хлоропровод в испарителе целесообразно выполнять в виде спирали, при этом хлор должен перемещаться снизу вверх. Спираль крепится входным и выходным патрубками к крышке корпуса. Таким образом, обеспечивается самокомпенсация трубопровода при деформациях, вызванных изменением температуры среды.

При расчете испарителей принимают следующие расчетные параметры:

$q_{\text{хл}}$  - производительность по хлору, кг/ч;

$r_{\text{хл}}$  - скрытая теплота парообразования хлора 260 кДж/кг;

$t_{\text{исп}}$  - температура испарения хлора при давлении 0,05- 0,1 МПа, -  $30^{\circ}\text{C}$ ;

$C_{\text{хл}}$  - удельная теплоемкость хлора 0,838 кДж/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$ );

$C_{\text{в}}$  - удельная теплоёмкость воды, 4,19 кДж/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$ );

$K$  - общий коэффициент теплопередачи воды через стальную стенку к хлору 146 кДж/(м $^2\cdot\text{ч}\cdot^{\circ}\text{C}$ ).

Площадь поверхности теплообмена в испарителе определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\tau} K_1}{K \Delta t_{cp}}, \quad (144)$$

где  $Q_{\tau}$  - количество тепла, передаваемое в испаритель,

$$Q_{\tau} = q_{\text{хл}} (r_{\text{хл}} + C_{\text{хл}} \Delta t_{\text{хл}}) \quad (145)$$

или

$$Q_{\tau} = q_{\text{в}} C_{\text{в}} \Delta t_{\text{в}}. \quad (146)$$

В формулах (144), (145) и (146) перепады температуры  $\Delta t_{cp}$ ,  $\Delta t_{\text{хл}}$ ,  $\Delta t_{\text{в}}$  определяются следующим образом. В качестве исходных параметров принимается температура:

хлора на входе в испаритель  $\Delta t_{\text{хл}}$  - принимаемая равной температуре воздуха в зимнее время в помещении, где хранится хлор;

хлора на выходе из испарителя  $\Delta t_{\text{хл}}''$ ;

воды на входе в испаритель  $\Delta t_{\text{в}}$ ;

воды на выходе из испарителя  $\Delta t_B''$ .

Вначале определяют среднюю температуру хлора в процессе испарения

$$t_{cp}^{xl} = (t_{cp}' + t_{исп}) / 2. \quad (147)$$

Далее определяют перепад температуры хлора в испарителе

$$\Delta t_{xl} = t_{cp}'' - t_{cp}^{xl}, \quad (148)$$

затем рассчитывают среднюю температуру воды в испарителе

$$t_{cp}^B = (t_B' + t_B'') / 2. \quad (149)$$

Тогда перепад температуры воды и хлора в испарителе составит

$$\Delta t_{cp} = t_{cp}^B - t_{cp}^{xl}. \quad (150)$$

Перепад температуры воды в испарителе

$$\Delta t_B = t_B'' + t_B'. \quad (151)$$

*Примеры расчета испарителей хлораторной производительностью 25 кг/ч*

#### **5.4. Замкнутая схема испарителя:**

*Исходные данные:* температура хлора на входе в испаритель, принимается равной температуре воздуха в зимнее время в помещении, где хранится хлор,  $t_{xl}' = 5^\circ\text{C}$ ; температура хлора на выходе из испарителя  $t_{xl}'' = 60^\circ\text{C}$ ; температура воды на входе в испаритель  $t_B' = 70^\circ\text{C}$ ; температура воды на выходе из испарителя принимается в среднем на  $5^\circ\text{C}$  ниже температуры на выходе  $t_B'' = 65^\circ\text{C}$ .

Подставляя исходные данные в формулу (147), рассчитаем среднюю температуру хлора в процессе испарения

$$t_{cp}^{xl} = (t_{cp}' + t_{исп}) / 2 = [5 + (-30)] / 2 = -12,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

Перепад температуры хлора в испарителе определим по формуле (150)

$$\Delta t_{cp} = t_{cp}^B - t_{cp}^{xl} = 70 - (-12,5) = 82,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Затем определим среднюю температуру воды в испарителе по формуле (149)

$$t_{cp}^B = (t_B' + t_B'') / 2 = (70 + 65) / 2 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Тогда перепад температур хлора и воды в испарителе составит

$$\Delta t_{cp} = t_{cp}^B - t_{cp}^{xl} = 67,5 - (-12,5) = 80 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (152)$$

Перепад температуры воды в испарителе составит

$$\Delta t_B = t_B'' + t_B' = 70 - 65 = 5 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (153)$$

Рассчитаем по формуле (145) количество тепла, передаваемого в испаритель:

$$Q_\tau = q_{xl} (r_{xl} + C_{xl} \Delta t_{xl}) = 25 (260 + 0,838 \cdot 82,5) = 8228 \text{ кДж/ч}.$$

Затем определим расход воды

$$q_B = Q_\tau / \Delta t_B C_B = 8228 / (5 \cdot 4,19) = 392 \text{ кг/ч} = 0,39 \text{ м}^3/\text{ч},$$

который уточняется по фактической производительности циркуляционного насоса и должен быть не менее полученного при расчете.

Подставив  $Q_\tau$  и  $\Delta t_{cp}$  в формулу (144), получим площадь  $F_T$ , м<sup>2</sup>, поверхности теплообмена

$$F_T = \frac{Q_\tau K_1}{K \Delta t_{cp}} = \frac{8228 \cdot 1,5}{80 \cdot 146} = 1,05 \text{ м}^2. \quad (154)$$

На основе расчета принимаем диаметр труб хлоропровода 50 мм, а длину 7 м. Для емкостных испарителей величина  $q_B$ , не определяется. Мощность подогревателя (греющего элемента) определяется равной величине  $Q_T$  с коэффициентом запаса 1,3-1,4.

*Прямоточная схема испарителя.*

Исходные данные:  $t_{x1} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t'' = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_B = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t_B = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{cp}^{x1} = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t_{cp} = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Расчетные величины определялись по аналогии с замкнутой схемой и составили:  $t_B'' = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{cp}^B = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t_{cp} = 35,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $Q_T = 8228 \text{ кДж/ч}$ ;  $q_w = 490 \text{ кг/ч} = 0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $F_T = 2,38 \text{ м}^2$ .

Диаметр труб хлоропровода 50 мм, длина 15,2 м.

**5.5. Система обезвреживания вентиляционного воздуха** предназначена для очистки вентиляционного воздуха складов хлора в двух случаях: при нормальном режиме хранения хлора, когда отсутствуют аварийные утечки хлора, и при аварийном режиме, когда утечка хлора из контейнера в помещение не может быть устранена.

При нормальном режиме хранения хлора обеспечивается 6-кратный воздухообмен, при этом концентрация хлора в воздухе помещения не превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в рабочей зоне (1 мг/м<sup>3</sup>).

Однако для обеспечения оптимальной периодичности срабатывания сигнализатора содержания хлора необходимо допускать присутствие хлора с концентрацией выше, чем ПДК. Как правило, газоанализатор настраивается на концентрацию 3-5 мг/м<sup>3</sup>, которая и является исходной при проведении расчетов условий рассеивания хлора в атмосфере при нормальном режиме работы.

Для определения необходимости очистки выбрасываемого вентиляционного воздуха следует произвести расчет условий рассеивания загрязнений в атмосфере по характерной точке-границе ближайшего населенного места.

Расчетную концентрацию хлора в воздухе в указанной точке следует принять не выше ПДК для населенных мест (0,1 мг/м<sup>3</sup>).

Расчет следует производить согласно «Методике расчета концентрации в атмосферном воздухе в выбросах предприятий» (М.: Метеоиздат, 1987).

При аварийном режиме обеспечивается 12-кратный воздухообмен, а концентрация хлора в выбрасываемом воздухе определяется по конкретным условиям компоновки склада. Максимально возможное количество хлора, поступающего из неисправного контейнера в воздух помещения, определяется для случая, когда контейнер полностью разрушен, и хлор растекается по полу склада. При этом происходит его интенсивное испарение, скорость которого ограничена притоком тепла из воздуха помещения и площадью растекания.

Количество тепла, поступающего в помещение склада с приточным воздухом, принимается по следующим характеристикам:  $t'_{\text{в03}}$  - температура поступающего воздуха (принимается равной расчетной летней температуре, но не выше 30 °C);  $t''_{\text{в03}}$  - температура выбрасываемого воздуха (принимается условно равной температуре

испарения  $-30^{\circ}\text{C}$ );  $C'_{\text{воз}}$  - удельная теплоемкость воздуха  $1,0 \text{ кДж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ ;  $\rho$  - удельная плотность воздуха  $1,3 \text{ кг/м}^3$ ;  $V$  - объем помещения склада.

Площадь испарения (растекания) хлора принимается равной площади наибольшего участка пола склада, ограниченного стенами, вентиляционными каналами или другими конструкциями, препятствующими растеканию реагента.

Скорость испарения хлора с открытой поверхности следует принимать  $S_{\text{ис}} = 6 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ч)}$ , что соответствует многочисленным опытным данным. Расчетную концентрацию хлора в вентиляционном воздухе определяют по следующим формулам:

количество хлора  $q_{\text{хл}}$  испаряющегося с поверхности пола помещения,

$$q_{\text{хл}} = F_{\text{хл}} S_{\text{ис}}. \quad (155)$$

где  $F_{\text{хл}}$  - площадь растекания хлора;

количество тепла  $Q_{\text{хл}}^T$ , требуемого для испарения хлора,

$$Q_{\text{хл}}^T = q_{\text{хл}} r_{\text{хл}}; \quad (156)$$

количество тепла  $Q_{\text{воз}}^T$ , поступающего с приточным вентиляционным воздухом,

$$Q_{\text{воз}}^T = 12V\rho C'_{\text{воз}} (t'_{\text{воз}} - t''_{\text{воз}}). \quad (157)$$

следует сопоставить величины  $Q_{\text{хл}}^T$  и  $Q_{\text{воз}}^T$  и в случае, если  $Q_{\text{воз}}^T$  меньше, чем  $Q_{\text{хл}}^T$ , количество испаренного хлора принять

$$q_{\text{хл}} = Q_{\text{воз}}^T / r_{\text{хл}}.$$

Концентрация хлора в выбрасываемом воздухе

$$K_{\text{хл}}^{\text{воз}} = q_{\text{хл}} / 12V. \quad (158)$$

Для обезвреживания хлора в вентиляционном воздухе допускается применение различных устройств. Одним из наиболее надежных устройств является скруббер с насадкой из керамических колец типа Рашига с восходящим потоком воздуха и орошением нейтрализующим раствором. Для обеспечения надежности удаления хлора скорость потока воздуха в скруббере  $V_{\text{воз}}$ , не должна превышать  $1,5 \text{ м/с}$  при высоте не менее  $3 \text{ м}$  (продолжительность контакта не менее  $2 \text{ с}$ ) при орошении раствором гипосульфита натрия или кальцинированной соды или их смеси.

Количество нейтрализующих реагентов в соответствии с полным химическим взаимодействием хлора с ними составит: гипосульфита натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  -  $1 \text{ кг}$  и кальцинированной соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  -  $2 \text{ кг}$  на  $1 \text{ кг}$  хлора (в смеси реагентов) или  $3 \text{ кг}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  на  $1 \text{ кг}$  хлора.

Концентрацию раствора смеси этих реагентов  $C_{\text{см}}$  следует принимать равной  $10-15 \%$ . Интенсивность орошения раствором реагентов принимается из условия обеспечения соотношения между количеством смеси реагентов в орошающем растворе и хлора в потоке воздуха и принимается не менее  $n = 3$ . Целесообразно также обеспечить коэффициент запаса расхода реагента ( $K_p$ ) не менее  $1,5$ .

Нейтрализующие реагенты следует хранить в виде раствора в резервуаре. При этом общее количество реагентов должно соответствовать потребности для ликвидации хлора, содержащегося в одном контейнере.

*Пример расчета хлораторной производительностью  $25 \text{ кг/ч}$*

**5.6. Исходные данные:** объем помещения склада  $V = 2000 \text{ м}^3$ , площадь участка пола, ограниченного двумя стенами и каналами, составляет:  $F_{\text{хл}} = 100 \text{ м}^2$ .

**Результаты расчетов:**  $q_{\text{хл}} = 600 \text{ кг/ч}$ ;  $Q_{\text{хл}}^T = 156 \text{ 000 кДж/ч}$ ;  $Q_{\text{воз}}^T = 1872 \text{ 000 кДж/ч}$ .



Сопоставление величин  $Q_{хл}^T$  и  $Q_{воз}^T$  показывает, что расчетное количество хлора не следует снижать, поэтому концентрацию хлора определим по формуле (158)

$$K_{хл}^{воз} = 25000 \text{ мг/м}^3.$$

Расход кальцинированной соды при хранении хлора в контейнерах вместимостью 1000 кг составляет 3 т на одну аварию.

Расчетный объем раствора смеси реагентов при суммарной концентрации  $C_{см} = 10\%$  составит  $30 \text{ м}^3$ .

Расхода раствора  $Q_{ор}$  при орошении скруббера

$$Q_{ор} = \frac{q_{хл} n K_p}{C_{см}} = \frac{600 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 100}{10 \cdot 1000} = 27 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (159)$$

Требуемая  $F_{скр}$  площадь сечения скруббера

$$F_{скр} = 12V/V_{воз} = \frac{12 \cdot 2000}{1,5 \cdot 3600} = 4,44 \text{ м}^2. \quad (160)$$

Интенсивность орошения  $I_{ор}$

$$I_{ор} = Q_{ор}/F_{скр} = \frac{27}{3600 \cdot 4,44} = 0,00168 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2). \quad (161)$$

Предусматриваются два скруббера круглые в плане диаметром 2 м, выполняемые из сборных элементов колодцев. Высота загрузки (керамические кольца Рашига 25x25 или 50x50)  $H_{скр} = 3 \text{ м}$ .

Фактическое время контакта воздуха с раствором составит

$$t_k = H_{скр} F_{скр} / 12V = \left( 3 \cdot 3 \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} 3600 \right) / (12 \cdot 2000) = 2,8 \text{ с}. \quad (162)$$

**5.7. Установки для обеззараживания сточных вод гипохлоритом натрия,** получаемым электрохимическим способом, выпускаются заводом «Коммунмаш» МЖКХ РСФСР. Электролизные установки типа «ЭН» предназначены для получения обеззараживающего реагента - гипохлорита натрия путем электролиза раствора поваренной соли.

Установки могут применяться не только для обеззараживания питьевой воды, но и промышленных и бытовых сточных вод, для обработки воды плавательных бассейнов и т. п.

Отечественной промышленностью серийно выпускаются электролизные установки производительностью 1,2; 5; 25 кг/сут активного хлора (индекс ЭН-1,2; ЭН-5; ЭН-25 соответственно). В состав электролизной установки входят: узел для растворения поваренной соли, электролизер с зонтом вытяжной вентиляции, бак-накопитель готового раствора, выпрямительный агрегат для питания электролизера, вентилятор, шкаф управления и запорная арматура. Все указанное технологическое оборудование поставляется заводом-изготовителем в комплекте.

Электролизные установки типа «ЭН» работают по следующей схеме. В растворный бак загружают поваренную соль, заливают водопроводную воду и с помощью насоса осуществляют перемешивание воды с поваренной солью до получения ее насыщенного раствора (280-310 г/л NaCl). Приготовленный раствор насосом по трубопроводу подают в электролизер, где разбавляют водой до рабочей концентрации 100-120 г/л NaCl. Затем включают выпрямительный агрегат. Процесс электролиза ведут до получения требуемой концентрации активного хлора в растворе, после чего готовый

раствор сливают в бак-накопитель и весь цикл повторяют. Техническая характеристика установок приведена в табл. 54.

Таблица 54

Характеристика узла или установки	Электролизер		
	ЭН-1,2	ЭН-5	ЭН-25
Производительность активного хлора, кг/сут	1,2	6	25
Удельный расход соли на 1 кг активного хлора, кг	12-15	12-15	8-10
Рекомендуемое число циклов, сут	2-4	2	2
Рабочее напряжение на ванне, В	40-42	40-42	55-65
Рабочий ток, А	55-65	55-05	136-140
Удельный расход электроэнергии на 1 кг активного хлора, кВт·ч	7-9	7-9	8-10

На каждом объекте целесообразно устанавливать не более двух-трех параллельно работающих установок, из которых одна должна быть резервной.

При проектировании электролизной хлораторной рекомендуется использовать типовые и индивидуальные проекты электролизных хлораторных, выполненные ЦНИИЭП инженерного оборудования и институтом «Гипрокоммунводканал». Проекты разработаны для очистных сооружений с расходом хлора 1- 50 кг/сут.

Установки с комплектом технологического оборудования размещаются в здании, в котором предусмотрено помещение для электролизеров, насосно-дозировочное отделение, электрощитовая, вентиляционная камера и служебное помещение. В помещении электролизеров располагаются электролизные установки с системой вытяжной вентиляции, в насосно-дозировочном отделении размещаются рабочие баки с дозирующими устройствами и насосное оборудование. Помещение электрохозяйства предназначается для систем управления и контроля за работой электролизеров и насосов.

Допускается располагать установки на свободных площадях существующих помещений. В этом случае растворный узел предпочтительно размещать на первом этаже здания или в подвальных помещениях вблизи склада хранения соли. Электролизер рекомендуется устанавливать в отдельном помещении. Возможно совместное расположение в одном помещении растворного узла, электролизера и бака-накопителя гипохлорита натрия. Раствор гипохлорита натрия должен поступать в бак-накопитель самотеком. Перепад высоты между сливным вентилятором электролизера и входным патрубком бака-накопителя должен быть не менее 0,3 м.

В помещении должна быть проведена вода для приготовления раствора поваренной соли и промывки растворного бака, электролизера, бака-накопителя и соединяющих их магистралей после окончания их работы. Соответственно должен быть обеспечен слив промывной воды в систему водоотведения.

Выпрямительный агрегат, устройство для смены полярности электродов, шкаф управления и систему аварийной сигнализации целесообразно устанавливать на диспетчерском пункте. Шкаф управления рекомендуется крепить на стенке в зависимости от планировки помещения и размещения оборудования.

Монтаж электрооборудования следует проводить согласно электрической схеме установки и «Правил эксплуатации электрических установок».

Разводку трубопроводов нужно выполнять из антикоррозионного материала, разрешенного Министерством здравоохранения СССР к применению в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

#### **Установки для обеззараживания очищенных сточных вод с использованием прямого электролиза**

**5.8.** Обеззараживание воды прямым электролизом является разновидностью хлорирования. Сущность метода обеззараживания воды прямым электролизом состоит

в том, что под действием электрического тока из хлоридов, находящихся в самой обрабатываемой воде, образуется в основном «активный хлор», который и обеззараживает воду непосредственно в потоке.

Установки типа «Каскад» предназначены для обеззараживания очищенных сточных вод. Она представляет собой открытую электролитическую ванну с расположенным в ней пакетом электродов. Ванна установлена на подставке. Пакет электродов состоит из чередующихся окисно-рутениевых анодов и титановых катодов.

Сточная вода поступает в установку через патрубок, протекает в межэлектродном пространстве и отводится. Для предупреждения поступления в электролизер активного ила или других крупных частиц загрязнений, выносимых иногда потоком воды из очистных сооружений, на входе рекомендуется устанавливать сетку с размерами ячеек 2-3 мм.

При обрастании катодов отложениями солей жесткости пакет электродов опускается на 15-20 мм в бачок с 3-5 %-ным раствором соляной кислоты. Допускается залив кислоты непосредственно в электролизер после его опорожнения через сливной патрубок.

В тех случаях, когда очищенная сточная вода отводится не по трубопроводу, а по какому-либо специальному лотку или каналу, пакет электродов может устанавливаться непосредственно в нем. Пакет электродов должен быть погружен выводу на глубину 200 мм. Не допускается контакт пакета с лотком, изготовленным из токопроводящего материала. Установка «Каскад» имеет следующую характеристику:

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	2-2,5
Номинальная мощность, кВт	5,8
Напряжение питания, В	380±10 %
Рабочее напряжение на электродах, В	6-12
Рабочий ток, А	не более 30
Размеры, мм:	
блока обеззараживания	620×368×785
выпрямителя переменного тока	870×480×1662

Установка выпускается заводом «Коммунмаш».

Монтаж блока электропитания следует производить в помещении согласно электрической схеме и «Правилам устройства электроустановок».-М.: Атомиздат, 1980 г.

С целью снижения падения напряжения в соединительных кабелях расстояние между выпрямителем переменного тока и электролизером должно быть по возможности минимальным. Место расположения установок обусловлено сущностью метода. Они должны всегда располагаться перед контактными емкостями, которые так же, как и в случае обычного хлорирования, позволяют обеспечивать необходимое время контакта обеззараживающих реагентов с обрабатываемой водой. Возможные варианты компоновок электролизных установок разработаны институтом «Гипрокоммунводоканал».

## **6. СОВМЕШТАЯ ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД И ОСАДКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИИ**

### *Сброс осадков водопроводных станций в городскую канализацию*

**6.1.** Сброс водопроводного осадка включает: мероприятия по усреднению водопроводного осадка на водопроводных станциях, проверку пропускной способности канализационных сетей, проверочные расчеты сооружений и систем канализационных очистных сооружений.

## Мероприятия по усреднению водопроводного осадка на водопроводных станциях

**6.2.** Для усреднения сброса водопроводного осадка в городскую канализацию на водопроводных очистных сооружениях следует предусмотреть непрерывное удаление осадка из отстойников или резервуар-усреднитель для равномерного сброса осадка в течение суток на канализационные очистные сооружения или их сочетания. Емкость резервуара-усреднителя рассчитывается в каждом конкретном случае в зависимости от сезонного режима образования водопроводного осадка.

### *Проверка пропускной способности канализационных сетей*

**6.3.** Осадок водопроводных станций может транспортироваться автотранспортом, по самостоятельному трубопроводу или по канализационным сетям на очистные сооружения канализации. Канализационные сети должны быть рассчитаны с учетом транспортирования по ним водопроводного осадка. На основании экспериментальных исследований установлено, что при прохождении водопроводного осадка по канализационным сетям не происходит его осаждение в трубопроводах, если скорость движения сточных вод в них равна или выше самоочищающей.

### *Проверочные расчеты сооружений и систем канализации*

**6.4.** Добавление водопроводного осадка с дозой до 100 мг/л не требует изменений или дополнений в схеме механической и биологической очистки сточных вод для следующих сооружений: приемная камера, решетки, песколовки, первичные и вторичные отстойники, контактные резервуары.

Проверочному расчету подлежат: аэротенки; уплотнители избыточного активного ила; метантенки; иловые площадки или комплекс сооружений по механическому обезвоживанию и термической сушки осадка; системы транспортирования сырого осадка первичных отстойников (трубопроводы, насосные станции); системы транспортирования активного ила (трубопроводы, насосные станции); системы транспортирования сброженного осадка на иловые карты (трубопроводы, насосные станции); системы трубопроводов и насосных станций комплекса сооружений по механическому обезвоживанию и термической сушке осадка.

При сбросе осадка водопроводных станций в городскую канализацию, за величину дозы водопроводного осадка ( $D_{\text{во}}$ , г/м<sup>3</sup>, мг/л) принимается отношение количества сбрасываемого водопроводного осадка, г/сут (по сухой массе) к производительности канализационных очистных сооружений, м<sup>3</sup>/сут.

### *Аэротенки*

**6.5.** Период аэрации  $t_{\text{aim}}$ , ч, в аэротенках, прирост активного ила  $P_i$ , мг/л, удельный расход воздуха  $q_{\text{air}}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, определяются по формулам:

$$t_{\text{aim}} = \frac{(L_{\text{en}} - K D_{\text{во}}) - L_{\text{ex}}}{a_i(1-s)\rho}; \quad (163)$$

$$P_i = 0,8(C_{\text{cdp}} + 0,2 D_{\text{во}}) + K_f(L_{\text{en}} - K D_{\text{во}}) \quad (164)$$

$$q_{\text{air}} = \frac{q_o[(L_{\text{en}} - K D_{\text{во}}) - L_{\text{ex}}]}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_o)} \quad (165)$$

где  $K$  - коэффициент снижения БПК в первичных отстойниках принимается для высокоцветных маломутных вод ( $C = 60^\circ$ ,  $\pm 10\%$ ;  $M = 4$  мг/л,  $\pm 10\%$ ) - 0,29\*; для малоцветных средней мутности вод ( $C = 16^\circ$ ,  $\pm 10\%$ ;  $M = 12$  мг/л,  $\pm 10\%$ ) - 0,043\*;

*\* Во всех остальных случаях коэффициент снижения БПК в первичных отстойниках определяется экспериментально.*

$D_{во}$  - доза водопроводного осадка, мг/л; 0,2 - количество водопроводного осадка, выносимого из первичных отстойников (доли единицы).

#### *Уплотнители избыточного ила*

**6.6.** 20 % добавляемого водопроводного осадка (по сухой массе) переходит в активный ил аэротенков, соответственно этому распределению увеличивается количество активного ила, направляемого в илоуплотнители. Расчет илоуплотнителей следует проводить в соответствии с указаниями СНиП 2.04.03-85.

#### *Метантенки*

**6.7.** В процессе очистки сточных вод 80 % сухой массы водопроводного осадка трансформируется в сырой осадок первичных отстойников и 20 % в избыточный активный ил аэротенков без изменения их влажности. При этом зольность сырого осадка возрастает пропорционально дозе и зольности водопроводного осадка, зольность активного ила практически не меняется. При таком распределении осадков расчет метантенков проводится в соответствии с СНиП 2.04.03-85 для условий термофильного процесса. При увеличении объема метантенков на величину добавляемой дозы водопроводного осадка процент распада беззольного вещества и выход газа (м/кг) загруженного беззольного вещества практически не изменяется.

При совместной обработке осадков в метантенках, щелочная среда, необходимая для процесса термофильного сбраживания, не нарушается, удельное сопротивление (производительность вакуум-фильтров) сброженных осадков не изменяется.

#### *Иловые площадки или комплекс сооружений по механическому обезвоживанию и термической сушке осадков*

**6.8.** Расчет площади иловых карт проводится в соответствии с СНиП 2.04.03-85.

Добавление водопроводного осадка не требует изменений или дополнений в схеме комплекса сооружений по механическому обезвоживанию и термической сушке осадков. Проверочному расчету подлежат следующие сооружения: камера промывки уплотненного сброженного осадка, уплотнители промытого сброженного осадка, вакуум-фильтры: фильтр-прессы или центрифуги, реагентное хозяйство, сооружения по термической сушке осадков.

Объем камеры промывки уплотненного сброженного осадка и уплотнителей промытого осадка рассчитывается в соответствии с СНиП 2.04.03-85 с учетом увеличения количества сброженного осадка.

Количество реагентов, фильтр-прессов, вакуум-фильтров, центрифуг и сушилок, рассчитывается согласно СНиП 2.04.03-85 с учетом сухой массы добавленного водопроводного осадка.

**6.9.** Расчет трубопроводов сырого осадка, избыточного активного ила, сброженного осадка и насосных станций перекачки производится с учетом добавления водопроводного осадка.

**6.10.** Водопроводные осадки, образующиеся при коагулировании сернокислым алюминием высокоцветных маломутных вод ( $C = 60^\circ, \pm 10\%$ ;  $M = 4$  мг/л,  $\pm 10\%$ ), могут быть использованы в качестве реагентов для удаления из сточных вод соединений фосфора. Для достижения 90 %-ного эффекта удаления (при начальной концентрации фосфатов  $PO_4$ , равной 6,5 мг/л) доза водопроводного осадка должна быть не менее 100 мг/л по сухой массе на один литр сточной воды. Во всех остальных случаях эффект удаления фосфатов из сточных вод определяется экспериментально.

## **7. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**7.1.** При проектировании систем дождевой канализации промышленных предприятий необходимо рассматривать возможность ликвидации или уменьшение выноса вредных веществ поверхностным стоком с территории предприятия; возможность использования поверхностного стока в системах промводоснабжения; целесообразность самостоятельной или совместной со сточными водами очистки перед сбросом в водные объекты.

**7.2.** С целью уменьшения выноса загрязнений поверхностным стоком на промышленных предприятиях должно предусматриваться осуществление следующих мероприятий:

- исключение сброса в дождевую канализацию отработанных веществ, в том числе нефтепродуктов;

- ограждение зон озеленения бордюрами, исключающими смыв грунта во время ливневых дождей на дорожные покрытия;

- повышение эффективности работы пыле- и газоочистных установок и доведение концентрации пыли и вредных веществ в атмосфере до допустимых нормативных пределов;

- ограждение строительных площадок с упорядочением отвода поверхностного стока по временной системе открытых каналов и отстаиванием его в земляных отстойниках;

- локализация участков территории, где неизбежны аварийные просыпы и проливы сырья и промежуточных продуктов, с отведением поверхностного стока в систему производственной канализации;

- упорядочение складирования и транспортирования сыпучих и жидких материалов.

**7.3.** Выбор схемы отведения и очистки поверхностного стока определяется его количественной и качественной характеристиками и осуществляется на основании оценки технической возможности реализации того или иного варианта и сравнения технико-экономических показателей разрабатываемых вариантов.

Степень очистки поверхностного стока в зависимости от схемы отведения его определяется требованиями к качеству воды, используемой для производственных целей, или условиями спуска в городской коллектор дождевой канализации или в водные объекты.

**7.4.** В зависимости от химического состава примесей, накапливающихся на территории промплощадок и смываемых поверхностным стоком, промышленные предприятия и отдельные его участки можно разделить на две группы.

К первой группе относятся предприятия и участки, сток с которых при выполнении требований по упорядочению источников его загрязнения по химическому составу близок к поверхностному стоку с селитебных зон и не содержит специфических веществ с токсическими свойствами.

Основными примесями, содержащимися в стоке с территории предприятий первой группы, являются грубодиспергированные примеси, нефтепродукты, сорбированные главным образом на взвешенных веществах, минеральные соли и органические примеси естественного происхождения.

Ко второй группе относятся предприятия и участки, на которых по условиям производства на современном этапе не представляется возможным в полной мере исключить поступление в сток специфических веществ с токсичными свойствами или значительных количеств органических веществ, обуславливающих высокое значение показателей ХПК и БПК сточных вод.

К первой группе относятся предприятия черной металлургии (за исключением коксохимпроизводства), машинно- и приборостроительной, электротехнической, угольной, нефтяной, легкой, хлебопродуктовой, молочной, пищевой

промышленностей, серной и содовой подотраслей химической промышленности, энергетики, автотранспортные предприятия, речные порты, авто- и судоремонтные заводы, а также участки территорий нефтеперерабатывающих, нефтехимических, химических и целлюлозно-бумажных предприятий, на которые не попадают специфические загрязнения.

Средние концентрации основных примесей в стоке дождевых вод на этих предприятиях могут быть приняты:

по взвешенным веществам 500-2000 мг/л, при этом более высокие значения относятся к предприятиям с интенсивным движением автотранспорта;

по нефтепродуктам 30-70 мг/л для предприятий с интенсивным движением автотранспорта и значительным потреблением горючесмазочных материалов и 10-30 мг/л для остальных (исключение составляют предприятия нефтяной промышленности, где содержание нефтепродуктов в поверхностном стоке может достигать 0,5 г/л за счет сброса совместно с атмосферными водами некоторых видов производственных сточных вод; по ХПК и БПК 100-150 и 20-30 мг/л соответственно в пересчете на растворенные примеси, а с учетом диспергированных примесей эти показатели увеличиваются в 2-3 раза, по общему содержанию в основном 0,2-0,5 г/л, а на предприятиях химической промышленности (содовых и серных) 0,5-3 г/л.

Ко второй группе относятся предприятия цветной металлургии, коксохимии, химической, лесохимической, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и микробиологической промышленности, кожсырьевые и кожевенные заводы, мясокомбинаты, шпалопропиточные заводы.

В поверхностном стоке предприятий второй группы помимо перечисленных примесей могут присутствовать также загрязнения, специфические для данного производства.

Поверхностный сток предприятий цветной металлургии в зависимости от характера производства может содержать различные тяжелые металлы (медь до 100 мг/л, цинк до 15 мг/л, кадмий до 40 мг/л, алюминий до 5 мг/л, титан до 3 мг/л, свинец до 3 мг/л и др., мышьяк до 75 мг/л, фтор до 200 мг/л) и другие примеси. В поверхностном стоке коксохимзаводов присутствуют фенолы до 3 мг/л, роданиды до 5 мг/л, аммиак до 20 мг/л, масла и смолы до 200 мг/л. В стоке предприятий нефтехимии присутствуют поверхностно-активные вещества, продукты органического синтеза, могут присутствовать тяжелые металлы. В зависимости от состава производств характер примесей и их концентрация на предприятиях этой отрасли могут существенно отличаться. В стоке заводов фосфорных удобрений в значительных концентрациях могут присутствовать соединения азота до 200 мг/л в пересчете на  $\text{NH}_4$ , фосфора до 100 мг/л и более в пересчете на  $\text{P}_2\text{O}_5$ , фтора 10 мг/л и более.

Поверхностный сток лесохимических производств отличается высокими значениями показателей ХПК (средние значения 700- 1400 мг/л), БПК (1500-400 мг/л), в нем могут присутствовать смолы до 300 мг/л, фенол до 30 мг/л, терпинсол до 30 мг/л, скипидар до 5 мг/л. Сток с территории мясокомбината имеет высокие БПК до 300 мг/л и содержит жиры до 200 мг/л. В стоке шпало-пропиточных заводов могут содержаться фенолы до 10 мг/л. Поверхностный сток с территории предприятий по производству белково-витаминных концентратов (БВК) содержит дрожжи, белки, углеводороды. На предприятиях легкой и пищевой промышленности, автотранспорта, речных портов и некоторых других поверхностный сток может иметь микробное загрязнение.

**7.5.** При разработке схемы отведения и очистки поверхностного стока в зависимости от конкретных условий (источников загрязнений территории, размеров, конфигурации и рельефа водосборного бассейна, наличия свободных площадей для строительства очистных сооружений и др.) должна учитываться необходимость локализации отдельных участков производственной территории с отводом стока в производственную канализацию или после предварительной очистки в дождевую

канализацию, а также оцениваться целесообразность отдельного отведения на очистку стока с водосборных площадей, отличающихся по характеру и степени загрязнения территории. Схема отведения должна предусматривать по возможности самотечную подачу стока на очистные сооружения.

Для очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий первой группы может предусматриваться устройство самостоятельных сооружений или отведение на городские или заводские очистные сооружения для очистки совместно с промбытовыми или производственными сточными водами. Очистку поверхностного стока с территории промышленных предприятий второй группы, которые содержат специфические примеси с токсичными свойствами, следует предусматривать, как правило, совместно с производственными или промбытовыми сточными водами.

Применение самостоятельной очистки такого стока должно быть ограничено из-за значительных затрат на очистку и технических трудностей, обусловленных эпизодической эксплуатацией сооружений, предназначенных для удаления из стока специфических примесей.

**7.6.** В схемах отведения и очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий первой группы в большинстве случаев следует предусматривать разделение стока перед очисткой с целью уменьшения размеров очистных сооружений и подачи на очистку наиболее загрязненной части стока.

При отведении на очистку поверхностного стока с территории промышленных предприятий второй группы предварительное разделение стока не допускается из-за необходимости очистки всего его количества. Для уменьшения потребной мощности очистных сооружений в таких случаях, как правило, следует предусматривать регулирование расхода стока. Размер регулирующей емкости при этом принимается из условия минимальных общих затрат на обезвреживание стока.

Отведение поверхностного стока без предварительного разделения и регулирования для очистки совместно с производственными сточными водами и последующего использования может приниматься на предприятиях как первой, так и второй группы с водоемкими производствами и оборотным водоснабжением (металлургических заводах, фабриках флотационного обогащения руд и угля, нефтепромыслах, нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводах) при наличии в системах водоснабжения значительных по объему накопительных емкостей.

В таких случаях баланс водного хозяйства предприятия составляется с учетом полного использования дождевого и полного или частичного использования талого стока.

При регулировании дождевого стока с территории предприятий первой группы расчетный расход дождевых вод, направляемых на очистку, может быть определен по следующим формулам: если расчетные расходы для сети определены для  $P = 1$  г,

$$q_w = K_1 q_r \quad (166)$$

и для других значений  $P$ .

$$q_w = K_1 K_2 q_r \quad (167)$$

Значения коэффициентов  $K_1$ , и  $K_2$  в зависимости от величины  $C$  и  $n$  для различных условий расчета очистных сооружений и сети дождевой канализации приведены в табл. 55 к 56, а величин параметра « $n$ » и коэффициента « $C$ » на рис. 26, 27.



Значение $P_{оч}$ , принятое при расчете очистных сооружений, г	Коэффициент К, при значениях С					
	0,85		1		1,2	
	$n \leq 0,7$	$n > 0,7$	$n \leq 0,7$	$n > 0,7$	$n \leq 0,7$	$n > 0,7$
0,2	0,41	0,39	0,38	0,35	0,36	0,33
0,15	0,34	0,31	0,31	0,27	0,29	0,25
0,1	0,26	0,22	0,23	0,19	0,21	0,17
0,08	0,23	0,19	0,18	0,15	0,16	0,12
0,05	0,15	0,12	0,12	0,09	0,09	0,06

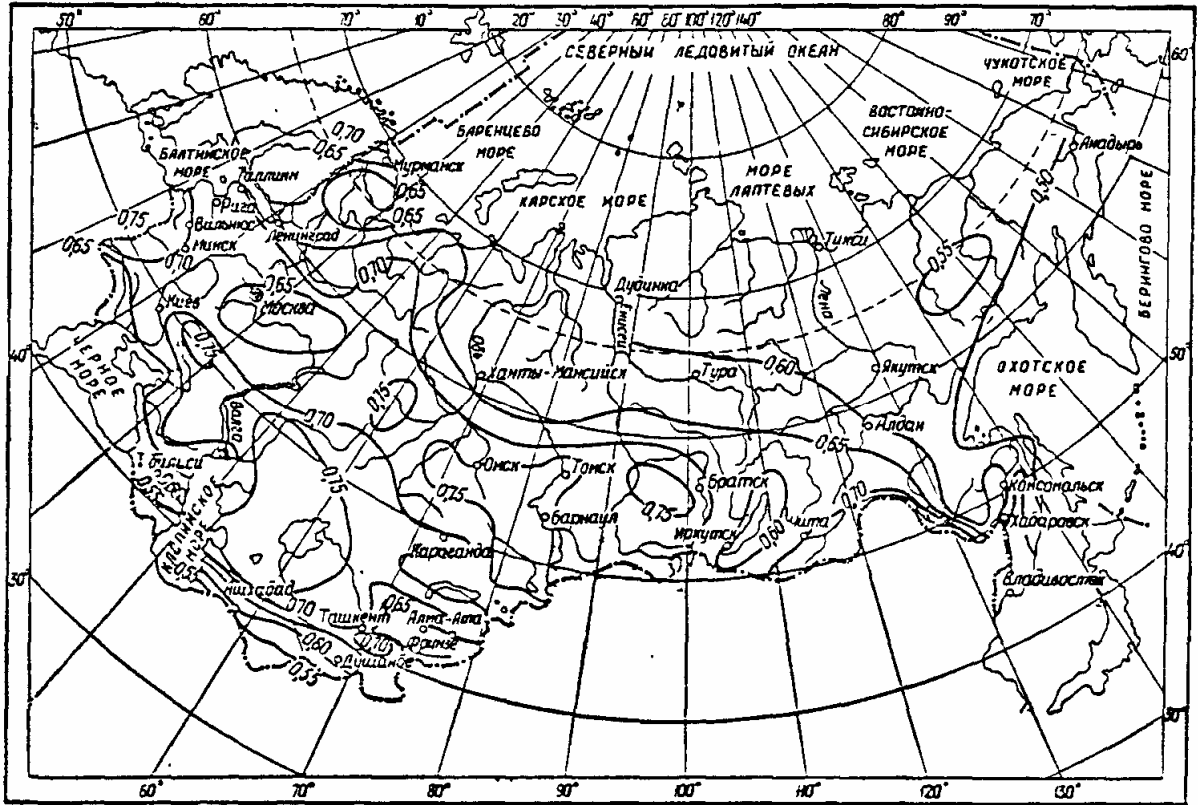


Рис.26. Карта значений величин коэффициента - а

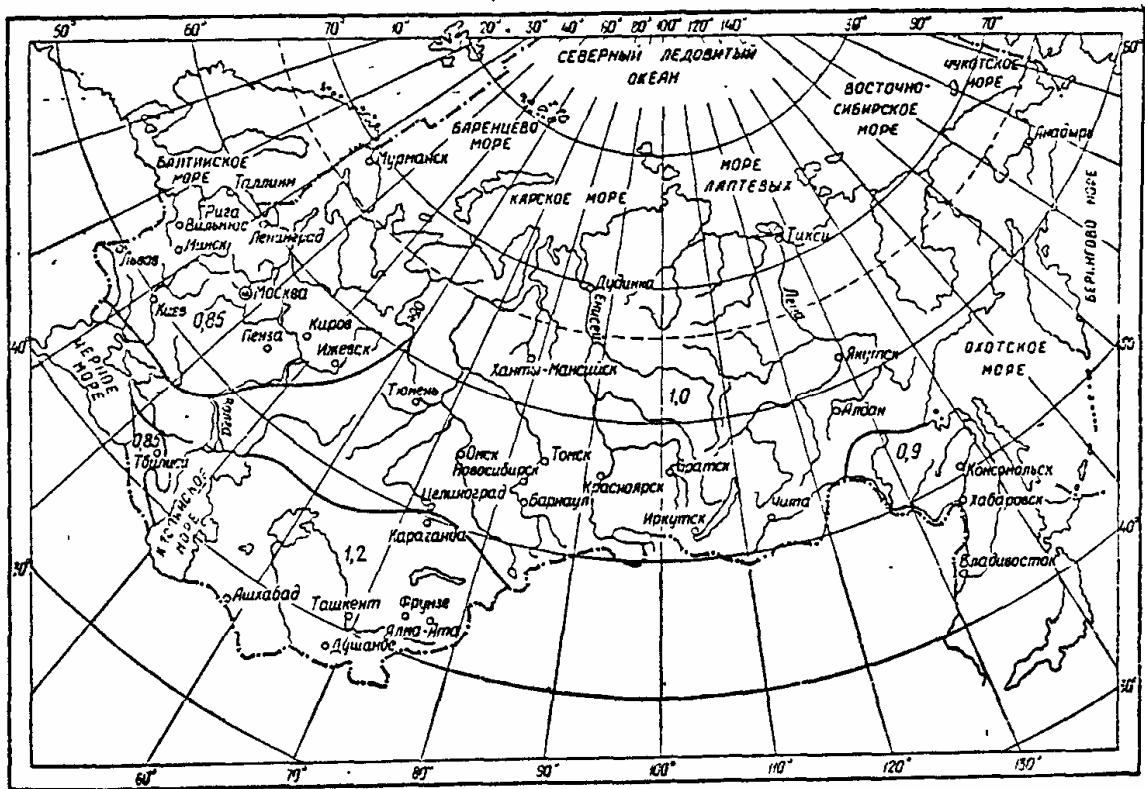


Рис. 27. Карта значений величин коэффициента  $C$

Таблица 56

Значение $P$ , принятое при расчете дождевой сети, г	Коэффициент $K_2$ при значении $C$		
	0,85	1	1,2
0,33	2,12	2,56	3,38
0,5	1,51	1,67	1,9
1	1	1	
2	0,71	0,69	0,65
3	0,61	0,57	0,53
3	0,62	0,47	0,41

Дождевые воды с территории предприятий первой группы могут направляться непосредственно на очистные сооружения с расходом  $q_w$ , а в случае необходимости уменьшения расхода - через регулируемую емкость перед очистными сооружениями. Полезный объем емкости для вторичного регулирования  $W_{reg}$  может быть определен по формуле

$$W_{reg} = (1 - K_3)q_w T_d. \quad (168)$$

Значения  $T_d$  средней продолжительности дождя приведены в табл. 57. При регулировании с помощью разделительной камеры дождевых вод с территории промпредприятий второй группы распределение стока между очистными сооружениями и регулирующей емкостью производится из условия минимальной суммарной стоимости очистных сооружений и регулирующего резервуара путем сравнения возможных вариантов.

Полезный объем регулирующей емкости  $W_{reg}$  рассчитывается по формуле

$$W_{reg} = Kq_r t_r. \quad (169)$$

При определении полезного объема регулирующего резервуара задаются рядом значений  $q_{oc}$  и соответственно коэффициента  $\alpha$ . Затем определяют предельный

коэффициент регулирования  $\alpha_0$ , в зависимости от значений географического параметра  $n$  в отношении  $T/t_r$  (табл. 58). Здесь  $\alpha_0$  - значение коэффициента регулирования для случая, когда  $q_w$  равен расходу стока в момент прекращения дождя.

Коэффициент  $K = f(\alpha)$  для значений  $\alpha > \alpha_0$  находят по табл. 59, а для значений  $\alpha < \alpha_0$  рассчитывают по формуле

$$K = K^I + K^{II}. \quad (170)$$

Значение  $K^I$  принимается по табл. 59 для коэффициента регулирования  $\alpha_0$ , а  $K^{II}$  - определяется по формуле

$$K^{II} = \left[ \frac{T_D}{t_r} + 0,25 \right] (\alpha_0 - \alpha). \quad (171)$$

Таблица 57

Населенный пункт $T_D$ , ч	
<b>Европейская территория СССР</b>	
Архангельск	
Астрахань	4
Бисер	8
Брянск	6
Бугульма	8
Вильнюс	6
Витебск	6
Волгоград	5
Днепропетровск	5
Донецк	5
Златоуст	10
Калининград	6
Кемь	6
Киров	8
Кишинев	5
Кола	8
Котлас	10
Кривой Рог	5
Куйбышев	6
Курск	6
Ленинград	6
Львов	7
Малые Кармакулы	8
Минск	5
Москва	6
Нарьян-Мар	8
Одесса	5
Оренбург	6
Пермь	9
Псков	6
Ржев	6
Рига	6
Ростов-на-Дону	4
Свердловск	8
Симферополь	4
Сыктывкар	10
Тамбов	6
Таллин	6
Ужгород	5
Хибины	9
Чернигов	9

Ялта		4
	<b>Кавказ</b>	
Адлер		7
Батуми		9
Гагра		8
Грозный		8
Закатали		9
Ленинкан		4
Ленкорань		9
Магтаги		5
Орджоникидзе		8
Сочи		7
Тбилиси		8
	<b>Средняя Азия и Казахстан</b>	
Алма-Ата		6
Андижан		6
Аральское		4
Ашхабад		4
Балхаш		3
Душанбе		5
Караганда		7
Кокчетав		6
Красноподск		4
Кустаай		6
Лешшабад		5
Парын		5
Пукус		3
Ош		6
Ташкент		4
Термез		3
Фергана		5
Фрунзе		6
Целиноград		6
	<b>Западная Сибирь</b>	
Александровское		9
Барнаул		6
Новосибирск		7
Омск		6
Салехард		9
Томск		8
Тюмень		7
Усть-Улаган		4
Чемал		5
	<b>Восточная Сибирь</b>	
Андан		9
Анадырь		8
Баргузин		6
Баунт		5
Братск		6
Верхоянск		6
Дудинка		10
Ербагачен		6
Зима		5
Красноармейский прииск		13
Красноярск		7
Минусинск		4
Могоча		6
Нерчинский завод .		4
Нижнеангарск		6
Оленек		8
Сковородино		6
Среднекалымск		9

Таймыр озеро	7
Тикси, бухта	7
Томмош	6
Туруханск	13
Улан-Удэ	5
Уэлен	7
Чита	5
Шмидта, мыс	10
Якутск	4
<b>Дальний Восток</b>	
Бикин	6
Биробиджан	9
Благовещенск	6
Владивосток	8
Гижика	9
Курильск	6
Магадан	9
Николаевск-на-Амуре	10
Охотск	10
Петропавловск-Камчатский	9
Пикан	6
Сантахеза	5
Сихоте-Алинь	6
Улунга	10
Уссурйск	8
Усть-Хайрюзово	10
Усть-Большерецк ,	9
Усть-Камчатск	11
Южно-Сахалинск	8

Таблица 58

$T_d/t_r$	$\alpha_0$ , при значениях параметра $n$					
	0,50	0,55	0,63	0,67	0,70	0,75
2	0,41	0,37	0,32	0,26	0,23	0,19
3	0,32	0,27	0,23	0,18	0,16	0,13
4	0,26	0,23	0,19	0,14	0,13	0,09
5	0,23	0,20	0,16	0,12	0,10	0,08
6	0,21	0,18	0,15	0,11	0,09	0,07
8	0,19	0,15	0,12	0,09	0,07	0,06
10	0,17	0,13	0,11	0,08	0,06	0,05
12	0,15	0,12	0,09	0,06	0,00	0,04
15	0,13	0,10	0,08	0,05	0,05	0,03
20	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03

После определения величины  $W_p$  для принятого ряда значений  $q_{оч}$  и  $\alpha$  выполняют ориентировочный расчет системы для отведения и очистки поверхностного стока и выбирают вариант исходя из технико-экономических показателей.

При проектировании регулирующих резервуаров необходимо предусмотреть поддержание в них в сухую погоду некоторого постоянного уровня заполнения (на глубину 0,8-1 м) и возможность периодического полного опорожнения и очистки от осадка, а также аварийный сброс воды для предотвращения переполнения резервуара при выпадении значительных по слою осадков редкой повторяемости.

$\alpha$	$K$ при значениях параметра $n$					
	0,50	0,55	0,60	0,67	0,70	0,75
0,6	0,29	0,28	0,28	0,28	0,29	0,31
0,4	0,45	0,42	0,40	0,40	0,41	0,42
0,3	0,62	0,62	0,69	0,54	0,53	0,54
0,25	0,90	0,77	0,69	0,64	0,63	0,63
0,2	1,16	0,96	0,85	0,77	0,73	0,70
0,15	1,55	1,27	0,08	0,93	0,86	0,81
0,12	2,0	1,69	1,27	1,06	0,98	0,90
0,10	-	1,84	1,46	1,17	1,07	0,97
0,09	-	1,99	1,58	1,24	1,12	1,01
0,08	-	-	1,71	1,31	1,19	1,06
0,07	-	-	1,89	1,41	1,27	1,11
0,06	-	-	-	1,54	1,36	1,18
0,05	-	-	-	1,69	1,48	1,26
0,04	-	-	-	-	1,64	1,36
0,02	-	-	-	-	-	1,51

На случай аварийного сброса из регулирующих резервуаров в водный объект необходимо предусматривать мероприятия по исключению сброса в рыбохозяйственные водоемы.

7.7. При определении схемы очистных сооружений предпочтение следует отдавать прудам-отстойникам. Для дополнительного осветления предварительно отстоянного поверхностного стока в случае такой необходимости может быть применено фильтрование через различные загрузки из природных и синтетических материалов (кварцевый песок, керамзит, пенополистирол, пенополиуретан, торф), обработка коагулянтами с последующим отстаиванием, а также флотация с предварительной реагентной обработкой стока.

Применение реагентной обработки требует полной автоматизации процесса очистки из-за эпизодичности поступления стока и наиболее целесообразно при совместной очистке его с производственными сточными водами.

Перед сооружениями для регулирования и очистки поверхностного стока следует предусматривать установку решеток для задержания мусора с прозорами 10-20 мм. При этом для промпредприятий с площадью водосбора до 100 га допускается применение решеток с ручной очисткой. Очистку решеток следует производить после каждого дождя. Для очистки решеток должны быть предусмотрены площадка обслуживания и контейнер для сбора мусора.

Для регулирования расхода поверхностного стока с территории промпредприятий во многих случаях более предпочтительно устройство аккумулирующих емкостей по сравнению с устройством регулирующих резервуаров.

При накоплении стока в аккумулирующей емкости происходит усреднение его состава, а при последующем выдерживании перед опорожнением удаление из стока основной массы нерастворенных примесей.

Рабочий объем аккумулирующей емкости  $W$ , м, определяется по формуле

$$W = 10H_r FZ_{mid} \cdot \quad (172)$$

Аккумулирующие емкости рекомендуется проектировать прямоугольными в плане и разделенными на 2-4 секции. Полезный объем секции следует рассчитывать на прием стока от слоя атмосферных осадков 2,5-5 мм.

Конструкция распределительной камеры перед аккумулирующей емкостью должна обеспечивать последовательное заполнение свободных секций и отведение стока, поступающего после заполнения всех секций, в сбросной коллектор. Во впускных устройствах секций следует предусмотреть установку щитовых затворов для

отключения секций на отстаивание стока, удаление осадка или ремонт. Конструкция выпускных устройств должна исключать попадание всплывших нефтепродуктов в трубопроводе для отвода осветленной воды.

Высоту зоны отстаивания в емкости следует принимать в пределах 1,5-4 м, высоту свободной зоны над уровнем воды 0,3- 0,5 м, высоту нейтральной зоны над уровнем осадка 0.4-0,5 м.

Секции аккумулирующей емкости должны быть оборудованы устройствами для периодического удаления всплывших нефтепродуктов и осадка. При проектировании нефтегонных и нефтесборных устройств следует учитывать периодическое колебание уровня заполнения секций ниже расчетного. Иловые приемки в аккумулирующей емкости рекомендуется располагать в средней части. Уклон днища к приемкам и поперечный уклон дна следует принимать не менее 0,05, а уклон стенок приемка не менее 45°. Для удаления осадка с площади днища в приемок следует предусматривать гидросмыв. Объем иловой части емкости определяется исходя из заданной периодичности удаления осадка.

Для периодического удаления накапливающегося осадка из аккумулирующей емкости следует предусмотреть устройство гидроэлеваторной, установки или насосной станции, оборудованной плунжерными или другими насосами, предназначенными для перекачки шламов с высоким содержанием механических примесей.

Для обезвоживания осадка рекомендуется применять выдерживание его на иловых площадках или на площадках-уплотнителях, нагрузка на площадки обезвоживания может быть принята равной 3 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> в год. Площадки следует разделять на карты, оборудованные выпускными устройствами для отвода иловой воды.

Продолжительность выдерживания поверхностного стока в аккумулирующей емкости и последующего опорожнения емкости принимается из условия обеспеченности приема всего или части стока от каждого дождя (в зависимости от количества выпадающих осадков и принятой величины  $h$ ), достижения высокого эффекта удаления основных примесей из поверхностного стока и необходимой степени регулирования расхода стока с целью снижения пропускной способности сооружений для его доочистки.

На основании данных о средней продолжительности периодов между стокообразующими осадками продолжительность отстаивания стока в аккумулирующей емкости может быть принята равной 1-2 сут. В таких же пределах может быть принята и продолжительность отвода осветленной воды.

При продолжительности отстаивания 1-2 сут эффект снижения содержания взвешенных веществ и показателя ХПК в аккумулирующей емкости колеблется в основном в пределах 80- 90 %, а показатели БПК в пределах 60-80 %. Остаточное содержание взвешенных веществ в отстоянной воде ориентировочно могут быть приняты в пределах 50-200 мг/л, нефтепродуктов 0,5-5 мг/л, органических примесей 50-100 мг/л, в пересчете на ХПК и 20-3 мг/л в пересчете на БПК.

Для дополнительного осветления поверхностного стока фильтрованием следует применять фильтрующие загрузки, отличающиеся простотой регенерации: например, загрузки из синтетических материалов эластичного пенополиуретана и вспененного полистирола. Повышение эффекта фильтрационного осветления достигается при обработке стока флокулянтами (полиакриламидом). Доза флокулянта составляет 1-2 мг/л.

При использовании загрузки из эластичного пенополиуретана марок 35-0,8; 40-0,8; 40-1,2 в измельченном виде (крошка с размером сторон 1-2 см) технологические параметры фильтров после флокуляционной обработки стока принимаются следующими: высота слоя загрузки 1-1,5 м; плотность загрузки 50- 70 кг/м<sup>3</sup>; скорость фильтрования 20-25 м/ч; эффект осветления 90-95 %; грязеемкость загрузки 50 кг/м<sup>3</sup>; потери напора в начале фильтроцикла 5-6 кПа, в конце фильтроцикла 10-20 кПа.

При безреагентном фильтровании на пенополиуретановых фильтрах скорость фильтрования следует принимать в пределах 10-30 м/ч, эффект осветления соответственно при высоте слоя загрузки 1 и 1,5 м 85-60 % и 90-75 %. Также рекомендуется применять загрузку из вспененных гранул полистирола марок ПСВ и ПСВ-С диаметром 2-5 мм с кажущееся плотностью 0,1- 0,2 г/см<sup>3</sup>. Технологические параметры пенополистирольных фильтров при флокуляционной обработке стока принимаются следующими: высота слоя загрузки 2-2,5 м; скорость фильтрования 30-40 м/ч; эффект осветления 90 % грязеемкость загрузки 30- 50 г/м<sup>3</sup>; потерн напора в начале фильтроцикла 4-30 кПа в конце фильтроцикла до 100 кПа, регенерация осуществляется за счет обратной водовоздушной промывки (расход воды 30 л/(с·м<sup>2</sup>), расход воздуха 10-12 л/(с·м<sup>2</sup>), время обработки 15-20 мин).

При безреагентном фильтровании на пенополистирольных фильтрах скорость фильтрования следует принимать в пределах 1-30 м/ч, эффект осветления 90-60 %.

После отстаивания поверхностный сток может доочищаться на флотационных установках, предназначенных для совместной очистки дождевых и сточных вод. В этих случаях применяются преимущественно установки напорной флотации. Флотацию проводят, как правило, с рециркуляцией сточных вод и реагентной обработкой. Расход рециркуляционной воды составляет около 50 % расхода очищенной воды. В качестве коагулянта рекомендуется применять серно-кислый алюминий при дозе 50-100 мг/л в пересчете на безводный продукт. Насыщение воды воздухом осуществляется в напорных баках, рассчитанных во время пребывания 1-2 мин при давлении 0,4-0,5 МПа (4-5 атм). Расчетное время пребывания воды во флотаторе-отстойнике принимается в пределах 20-30 мин. Для удаления осадка с днища флотатора в камеру для осадка и образующейся на поверхности флотатора пены в пеносборный лоток предусматриваются скребковые механизмы (желательно с отдельными приводами). Осадок и нефтешлам, образующийся при разрушении пены, направляются в шламонакопитель и перерабатываются по схеме, принимаемой в технологии очистки нефтесодержащих производственных сточных вод в зависимости от конкретных условий.

В отдельных случаях для частичной механической очистки поверхностного стока могут применяться проточные отстойники. Расчет отстойников надлежит производить по СНиП 2.04.03-85 по кинетике выпадения взвешенных веществ из дождевых под с учетом необходимого эффекта осветления. Данные по кинетике выпадения взвешенных веществ из дождевого стока следует определять экспериментально. В случае отсутствия экспериментальных данных для ориентировочных расчетов можно принимать следующие значения гидравлической крупности частиц взвеси для высоты зоны отстаивания 2 м:

Э, % . . . . .	50	60	70
U <sub>0</sub> , мм/с . . .	0,62	0,32	0,12

Повышение эффективности работы отстойников достигается путем предварительной обработки сточных вод коагулянтами.

Эффект осветления 94-95 % может быть достигнут при применении в качестве коагулянта серно-кислого алюминия. Корректировка показателя рН при этом не требуется, если его значение в исходной воде находится в пределах 6-8. Рекомендуемая доза коагулянта-50 мг/л в пересчете на Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Доза коагулянта может быть снижена на 10-20 мг/л в случае дополнительного введения в воду флокулянтов в количестве 0,5-2 мг/л.

Значительный эффект осветления (94-99 %) достигается при самостоятельном применении катионных полиэлектролитов и полиакриламида. Рекомендуемая доза - 1-3 мг/л в пересчете на основное вещество.



Расчетную скорость осаждения взвесей  $U_0$ , при отстаивании поверхностного стока, обработанного коагулянтами, следует принимать в пределах 0,5-0,6 мм/с, среднюю концентрацию твердой фазы в уплотненном осадке - 150 кг/м<sup>3</sup>.

# СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА "РАНДОМ СОПОЛИМЕР"

СП 40-101-96

Министерство строительства Российской Федерации  
(Минстрой России)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**1. РАЗРАБОТАН** ЗАО "НПО Стройполимер" и ведущими специалистами научно-исследовательских и проектных организаций в области проектирования и монтажа трубопроводов из полимерных материалов.

**ВНЕСЕН** Главным управлением стандартизации, технического нормирования и сертификации Минстроя России.

**2. ПРИНЯТ И РЕКОМЕНДОВАН** письмом Главтехнормирования Минстроя России от 9 апреля 1996 г. № 13/214.

## Введение

Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер" содержит рекомендуемые дополнения к действующим нормативным документам: СНиП 2.04.01-85, СНиП 3.05.01-85, СН478-80, СН550-82 и др.

При разработке Свода правил использованы результаты сертификационных испытаний труб из PPRC, опыт применения их при монтаже систем водоснабжения в Российской Федерации, положения зарубежных норм, материалы и техническая документация корпорации "PIPE LIFE" и др.

Трубы и соединительные детали имеют сертификат соответствия № ГОСТ Р RU.9001.1.3.0010-16, выданный Минстроем России, и гигиенический сертификат № 11-9660 от 28.12.94 г., выданный Московским центром Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Госкомитета санэпиднадзора Российской Федерации.

Свод правил согласован с ГПК СантехНИИпроект, НИИСантехники, НИИМосстрой, АО "Моспроект", МНИИТЭП, УМЭСТР, Главмосстрой.

По мере расширения области применения труб, соединительных деталей и т.п. в него будут внесены необходимые положения и дополнения.

В разработке настоящего Свода правил принимали участие: Г. М. Хорин, В. А. Глухарев, В. А. Устюгов, Л. Д. Павлов, Ю. И. Арзамасцев, А. В. Поляков, В. С. Ромейко, Ю. Н. Саргин, А. В. Сладков.

Замечания и предложения по совершенствованию Свода правил следует направлять в НПО "Стройполимер".

СП-40-101

## СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер"

Design and instruction from polipropilene "Random copolymer"

дата введения 1996-09-04

### 1. Область применения

1.1. Трубы и соединительные детали, изготовленные из полипропилена "Рандом сополимер" (товарное название PPRC) предназначаются для монтажа трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения и технологических трубопроводов. В настоящем Своде правил приведены особенности проектирования и монтажа систем трубопроводов из PPRC, обладающих специфическими свойствами.

1.2. Не допускается применение труб из PPRC для отдельных систем противопожарного водоснабжения.

1.3. Срок службы трубопроводов из PPRC в системах холодного водоснабжения - не менее 50 лет, в системах горячего водоснабжения (при температуре не более 75 °С) не менее - 25 лет. Срок службы технологических трубопроводов из PPRC зависит от химического состава транспортируемой среды, ее температуры, давления и определяется проектом.

1.4. При проектировании и монтаже систем трубопроводов, указанных в СНиП 2.04.01-85, СНиП 3.05.01-85, СН478-80, СН550-82 и др.)

1.5. Основные физико-механические свойства труб и соединительных деталей из PPRC при температуре +20 °С приведены в табл. 1.1, а химическая стойкость - в прил. 1.

Таблица 1.1

Наименование	Методика измерений	Единица измерения	Величина
Плотность	ISO R 1183 ГОСТ 15139-69	г/см <sup>3</sup>	>0,9
Температура плавления	ГОСТ 21553-76	°С	>146
Средний коэффициент линейного теплового расширения	ГОСТ 15173-70	°С <sup>-1</sup>	1,5×10 <sup>-1</sup>
Предел текучести при растяжении	ISO/R527 ГОСТ 11262-80	Н/мм <sup>2</sup>	22 - 23
Предел прочности при разрыве	ISO/R527 ГОСТ 11262-80	Н/мм <sup>2</sup>	34 - 35
Относительное удлинение при разрыве	ISO/R527 ГОСТ 11262-80	%	>500
Теплопроводность	DIN 52612	Вт/м °С	0,23
Удельная теплоемкость	ГОСТ 23630.1-79	кДж/кг °С	1,73

1.6. При замерзании жидкости в трубах из PPRC они не разрушаются, а увеличиваются в диаметре и при оттаивании вновь приобретают прежний размер.

1.7. Типы труб PPRC указаны в табл. 1.2.

1.8. Размеры и масса труб приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.2

Тип трубы	Номинальное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
PN10	1,0 (10)
PN20	2,0 (20)

#### Примечания

1. Номинальное давление - постоянное внутреннее давление воды при 20 °С, которое трубы могут выдерживать не менее 50 лет.

2. Рабочее давление в трубопроводе при транспортировании воды в зависимости от ее температуры, срока службы и типа трубы приведено в прил. 2.

3. Выбор типа труб из PPRC для трубопроводов определяется проектом.

Таблица 1.3

#### Размеры и масса труб из PPRC (по DIN 8077)

Диаметр				Толщина стенки, мм, и теоретическая масса 1 м трубы					
наружный труб PPRC, мм		условного прохода		PN10			PN20		
номинальное значение	допустимое отклонение	мм	дюймы	номинальное значение	допустимое отклонение	масса, кг	номинальное значение	допустимое отклонение	масса, кг
16	+0,3	10	3/8	1,8	+0,4	0,08	2,7	+0,5	0,110
20	+0,3	15	1/2	1,9	+0,4	0,107	3,4	+0,6	0,172
25	+0,3	20	3/4	2,3	+0,4	0,164	4,2	+0,7	0,226
32	+0,3	25	1	3,0	+0,5	0,267	5,4	+0,8	0,434
40	+0,4	32	1 1/4	3,7	+0,6	0,412	6,7	+0,9	0,671
50	+0,5	40	1 1/2	4,6	+0,7	0,638	8,4	+1,1	1,050
63	+0,6	50	2	5,8	+0,8	1,010	10,5	+1,3	1,650
75	+0,7	65	2 1/2	6,9	+0,9	1,420	12,5	+1,5	2,340
90	+0,9	80	3	8,2	+1,1	2,030	15,0	+1,7	3,360

#### Примечание:

Условное обозначение труб состоит из слов: труба PPRC, размера наружного диаметра и типа трубы.

Пример условного обозначения трубы из PPRC на давление 20 кгс/см<sup>2</sup> наружным диаметром 32 мм.: труба PPRC 32PN20.

1.9. Трубы из PPRC поставляются в отрезках длиной до 4 м.

## 2. Проектирование трубопроводов

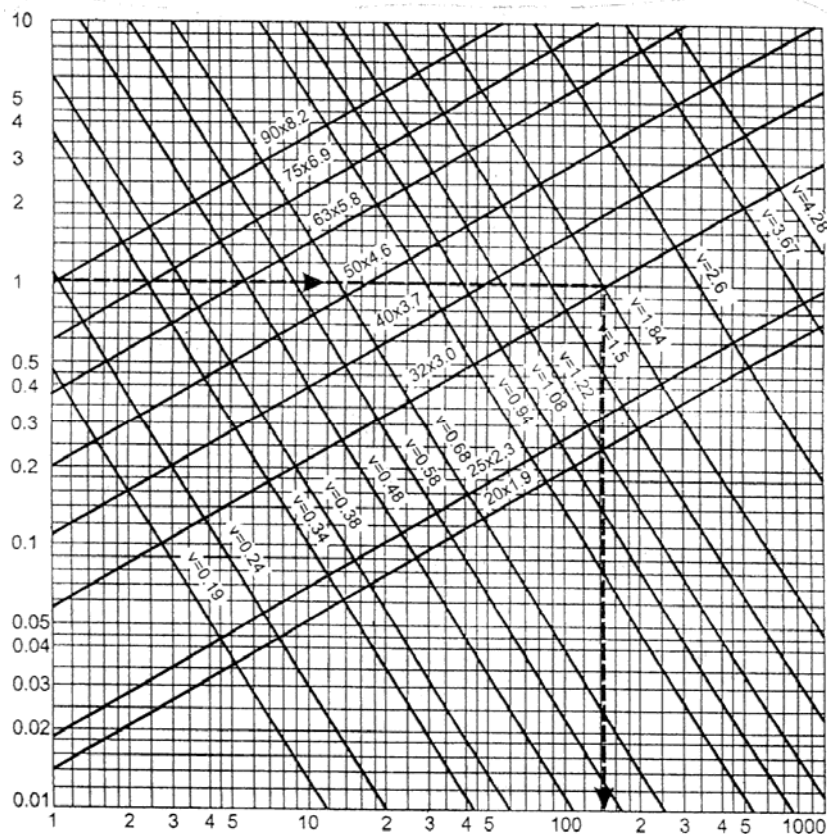
2.1. Проектирование систем трубопроводов связано с выбором типа труб, соединительных деталей и арматуры, выполнением гидравлического расчета, выбором способа прокладки и условий, обеспечивающих компенсацию тепловых изменений длины трубы без перенапряжения материала и соединений трубопровода. Выбор типа трубы производится с учетом условий работы трубопровода: давления и температуры, необходимого срока службы и агрессивности транспортируемой жидкости. При транспортировке агрессивных жидкостей следует применять коэффициенты условия работы трубопровода согласно табл. 5 **Ошибка! Залка не определена.** из СН 550-82.

2.2. Сортамент труб, соединительных деталей и арматуры приводится в прил. 3.

2.3. Гидравлический расчет трубопроводов из PPRC заключается в определении потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединениях и соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

2.4. Гидравлические потери напора в трубах определяются по номограммам рис. 2.1. и 2.2.

Расход, л/сек.



Потеря напора на трение, мм/м

Рис. 2.1. Номограмма для инженерного гидравлического расчета холодного водопровода из труб PPRC (PN10)

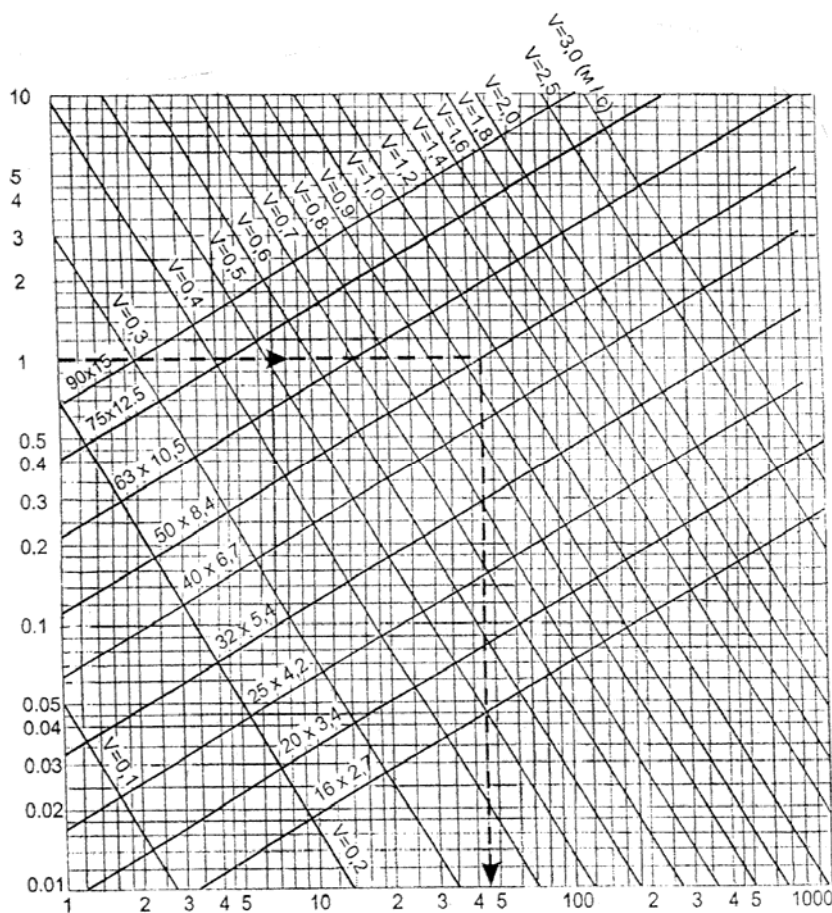
Пример определения

Дано: труба PPRC 32PN10,

расход жидкости 1 л/с

По номограмме: средняя скорость течения жидкости 1,84 м/с, потеря напора 140 мм/м

Расход, л/сек.



Потеря напора на трение, мм/м

Рис. 2.2. Номограмма для инженерного гидравлического расчета холодного водопровода из труб PPRC (PN20)

Пример определения

Дано: труба PPRC50 PN20,  
расход жидкости 1 л/с

По номограмме: средняя скорость течения жидкости 1,1 м/с, потеря напора 45 мм/м

2.5. Гидравлические потери напора в стыковых соединениях можно принять равными 10-15% величины потерь напора в трубах, определенными по номограмме. Для внутренних водопроводных систем величину потерь напора на местные сопротивления, в соединительных деталях и арматуре рекомендуется принимать равной 30% величины потерь напора в трубах.

2.6. Трубопроводы в зданиях прокладываются на подвесках, опорах и кронштейнах открыто или скрыто (внутри шахт, строительных конструкций, борозд, в каналах). Скрытая прокладка трубопроводов необходима для обеспечения защиты пластмассовых труб от механических повреждений.

2.7. Трубопроводы вне зданий (межцеховые или наружные) прокладываются на эстакадах и опорах (в обогреваемых или необогреваемых коробах и галереях или без них), в каналах (проходных или непроходных) и в грунте (бесканальная прокладка).

2.8. Запрещается прокладка технологических трубопроводов из PPRC в помещениях, относящихся по пожарной опасности к категориям А, Б, В.

2.9. Не допускается прокладка внутрицеховых технологических трубопроводов из пластмассовых труб через административные, бытовые и хозяйственные помещения, помещения электроустановок, щиты системы контроля и автоматики, лестничные клетки, коридоры и т.п. В местах возможного механического повреждения трубопровода следует применять только скрытую прокладку в бороздах, каналах и шахтах.

2.10. Теплоизоляция трубопроводов водоснабжения выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.14-88 **Ошибка! Закладка не определена.** (раздел 3).

2.11. Изменение длины трубопроводов из PPRC при перепаде температуры определяется по формуле

$$\Delta L = 0,15 \times L \times \Delta t \quad (2.1)$$

где  $\Delta L$  — температура изменения длины трубы, мм;

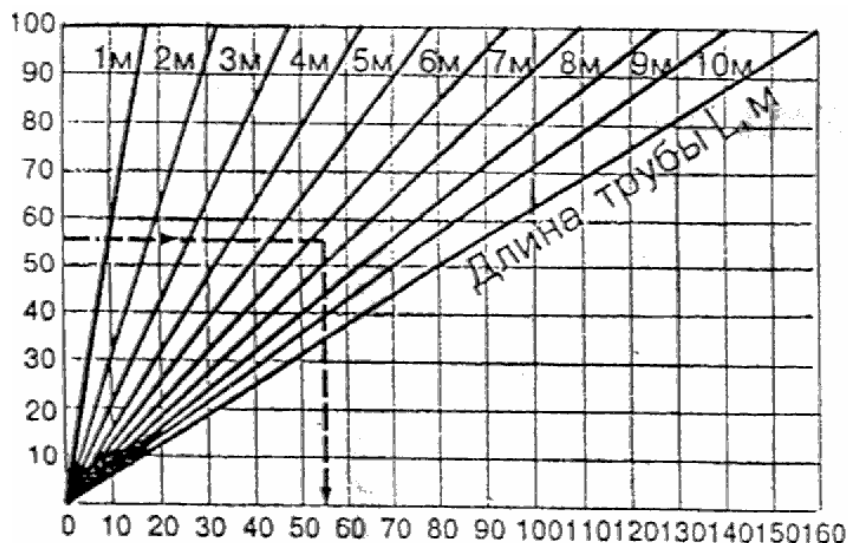
0,15 — коэффициент линейного расширения материала трубы, мм/м;

L — длина трубопровода, м;

t — расчетная разность температур (между температурой монтажа и эксплуатации), °С.

2.12. Величину температурных изменений длины трубы можно также определить по номограмме рис. 2.3.

Температура  $\Delta t$ , °С



Изменение длины трубы  $\Delta L$ , мм

Рис. 2.3

Пример:  $T_1 = 20$  °С,  $t_2 = 75$  °С,  $L = 6,5$  м.

По формуле 2.1

$$\Delta L = 0,15 \times 6,5 \times (75 - 20) = 55 \text{ мм}$$

$$\Delta t = 75 - 20 = 55 \text{ °С.}$$

По номограмме  $\Delta = 55$  мм.

2.13. Трубопровод должен иметь возможность свободно удлиняться или укорачиваться без перенапряжения материала труб, соединительных деталей и соединений трубопровода. Это достигается за счет компенсирующей способности элементов трубопровода (самокомпенсация) и обеспечивается правильной расстановкой опор (креплений), наличием отводов в трубопроводе в местах поворота, других гнутых элементов и установкой температурных компенсаторов. Неподвижные крепления труб должны направлять удлинения трубопроводов в сторону этих элементов.

2.14. Расстояние между опорами при горизонтальной прокладке трубопровода определяется из табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Расстояние между опорами в зависимости от температуры воды в трубопроводе**

Номинальный наружный диаметр трубы, мм	Расстояние, мм						
	20 °С	30 °С	40 °С	50 °С	60 °С	70 °С	80 °С
16	500	500	500	500	500	500	500
20	600	600	600	600	550	500	500
25	750	750	700	700	650	600	550
32	900	900	800	800	750	700	650
40	1050	1000	900	900	850	800	750
50	1200	1200	1100	1100	1000	950	900
63	1400	1400	1300	1300	1150	1150	1000
75	1500	1500	1400	1400	1250	1150	1100
90	1600	1600	1500	1500	1400	1250	1200

2.15. При проектировании вертикальных трубопроводов опоры устанавливаются не реже чем через 1000 мм для труб наружным диаметром до 32 мм и не реже чем через 1500 мм для труб большого диаметра.

2.16. Компенсирующие устройства выполняются в виде Г-образных элементов (рис. 2.4), П-образных (рис. 2.5) и петлеобразных (круговых) компенсаторов (рис. 2.6).

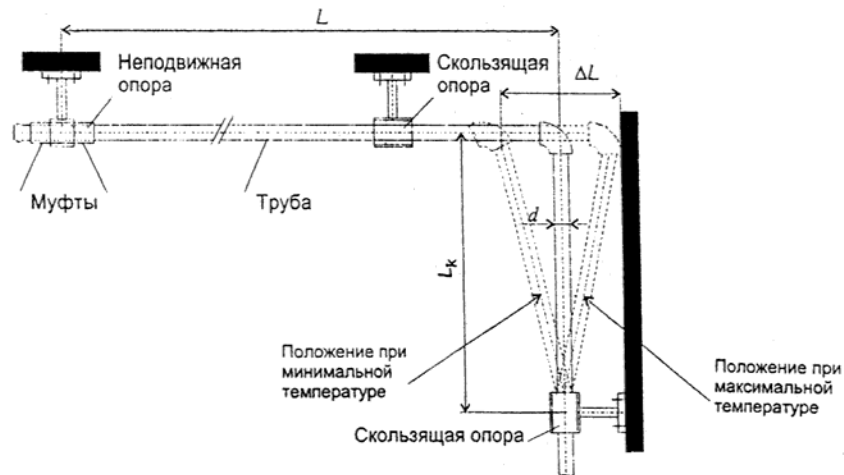


Рис. 2.4. Г-образный элемент трубопровода

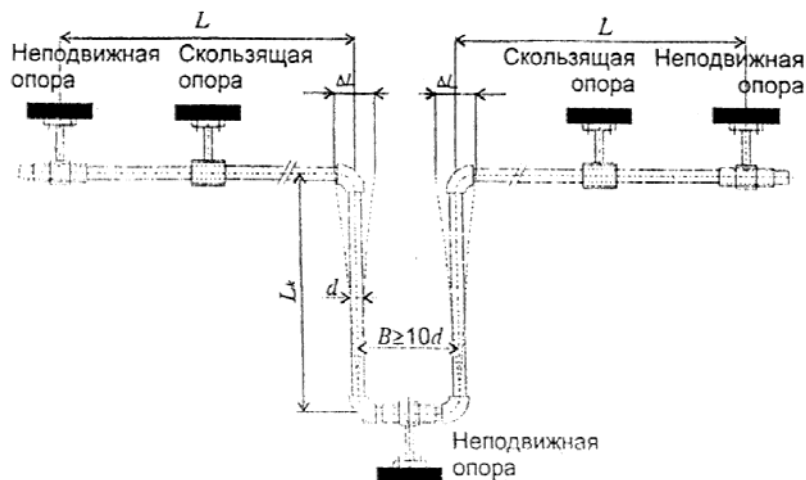


Рис. 2.5. П-образный компенсатор

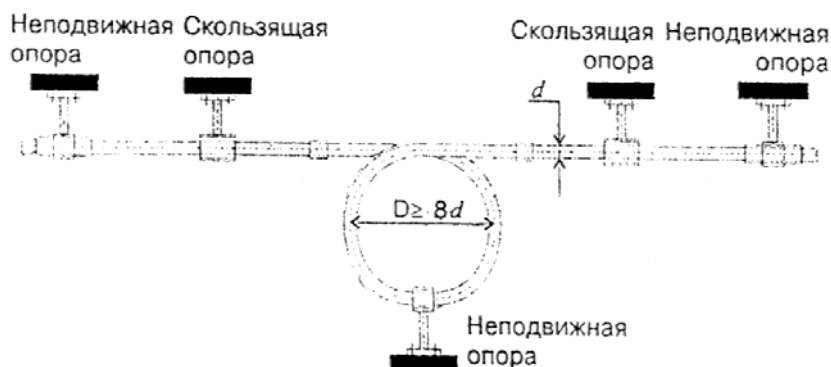


Рис. 2.6. Петлеобразный компенсатор

2.17. Расчет компенсирующей способности Г-образных элементов (рис. 2.4) и П-образных компенсаторов (рис. 2.5) производится по номограмме (рис. 2.7) или по эмпирической формуле (2.2)

$$L_k = 25\sqrt{d\Delta L} \quad (2.2)$$

где  $L_k$  — длина участка Г-образного элемента, воспринимающего температурные изменения длины трубопровода, мм;  
 $d$  — наружный диаметр трубы, мм;  
 $\Delta L$  — температурные изменения длины трубы, мм.  
 Величину  $L_k$  можно также определить по номограмме (рис. 2.7).

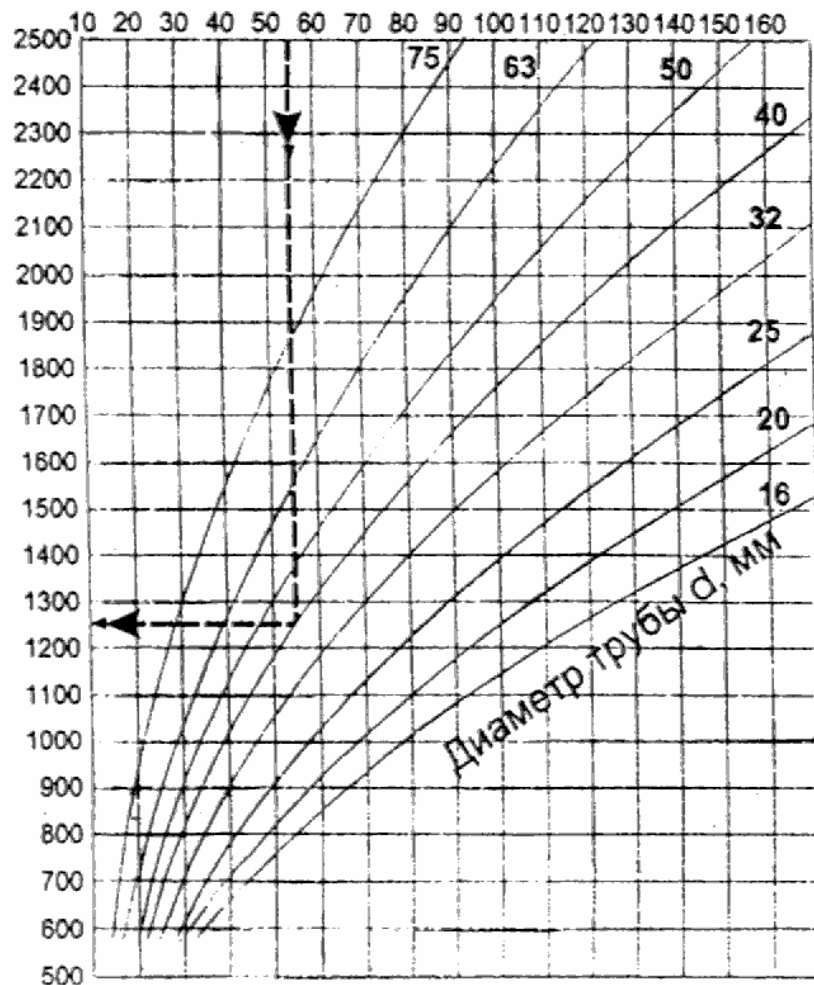


Рис. 2.7. Номограмма для определения длины участка трубы, воспринимающего тепловое удлинение  
 Пример:  $d_n = 40$  мм,  
 $\Delta L = 55$  мм

По формуле 2.2

$$L_k = 25 \sqrt{40 \times 55} = 1173 \text{ мм}$$

По номограмме  $L = 1250$  мм

2.18. Конструирование систем внутренних трубопроводов рекомендуется производить в следующей последовательности:

— на схеме трубопроводов предварительно намечают места расположения неподвижных опор с учетом компенсации температурных изменений длины труб элементами трубопровода (отводами и пр.);

— проверяют расчетом компенсирующую способность элементов трубопровода между неподвижными опорами;

— намечают расположение скользящих опор с указанием расстояний между ними.

2.19. Неподвижные опоры необходимо размещать так, чтобы температурные изменения длины участка трубопровода между ними не превышали компенсирующей способности отводов и компенсаторов, расположенных на этом участке, и распределялись пропорционально их компенсирующей способности.

2.20. В тех случаях, когда температурные изменения длины участка трубопровода превышают компенсирующую способность его элементов, на нем необходимо установить дополнительный компенсатор.

2.21. Компенсаторы устанавливаются на трубопроводе, как правило, посередине, между неподвижными опорами, делящими трубопровод на участки, температурная деформация которых происходит независимо друг от друга. Компенсация линейных удлинений труб из PPRC может обеспечиваться также предварительным прогибом труб при прокладке их в виде "змейки" на сплошной опоре, ширина которой допускает возможность изменения формы прогиба трубопровода при изменении температуры.

2.22. При расстановке неподвижных опор следует учитывать, что перемещение трубы в плоскости перпендикулярно стене ограничивается расстоянием от поверхности трубы до стены (рис. 2.4). Расстояние от неподвижных соединений до осей тройников должно быть не менее шести диаметров трубопровода.

2.23. Запорная и водоразборная арматура должна иметь неподвижное крепление к строительным конструкциям для того, чтобы усилия, возникающие при пользовании арматурой, не передавались на трубы PPRC.

2.24. При прокладке в одном помещении нескольких трубопроводов из пластмассовых труб их следует укладывать совместно компактными пучками на общих опорах или подвесках. Трубопроводы в местах пересечения фундаментов зданий, перекрытий и перегородок должны проходить через гильзы, изготовленные, как правило, из стальных труб, концы которых должны выступать на 20-50 мм из пересекаемой поверхности. Зазор между трубопроводами и футлярами должен быть не менее 10-20 мм и тщательно уплотнен несгораемым материалом, допускающим перемещение трубопроводов вдоль его продольной оси.

2.25. При параллельной прокладке трубы из PPRC должны располагаться ниже труб отопления и горячего водоснабжения с расстоянием в свету между ними не менее 100 мм.

2.26. Проектирование средств защиты пластмассовых трубопроводов от статического электричества предусматривается в случаях:

— отрицательного воздействия статического электричества на технологический процесс и качество транспортируемых веществ;

— опасного воздействия статического электричества на обслуживающий персонал.

При проектировании и эксплуатации таких трубопроводов должны выполняться положения **Ошибка! Закладка не определена.**

2.27. Для обеспечения срока службы трубопроводов горячего водоснабжения из труб PPRC не менее 25 лет необходимо поддерживать рекомендуемые режимы эксплуатации (давление, температуру воды), указанные в прил. 2.

2.28. Принимая во внимание диэлектрические свойства труб из PPRC, металлические ванны и мойки должны быть заземлены согласно соответствующим требованиям действующих нормативных документов.

### 3. Транспортирование и хранение труб

3.1. Транспортирование, погрузка и разгрузка полипропиленовых труб должны проводиться при температуре наружного воздуха не ниже минус 10 °С. Их транспортирование при температуре до минус 20 °С допускается только при использовании специальных устройств, обеспечивающих фиксацию труб, а также принятии особых мер предосторожности.

3.2. Трубы и соединительные детали необходимо оберегать от ударов и механических нагрузок, а их поверхности - от нанесения царапин. При перевозке трубы из PPRC необходимо укладывать на ровную поверхность транспортных средств, предохраняя от острых металлических углов и ребер платформы.

3.3. Трубы и соединительные детали из PPRC, доставленные на объект в зимнее время, перед их применением в зданиях должны быть предварительно выдержаны при положительной температуре не менее 2 ч.

3.4. Трубы должны храниться на стеллажах в закрытых помещениях или под навесом. Высота штабеля не должна превышать 2 м. Складевать трубы и соединительные детали следует не ближе 1 м от нагревательных приборов.

### 4. Монтаж трубопроводов

4.1. Монтаж трубопроводов ведется с применением труб, соединительных, крепежных деталей и арматуры, приведенных в прил. 3.

4.2. Соединение пластмассовых трубопроводов с металлическими следует производить с помощью комбинированных деталей (прил. 3).

4.3. Размеры опор должны соответствовать диаметрам трубопроводов. Для крепления пластмассового трубопровода можно использовать также опоры, выполненные по типовой серии 4.900-9 (разработчик ГПК СантехНИИпроект).

4.4. Конструкция скользящей опоры должна обеспечивать перемещение трубы в осевом направлении. Конструкция неподвижных опор может быть выполнена путем установки двух муфт рядом со скользящей опорой или муфты и тройника. Неподвижное крепление трубопровода на опоре путем сжатия трубопровода не допускается.

4.5. При проходе трубопровода через стены и перегородки должно быть обеспечено его свободное перемещение (установка гильз и др.). При скрытой прокладке трубопроводов в конструкции стены или пола должна быть обеспечена возможность температурного удлинения труб.

4.6. Для систем водоснабжения, эксплуатируемых только в теплый период года, допускается прокладка труб выше глубины промерзания грунтов. Для систем круглогодичной эксплуатации прокладку трубопроводов в земле следует выполнять с учетом требований **Ошибка! Закладка не определена.** С целью предотвращения разрушения трубопровода при изменении температуры, при прокладке его в земле рекомендуется укладка способом "змейка".

4.7. Прикладываемое усилие при соединении металлических труб с резьбовыми закладными элементами соединительных деталей из PPRC не должно вызывать разрушение последних.



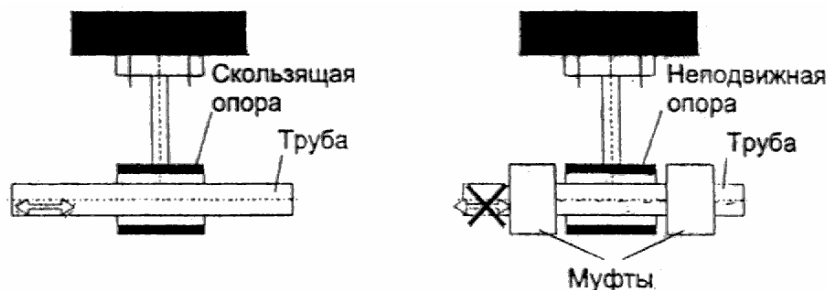


Рис. 4.1. Виды опор

4.8. Трубопровод из труб PPRC не должен примыкать вплотную к стене. Расстояние в свету между трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм или определяться конструкцией опоры.

## 5. Соединение труб

5.1. Основными способами соединений труб из PPRC при монтаже являются:

- контактная сварка в раструб;
- резьбовое соединение с металлическими трубопроводами;
- соединение с накладной гайкой;
- соединение на свободных фланцах.

5.2. Контактная сварка в раструб осуществляется при помощи нагревательного устройства (сварочный аппарат), состоящего из гильзы для оплавления наружной поверхности конца трубы и дорна для оплавления внутренней поверхности раструба соединительной детали или корпуса арматуры (рис. 5.1).

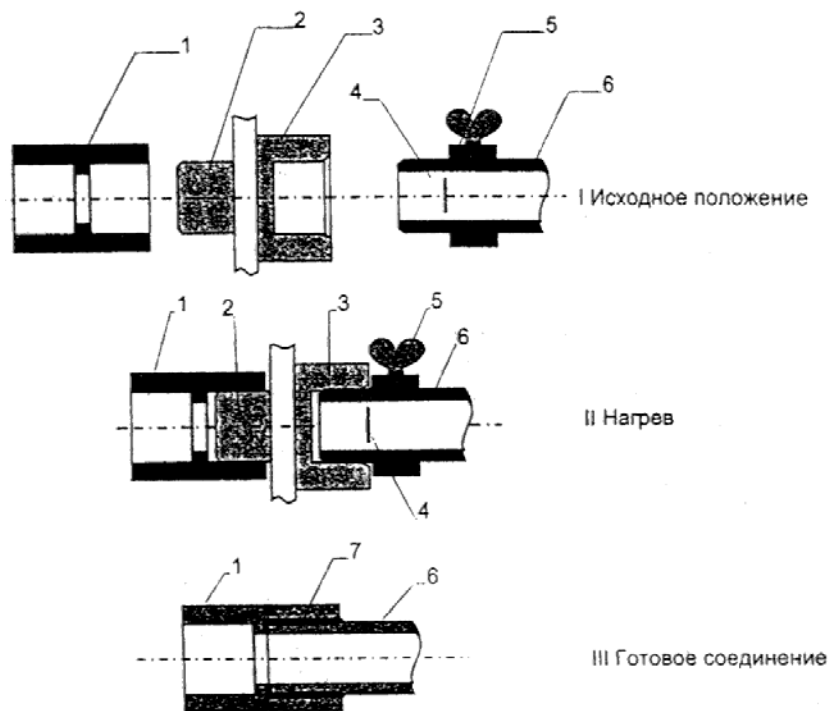


Рис. 5.1. Последовательность процесса контактной сварки в раструб трубы и муфты из PPRC.

1 - муфта; 2 - дорн нагревательного устройства; 3 - гильза нагревательного устройства; 4 - метка на внешней поверхности конца трубы; 5 - ограничительный хомут; 6 - труба; 7 - сварной шов.

5.3. Контактная раструбная сварка включает следующие операции:

- на сварочном аппарате (см. прил. 3) установить сменные нагреватели необходимого размера;
- включить сварочный аппарат в электросеть, рабочая температура на поверхности сменных нагревателей (+260 °С) устанавливается автоматически. Сигналом готовности сварочного аппарата к работе является выключение сигнальной лампочки;
- на конце трубы снять фаску под углом 30 град.;
- конец трубы и раструб соединительной детали перед сваркой очистить от пыли и грязи и обезжирить;
- на трубе нанести метку (или установить ограничительный хомут) на расстоянии от торца трубы до метки (или до края хомута), равном глубине раструба соединительной детали плюс 2 мм. Величина расстояния от торца трубы до метки для различных диаметров приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Наружный диаметр трубы, мм	16	20	25	32	40	50	63	75
Расстояние до метки, мм	15	17	19	22	24	27	30	32

— раструб свариваемой детали насадить на дорн сварочного аппарата, а конец вставить в гильзу до метки (до ограничительного хомута);

— выдержать время нагрева (см. табл. 5.2), после чего снять трубу и соединительную деталь с нагревателей, соединить друг с другом и охладить естественным путем.

Таблица 5.2.

Диаметр трубы, мм	Время нагрева, с	Технологическая пауза не более, с	Время охлаждения, мин.
16	5	4	2
20	6	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	8

После каждой сварки необходима очистка рабочих поверхностей дорна и гильзы нагревательного устройства от налипшего материала.

5.4. Время технологических операций сварки приведено в табл. 5.2 (при температуре наружного воздуха +20 °С).

5.5. При выполнении технологической операции "нагрев" не допускается отклонение осевой линии трубы от осевой линии нагревательного устройства более чем на 5 град. (рис. 5.2). Для диаметров труб более 32 мм, в случае если длина участка трубы более 2 м, необходимо использовать дополнительные подставки, обеспечивающие соосность трубы и нагревательного устройства.

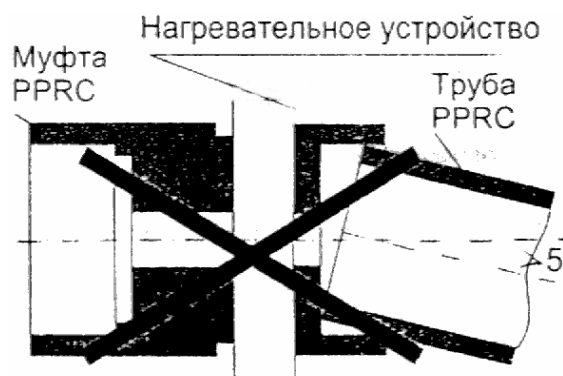


Рис. 5.2

5.6. Во время охлаждения запрещается производить любые механические воздействия на трубу или соединительную деталь после сопряжения их оплавленных поверхностей с целью более точной установки.

5.7. Внешний вид сварных соединений должен удовлетворять следующим требованиям:

— отклонение между осевыми линиями трубы и соединительной детали в месте стыка не должно превышать 5 °;

— наружная поверхность соединительной детали, сваренной с трубой, не должна иметь трещин, складок или других дефектов, вызванных перегревом деталей;

— у кромки раструба соединительной детали, сваренной с трубой, должен быть виден сплошной (по всей окружности) валик оплавленного материала, слегка выступающий за торцевую поверхность соединительной детали.

5.8. Контактную сварку полипропиленовых труб и деталей трубопровода следует проводить при температуре окружающей среды не ниже 0 °С. Место сварки следует защищать от атмосферных осадков и пыли.

5.9. Соединение на свободных фланцах (рис. 5.3) осуществляется с помощью втулок с буртом (прил. 3), привариваемых контактной сваркой на концы труб, и установкой на них свободно вращающихся фланцев.

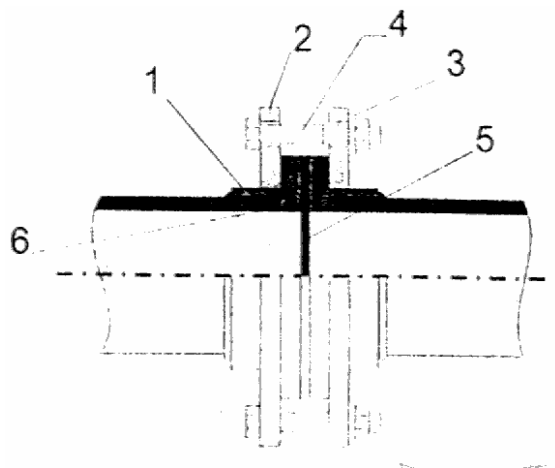


Рис. 5.3. Соединение труб из PPRC на свободных фланцах

- 1 - втулка с буртом;
- 2 - фланец;
- 3 - шайба металлическая;
- 4 - болт металлический;
- 5 - прокладка;
- 6 - сварной шов

5.10. При сварке труб PPRC диаметром более 40 мм следует использовать центрирующие приспособления.

5.11. Для получения разъёмных соединений труб из PPRC с металлическими трубами или арматурой применяют соединение с накидной гайкой (рис. 5.4).

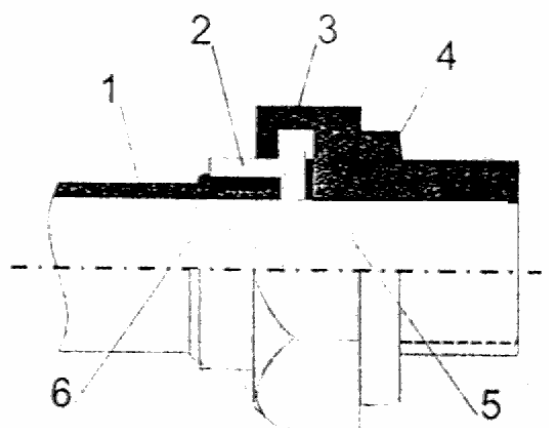


Рис. 5.4. Соединение с накидной гайкой

- 1 - труба из PPRC;
- 2 - деталь из PPRC;
- 3 - накидная гайка металлическая;
- 4 - резьбовая деталь;
- 5 - прокладка;
- 6 - сварной шов

5.12. Деталь 2 приваривается к трубе из PPRC контактной раструбной сваркой (пп. 5.2 и 5.3).

5.13. При соединении металлических труб с резьбовыми соединительными деталями из PPRC уплотнение осуществляется фторопластовой лентой (ФУМ) или другим уплотнительным материалом.

## 6. Испытание трубопроводов

6.1. Испытывать трубопровод следует при положительной температуре и не ранее чем через 16 ч после сварки последнего соединения.

6.2. Расчетное давление в трубопроводе и время испытания следует назначать согласно СНиП 3.05.01-85.

6.3. По окончании испытаний производится промывка трубопровода водой в течение 3 ч.

## 7. Требования по технике безопасности

7.1. При контакте с открытым огнем материал труб горит коптящим пламенем с образованием расплава и выделением углекислого газа, паров воды, непредельных углеводородов и газообразных продуктов.

7.2. Сварку трубосоединительных деталей следует производить в проветриваемом помещении.

7.3. При работе со сварочным аппаратом следует соблюдать правила работы с электроинструментом.

## 8. Нормативные ссылки

8.1. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий.

8.2. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

- 8.3. СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы.  
 8.4. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.  
 8.5. СНиП 3.02.01-85 Внутренние санитарно-технические системы.  
 8.6. СН 478-80 Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб.  
 8.7. СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб.  
 8.8. ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы).  
 8.9. ГОСТ 21553-76 Пластмассы. Метод определения температуры плавления.  
 8.10. ГОСТ 15173-70 Пластмассы. Метод определения среднего коэффициента линейного теплового расширения.  
 8.11. ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение.  
 8.12. ГОСТ 23630.1-79 Пластмассы. Метод определения теплоемкости.

**Приложение 1**

**Химическая стойкость труб и соединительных деталей из PPRC (по данным DIN 8078)**

Условные обозначения:

● - стоек;

◐ - условно стоек;

○ - не стоек;

— - недостаточная информация.

Следующие символы описывают химические концентрации:

VL: концентрация менее 10%;

L: концентрация более 10%;

GL: полная растворимость при 20 °С;

H: коммерческая оценка;

TR: технически чистая.

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20 °С	60 °С	100 °С
Ацетальдегид	TR	◐	—	—
Ацетальфенон	TR	●	●	—
Ангидрид уксусной кислоты	TR	●	—	—
Уксусная кислота, разбавленная	TR	●	◐	—
Уксусная кислота, разбавленная	40%	●	●	—
Ацетон	TR	●	—	—
Кислотный ацетангидрид	40%	●	●	—
Акрилонитрил	TR	●	◐	—
Адипиновая кислота	TR	●	●	—
Воздух	TR	●	●	●
Сульфат Alaune Me-Me III	GL	●	●	—
Аллиловый спирт, разбавленный	96%	●	●	—
Квасцы	TR	●	●	—
Хлорид алюминия	GL	●	●	—
Сульфат алюминия	GL	●	●	—
Амберная кислота	GL	●	●	—
Двуаминэтанол	TR	●	—	—
Аммиак, газ	TR	●	●	—
Аммиак, жидкость	TR	●	●	—
Анилин	TR	●	—	—
Аммиак, вода	GL	●	●	—
Ацетат аммония	GL	●	●	—
Карбонат аммония	GL	●	●	—
Хлорид аммония	GL	●	●	—
Фторид аммония	L	●	●	—
Нитрат аммония	GL	●	●	●
Фосфат аммония	GL	●	●	●
Сульфат аммония	GL	●	●	●
Ацетат амила	TR	◐	—	—
Амиловый спирт	TR	●	●	●
Анилин	TR	◐	◐	—
Гидрохлорид анилина	GL	●	●	—
Анон	TR	◐	◐	—
Анон (циклогексанон)	TR	◐	○	○
Антифриз	H	●	●	●
Трихлорид антмония	90%	●	●	—
Яблочная кислота	L	●	●	—
Яблочная кислота	GL	●	●	—
Яблочное вино (орто)	H	●	●	—
Царская водка	H	●	●	●
Мышьяковая кислота	40%	●	●	—

Мышьяковая кислота	80%	●	●	●
Гидроксид бария	GL	●	●	●
Соли бария	GL	●	●	●
Аккумуляторная кислота (электролит)	H	●	●	—
Пиво	H	●	●	●
Альдегид	GL	●	●	—
Смесь бензин-бензол	8090/2090	●	○	○
Бензол	TR	●	○	○
Хлорид бензола	TR	●	—	—
Бура	L	●	●	—
Борная кислота	GL	●	●	●
Бром	TR	○	○	○
Пары брома	Все	●	○	○
Бутадиен, газ	TR	●	○	○
Бутан (2) диол (1, 4)	TR	●	●	—
Бутандиол	TR	●	●	—
Бутантриол (1, 2, 4)	TR	●	●	—
Бутин (2) диол (1, 4)	TR	●	—	—
Ацетат бутила	TR	●	○	○
Бутиловый спирт	TR	●	●	●
Бутиловый фенол	GL	●	—	—
Бутиловый фенол	TR	○	—	—
Бутиленовый гликоль	10%	●	●	—
Бутиленовый гликоль	TR	●	—	—
Бутилен, жидкость	TR	●	—	—
Карбонат кальция	GL	●	●	●
Хлорид кальция	GL	●	●	●
Гидрохлорид кальция	GL	●	●	●
Гипохлорид кальция	L	●	—	—
Нитрат кальция	GL	●	●	—
Карболин	H	●	—	—
Диоксид углерода, газ	Все	●	●	—
Диоксид углерода, жидкость	Все	●	●	—
Карбонимоксид	Все	●	●	—
Карбонсulfид	TR	○	○	○
Каустиковая сода	60%	●	●	●
Хлорал	TR	●	●	—
Хлорамин	L	●	—	—
Хлорэтанол	TR	●	—	—
Хлорноватая кислота	1%	●	●	○
Хлорноватая кислота	10%	●	●	○
Хлорноватая кислота	20%	●	○	○
Хлор	0,5%	●	—	—
Хлор	1%	○	○	○
Хлор	GL	●	○	○
Хлор, газ	TR	○	○	○
Хлор, вода,	TR	○	○	○
Хлоруксусная кислота	L	●	●	—
Хлорбензол	TR	●	—	—
Хлороформ	TR	●	○	○
Хлорсульфоновая кислота	TR	○	○	○
Хромовая кислота	40%	●	●	○
Хромовая кислота/ серная кислота/ вода	15/35/50%	○	○	○
Хроtonовый альдегид	TR	●	—	—
Лимонная кислота	VL	●	●	●
Лимонная кислота	VL	●	●	●
Городской газ	H	●	—	—
Кокосовый жирный спирт	TR	●	●	—
Кокосовое масло	TR	●	—	—
Коньяк	H	●	●	—
Хлорид меди (II)	GL	●	●	—
Цианид меди (I)	GL	●	●	—
Нитрат меди (II)	30%	●	●	●
Сульфат меди	GL	●	●	—
Кукурузное масло	TR	●	●	—
Хлопковое масло	TR	●	●	—
Крезол	90%	●	●	—
Крезол	>90%	●	—	—
Циклогексан	TR	●	—	—
Циклогексанол	TR	●	●	—
Циклогексанон	TR	●	○	○
Декстрин	L	●	●	—
Глюкоза	20%	●	●	●
1,2 диаминэтан	TR	●	●	—

Дихлоруксусная кислота	TR	●	—	—
Дихлоруксусная кислота	50%	●	●	—
Дихлорбензин	TR	●	—	—
Дихлорэтилен (1, 1-1, 2)	TR	●	—	—
Дизельная смазка	H	●	●	—
Диэтиловый амин	TR	●	—	—
Диэтиловый эфир	TR	●	●	—
Дигликолевая кислота	GL	●	●	—
Дигексил фаталата	TR	●	●	—
Ди-исо октилфаталата	TR	●	●	—
Ди-исо пропилэфир	TR	●	○	—
Диметиформамид	TR	●	●	—
Диметиловый амин	100%	●	—	—
Ди-н бутиловый эфир	TR	●	—	—
Дионониловый фаталат	TR	●	●	—
Диоктиловый фаталат	TR	●	●	—
Диоксан	TR	●	●	—
Питьевая вода	TR	●	●	●
Этанол	L	●	●	—
Этанол +2% толуола	96%	●	—	—
Этилацетат	TR	●	●	○
Этиловый спирт	TR	●	●	●
Этиловый бензол	TR	●	○	○
Этиловый хлорид	TR	○	○	○
Этиленовый диамин	TR	●	●	—
Этиленовый гликоль	TR	●	●	●
Оксид этилена	TR	○	—	—
Кислота жирного ряда	20%	●	—	—
Жирные кислоты >C4	TR	●	●	—
Брожение солода	H	●	●	—
Соли удобрений	GL	●	●	—
Пленочная ванна	H	●	●	—
Фтор	TR	●	—	—
Кремнефтористоводородная кислота	32%	●	●	—
Формальдегид	40%	●	●	—
Муравьиная кислота	10%	●	●	●
Муравьиная кислота	85%	●	●	○
Фруктоза	L	●	●	●
Фруктовые соки	H	●	●	●
Фурфуриловый спирт	TR	●	●	—
Желатин	L	●	●	●
Глюкоза	20%	●	●	●
Глицерин	TR	●	●	●
Гликолиевая кислота	30%	●	●	—
Топленный животный жир	H	●	—	—
HCL/HNO <sub>3</sub>	75%/25%	○	○	○
Гептан	TR	●	●	○
Гексан	TR	●	●	—
Гексантриол (1, 2, 6)	TR	●	●	—
Гидразингидрат	TR	●	—	—
Фтороводородная кислота	48%	●	●	○
Соляная кислота	20%	●	●	—
Соляная кислота	20%-36%	●	●	●
Фтористоводородная кислота	40%	●	●	—
Фтористоводородная кислота	70%	●	●	—
Водород	TR	●	●	—
Хлористый водород	TR	●	●	—
Проксид водорода	30%	●	●	—
Цианистоводородная кислота	TR	●	●	—
Сернокислый гидроксиламмоний	12%	●	●	—
Лодиноный раствор	H	●	●	—
Изооктан	TR	●	●	○
Изопропил	TR	●	●	●
Керосин	H	●	●	○
а - оксипропионовая кислота	90%	●	●	—
Ланолин	H	●	●	—
Ацетат свинца	GL	●	●	○
Льняное масло	H	●	●	●
Смазочные масла	TR	●	●	○

Хлорид магния	GL	●	●	●
Гидроксикарбонат магния	GL	●	○	○
Соли магния	GL	●	●	—
Сульфат магния	GL	●	●	●
Ментол	TR	●	●	—
Метанол	TR	●	●	—
Метанол	5%	●	●	●
Метилацетат	TR	●	●	—
Метиламин	32%	●	—	—
Метилбромид	TR	○	○	○
Метилхлорид	TR	○	○	○
Метилэтилкетон	TR	●	●	—
Ртуть	TR	●	●	—
Соли ртути	GL	●	●	—
Молоко	H	●	●	●
Минеральная вода	H	●	●	●
Меласса	H	●	●	●
Моторное масло	TR	●	●	—
Природный газ	TR	●	—	—
Соли никеля	GL	●	●	—
Азотная кислота	10%	●	●	○
Азотная кислота	10-50%	●	○	○
Азотная кислота	>50%	○	○	○
2-нитролуол	TR	●	●	—
Азотистые газы	Все	●	●	—
Олеум (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + SO <sub>3</sub> )	TR	○	○	○
Оливковое масло	TR	●	●	●
Щавельная кислота	GL	●	●	○
Кислород	TR	●	—	—
Озон	0,5ppm	●	●	—
Парафиновые эмульсии	H	●	●	—
Парафиновое масло	TR	●	●	○
Перхлорная кислота	20%	●	●	—
Перхлорэтилен	TR	●	●	—
Нефть	TR	●	●	—
Эфир нефти	TR	●	●	—
Фенол	5%	●	●	—
Фенол	90%	●	—	—
Фенилгидрозин	TR	●	●	—
Гидрохлорид, фенил гидрозина	TR	●	●	—
Фосген	TR	●	●	—
Фосфаты	GL	●	●	—
Фосфорная (ортофосфорная) кислота	85%	●	●	●
Оксихлорид фосфора	TR	●	—	—
Фталивая кислота	GL	●	●	—
Фотоэмульсии	H	●	●	—
Ванны с фотоукрепителем	H	●	●	—
Пикриновая кислота	GL	●	—	—
Бихромат калия	GL	●	●	—
Бромат калия	10%	●	●	—
Бромид калия	GL	●	●	—
Карбонат калия	GL	●	●	—
Хлорат калия	GL	●	●	—
Хлорид калия	GL	●	●	—
Хромат калия	GL	●	●	—
Цианид калия	L	●	●	—
Фторид калия	GL	●	●	—
Гидрогенкарбоната калия	GL	●	●	—
Гидроксид калия	50%	●	●	●
Иодид калия	GL	●	●	—
Нитрат калия	GL	●	●	—
Перхлорат калия	10%	●	○	—
Перманганат калия	GL	●	○	—
Персульфат калия	GL	●	●	—
Сульфат калия	GL	●	●	—
Пропан, газ	TR	●	—	—
Пропанол (1)	TR	●	●	—
Пропаргиловый спирт	7%	●	●	—
Пропионовая (пропановая) кислота	>50%	●	—	—
Пропиленовый гликоль	TR	●	●	—
Пиридин	TR	●	●	—
Морская вода	H	●	●	●
Кремниевая кислота	Все	●	●	—
Кремнефтористая кислота	32%	●	●	—
Силиконовая эмульсия	H	●	●	—

Силиконовое масло	TR	●	●	●
Нитрат серебра	GL	●	●	●
Соли серебра	GL	●	●	—
Ацетат натрия	GL	●	●	●
Бензоат натрия	35%	●	●	—
Бикарбонат натрия	GL	●	●	●
Бисульфат натрия	GL	●	●	—
Бисульфит натрия	L	●	—	—
Карбонат натрия	50%	●	●	●
Хлорат натрия	GL	●	●	—
Хлорид натрия	VL	●	●	●
Хлорит натрия	2-20%	●	●	○
Хромат натрия	GL	●	●	●
Гидрат натрия	60%	●	●	●
Гипохлорид натрия	20%	○	○	○
Гипохлорид натрия	10%	●	—	—
Гипохлорид натрия	20%	●	●	○
Нитрат натрия	GL	●	●	—
Силикат натрия	L	●	●	—
Сульфат натрия	GL	●	●	—
Сульфид натрия	GL	●	●	—
Сульфид натрия	40%	●	●	●
Тиосульфат натрия	GL	●	●	—
Трифосфат натрия	GL	●	●	●
Соевое масло	TR	●	●	—
Крахмальный раствор	Все	●	●	—
Крахмальный сироп	Все	●	●	—
Диоксид серы	Все	●	●	—
Диоксид серы, газ	TR	●	●	—
Диоксид серы, жидкость	Все	●	●	—
Серная кислота	10%	●	●	●
Серная кислота	10-80%	●	●	—
Серная кислота	80%-TR	●	○	—
Олеум	Все	●	●	—
Триоксид серы	Все	●	●	—
Дягтерное масло	H	●	○	○
Тетрахлорэтан	TR	●	○	○
Тетрахлорэтилен	TR	●	●	—
Тетрахлорметан	TR	○	○	○
Тетраэтил свинца	TR	●	—	—
Тетрагидрофуран	TR	●	○	○
Тетрагидронафтален	TR	○	○	○
Трионилхлорид	TR	●	○	○
Гин (II) хлорид	GL	●	●	—
Гин (IV) хлорид	GL	●	●	—
Голуол	TR	●	○	○
Трихлорэтилен	TR	○	○	○
Трихлорацетиленовая кислота	50%	●	●	—
Трикрезилфосфат	TR	●	●	—
Тританоламин	L	●	—	—
Винный уксус	H	●	●	●
Ксилол, диметилбензол	TR	●	○	○
Дрожжи	Все	●	—	—
Цинк	GL	●	●	—
Триоктилфосфат	TR	●	—	—
Мочевина	GL	●	●	—
Вазелиновое масло	TR	●	●	—
Уксус	H	●	●	●
Винилацетат	TR	●	●	—
Стиральный порошок	VL	●	●	—
Вода, чистая	H	●	●	●
Воск	H	●	●	—
Винная кислота	10%	●	●	—
Вина	H	●	●	—



Приложение 2  
(справочное)

Допустимое рабочее давление при транспортировании воды в зависимости от температуры и срока службы (по данным DIN8077A1 и НИИМосстрой)

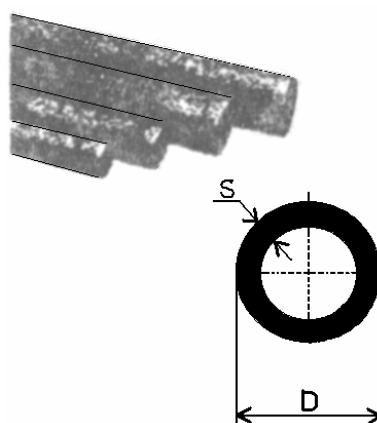
Температура, °С	Срок службы, лет	Рабочее давление, МПа	
		Тип трубы	
		PN 10	PN 20
20	10	1,35	2,71
	25	1,32	2,64
	50	1,29	2,59
30	10	1,17	2,35
	25	1,13	2,27
	50	1,11	2,21
40	10	1,04	2,03
	25	0,97	1,95
	50	0,92	1,84
50	10	0,87	1,73
	25	0,80	1,60
	50	0,73	1,47
60	10	0,72	1,44
	25	0,61	1,23
	50	0,55	1,09
70	5	0,60	1,20
	10	0,53	1,07
	25	0,45	0,91
	50	0,43	0,85
75	5	0,53	1,07
	10	0,46	0,93
	25	0,37	0,75
80	5	0,43	0,87
	10	0,39	0,79
	15	0,37	0,73
85	5	0,39	0,79
	10	0,29	0,61
90	5	0,33	0,66
95	5	-	0,54

Приложение 3

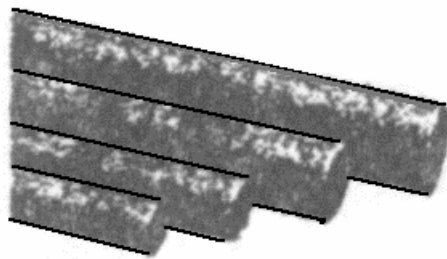
Сортамент труб и соединительных деталей из полипропилена PPRC

Размеры в таблицах указаны в миллиметрах.

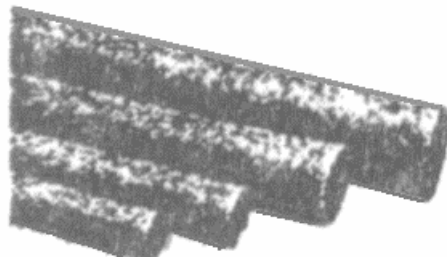
G" - обозначает размер в дюймах



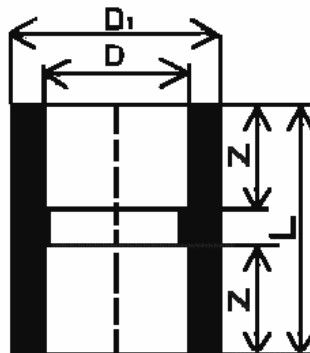
Труба PN10 (для холодной воды)			
D	s	кг/м	Код
20	1,9	0,107	BB10808
25	2,3	0,164	BB10810
32	3,0	0,267	BB10812
40	3,7	0,421	BB10814
50	4,6	0,652	BB10816
63	5,8	1,090	BB10818
75	6,9	1,450	BB10820
90	8,2	2,100	STR090P10



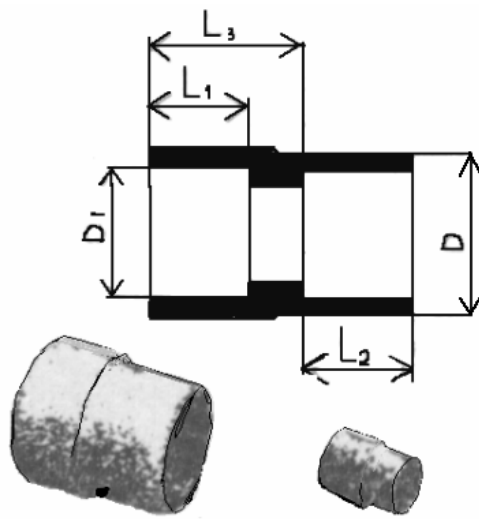
Труба PN 20 (для горячей, холодной воды)			
D	s	кг/м	Код
16	2,7	0,118	STR16P20
20	3,4	0,172	BB10008
25	4,2	0,266	BB10010
32	5,4	0,434	BB10012
40	6,7	0,671	BB10014
50	8,4	1,050	BB10016
63	10,5	1,650	BB10018
75	12,5	2,340	BB10020
90	15	3,400	STR090P20



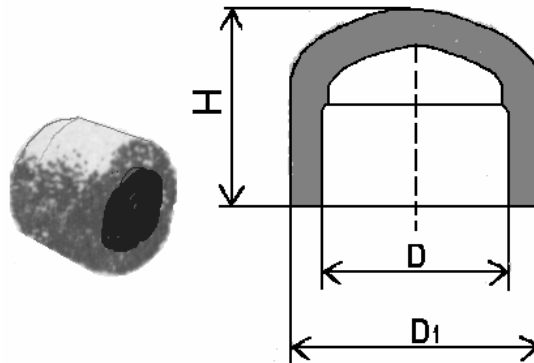
Труба армированная			
D	s	кг/м	Код
20	3,4	0,184	BA10108
25	4,2	0,282	BA10110
32	5,4	0,456	BA10112
40	6,7	0,705	BA10114



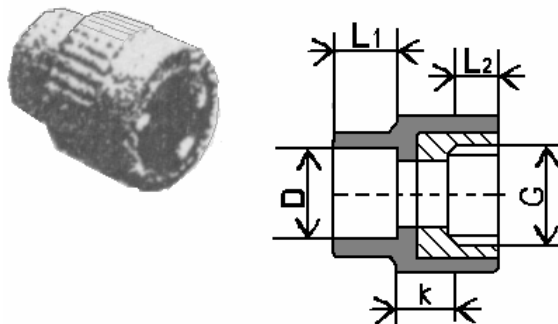
Муфта				
D	D1	L	Z	Код
16	25	29	12	SNA016
20	29	34	14	BM11008
25	34	37	16	BM11010
32	43	41	18	BM11012
40	52	46	20	BM11014
50	65	52	23	BM11016
63	80	60	27	BM11018
75	98	65	30	BM11020
90	115	71	33	SNA090



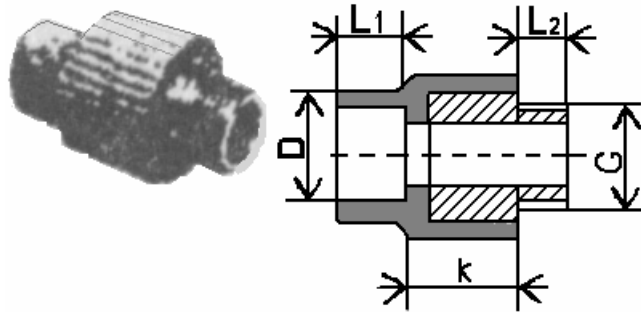
Муфта переходная				
D - D1	L1	L2	L3	Код
20-16	13	14	23	SRE12016
25-20	15	16	23	BR11112
32-20	17	16	26	BR11114
32-25	17	17	26	BR11116
40-25	19	18	32	BR11118
40-32	19	20	30	BR11120
50-32	22	20	35	BR11122
50-40	22	22	33	BR11124
63-40	26	22	43	BR11126
63-50	26	26	49	BR11128
75-50	38	28	44	BR11130
75-63	29	28	44	BR11132
90-63	27,5	28	49	SRE19063



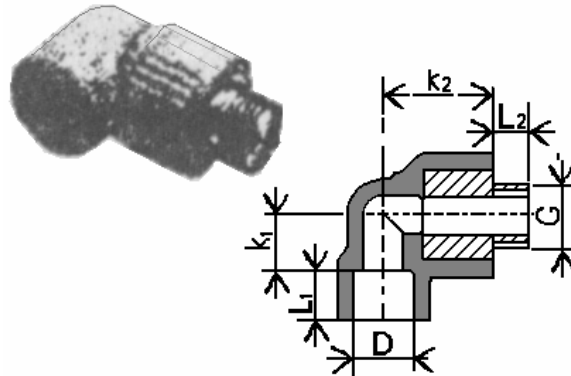
Пробка			
D	D1	H	Код
20	29	25	ВКВ14108
25	31	30	ВКВ14110
32	43	32	ВКВ14112
40	43	32	ВКВ14114
50	43	32	ВКВ14116
63	83	51	ВКВ14118
75	100	57	ВКВ14120



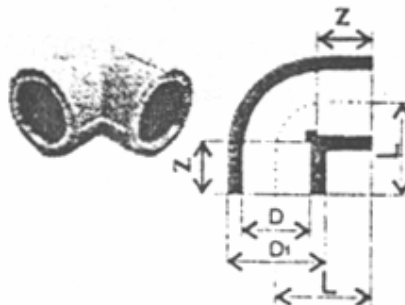
Муфта комб-ная (внутренняя резьба)				
D-G"	L1	L2	k	Код
16-1/2	17	13	12	SZI01620
20-1/2	18	12	12	BN21008
20-3/4	18	12	12	BN21010
25-1/2	18	12	12	BN21014
25-3/4	18	12	12	BN21012
32-1	22	16	16	BN21016



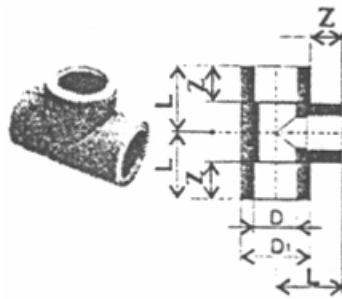
Муфта комб-ная (наружная резьба)				
D-G"	L1	L2	k	Код
16-1/2	16	13	28	SZE01620
20-1/2	16	12	29	BN21208
20-3/4	18	14	28	BN21210
25-1/2	18	14	28	BN21214
25-3/4	18	14	28	BN21212
32-1	22	16	32	BN21216



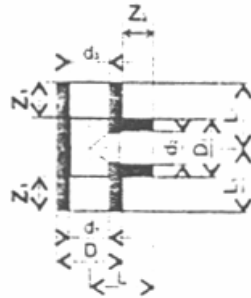
Угольник комб-ный (наружная резьба)					
D-G"	L1	k1	L2	k2	Код
20-1/2	16	18	12	36	BD23508
20-3/4	16	18	14	36	BD23510
25-1/2	18	21	14	36	BD23514
25-3/4	18	21	14	36	BD23512
32-3/4	20	21	14	36	BD23516
32-1	20	28	16	46	BD23518



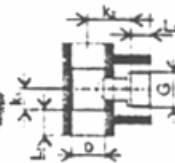
Угольник				
D	D1	L	Z	Код
16	25	21	12	SKO01690
20	29	28	14	BD12008
25	34	32	18	BD12010
32	43	36	18	BD12012
40	52	44	22	BD12014
50	65	52	26	BD12016
63	80	62	29	BD12018
75	98	70	34	BD12020
90	115	80	34	SKO09090



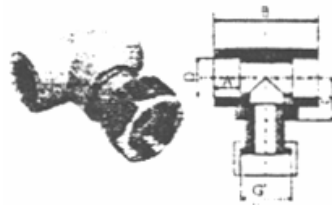
Тройник				
D	D1	L	Z	Код
16	25	22,5	12	STK016
20	29	28	16	BT13108
25	34	32	18	BT13110
32	43	36	18	BT13112
40	52	44	22	BT13114
50	65	52	26	BT13116
63	80	62	29	BT13118
75	98	70	30	BT13120
90	115	160	33	STK0902



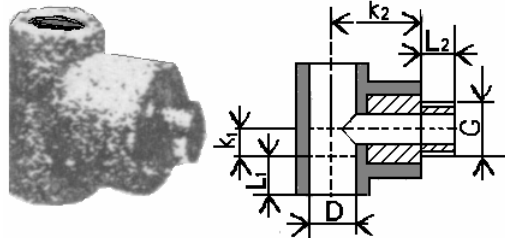
Тройник переходной							
d1-d2-d3	D	D1	L	L1	Z1	Z2	Код
20-16-20	29	25	23	32	16	12	STKR02016
25-20-20	34	29	32	32	16	15	BT13524
25-20-25	34	29	32	32	16	15	BT13522
32-20-20	43	34	38	38	18	17	BT13536
32-20-32	43	34	38	36	16	17	BT13534
32-25-20	43	34	38	36	16	18	BT13542
32-25-32	43	34	38	36	16	18	BT13540
40-20-20	53	29	29	36	18	18	BT13544
40-20-40	53	29	53	36	18	18	BT13546
40-25-25	53	34	34	40	14	12	BT13548
40-25-40	53	34	53	40	18	18	BT13550
40-32-32	53	43	43	40	14	21	BT13552
40-32-40	53	43	53	40	14	21	BT13554
50-32-50	65	43	45	52	26	21	STKR05032
50-40-50	65	53	45	52	26	24	STKR05040
63-32-63	80	43	49	65	29	21	STKR06332
63-40-63	80	53	50	65	29	24	STKR06340
63-50-63	80	65	55	65	29	26	STKR06350



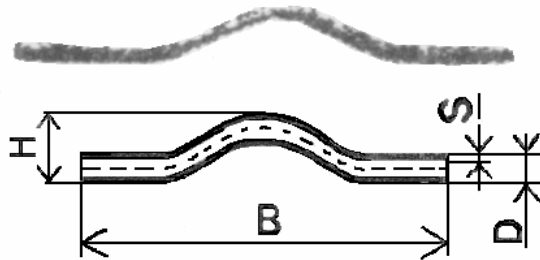
Тройник комб-ный (внутренняя резьба)					
D-G"	L1	k1	L2	k2	Код
20-1/2	15	12	12	24	BT25006
20-3/4	15	12	12	24	BT25008
25-1/2	19	18	12	24	BT25010
25-3/4	19	18	12	24	BT25012
32-1	20	22	14	18	BT25016



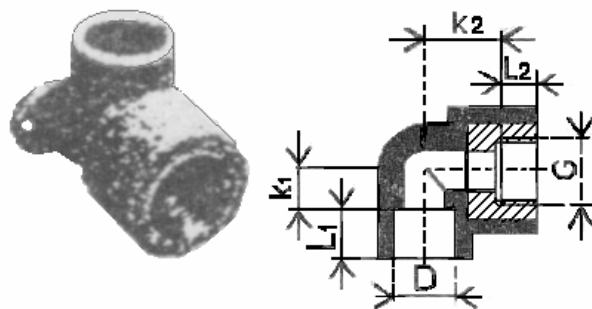
Тройник разъемный (внутренняя резьба)					
D	G	A	B	C	Код
20	3/4"	14,5	53	30	STKM02025
25	3/4"	16,0	64	36	STKM02525
25	1"	16,0	64	36	STKM02532
32	3/4"	18,0	70	45	STKM03225
32	1"	18	70	45	STKM03232



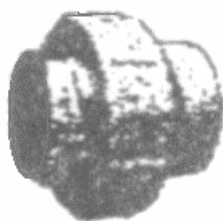
Тройник комб-ный (наружная резьба)					
D-G"	L1	k1	L2	k2	Код
20-1/2	15	12	12	36	BT25506
20-3/4	15	12	12	36	BT25508
25-1/2	19	18	12	36	BT25510
25-3/4	19	18	12	36	BT25512



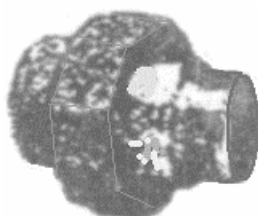
Скоба				
D	S	B	L	Код
20	4,0	53	365	BK16108
25	5,0	56	370	BK16110
32	6,4	68	376	BK16112
40	7,8	75	400	SKR040P20



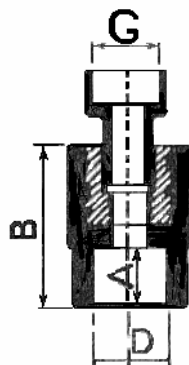
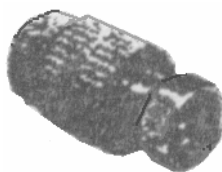
Угольник комб-ный, с креплением (внут. рез.)					
D-G"	l1	k1	l2	k2	Код
16-1/2	13	10	12	24	SNK016
20-1/2	16	12	12	24	BB20108
20-1/2	15	12	12	23	SNK020
25-3/4	16	24	12	29	SNK025



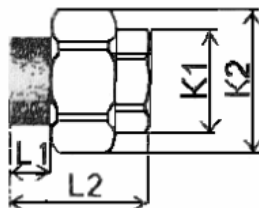
Муфта комб-ная (внутренняя резьба)	
D-G"	Код
32-1	BN21124
40-1 1/4	BN21126
50-1 1/2	BN21128
63-2	BN21130
75 1/2	BN21132



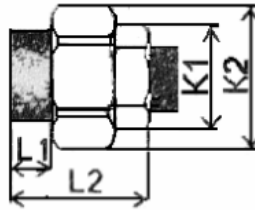
Муфта комб-ная (наружная резьба)	
D - G"	Код
32-1	BN21424
40-1 1/4	BN21426
50-1 1/2	BN21428
63-2	BN21430
75 1/2	BN21432



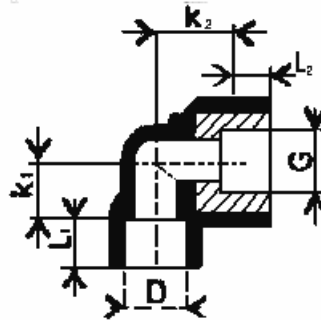
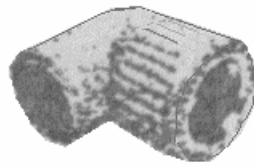
Муфта комб-ная разъемная (внутр. резьба)				
D	G	A	B	Код
16	1/2"	13	37	SZM01620
20	1/2"	40	40	SZM02020
20	3/4"	39	39	SZM02025
20	1"	45	45	SZM02032
25	1	47	47	SZM02532
32	1-1/4"	57	57	SZM03240



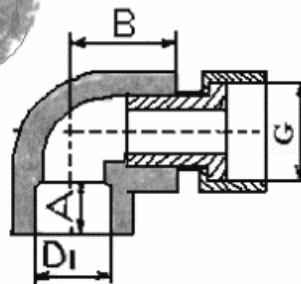
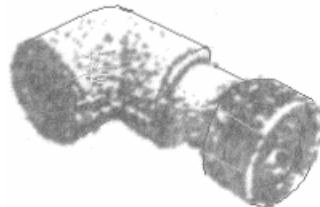
Муфта комб-ная разъемная (внутр. резьба)					
D-G"	L1	L2	K1	K2	Код
20-1/2	18	52	38	52	BN21108
20-3/4	16	42	28	38	BN21114
20-1	18	44	32	48	BN21116
25-3/4	18	51	38	52	BN21110
25-1	18	43	32	48	BN21118
32-1	20	51	38	52	BN21112



Муфта комб-ная разъемная (наружная резьба)					
D-G"	L1	L2	K1	K2	Код
20-1/2	16	51	28	38	BN21308
20-3/4	18	57	32	48	BN21314
20-1	18	64	38	52	BN21316
25-3/4	18	57	32	48	BN21310
25-1	18	65	38	52	BN21318
32-1	20	65	38	52	BN21312



Угольник комб-ный (внутренняя резьба)					
D-G	L1	k1	L2	k2	Код
20-1/2	16	18	12	24	BD23008
20-3/4	16	18	12	24	BD23010
25-1/2	18	18	12	24	BD23012
25-3/4	18	21	12	24	BD23014
32-3/4	20	21	12	24	BD23016
32-1	20	28	12	24	BD23018



Угольный комб-ный разъемный (внутр. резьба)			
D-G	A	B	Код
20-1/2"	14,5	27,0	SKOM02020
203/4"	14,5	27,0	SKOM02025

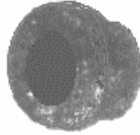


Пробка резьбовая	
d	Код
20	BK48110
25	BK48112

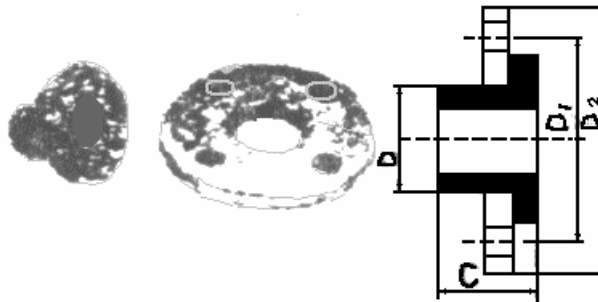




Опора	
D	Код
2×20	PRDV0202
2×25	PRDV0252



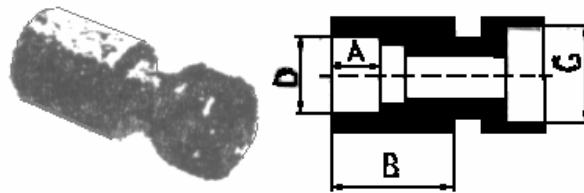
Сменные нагреватели к сварочному аппарату	
D	Код
16	NAP016
20	KP53202
25	KP53204
32	KP53206
40	KP53208
50	KP53210
63	KP53212
75	KP53214
90	NAP090



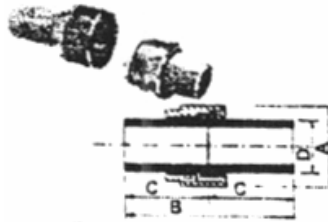
Фланец				
D	C	D1	D2	Код
40	58	80	135	SLNP040
50	60	110	145	SLNP050
63	62	125	160	SLNP063
75	72	150	195	SLNP075
90	92	160	195	SLNP090



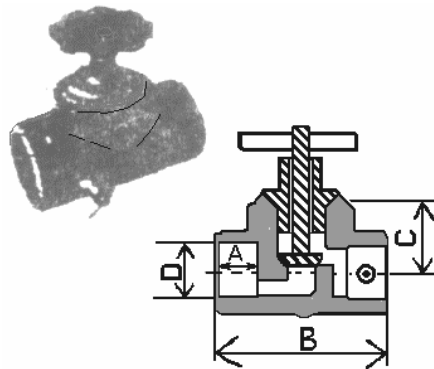
Муфта разъемная из PPRC	
d	Код
20	BR47310
25	BR47312
32	BR47314
40	BR47316



Муфта с накидной гайкой				
D	G	A	B	Код
16	1/2"	13	18,0	SNAM01620
20	1/2"	14,5	34,0	SNAM02020
20	3/4"	14,5	34,0	SNAM02025
25	3/4"	16,0	39,0	SNAM02525
25	1"	16,0	39,0	SNAM02532
32	1"	18,0	39,0	SNAM03232



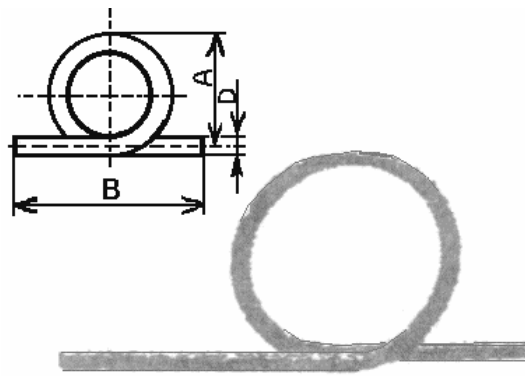
Разъемное соединение				
D	A	B	C	Код
20	30	75	37,5	SRS020
25	38	79	39,5	SRS025
32	46	95	47,5	SRS032



Вентиль с выпускным вентильном (правый)				
D	A	B	C	Код
40	20,5	65,0	25,5	SVEV040P
50	23,5	80,0	40,0	SVEV050P
63	27,5	80,0	55,0	SVEV063P
(левый)				
40	20,5	65,0	25,5	SVEV040L
50	23,5	80,0	40,0	SVEV050L
63	27,5	80,0	55,0	SVEV063L



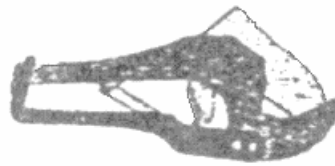
Опора для трубы диаметром		Код
D		
16		PRE016
20		BK49910
25		BK49912
32		BK49914
40		PRP040
63		PRP063



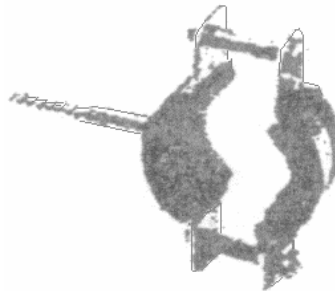
Компенсатор			
D	A	B	Код
16	180	290	SKS016P20
20	200	420	SKS020P20
25	205	410	SKS025P20
32	215	400	SKS032P20
40	275	420	SKS040P20



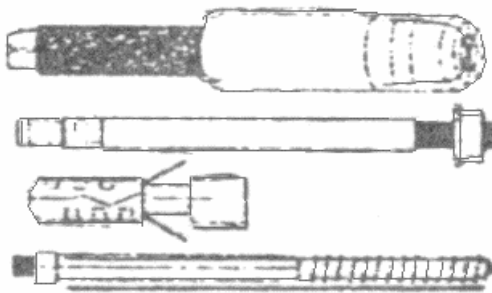
Комплект сварочного оборудования	
Наименование	Код
KC-1	KC52100
P4a1200W	SVAP4A1200
P4a800W	SVAP4A800



Резак			
труба:	Dmin	Dmax	Код
	0	32	BM53100
	32	63	NU063



Металлический хомут с резин. прокладкой	
d	Код
20	001DN1
25	002DN1
32	003DN1
40	004DN1
50	005DN1
63	006SDN
75	007SDN
100	008SDN
20-25	PRKM0225
32-40	PRKM03240
50-63	PRKM606350
20-25	PRK02025
32-40	PRK03240
50-63	PRK06350



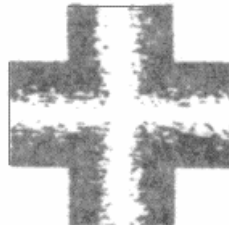
Дюбель			
D	I		Код
M8	32	металл	LC
M8	75	металл	LY
M8	45	пластмассовый	PD
M8	65	шуруп металлический	PS



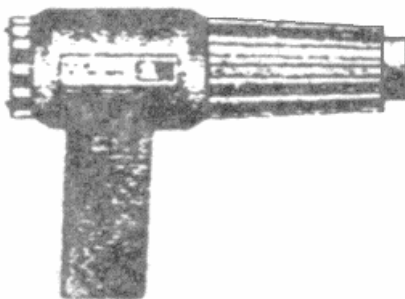
Шаровой кран из PPRC	
D	Код
20	SVEK020
25	SVEK025
32	SVEK032



Вентиль	
D	Код
20	BV40808
25	BV40810
32	SVE032
40	SVE040
50	SVE050
63	SVE063



Крестовина	
D трубы	Код
20	В113208
25	В113210
32	В113212



Пистолет тепловой	
Мощность	Код
1500 Вт	ПТВ 600

**ГОССТРОЙ РОССИИ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ**  
**ЦЕНТР НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**  
**ИНЖЕНЕРНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ**  
**В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект»**

**ТИПОВЫЕ ФОРМЫ**  
**КОНТРАКТОВ (ДОГОВОРОВ)**  
**МЕЖДУ ЗАКАЗЧИКОМ**  
**И ПРОЕКТИРОВЩИКОМ (ИЗЫСКАТЕЛЕМ)**

*с рекомендациями по их применению*

Содержат описание наиболее полного перечня ситуаций, которые могут встретиться при разработке проектной (изыскательской) документации и позволяют выбирать условия, необходимые для составления контракта (договора), с учетом специфики проектирования и строительства конкретных объектов.

РАЗРАБОТАНЫ ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект» по заказу Минстроя России.

*Предназначены для организаций — заказчиков проектной (изыскательской) продукции, проектных и изыскательских организаций вне зависимости от профиля проектируемых объектов и организационно-правовых форм их построения при создании (передаче) проектной и изыскательской продукции (работ, услуг) для строительства.*

Настоящая работа выполнена авторским коллективом в составе:

ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект» Госстроя России (С.А. Барченков — ответственный исполнитель, И.В. Нагайко, канд. экон. наук, М. С. Подольский — научный руководитель работ); ПНИИИС (канд. техн. наук Т.А. Ларина); ИМЦ «Стройизыскания» (В.Н. Демьянец, С.И. Рышлова).

В работе принимали участие: канд. экон. наук Р.Г. Андреев, Н.Н. Бизюкова, В.Л. Гаврилова, А.Н. Жилкина, канд. экон. наук О.Н. Ромашко, С. В. Ромашко.

**1. РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТИПОВЫХ ФОРМ**  
**КОНТРАКТОВ (ДОГОВОРОВ) МЕЖДУ ЗАКАЗЧИКОМ**  
**И ПРОЕКТИРОВЩИКОМ (ИЗЫСКАТЕЛЕМ)**

Рекомендации имеют целью упорядочить, типизировать и тем самым облегчить процессы подготовки, урегулирования разногласий и заключения контрактов (договоров)<sup>1</sup> между заказчиком и проектировщиком (изыскателем) на разработку (передачу) проектной (изыскательской) продукции с применением типовых форм при рыночных взаимоотношениях между участниками инвестиционной деятельности.

Освоение полноценных контрактных отношений на рынке проектной продукции потребует от заказчиков и исполнителей значительных усилий. За рубежом культура контрактных отношений складывалась на протяжении столетий. Формулировки отдельных пунктов контрактов уточнялись юристами высокой квалификации, а зачастую отшлифовывались в процессе судебных разбирательств. В развитых странах существуют многочисленные юридические фирмы, которые специализируются в вопросах подготовки и заключения контрактов.

Отечественным заказчикам и проектировщикам только предстоит выработать собственную культуру контрактных отношений и сделать это нужно будет быстро. В этой связи авторы Рекомендаций предлагают заинтересованным организациям установить контакты, совместно рассматривать сложные ситуации, которые возникают при подготовке и заключении контрактов, вырабатывать решения, наилучшим образом учитывающие интересы сторон.

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Основные фонды в общественном производстве создаются в результате функционирования инвестиционного комплекса, состоящего из предприятий и организаций, а также отдельных граждан — участников инвестиционной деятельности. Самостоятельными субъектами в инвестиционном комплексе являются заказчики (инвесторы), которые принимают решения о вложении собственных или заемных имущественных, финансовых или интеллектуальных ценностей, а также исполнители, привлекаемые заказчиками и выполняющие работы на различных этапах инвестиционной деятельности.

<sup>1</sup> Учитывая международную практику, вместо термина «договор» в дальнейшем изложении используется только термин «контракт».

1.2. Отношения между заказчиком и исполнителем регулируются контрактом, представляющим собой модель организационно-экономических и правовых предписаний, которые устанавливают организационно-технологическое и юридическое закрепление обязательств, прав и ответственности сторон на период действия контракта.

1.3. Система контрактных отношений в инвестиционном комплексе охватывает всех участников инвестиционной деятельности (заказчиков проектной продукции и проектировщиков, заказчиков изыскательской продукции и изыскателей, заказчиков оборудования и заводов-изготовителей, заказчиков

строительства и подрядчиков и т. д.). В настоящих Рекомендациях рассматриваются вопросы, которые имеют отношение только к контрактам между заказчиком проектной продукции и исполнителем-проектировщиком, заказчиком изыскательской продукции и исполнителем-изыскателем.

1.4. *Проектная продукция* — это результат комплекса основных и дополнительных работ и услуг исполнителя, выполняемых для заказчика по контракту, включая участие в подготовке исходных данных для проектирования, разработке проектной и другой технической документации для строительства, осуществление авторского надзора и наблюдения за ходом строительства, участие в приемке построенного объекта в эксплуатацию и др.

*Изыскательская продукция* — это результаты инженерно-геологических, топографо-геодезических, гидрометеорологических, инженерно-экологических и других работ, обеспечивающих комплексное изучение условий района, площадки, участка, трассы проектируемого строительства, местных строительных материалов и источников водоснабжения и получение необходимых и достаточных материалов для разработки обоснованных решений при проектировании и строительстве объектов, а также данных для составления прогноза изменений природной среды под воздействием строительства и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений для обоснования необходимости проектирования инженерной защиты сооружений и территорий.

1.5. Заказчиками проектной (изыскательской) продукции могут выступать юридические и физические лица, имеющие необходимые финансовые средства.

Заказчик может передать право управления контрактом с его стороны другому юридическому или физическому лицу, специализирующемуся на выполнении такого вида работ, которое является доверенным лицом заказчика, действует от его имени и представляет его интересы в течение всего периода инвестиционной деятельности. Имущественную ответственность перед исполнителем за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательств по контракту в любом случае несет заказчик.

1.6. Исполнителем, как правило, выступает проектная (изыскательская) организация (проектно-изыскательская, проектно-конструкторская и т.п.), зарегистрированная и получившая лицензию на строительную деятельность в установленном законодательством порядке.

1.7. Заказчиками и исполнителями могут быть также иностранные юридические лица и граждане, которые по законодательству своей страны могут вести предпринимательскую деятельность.

1.8. Исполнитель может по согласованию с заказчиком (если это предусмотрено условиями контракта) привлекать для выполнения комплекса или отдельных видов работ другие организации и физических лиц, заключая с ними необходимые соглашения. Ответственность перед заказчиком за выполнение всех работ в сроки, предусмотренные контрактом, и с надлежащим качеством несет исполнитель. В таком случае исполнитель — проектная организация будет выступать перед заказчиком в качестве генерального проектировщика, а перед привлекаемыми организациями-субпроектировщиками — в качестве заказчика. При составлении контрактов на создание (передачу) проектной продукции с субпроектировщиками могут быть использованы настоящие Рекомендации.

1.9. Заказчик может по согласованию с исполнителем заключать контракты непосредственно с субпроектировщиками на отдельные виды работ по созданию (передаче) проектной (изыскательской) продукции.

1.10. Проектная (изыскательская) продукция на рынке, как правило, предлагается не для обезличенного покупателя, а создается для конкретного заказчика, в определенное время, для использования на определенной площадке строительства, с заданными технико-экономическими показателями. Это должно учитываться при подготовке и заключении контракта на создание (передачу) проектной (изыскательской) продукции. Если проектная (изыскательская) продукция разработана по инициативе исполнителя для обезличенного заказчика, то контракт может заключаться на передачу проектной (изыскательской) продукции и оказание инженерно-консультационных услуг по ее использованию.

1.11. Контрактная документация состоит из текста контракта, дополнительных соглашений, изменений, дополнений, поправок и приложений к контракту, которые являются его неотъемлемой частью.

В приложения, как правило, включают необходимые пояснения и уточнения положений контракта. Ими, как правило, являются технические задания, календарные планы, графики, расчеты и обоснования и т. п.

1.12. В составе настоящих Рекомендаций приведены типовые формы контрактов на создание (передачу) проектной продукции (разд. 2) и изыскательской продукции (разд. 3) с инструкциями по их заполнению.

1.13. Обязательным условием использования предлагаемых типовых форм контрактов является экономическая самостоятельность и независимость заказчика и исполнителя. Это предполагает самостоятельное принятие решений при:

формировании портфеля заказов и определении показателей собственной производственно-хозяйственной деятельности;

выборе партнеров;

заключении соглашений и подписании контрактов;

определении договорных цен на проектную (изыскательскую) продукцию по соглашению сторон.

1.14. Контракт приобретает юридическую силу в результате последовательной реализации этапов подготовки, урегулирования разногласий и заключения контракта.

## **2. ПОДГОТОВКА, УРЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗНОГЛАСИЙ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОНТРАКТА**

### **2.1. Подготовка контракта**

На этапе подготовки стороны осуществляют выбор партнера и составляют проект контракта и условий страхования.

Для заявления о своем выходе на рынок исполнителю целесообразно использовать любые доступные виды и формы рекламной деятельности: объявления через средства массовой информации, издание рекламных проспектов, прямую почтовую рекламу и т.п. В рекламе, кроме традиционных сведений об основных направлениях деятельности, рекомендуется помещать информацию о профессиональных достижениях специалистов, привлекаемых к работе, численности и квалификационном составе работников, разработанных ранее наиболее престижных проектах (изыскательских работах), о круге своих партнеров.

Исполнителю целесообразно разослать потенциальным заказчикам информацию о своей специализации, финансовых, производственных и других возможностях, в том числе:

истории создания и перспективах развития организации;

территориальном расположении;

структуре организации и численности персонала, краткие сведения о ведущих специалистах, их опыте и профессионализме;

видах и объемах выполняемых работ, продукции и услугах, которые пользуются повышенным спросом;

основных объектах, запроектированных и построенных за последние годы, отзывы заказчиков;

финансовом состоянии за последние годы;

объемах работ, которые могут быть предложены для выполнения в ближайшие годы.

Такая информация позволит потенциальному заказчику определить круг приемлемых для него исполнителей и использовать ее как для проведения прямых переговоров с конкретным исполнителем, так и для размещения заказа на основе конкурса (тендера).

В случае достижения соглашения между заказчиком и исполнителем о сотрудничестве в реализации инвестиционных намерений заказчика подготовка проекта контракта традиционно поручается исполнителю. Заказчик может проявить инициативу в подготовке контракта, но в любом случае целесообразно предварительно известить исполнителя. К подготовке условий контракта рекомендуется привлекать представителей страховых компаний для определения условий страхования и юристов, которые впоследствии при необходимости могут быть привлечены к возможным арбитражным и судебным разбирательствам по контракту.

При использовании для подготовки контракта типовой формы следует точно придерживаться правил заполнения, указанных в инструкции.

### **2.2. Урегулирование разногласий**

В процессе подготовки и исполнения контракта у сторон могут возникать разногласия. Порядок урегулирования в период подготовки контракта должен предусматривать проведение переговоров по их рассмотрению с обязательным составлением протокола разногласий. Если в процессе рассмотрения разногласий стороны не придут к соглашению, то переговоры по решению сторон могут быть продолжены до его достижения либо заказчик вправе обратиться к другому исполнителю.

Если разногласия возникают в процессе исполнения контракта, то по инициативе заинтересованной стороны готовится проект дополнительного соглашения, которое после подписания становится неотъемлемой частью контракта.

### **2.3. Заключение контракта (дополнительного соглашения)**

Заключение контракта оформляется подписями уполномоченных должностных лиц каждой из сторон, заверенных печатями, на требуемом количестве экземпляров (как правило, не меньше двух и не более десяти). Для случаев, если в качестве заказчика выступает гражданин, его подпись рекомендуется заверить у нотариуса. В случае если гражданин выступает в качестве исполнителя, то заказчику целесообразно заключать не контракт, а договор подряда (трудовое соглашение).

## **2. ТИПОВАЯ ФОРМА**

### **КОНТРАКТА (ДОГОВОРА) НА СОЗДАНИЕ (ПЕРЕДАЧУ) ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **ИНСТРУКЦИЯ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ ТИПОВОЙ ФОРМЫ КОНТРАКТА (ДОГОВОРА) НА СОЗДАНИЕ (ПЕРЕДАЧУ) ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Настоящая Инструкция устанавливает правила заполнения типовой формы контракта (договора) в процессе его подготовки для рассмотрения и подписания, а также при внесении изменений в ходе его исполнения.

Типовая форма контракта (договора) содержит возможно полный перечень ситуаций, которые могут встретиться в процессе создания (передачи) и использования проектной продукции, и может применяться без перепечатки.

Изменения в типовую форму контракта (договора) могут вноситься путем изъятия из текста или добавления отдельных слов (цифр) и строк или путем ссылок на прилагаемые к контракту (договору) отдельные листы с примечаниями.

В соответствующие пункты контракта (договора), требующие заполнения, впечатываются или разборчиво вписываются чернилами или шариковой ручкой от руки отдельные цифры, слова, строки, на условиях, соответствующих договоренности сторон.



Изъятия из текста контракта (договора) следует выполнять только путем зачеркивания прямой линией чернилами или шариковой ручкой. Не допускается осуществлять изъятия путем стирания, забеливания или перепечатывания (переписывания от руки) изменений непосредственно в тексте типовой формы контракта (договора).

Добавления печатаются или вписываются от руки на отдельном листе «Примечания к контракту (договору)», а в тексте делается запись «См. примечания». Нумерация пунктов на листе «Примечания к контракту (договору)» должна соответствовать нумерации пунктов в тексте типовой формы контракта (договора). Если добавляются новые пункты, их нумерация должна продолжать нумерацию пунктов соответствующего раздела контракта (договора).

После подписания контракта (договора) не допускается вносить какие-либо изменения в его текст. Необходимые изменения и дополнения после подписания контракта (договора) следует оформлять дополнительными соглашениями к контракту (договору).

**КОНТРАКТ (ДОГОВОР) № \_\_\_\_\_  
на создание (передачу) проектной продукции**

г. \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

**Наименование и месторасположение  
объекта строительства  
(комплекса объектов)**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(наименование юридического лица)

в лице \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя и отчество руководителя)

действующего на основании \_\_\_\_\_  
(устава, положения, доверенности)

именуемое в дальнейшем «**Заказчик**», с одной стороны и \_\_\_\_\_

(наименование юридического (физического) лица)

в лице \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя и отчество руководителя)

действующего на основании \_\_\_\_\_  
(устава, положения, доверенности)

именуемое в дальнейшем «**Исполнитель**», с другой стороны заключили настоящий контракт о нижеследующем:

**1. ПРЕДМЕТ КОНТРАКТА**

1.1. Предметом настоящего контракта является комплекс основных и дополнительных работ и услуг по созданию (передаче) проектной продукции, выполняемых Исполнителем самостоятельно и с привлечением соисполнителей (субпроектировщиков и привлекаемых консультантов) на протяжении всего периода инвестиционной деятельности (предварительных технико-экономических оценок и расчетов инвестиций, проведения торгов (тендеров), заключения контракта (договора подряда) с Заказчиком, проектирования, строительства, ввода в действие объектов и освоения проектных мощностей.

1.2. Заказчик поручает, а Исполнитель принимает на себя выполнение следующих **ОСНОВНЫХ РАБОТ** по созданию (передаче) проектной продукции:

1.2.1. Участие в выборе и согласовании места размещения объекта строительства, в подготовке задания на проектирование или документа, его заменяющего.

1.2.2. Разработку проектной документации на стадии «проект».

1.2.3. Консультирование Заказчика по всем вопросам определения свободной (договорной) цены на строительство.

1.2.4. Разработку рабочей документации на основании утвержденного Заказчиком проекта.

1.2.5. Участие в подготовке данных, необходимых Заказчику для организации и проведения подрядных торгов, при подготовке и заключении контракта (договора подряда) на строительство объекта, включая разработку тендерной документации, определение состава и функций тендерного комитета, разработку проекта контракта (договора подряда) на строительство объекта.

1.2.6. Участие по поручению Заказчика в рассмотрении соображений и предложений специалистов, привлекаемых Заказчиком для проведения экспертизы проекта.

1.2.7. Участие в подготовке и получении Заказчиком документации для подготовки строительного производства (документов о разрешении выполнения строительно-монтажных работ, технической документации на геодезическую разбивочную основу для строительства, на право пользования землей, решений об отводе мест для складирования излишнего грунта и плодородного слоя почвы, необходимых для рекультивации земель и т.п.).

1.2.8. Размещение заказов на изготовление и поставку предусмотренного проектом оборудования и материалов по согласованному с Заказчиком перечню.

1.2.9. Посещение площадки строительства с интервалами, соответствующими этапам строительства или с другими интервалами, согласованными письменно с Заказчиком для того, чтобы иметь общее представление о ходе выполнения и качестве работ и о том, насколько выполненная работа после ее завершения будет соответствовать проекту.

1.2.10. Анализ и подтверждение Заказчику сумм, которые представляет Генеральный подрядчик для оплаты за выполненные строительные-монтажные работы. Подтверждение Исполнителя является не более чем точкой зрения, основанная на наблюдении за ходом строительства.

1.2.11. Осуществление авторского надзора за строительством.

1.2.12. Проведение консультаций и разъяснений по проектной документации по просьбе Заказчика или Генерального подрядчика.

1.2.13. Участие по просьбе Заказчика в обсуждении спорных вопросов, возникающих между Заказчиком и Подрядчиком.

1.2.14. Участие в приемке объекта в эксплуатацию.

1.2.15. Контроль качества работ по устранению недоделок и устранению дефектов, обнаруженных в период гарантийного срока эксплуатации объекта.

1.2.16. Проведение работ по подготовке и повышению квалификации кадров, необходимых для эксплуатации построенного объекта.

1.2.17. Оказание Заказчику технической помощи при выходе объекта на запланированные технико-экономические показатели.

1.3. Заказчик поручает, а Исполнитель принимает на себя выполнение ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАБОТ. Дополнительные работы выполняются Исполнителем только при письменном подтверждении Заказчиком и оплачиваются дополнительно к договорной цене, определенной в настоящем контракте.

Если Исполнитель считает необходимым выполнять дополнительные работы, не предусмотренные в п. 1.3, то Исполнитель обязан уведомить Заказчика до начала выполнения этих работ. Если Заказчик в письменной форме извещает Исполнителя о том, что часть или все дополнительные работы не требуются, то Исполнитель не обязан их выполнять.

Дополнительными работами являются:

1.3.1. Организация постоянного присутствия на площадке строительства представителей Исполнителя для осуществления авторского надзора за строительством.

1.3.2. Корректировка проектной документации в случае изменения в процессе проектирования выданных Заказчиком технических условий на проектирование, строительство и эксплуатацию объекта, а также в случае изменения возможностей Заказчика финансировать строительство объекта.

1.3.3. Корректировка проектной документации в случае если после ее передачи Заказчику изменились требования нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации объектов.

1.3.4. Корректировка проектной документации по просьбе Генерального подрядчика в связи с имеющимися в его распоряжении оборудованием, материалами, механизмами, а также квалификацией работников.

1.3.5. Консультирование Генерального подрядчика по переделке выполненных строительные-монтажные работ, необходимость которой вызвана пожаром или другими подобными причинами.

1.3.6. Консультирование Заказчика и Генерального подрядчика, необходимость которого возникает в связи с серьезными дефектами и недостатками в работе Генерального подрядчика.

1.3.7. Участие в качестве эксперта в процедуре арбитража или судебного разбирательства, за исключением случаев, в которых Исполнитель является истцом или ответчиком по вопросам, связанным с настоящим контрактом.

1.3.8. Выполнение обмерных работ по объектам, подлежащим сносу (переносу) на площадке строительства. Наблюдение за осадкой зданий и сооружений.

1.3.9. Координирование работ по строительству, осуществляемому несколькими подрядчиками или собственными силами Заказчика.

1.3.10. Выполнение обязанностей технического надзора Заказчика.

1.3.11. Составление исполнительной документации на строительство, включая смету по фактическим затратам.

1.3.12. Обмер и ведение учета объемов выполненных строительные-монтажные работ.

1.3.13. Проектирование интерьеров с подборкой для приобретения Заказчиком отделочных материалов, мебели, оборудования и т.п.

1.3.14. Консультирование Заказчика по другим аспектам объекта, которые не прорабатывались в проектной документации.

1.3.15. Другие работы, обычно не выполняемые в соответствии с общепринятой практикой отношений между Заказчиком и Исполнителем, в том числе:

- а) анализ потребностей рынка в продукции, производимой на запроектированном объекте;
- б) расчет рекомендуемого использования производственных мощностей;
- в) расчет ожидаемых полных затрат на строительство с учетом инфляционных процессов, выплат по кредитам и т.п.;
- г) расчет реальной прибыли производства в той ее части, которая остается после уплаты налогов и осуществления затрат на социальные нужды;
- д) прогноз экономического эффекта от деятельности запроектированного предприятия;
- е) \_\_\_\_\_

1.4. Определения терминов и понятий, используемых в настоящем контракте, приведены в прил. 1.

1.5. Технические, экономические и другие требования к проектной продукции, являющейся предметом настоящего контракта, в соответствии с которыми Исполнитель обязуется выполнить работы, изложены в

(наименование документа)

(см. прил. 2), которое является неотъемлемой частью настоящего контракта.

## 2. СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

2.1. Сроки начала и окончания основных работ или их этапов, устанавливаются в календарном плане, являющемся неотъемлемой частью контракта (см. прил. 3). В календарном плане указаны сроки начала и завершения работ, за пределами которых дальнейшее продолжение действия контракта невозможно. Задержка сроков, произошедшая не по вине Исполнителя (по вине Заказчика или организаций, привлекаемых Заказчиком), дают Исполнителю право на возмещение убытков и на продление срока действия контракта. Величина убытка определяется как упущенная выгода за время, равное сроку продления контракта.

2.2. Предельная продолжительность исправления проектной документации по замечаниям заказчика (органов экспертизы) составляет \_\_\_\_ дней, если условиями контракта не установлено иное.

2.3. Исполнитель в месячный срок после заключения контракта обязан представить Заказчику наименование и реквизиты субпроектировщиков и привлекаемых консультантов.

## 3. ЦЕНА РАБОТ И ПОРЯДОК РАСЧЕТОВ

3.1. Учитывая характер, значение и ответственность объекта, а также содержание, объем и сложность работ, предусмотренных разд. 1 настоящего контракта, стороны пришли к соглашению, что договорная цена основных работ по созданию (передаче) проектной продукции по контракту составляет:

\_\_\_\_\_ тыс. руб.,  
кроме того, НДС \_\_\_\_\_ тыс. руб.,  
спецналог \_\_\_\_\_ тыс. руб.

Кроме того, Заказчик обязуется ежегодно в течение \_\_\_\_ лет выплачивать Исполнителю дополнительно к указанной договорной цене на проектную продукцию \_\_\_\_ % годовой прибыли Заказчика от реализации результатов основных работ.

3.2. Учитывая сроки действия настоящего контракта, указанная в п. 3.1. договорная цена основных работ является открытой и подлежит уточнению в случае изменения цен и тарифов на материалы, оборудование, услуги сторонних организаций и другие затраты, условий оплаты труда работников Исполнителя, а также в случае принятия новых законов, издания указов, постановлений и других нормативных актов, регулирующих инфляционные процессы и индексацию доходов.

Договорная цена на проектную продукцию уточняется дополнительным соглашением сторон. Заказчик вправе не соглашаться на изменение договорной цены на проектную продукцию, если обстоятельства, ведущие к ее увеличению, наступили после истечения срока окончания работ (этапа) по календарному плану, задержанному по вине Исполнителя.

3.3. При выявлении в ходе работ по контракту необходимости и целесообразности внесения изменений или дополнений в его условия (в том числе в задание на выполнение работ и другие исходные данные), при необходимости корректировки принятой Заказчиком проектной продукции или по другим причинам, не зависящим от Исполнителя, а также при изменении ценообразующих факторов составляется дополнительное соглашение к контракту с учетом понесенных Исполнителем затрат.

3.4. Договорная цена дополнительных работ по созданию (передаче) проектной продукции определяется дополнительным соглашением к контракту.

3.5. Заказчик имеет право требовать от Исполнителя предоставления обоснования предлагаемой им величины договорной цены основных и дополнительных работ по созданию (передаче) проектной продукции.

3.6. Оплата работ производится:

- а) единовременно — за выполнение всего комплекса основных работ;
- б) поэтапно — в суммах, подлежащих выплате согласно календарному плану;
- в) с авансовым платежом в срок до \_\_\_\_\_  
в размере \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
с окончательным расчетом после приемки работ Заказчиком.
- г) \_\_\_\_\_

3.7. Основанием для оплаты работ является оформленный в установленном порядке акт сдачи-приемки проектной продукции (этапа выполнения работ по календарному плану).

Оплата должна производиться не позднее \_\_\_\_ дней с момента приемки работ и подписания Заказчиком акта сдачи-приемки проектной продукции (этапа выполнения работ по календарному плану) или истечения срока приемки работ, установленного п. 4.7 настоящего контракта.

3.8. Заказчик осуществляет оплату работ по собственной инициативе. Платежные документы Исполнителя (платежные требования-поручения, счета и т.п.) оплачиваются Заказчиком в установленном порядке.

3.9. Заказчик вправе задержать оплату выполненных Исполнителем работ в случае получения отрицательного заключения органов экспертизы на разработанную по контракту документацию до получения положительного.

3.10. Осуществление Заказчиком окончательного платежа означает его отказ от всех претензий к Исполнителю, а принятие окончательного платежа Исполнителем означает его отказ от всех претензий к Заказчику.

#### 4. ПОРЯДОК СДАЧИ И ПРИЕМКИ РАБОТ

4.1. Состав основных и дополнительных работ, а также перечень технической документации, подлежащих сдаче Заказчику на отдельных этапах выполнения и по окончании работ по контракту, определен в п.п. 1.2 и 1.3 настоящего контракта и календарном плане.

4.2. Исполнитель передает Заказчику предусмотренную контрактом документацию в следующем количестве экземпляров: \_\_\_\_\_

По просьбе Заказчика Исполнитель выдает сверх указанного количества дополнительные экземпляры документации с оплатой их изготовления дополнительно к договорной цене на проектную продукцию.

4.3. Технические, экономические и другие требования к проектной продукции, являющейся предметом настоящего контракта, в соответствии с которыми Заказчик принимает и оценивает результаты работ, изложены в \_\_\_\_\_

(наименование документа)

(см. прил. 2), которое является неотъемлемой частью настоящего контракта.

4.4. Передача результатов основных и дополнительных работ в целом и по отдельным этапам осуществляется сопроводительными документами Исполнителя. Результаты отдельных видов работ (авторский надзор, консультирование, обмерные работы и т.п.) могут оформляться документами установленной формы на месте их производства.

4.5. При завершении календарных этапов или работы в целом Исполнитель представляет Заказчику акт сдачи-приемки выполненных работ. Заказчик в течение \_\_\_\_\_ календарных дней со дня получения акта сдачи-приемки выполненных работ обязан направить Исполнителю подписанный акт или мотивированный отказ от приемки работ. Причиной отказа может быть некомплектность документации или несоответствие ее заданию на выполнение работы.

4.6. В случае мотивированного отказа Заказчика от приемки работ сторонами составляется двухсторонний акт с перечнем необходимых доработок и сроков их выполнения.

4.7. Если в \_\_\_\_\_-дневный срок после сдачи работ Заказчику подписанный акт сдачи-приемки работ или мотивированный отказ от приемки не поступит от Заказчика к Исполнителю, работа считается принятой и подлежащей оплате по оформленному Исполнителем одностороннему акту сдачи-приемки работ.

4.8. Работы, оформленные документами установленной формы на месте их производства (авторский надзор, консультирование, обмерные работы на площадке строительства и т.п.), считаются принятыми с момента оформления соответствующих документов.

#### 5. СТРАХОВАНИЕ

5.1. Для компенсации возможного ущерба, который могут понести стороны в процессе выполнения контракта, каждая из сторон обязуется заключить со страховыми организациями, осуществляющими на законных основаниях проведение соответствующих видов страхования, договоры страхования. Если одна из сторон не имеет намерения или возможности заключить договор страхования, то другая сторона вправе самостоятельно заключить соответствующий договор, а Исполнитель работ потребовать от Заказчика компенсации страховых платежей по договору страхования.

5.2. Заказчик обязуется заключить за свой счет договоры страхования на случай возникновения следующих рисков:

- а) неплатежеспособности Заказчика или временной задержки оплаты работ;
- б) потери доходов Исполнителя в связи со срывом или переносом сроков выполнения работ из-за несвоевременно полученных задания на разработку или исходных данных, а также их неполнотой или недостоверностью, из-за некачественного проведения изысканий, приостановления выполнения работ по требованию Заказчика.

5.3. Страховые суммы по указанным в п. 5.2 рискам устанавливаются в размере договорной цены работ на проектную продукцию.

5.4. Исполнитель обязуется заключить за свой счет договоры страхования на случай наступления следующих событий:

- а) причинения ущерба третьим лицам в связи с загрязнением окружающей среды вследствие реализации выполненной по контракту работы;
- б) убытков в связи с авариями и разрушением объектов, явившимися следствием реализации выполненной по контракту работы;
- в) убытков, понесенных Заказчиком из-за ошибок Исполнителя, допущенных при определении свободной (договорной) цены на строительную продукцию;
- г) убытков, понесенных Заказчиком из-за ошибок Исполнителя при выдаче заключений, согласовании и проведении экспертизы принятых проектных решений или проекта в целом.

5.5. Договоры страхования для страховых событий, указанных в п. 5.4 настоящего контракта, должны быть заключены в пределах следующих лимитов ответственности: \_\_\_\_\_

5.6. Страховое возмещение по договорам, заключенным и соответствии с п.п. 5.4 и 5.5 настоящего контракта, должно действовать в течение \_\_\_\_\_ лет.

5.7. Исполнитель заключает договоры страхования и включает страховые платежи в договорную цену на проектную продукцию по настоящему контракту на случай своих убытков из-за невыполнения условий

контракта в связи с превышением лимита времени согласующими инстанциями и экспертными органами, изменением нормативно-технической базы и технических условий, а также модификациями, связанными с развитием научно-технического прогресса (появлением, например, нового высокопроизводительного оборудования и технологий, материалов, конструкций, изделий), изменениями в окружающей природной среде, вызвавшими отклонения от ее нормального состояния. Договоры страхования заключаются на весь период исполнения работ по настоящему контракту на страховую сумму в размере договорной цены на проектную продукцию.

5.8. Для компенсации возможного ущерба, который могут понести стороны в связи с чрезвычайными обстоятельствами, возникающими не по вине сторон и препятствующими выполнению контракта (забастовки, крайне неблагоприятные погодные условия, изменения законодательства, эпидемии, блокирование транспортных путей при забастовках, землетрясения, наводнения, ограничения, вводимые правительством и т.п.), стороны предпринимают обязательное перекрестное страхование подобных событий.

5.9. Договоры страхования заключаются на весь период выполнения работ по настоящему контракту. Заказчик обязуется представить Исполнителю страховое свидетельство о заключении договора страхования до начала выполнения работ, а исполнитель — до окончательного расчета за выполнение работ по настоящему контракту.

## **6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ И АВТОРСКИХ ПРАВ**

6.1. Использование результатов работ по контракту осуществляется Заказчиком при строительстве и эксплуатации следующих объектов: \_\_\_

---

Чертежи, технические условия и другие документы, подготовленные Исполнителем для данных объектов, могут быть использованы Заказчиком только при строительстве и эксплуатации данных объектов, если другое не оговорено условиями контракта. Исполнитель рассматривается в качестве автора этих документов и сохраняет за собой права, несмотря на выплаченное ему вознаграждение, использовать чертежи, технические условия и другую документацию, разработанные по контракту, по своему усмотрению.

6.2. Чертежи, технические условия и другие документы, подготовленные Исполнителем в соответствии с условиями настоящего контракта, не могут быть использованы Заказчиком на других объектах, пристройках, кроме объектов, перечисленных в п. 6.1

Проектная продукция, разработанная по настоящему контракту, может быть использована Заказчиком для целей, не предусмотренных в контракте, только с письменного согласия Исполнителя. При этом представление или рассылка Заказчиком отдельных документов (чертежей, технических условий и др.), подготовленных Исполнителем, в ответ на официальные запросы государственных органов управления и других организаций, связанных со строительством и эксплуатацией запроектированных объектов, не рассматриваются как ущемление авторских прав Исполнителя.

6.3. Исполнителю запрещается использовать сведения, предоставленные ему Заказчиком, для любых других целей, кроме контрактных. Заказчик со своей стороны обязуется сохранять полную конфиденциальность о методах и способах реализации Исполнителем своих контрактных обязательств.

6.4. Исполнитель при разработке проектной продукции вправе применять по согласованию с Заказчиком изобретения и другие научно-технические достижения («ноу-хау»), полезные модели, промышленные образцы и др.) при условии, если Заказчик заключит лицензионные соглашения на право их использования.

6.5. Права на распоряжение и использование изобретений и других научно-технических достижений, созданных Исполнителем в ходе работ по контракту, принадлежат Исполнителю и оформляются в соответствии с действующим законодательством.

6.6. Исполнитель имеет право использовать результаты работ по контракту в рекламных целях для содействия собственной репутации, включать изображения объекта или отдельных его частей, в том числе фасадов и интерьеров, в свои профессиональные материалы. Указанные материалы Исполнителя не должны содержать конфиденциальную или собственную информацию Заказчика без письменного разрешения последнего.

6.7. Заказчик обязуется указывать Исполнителя во всех рекламных объявлениях, публикациях, фотографиях, строительных щитах и в других подобных материалах, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией объектов, для которых Заказчиком использована полученная по контракту проектная продукция.

## **7. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН И РАЗРЕШЕНИЕ СПОРОВ**

7.1. За невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств по настоящему контракту Заказчик и Исполнитель несут полную имущественную ответственность в соответствии с действующим законодательством.

7.2. Санкции за неисполнение или за ненадлежащее исполнение обязательств по контракту:

а) Исполнитель в полном объеме компенсирует Заказчику ущерб, понесенный Заказчиком из-за некачественного выполнения Исполнителем основных и дополнительных работ;

б) Исполнитель в полном объеме компенсирует Заказчику ущерб, понесенный Заказчиком из-за превышения сроков выполнения работ по вине Исполнителя;

в) при нарушении установленных контрактом сроков выполнения работ Исполнитель оплачивает Заказчику за каждый просроченный день, но не более \_\_\_ дней, штраф в размере \_\_\_% стоимости задержанной Исполнителем работы (этапа). При просрочке более \_\_\_ дней размер штрафа возрастает до \_\_\_% и общая сумма штрафа может составить до \_\_\_% стоимости задержанной Исполнителем работы (этапа);

г) Заказчик в полном объеме компенсирует Исполнителю ущерб, понесенный из-за несвоевременной оплаты или необоснованного отказа от оплаты выполненной работы. При необоснованном полном или частичном отказе от приемки работ или просрочке платежа против сроков, определенных в п.п. 3.6 и 3.7 контракта, Заказчик

выплачивает Исполнителю штраф в размере, соответствующем величине процентов за просроченный краткосрочный кредит на сумму, от уплаты которой он отказался, по ставке банка Исполнителя за период задержки расчетов против установленного контрактом срока;

д) при расторжении контракта по своей инициативе в одностороннем порядке, кроме случаев, предусмотренных в п.п. 8.4 и 8.5 контракта, сторона-инициатор выплачивает другой стороне неустойку в размере \_\_\_\_ % цены невыполненного на день расторжения объема работ и покрывает убытки, связанные с непредвиденным расторжением контракта.

7.3. Уплата неустоек или возмещение причиненных убытков не освобождают виновную сторону от выполнения работ, за исключением случая расторжения контракта.

7.4. Исполнитель несет полную ответственность за действия и упущения субпроектировщиков и привлекаемых консультантов.

7.5. Стороны освобождаются от ответственности за полное или частичное невыполнение обязательств по причине форс-мажорных обстоятельств (непреодолимой силы), а также за действия сторон при их возникновении. Та или другая сторона освобождается от ответственности за невыполнение своих обязательств лишь в том случае, если она докажет, что невыполнение было связано с независимыми от нее причинами, возникшими после подписания контракта, или эти причины не могли быть предусмотрены во время заключения контракта и что она (эта сторона) не могла избежать или устранить эти причины или их последствия.

7.6. При отсутствии специальных указаний в настоящем контракте Исполнитель не несет ответственность за обнаружение, нахождение, ввоз, вывоз или уничтожение опасных материалов на площадке строительства (взрывоопасных, токсичных, легковоспламеняющихся и т.п. материалов).

7.7. Претензии, споры и другие вопросы между сторонами решаются путем переговоров в духе взаимного уважения и сотрудничества, а при невозможности мирного урегулирования разногласий — передаются в арбитражный орган, в котором они подлежат разрешению в соответствии с действующим законодательством. В период арбитражного разбирательства Исполнитель обязан продолжать выполнение контракта, а Заказчик — оплачивать выполненные работы, если иное не будет предусмотрено соглашением в письменном виде.

## **8. ИЗМЕНЕНИЕ И РАСТОРЖЕНИЕ КОНТРАКТА**

8.1. Изменения в условия контракта вносятся только по письменному согласию сторон.

8.2. При выявлении в ходе работ по контракту необходимости и целесообразности внесения изменений и дополнений в его условия, при необходимости корректировки принятой Заказчиком проектной продукции или по другим причинам, не зависящим от Исполнителя, составляется дополнительное соглашение к контракту.

8.3. Контракт может быть расторгнут в двустороннем порядке по письменному соглашению между Заказчиком и Исполнителем

8.4. Заказчик вправе расторгнуть контракт в одностороннем порядке по своей инициативе в случае немотивированного превышения Исполнителем сроков выполнения работ, при необеспечении требуемого качества проектной продукции в соответствии с п. 1.5, а также при аннулировании лицензии Исполнителя на строительную деятельность.

8.5. Исполнитель имеет право расторгнуть контракт в одностороннем порядке по своей инициативе при задержке или отказе Заказчика в оплате выполненных Исполнителем работ.

8.6. В случае одностороннего расторжения контракта сторона-инициатор обязана направить контрагенту уведомление, в котором сообщается о намерении прекратить действие контракта. Если нарушение контрактных обязательств продолжается по истечении \_\_\_\_ дней со дня получения уведомления, ему направляется повторное уведомление. Если нарушение контрактных обязательств продолжается по истечении \_\_\_\_ дней со дня получения повторного уведомления, сторона-инициатор вправе направить виновной стороне решение о расторжении контракта и прекратить его исполнение.

8.7. Исполнитель не несет ответственности перед Заказчиком за причиненный ущерб, вызванный временной приостановкой работ с уведомлением в установленном порядке, но не окончившейся расторжением контракта.

8.8. Действие контракта может быть прекращено Заказчиком, если работа над объектом прекращена навсегда. При этом Заказчик обязан уведомить Исполнителя не менее чем за \_\_\_\_ дней.

8.9. В случае расторжения контракта не по вине Исполнителя Заказчик обязуется возместить понесенные Исполнителем расходы в пределах выполненного объема работ.

8.10. При наступлении форс-мажорных обстоятельств, подтвержденных соответствующими документами. Исполнитель вправе принять решение о приостановке работ. В случае когда форс-мажорные обстоятельства и их последствия могут продолжаться в течение длительного времени или когда при наступлении таких обстоятельств станет очевидным, что они будут действовать весьма длительные сроки, стороны проведут переговоры с целью установления приемлемых для сторон иных способов исполнения контракта или его расторжения с возмещением Исполнителю по специальному расчету причиненного ущерба.

8.11. Если в процессе выполнения работы выясняется неизбежность получения отрицательного результата или нецелесообразность дальнейшего проведения работы. Исполнитель должен приостановить работу и поставить об этом в известность Заказчика в \_\_\_\_-дневный срок после приостановления работ. В этом случае стороны обязаны в \_\_\_\_ -дневный срок рассмотреть вопрос о целесообразности и направлениях продолжения работ.

8.12. Все положения настоящего контракта обязательны для правопреемников и законных представителей Заказчика и Исполнителя.

## **9. ПРОЧИЕ УСЛОВИЯ**

9.1. Обязанности, права и ответственность Исполнителя на площадке строительства, предусмотренные настоящим контрактом, не должны меняться (ограничиваться или продляться) без письменного согласия Заказчика и Исполнителя.

9.2. Стороны обязуются обеспечить конфиденциальность информации, связанной с контрактом, к которой могут быть отнесены любые данные, предоставляемые сторонами друг другу и о которых условлено, что они имеют конфиденциальный характер, т.е. не разглашать, не публиковать и не использовать каким-либо иным способом в целом или по частям эти данные в пользу любых третьих лиц без предварительного согласия другой стороны в течение срока действия условий настоящего контракта.

9.3. Заказчик имеет право передавать управление контрактом с его стороны другому юридическому лицу или гражданину, которое является его доверенным лицом, действует от его имени и представляет его интересы в течение всего срока действия контракта. Имущественная ответственность перед Исполнителем за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательств по контракту несет Заказчик, а не его доверенное лицо.

9.4. Исполнитель не имеет права действовать от имени Заказчика, если это право не подтверждено письменным документом.

9.5. Все вопросы, относящиеся к настоящему контракту. Заказчик решает только с Исполнителем. Заказчик имеет право устанавливать прямые контакты с субпроектировщиками и привлекаемыми Исполнителем консультантами только по письменному согласию Исполнителя.

9.6. Заказчик обязуется назначить своего представителя, уполномоченного действовать от имени Заказчика.

9.7. Заказчик обязуется предоставить дополнительные исходные данные, если в составе работ по контракту имеются работы по реконструкции или модернизации объекта (результаты испытаний конструкций, оборудования, опасных материалов, анализы загрязнения воздуха и воды, результаты лабораторных и натурных испытаний и т.п.).

9.8. Если Заказчику станет известно о какой-либо поломке или дефекте на строительстве или несоответствии выполняемых работ проектной документации, он обязуется в письменной форме ставить Исполнителя в известность об отступлениях от проекта и обнаруженных дефектах при строительстве объекта.

9.9. Заказчик обязуется обеспечить уважительное отношение к Исполнителю на строительной площадке и в рекламных материалах по объекту.

9.10. Заказчик или его уполномоченный представитель должны изучать представляемые Исполнителем документы и своевременно принимать решения, относящиеся к его компетенции, чтобы избежать задержек выполнения работ.

9.11. Заказчик имеет право самостоятельно или с привлечением других юридических лиц и граждан выполнять связанные с контрактом, но не являющиеся предметом контракта работы. При этом, если Исполнитель считает, что из-за такого действия возникает задержка или дополнительная стоимость его работ, то Исполнитель должен письменно сформулировать свои претензии к Заказчику, а Заказчик обязан своевременно принять меры к урегулированию разногласий.

9.12. Исполнитель вправе приостанавливать выполнение контрактных обязательств в случаях согласования с Заказчиком осуществления или приемки строительно-монтажных работ с отступлениями от проекта.

9.13. Объем информации в проектной документации определяется Исполнителем по согласованию с Заказчиком, а также с учетом действующих норм и правил по оформлению проектной документации. Согласование с Заказчиком оформляется подписью его ответственного представителя на эталоне (образце) оформления проекта, представленном Исполнителем.

9.14. Исполнитель самостоятельно принимает решения о качестве проектной документации, передаваемой Заказчику в соответствии с условиями настоящего контракта. Заказчик не вправе вносить изменения в проектную документацию без согласия Исполнителя.

9.15. При посещения площадки строительства и наблюдении за ходом строительно-монтажных работ от Исполнителя требуется проведение контрольных обмеров выполненных работ или непрерывное наблюдение на площадке строительства для проверки качества и количества работ. Исходя из наблюдений на месте. Исполнитель предоставляет информацию Заказчику о ходе и качестве выполнения работ с тем чтобы со своей стороны оградить Заказчика от дефектов и недостатков в работе Генерального подрядчика.

9.16. Исполнитель вправе беспрепятственно наблюдать за ходом строительно-монтажных работ в течение их подготовки и выполнения. Он также имеет право проводить дополнительный осмотр или испытание конструкций независимо оттого, выполняется, монтируется или уже закончена данная деталь, в том числе потребовать от Генерального подрядчика (и последний обязан по первому указанию Исполнителя) произвести вскрытие, замер любой части работ и восстановить ее с требуемым качеством.

9.17. Исполнитель не осуществляет контроль за средствами, методами, последовательностью операций, техникой безопасности при выполнении строительно-монтажных работ. Исполнитель не контролирует выполнение графиков строительно-монтажных работ. Исполнитель не контролирует и не отвечает за действия или упущения Генерального подрядчика и других организаций, принимающих участие в выполнении строительно-монтажных работ.

9.18. Исполнитель вправе приостанавливать производство отдельных видов строительно-монтажных работ при осуществлении их с отступлениями от проекта, при нарушении технических условий и правил производства этих работ, а также неудовлетворительном их качестве на такой срок и в таком порядке, как что будет им предложено. Он также имеет право запрещать применение и давать указания о замене и вывозе с площадки строительства любых материалов и оборудования, которые по мнению Исполнителя не соответствуют установленным требованиям.

9.19. Если в процессе строительства возникает необходимость корректировки проектной документации, то стороны устанавливают причину, по которой она возникла. Если необходимость корректировки проектной документации возникла по вине Исполнителя, то он санкционирует и/или выполняет указанную корректировку без дополнительной оплаты. Если необходимость корректировки проектной документации возникла по вине Заказчика или Генерального подрядчика, то Исполнитель санкционирует и/или выполняет корректировку как дополнительную работу на условиях, изложенных в разд. 2.3 настоящего контракта.

9.20. Решения Исполнителя, принимаемые в процессе строительства, по вопросам, относящимся к

архитектурной выразительности и эстетическому восприятию объекта, являются окончательными.

## 10. СРОКИ ДЕЙСТВИЯ КОНТРАКТА

10.1. Срок вступления контракта в действие установлен с даты поступления в адрес Исполнителя контракта, подписанного Заказчиком.

10.2. Срок окончания действия контракта определяется датой окончания денежных расчетов между Заказчиком и Исполнителем.

## 11. КОНТРАКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

11.1. В состав документации, которая является неотъемлемой частью контракта, входят дополнительные соглашения (изменения, дополнения, поправки) и приложения к контракту.

11.2. Вся переписка и предшествующие переговоры, которые провели стороны до подписания контракта, теряют силу с момента вступления контракта в действие.

11.3. Все изменения и дополнения к контракту действительны только в письменной форме и в случае, если они оформлены в согласованном сторонами порядке.

11.4. В случае если содержание какого-либо пункта контракта оказывается недействительным или незаконным, действительность и законность других пунктов контракта сохраняется.

11.5. Контрактная документация составляется в \_\_\_ экземплярах — по \_\_\_ экземпляра для каждой из сторон.

## 12. ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА И РАСЧЕТНЫЕ СЧЕТА СТОРОН

Исполнитель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Заказчик \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

К контракту прилагаются и являются его неотъемлемой частью:

1. Определения терминов и понятий на \_\_\_ л.

2. Техническое задание или документ, его заменяющий, на \_\_\_ л.

3. Календарный план выполнения работ на \_\_\_ л.

4. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_

(подпись)

М.П.

\_\_\_\_\_

(подпись)

М.П.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*  
*к Контракту на создание*  
*(передачу) проектной продукции*  
*№ \_\_\_\_\_*  
*от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

**Авторский надзор за строительством** — наблюдение и контроль исполнителя за выполнением строительно-монтажных работ. Включает проверку соответствия выполненных строительно-монтажных работ проектным решениям, соблюдения технологии и качества производства работ, соответствия сертификатов (паспортов) и другой технической документации на конструкции, детали, строительные материалы и оборудование стандартам, техническим условиям и проектным решениям.

**Гарантийный срок** — срок гарантии эксплуатации законченного строительством и введенного в действие объекта, исчисляемый с даты приемки объекта в эксплуатацию, в период которого подрядчик обязан устанавливать причины и безвозмездно устранять выявленные дефекты, допущенные им в процессе строительства.

**Генеральный подрядчик** — организация, фирма, выполняющие по контракту (договору подряда) на строительство обязательства по строительству объекта, включая монтаж и наладку технологического и другого оборудования и прочие, связанные с ними работы и услуги. Генеральный подрядчик с согласия заказчика может привлекать к выполнению своих обязательств другие организации и фирмы в качестве субподрядчиков, но он всегда остается ответственным за выполненные субподрядчиками работы.

**Генеральный проектировщик** — проектная организация, ответственная за выполнение всего комплекса работ на основании контракта с заказчиком. Может привлекать специализированные проектные и изыскательские организации в качестве субпроектировщиков для выполнения отдельных видов работ и оказания услуг. С согласия генерального проектировщика могут заключаться прямые контракты между заказчиком и специализированными проектной и изыскательской организациями.



**Контракт (договор)** — настоящий документ с являющимися его неотъемлемой частью приложениями, а также всеми изменениями и дополнениями к нему, которые могут быть подписаны в период его действия, составленный на основе соглашения, достигнутого сторонами, подписавшими его, и наделяющий каждую из сторон правами и обязанностями по отношению друг к другу, на срок его действия.

**Консультант** — физическое или юридическое лицо, имеющее необходимую квалификацию, привлекаемое исполнителем для оказания помощи при выполнении основных и дополнительных работ по настоящему контракту.

**Лимит ответственности страховщика** — максимальная страховая сумма, зафиксированная в страховом договоре, которую страховщик может уплатить страхователю в случае наступления страхового события.

**Проектная продукция** — результаты основных и дополнительных работ, подлежащие приемке заказчиком в соответствии с условиями настоящего контракта.

**Работы** — работы, подлежащие выполнению исполнителем в соответствии с условиями настоящего контракта.

**Стороны** — физические и/или юридические лица, подписавшие контракт и выступающие в качестве Заказчика и Исполнителя.

**Строительная площадка** — земельный участок, предназначенный для сооружения объекта.

**Субпроектировщик** — проектная организация, ответственная за выполнение отдельных видов работ и оказание услуг, поручаемых генеральным проектировщиком.

**Страховая сумма** — это сумма, определенная договором страхования или установленная законом, не превышающая стоимости страхуемого объекта, исходя из которой устанавливаются размеры страхового взноса и страхового возмещения.

**Страховое возмещение** — выплата, производимая страховщиком в покрытие убытков страхователя в соответствии с заключенным договором страхования.

**Страховой случай (событие)** — любое повреждение, обесценивание или утрата имущества (права на имущество) страхователя вследствие предусмотренных условиями страхования обстоятельств, с наступлением которого возникает обязанность страховщика произвести выплату страхового возмещения страхователю, застрахованному лицу, выгодоприобретателю или иным третьим лицам.

**Тендерная документация** — комплект документов, содержащих информацию по организационным, техническим и коммерческим вопросам проведения торгов (условия проведения торгов, основные финансовые и коммерческие условия контракта, технико-экономические показатели объекта торгов, сведения о характере, видах и объемах предлагаемых на торгах работ и услуг, другие вопросы, которые должны найти отражение в предложениях участников торгов). Комплект тендерной документации разрабатывается специалистами заказчика, как правило, в создаваемом заказчиком тендерном комитете и передается фирмам и организациям — участникам торгов. Его можно приобрести за плату в тендерном комитете.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*  
*к Контракту на создание*  
*(передачу) проектной продукции*  
№ \_\_\_\_\_  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**  
**на создание (передачу) проектной продукции**

г. \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

**Наименование и месторасположение объекта строительства**  
**(комплекса объектов)**

---

---

---

---

Текст технического задания

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

Наименование этапа	Результаты работ по этапу	Сроки выполнения работ		Цена работ по этапу, тыс. руб.	Примечание
		начало	окончание		
1	2	3	4	5	6

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

**3. ТИПОВАЯ ФОРМА**

**КОНТРАКТА (ДОГОВОРА)  
НА СОЗДАНИЕ (ПЕРЕДАЧУ)  
ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

**ИНСТРУКЦИЯ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ ТИПОВОЙ ФОРМЫ  
КОНТРАКТА (ДОГОВОРА) НА СОЗДАНИЕ (ПЕРЕДАЧУ)  
ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Настоящая Инструкция устанавливает правила заполнения формы контракта (договора) в процессе его подготовки для рассмотрения и подписания, а также при внесении изменений в ходе его исполнения.

Типовая форма контракта (договора) содержит возможно полный перечень ситуаций, которые могут встретиться в процессе создания (передачи) и использования изыскательской продукции, и может применяться без перепечатки.

Изменения в типовую форму контракта (договора) могут вноситься путем изъятия из текста или добавления отдельных слов (цифр) и строк или путем ссылок на прилагаемые к контракту (договору) отдельные листы с примечаниями.

В соответствующие пункты контракта (договора), требующие заполнения, в печатываются или разборчиво вписываются чернилами или шариковой ручкой от руки отдельные цифры, слова, строки на условиях, соответствующие договоренности сторон.

Изъятия из текста контракта (договора) следует выполнять только путем зачеркивания прямой линией чернилами или шариковой ручкой. Не допускается осуществлять изъятия путем стирания, забеливания или перепечатывания (переписывания от руки) изменений непосредственно в тексте типовой формы контракта (договора).

Добавления печатаются или вписываются от руки на отдельном листе «Примечания к контракту (договору)», а в тексте делается запись «См. примечания». Нумерация пунктов на листе «Примечания к контракту (договору)» должна соответствовать нумерации пунктов в тексте типовой формы контракта (договора). Если добавляются новые пункты, их нумерация должна продолжать нумерацию пунктов соответствующего раздела контракта (договора).

После подписания контракта (договора) не допускается вносить какие-либо изменения в его текст. Необходимые изменения и дополнения после подписания контракта (договора) должны оформляться дополнительными соглашениями к контракту (договору).

**КОНТРАКТ (ДОГОВОР) № \_\_\_\_\_**  
**на создание (передачу) изыскательской продукции**

г. \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 199 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_ (наименование юридического (физического) лица)

в лице \_\_\_\_\_

(должность, фамилия, имя и отчество руководителя)

действующего на основании \_\_\_\_\_

(наименование документа)

именуемое в дальнейшем «**Заказчик**», с одной стороны и \_\_\_\_\_

(наименование юридического (физического) лица)

в лице \_\_\_\_\_

(должность, фамилия, имя и отчество руководителя)

действующего на основании \_\_\_\_\_

(наименование документа)

именуемое в дальнейшем «**Исполнитель**», с другой стороны заключили настоящий контракт о нижеследующем:

### 1. ПРЕДМЕТ КОНТРАКТА

1.1. Заказчик поручает, а Исполнитель в счет договорной цены изыскательской продукции, оговоренной в п. 4 контракта, принимает на себя выполнение работ и услуг по созданию (передаче) изыскательской продукции для \_\_\_\_\_

(название объекта строительства,

\_\_\_\_\_ стадия проектирования)

в соответствии с прилагаемой программой работ (прил. 3), разработанной Исполнителем и согласованной с Заказчиком.

1.2. Технические, экономические и другие требования к изыскательской продукции, являющейся предметом контракта, определены в техническом задании, приведенном в прил. 2, которое является неотъемлемой частью контракта.

1.3. Определения терминов и понятий, используемых в настоящем контракте, приведены в прил. 1.

### 2. ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ЗАКАЗЧИКА И ИСПОЛНИТЕЛЯ

2.1. Для выполнения настоящего контракта Заказчик обязуется:

2.1.1. Передать Исполнителю в \_\_\_\_\_-дневный срок с момента вступления контракта в действие во временное пользование имеющиеся у Заказчика материалы ранее выполненных изысканий на площадке (участке, трассе) проектируемого строительства и другие материалы о природных, экологических и санитарно-технических условиях района, включая материалы топосъемок и данные по подземным коммуникациям, а также результаты научно-исследовательских работ, связанных с изучением природных условий района (площадки, участка, трассы) строительства.

2.1.2. Получить разрешение и осуществить согласования, необходимые для организации и производства изысканий и за \_\_\_\_\_дней до начала полевых изыскательских работ передать Исполнителю документы, подтверждающие получение разрешений и согласований, включая при необходимости лесопорубочный билет.

2.1.3. В соответствии с графиком (прил. 5), являющимся неотъемлемой частью контракта, за свой счет осуществить подготовительные и сопутствующие работы, а также обеспечить Исполнителя оборудованием, материалами, изделиями и услугами.

2.1.4. В случае изменения принятых в техническом задании Заказчика проектных решений, в том числе при переносе (изменении) контуров зданий (сооружений) в плане, в \_\_\_\_\_-дневный срок информировать Исполнителя об этих изменениях.

2.1.5. Рассматривать предложения и требования Исполнителя, связанные с организацией и производством, объемами и сроками выполнения изысканий, и в \_\_\_\_\_-дневный срок принимать по ним решения.

2.1.6. Дать оценку полноты и качества изыскательской продукции (технического отчета, заключения) и соответствия его техническому заданию Заказчика и согласованной им программе изысканий.

2.1.7. Использовать изыскательскую продукцию с учетом ее целевого назначения и срока годности материалов изысканий, а в случаях задержки строительства на срок, превышающей срок годности материалов изысканий, переноса в натуре зданий и сооружений и (или) изменения их конструктивных особенностей, предусмотренных техническим заданием на производство изысканий, получить согласие Исполнителя о возможности использования материалов инженерных изысканий.

2.1.8. Произвести оплату выполненных Исполнителем работ в порядке, предусмотренном в разд. 4 настоящего контракта.

2.2. При выполнении работ по настоящему контракту в счет договорной цены изыскательской продукции, предусмотренной в разд. 4 контракта, Исполнитель обязуется:

2.2.1. При выявлении в процессе изысканий неблагоприятных природных условий, изучение которых не было предусмотрено программой изысканий, Исполнитель в \_\_\_\_-дневный срок должен информировать Заказчика о необходимости внесения соответствующих изменений в программу изысканий и календарный план выполнения работ.

2.2.2. В процессе изысканий в зависимости от результатов работ внести коррективы в программу работ, направленные на повышение достоверности и качества изысканий.

2.2.3. Обеспечить выполнение необходимых мероприятий по охране окружающей среды, зеленых насаждений и почвенного слоя во время проведения изыскательских работ, в том числе ликвидировать и при необходимости затампонировать все горные выработки, прощенные Исполнителем в процессе изыскательских работ.

2.2.4. Передать Заказчику изыскательскую продукцию (технический отчет, заключение и т.п. по результатам инженерных изысканий) в \_\_\_\_ экземплярах в соответствии с календарным планом выполнения работ (прил. 4).

2.2.5. Доработать за свой счет технический отчет (заключение) по результатам инженерных изысканий или внести в него исправления по замечаниям Заказчика, если эти замечания не противоречат условиям договора и согласованной с Заказчиком программе изысканий.

### 3. СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

3.1. Сроки начала и окончания работ или их этапов устанавливаются в календарном плане, являющемся неотъемлемой частью контракта (см. прил. 4). В календарном плане указаны сроки начала и завершения работ, за пределами которых дальнейшее продолжение действия контракта невозможно. Задержка сроков, произошедшая не по вине Исполнителя (по вине Заказчика или организаций, привлекаемых Заказчиком), дает Исполнителю право на возмещение убытков и на продление срока действия контракта. Величина убытка определяется как упущенная выгода за время, равное сроку продления контракта.

3.2. Предельная продолжительность исправления проектной документации по замечаниям заказчика составляет \_\_\_\_ дней, если условиями контракта не установлено иное.

### 4. ЦЕНА РАБОТ И ПОРЯДОК РАСЧЕТОВ

4.1. Учитывая характер, значение и ответственность объекта, а также содержание, объем и сложность работ, предусмотренных разд. 1 настоящего контракта, стороны пришли к соглашению, что договорная цена на изыскательскую продукцию по контракту составляет:

\_\_\_\_\_ тыс. руб.,  
кроме того, НДС \_\_\_\_\_ тыс. руб.,  
спецналог \_\_\_\_\_ тыс. руб.

4.2. Учитывая сроки действия настоящего контракта, договорная цена на изыскательскую продукцию является открытой и подлежит уточнению в случае изменения цен и тарифов на материалы, оборудование, услуги сторонних организаций и другие затраты, условий оплаты труда работников Исполнителя, а также в случае принятия новых законов, издания указов, постановлений и других нормативных актов, регулирующих инфляционные процессы и индексацию доходов.

Договорная цена уточняется дополнительным соглашением сторон. Заказчик вправе не соглашаться на изменение договорной цены на изыскательскую продукцию, указанной в п. 4.1, если обстоятельства, ведущие к ее увеличению, наступили после истечения срока окончания работ (этапа) по календарному плану (прил. 4), задержанного по вине Исполнителя.

4.3. При изменениях законодательных и нормативных актов, ухудшающих положение сторон по сравнению с их состоянием на период заключения настоящего контракта и приводящих к дополнительным затратам времени и денежных средств, договорная цена изыскательской продукции и новые сроки выполнения работ уточняются сторонами в дополнительных соглашениях к контракту.

4.4. Основанием для увеличения стоимости и/или сроков выполнения изыскательских работ могут быть обстоятельства непреодолимой силы.

4.5. В случае изменения по каким-либо причинам состава работ, их объемов и сроков в п.п. 4.1—4.3 изменения вносятся в соответствии с порядком, предусмотренным разд. 8 настоящего контракта.

4.6. В случае досрочного выполнения работ Заказчик оплачивает изыскательскую продукцию с доплатой к договорной цене в размере \_\_\_\_\_ тыс. руб.

4.7. Оплата выполненных Исполнителем работ производится:

а) единовременно, за выполнение всего комплекса работ, предусмотренных настоящим контрактом \_\_\_\_\_;

(предоплата, по окончании работ)

б) поэтапно, в суммах, предусмотренных календарным планом (прил. 4);

в) с авансовым платежом в срок до \_\_\_\_\_

в размере \_\_\_\_\_ тыс. руб.

с окончательным расчетом после приемки работ Заказчиком;

г) \_\_\_\_\_

4.8. Основанием для оплаты является подписанный с двух сторон акт сдачи-приемки изыскательской продукции.

4.9. Оплата выполненных Исполнителем работ производится Заказчиком не позднее \_\_\_\_ дней с момента подписания акта сдачи-приемки изыскательской продукции (этапа выполнения работ по календарному плану) с учетом п.п. 5.5 и 5.7 настоящего контракта.

4.10. Осуществление Заказчиком окончательного платежа означает его отказ от всех претензий к

Исполнителю, а принятие окончательного платежа Исполнителем означает его отказ от всех претензий к Заказчику.

## 5. ПОРЯДОК СДАЧИ И ПРИЕМКИ РАБОТ

5.1. Результаты работ (услуг), а также перечень технической документации, подлежащих сдаче Заказчику на отдельных этапах выполнения и по окончании работ, предусматриваемых настоящим контрактом, определены в прил. 4.

5.2. Изготовление для Заказчика дополнительных экземпляров технической документации сверх количества, оговоренного в п. 2.2.4. настоящего контракта, является дополнительной услугой Исполнителя, не предусмотренной в договорной цене на изыскательскую продукцию, и осуществляется по просьбе Заказчика с предоставлением им гарантийного письма об оплате.

5.3. Технические, экономические и другие требования к изыскательской продукции, созданной Исполнителем в ходе осуществления работ, предусмотренных настоящим контрактом, и в соответствии с которыми Заказчик принимает и оценивает результаты работ Исполнителя, изложены в п. 1.2 настоящего контракта.

5.4. Документация, содержащая результаты законченных Исполнителем работ в целом по контракту и/или по этапам, предусмотренным в календарном плане, передается Заказчику для приемки с актом сдачи-приемки выполненных работ, подписанных Исполнителем.

5.5. В течение \_\_\_ календарных дней со дня получения документации Заказчик обязан рассмотреть ее и вернуть Исполнителю подписанный со своей стороны акт сдачи-приемки работ либо предоставить Исполнителю мотивированный отказ от приемки работ в письменном виде.

5.6. В случае мотивированного отказа Заказчика от приемки работ сторонами составляется двусторонний акт с перечнем необходимых доработок и сроков их выполнения.

5.7. Если по истечении срока, указанного в п. 5.5, подписанный со стороны Заказчика акт сдачи-приемки работ либо мотивированный отказ от приемки в письменном виде не поступит к Исполнителю, то работа считается принятой без замечаний и подлежит оплате.

5.8. В случае досрочного выполнения работ Заказчик вправе досрочно принять и оплатить изыскательскую продукцию.

## 6. СТРАХОВАНИЕ

6.1. Для компенсации возможного ущерба, который могут понести стороны в процессе выполнения контракта, каждая из сторон обязуется заключить со страховыми организациями, осуществляющими на законных основаниях проведение соответствующих видов страхования, контракты страхования. Если одна из сторон не имеет намерения или возможности заключить договор страхования, то другая сторона вправе самостоятельно заключить соответствующий договор, а Исполнитель работ потребовать от Заказчика компенсацию страховых платежей по договору страхования.

6.2. Заказчик обязуется заключить за свой счет контракты страхования на случай возникновения следующих рисков:

а) неплатежеспособности Заказчика или временной задержки оплаты работ;

б) потери доходов Исполнителя в связи со срывом или переносом сроков выполнения работ из-за несвоевременно полученных заданий на разработку или исходных данных, а также их неполнотой или недостоверностью, приостановления выполнения работ по требованию Заказчика;

в) \_\_\_\_\_

6.3. Страховые суммы по указанным в п. 6.2 рискам устанавливаются в размере договорной цены на изыскательскую продукцию.

6.4. Исполнитель обязуется заключить за свой счет контракты страхования на случай наступления следующих событий:

а) причинения ущерба третьим лицам в связи с загрязнением окружающей среды вследствие выполненной по контракту работы;

б) убытков в связи с авариями и разрушением объектов, явившимися следствием выполненной по контракту работы;

в) убытков, понесенных Заказчиком из-за ошибок Исполнителя в изыскательской продукции;

г) \_\_\_\_\_

6.5. Договоры страхования для страховых событий, указанных в п. 6.4 настоящего контракта, должны быть заключены в пределах следующих лимитов ответственности \_\_\_\_\_

6.6. Страховое возмещение по договорам, заключенным в соответствии с п.п. 6.4 и 6.5 настоящего контракта, должно действовать в течение \_\_\_ лет.

6.7. Исполнитель заключает договоры страхования и включает страховые платежи в договорную цену на изыскательскую продукцию на случай своих убытков из-за невыполнения условий контракта в связи с превышением лимита времени согласующими инстанциями, изменением нормативно-технической базы и технических условий, изменениями в окружающей природной среде, вызвавшими отклонения от ее нормального состояния. Договоры страхования заключаются на весь период исполнения работ по настоящему контракту на страховую сумму в размере договорной цены на изыскательскую продукцию.

6.8. Для компенсации возможного ущерба, который могут понести стороны в связи с чрезвычайными обстоятельствами, возникающими не по вине сторон и препятствующие выполнению контракта (забастовки, крайне неблагоприятные погодные условия, изменения законодательства, эпидемии, блокирование транспортных путей при забастовках, землетрясения, наводнения, ограничения, вводимые правительством и т.п.), Исполнитель и Заказчик предпринимает обязательное перекрестное страхование подобных событий.

6.9. Договоры страхования заключаются на весь период выполнения работ по настоящему контракту. Заказчик обязуется представить Исполнителю страховое свидетельство о заключении договора страхования до начала выполнения работ, а Исполнитель — до окончательного расчета за выполнение работ по настоящему контракту.

## **7. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН И РАЗРЕШЕНИЕ СПОРОВ**

7.1. Исполнитель в полном объеме компенсирует Заказчику ущерб, понесенный Заказчиком из-за некачественного выполнения Исполнителем работ.

7.2. Заказчик в полном объеме компенсирует Исполнителю ущерб, понесенный Исполнителем из-за невыполнения и/или ненадлежащего выполнения принятых на себя обязательств по контракту.

7.3. При нарушении установленных контрактом сроков выполнения работ Исполнитель оплачивает Заказчику за каждый просроченный день штраф в размере \_\_\_\_\_ тыс. руб.

7.4. Заказчик в полном объеме компенсирует Исполнителю ущерб, понесенный из-за несвоевременной оплаты выполненных работ за каждый просроченный день в размере \_\_\_\_\_ тыс. руб.

7.5. Исполнитель несет ответственность за качество и сроки выполнения всех работ, определенных условиями настоящего контракта.

7.6. Исполнитель несет ответственность за действия и упущения привлекаемых им субподрядчиков и консультантов.

7.7. Стороны освобождаются от ответственности за полное или частичное невыполнение обязательств по настоящему контракту по причине экстремальных природных явлений, военных действий и других обстоятельств непреодолимой силы (форс-мажорные обстоятельства), которые делают невозможным или значительно ограничивают действия любой из сторон по исполнению условий настоящего контракта. Срок исполнения обязательств по настоящему контракту отодвигается соразмерно времени, в течение которого действовали обстоятельства непреодолимой силы, а также последствия, вызванные ими.

7.8. Если обстоятельства непреодолимой силы и (или) их последствия будут длиться более \_\_\_ месяцев, то стороны принимают совместное решение о дальнейших действиях.

Если стороны не смогут договориться в течение месяца, тогда каждая из сторон вправе потребовать расторжения контракта.

7.9. Спорные вопросы, возникающие в процессе исполнения настоящего контракта, по которым стороны не могут достичь соглашения, решаются арбитражным судом в установленном порядке.

## **8. ИЗМЕНЕНИЕ И РАСТОРЖЕНИЕ КОНТРАКТА**

8.1. Любые изменения и дополнения содержания контракта осуществляются только по письменному согласию сторон.

8.2. При необходимости внесения изменений и дополнений в содержание контракта в период его действия сторонами составляется дополнительное соглашение.

8.3. При внесении со стороны Заказчика дополнений и изменений в содержание контракта в период его действия Исполнитель имеет право приостановить выполнение работ до подписания дополнительного соглашения, уведомив при этом Заказчика.

8.4. Договор может быть расторгнут сторонами по обоюдному согласию, оформленному в письменном виде.

8.5. Заказчик вправе расторгнуть контракт в одностороннем порядке по своей инициативе в случае

---

8.6. Исполнитель имеет право расторгнуть контракт в одностороннем порядке по своей инициативе в случае

---

8.7. В случае одностороннего расторжения контракта сторона-инициатор обязана направить контрагенту письменное уведомление, в котором сообщается о намерении прекратить действие контракта.

8.8. Действие контракта может быть прекращено Заказчиком, если работа над объектом прекращена навсегда. При этом Заказчик обязан уведомить Исполнителя не менее чем за \_\_\_ дней.

8.9. При одностороннем расторжении Заказчиком контракта без претензий к Исполнителю Заказчик сообщает об этом Исполнителю и оплачивает по контрактной цене Исполнителю объем фактически выполненных работ и затраты по организации и ликвидации изыскательских работ и выплачивает дополнительно, как неустойку, штраф в размере \_\_\_% от договорной цены изыскательской продукции.

8.10. Если в процессе выполнения работ Исполнителем выявляются природные обстоятельства, отрицательно влияющие на принятие проектных решения, то он должен поставить об этом в известность Заказчика и имеет право приостановить выполнение работ. В этом случае стороны обязаны в \_\_\_ -дневный срок рассмотреть вопрос о целесообразности и направлениях продолжения работ.

8.11. Все положения настоящего контракта обязательны для правопреемников и законных представителей Заказчика и Исполнителя.

## **9. ПРОЧИЕ УСЛОВИЯ**

9.1. После подписания настоящего контракта все предыдущие письменные и устные соглашения, переписка, переговоры между сторонами, относящиеся к данному контракту, теряют силу.

9.2. Стороны обязуются нести все расходы, связанные с получением лицензий (сертификатов), необходимых

для выполнения изыскательских работ.

9.3. Стороны обязуются обеспечить конфиденциальность информации, связанной с контрактом, к которой могут отнести любые данные, предоставленные сторонами друг другу и о которых условлено, что они имеют конфиденциальный характер, т.е. не разглашать, не публиковать и не использовать каким-либо иным способом в целом или по частям эти данные в пользу любых третьих лиц без предварительного согласия другой стороны.

9.4. Все изменения и дополнения к настоящему контракту считаются действительными, если они оформлены в письменном виде и подписаны сторонами.

9.5. Заказчик имеет право на передачу изыскательской продукции третьей стороне при наличии письменного согласия Исполнителя на условиях, согласованных с Исполнителем.

## 10. СРОКИ ДЕЙСТВИЯ КОНТРАКТА

10.1. Срок вступления контракта в действие установлен с даты его подписания.

10.2. Срок окончания действия контракта определяется датой окончания денежных расчетов между Заказчиком и Исполнителем.

## 11. КОНТРАКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

11.1. В состав документации, которая является неотъемлемой частью контракта, входят дополнительные соглашения (изменения, дополнения, поправки) и приложения к контракту.

11.2. Вся переписка и предшествующие переговоры, которые провели стороны до подписания контракта, теряют силу с момента вступления контракта в действие.

11.3. Все изменения и дополнения к контракту действительны только в письменной форме и в случае, если они оформлены в согласованном сторонами порядке.

11.4. В случае, если содержание какого-либо пункта контракта оказывается недействительным или незаконным, действительность и законность других пунктов контракта сохраняется.

11.5. Контрактная документация составляется в \_\_\_\_\_ экземплярах — по \_\_\_\_\_ экземпляра для каждой из сторон.

## 12. ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА И РАСЧЕТНЫЕ СЧЕТА СТОРОН

**Исполнитель** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Заказчик** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

К контракту прилагаются и являются его неотъемлемой частью:

1. Термины и определения понятий на \_\_\_\_ л.
2. Техническое задание на создание (передачу) изыскательской продукции на \_\_\_\_ л.
3. Программа работ на создание изыскательской продукции на \_\_\_\_ л.
4. Календарный план выполнения работ на \_\_\_\_ л.
5. График выполнения Заказчиком обязательств по обеспечению Исполнителя оборудованием, материалами, изделиями, услугами и пр. на \_\_\_\_ л.
6. на \_\_\_\_ л.
7. на \_\_\_\_ л.

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

М.П.

М.П.

### ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

**Изыскательская продукция** — результаты инженерно-геологических, топографо-геодезических, гидрометеорологических, инженерно-экологических и других работ, обеспечивающих комплексное изучение условий района, площадки, участка, трассы проектируемого строительства, местных строительных материалов и источников водоснабжения и получение необходимых и достаточных материалов для разработки обоснованных решений при проектировании и строительстве объектов, а также данных для составления прогноза изменений природной среды под воздействием строительства и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений для обоснования необходимости проектирования инженерной защиты сооружений и территорий.

**Контракт (договор)**, именуемый в дальнейшем контракт — настоящий документ с являющимися его неотъемлемой частью приложениями, составленный на основе соглашения, достигнутого сторонами, подписавшими его, и наделяющий каждую из сторон правами и обязанностями по отношению друг к другу на срок его действия.

**Консультант** — физическое или юридическое лицо, имеющее необходимую квалификацию, привлекаемое Исполнителем для оказания помощи при выполнении работ по настоящему контракту.

**Предмет контракта** — комплекс работ и (или) услуг по созданию изыскательской продукции для осуществления предварительных технико-экономических оценок и расчетов инвестиций (включая выбор места размещения объекта), проведения торгов (тендеров), проектирования, строительства (реконструкции или расширения), ввода в действие объекта и его эксплуатации, выполняемых Исполнителем самостоятельно и (или) с привлечением соисполнителей и консультантов.

**Подготовительные и сопутствующие работы** — строительство временных зданий и сооружений (дорог, переездов, водоводов и пр.), расчистка и планировка площадок, аренда специальных и технических средств, а также другие вспомогательные работы, обеспечивающие реализацию предмета контракта.

**Стороны** — физические и (или) юридические лица, подписавшие контракт и выступающие в качестве Заказчика и Исполнителя.

**Срок годности** — период времени, устанавливаемый Исполнителем, в течение которого могут использоваться результаты работ, выполненных по контракту.

**Страховое возмещение** — выплата, производимая страховщиком в покрытие убытков страхователя в соответствии с заключенным договором страхования.

**Страховой случай (событие)** — любое повреждение, обесценивание или утрата имущества (права на имущество) страхователя вследствие предусмотренных условиями страхователя обстоятельств, с наступлением которого возникает обязанность страховщика произвести выплату страхового возмещения страхователю, застрахованному лицу, выгодоприобретателю или иным третьим лицам.

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ на создание (передачу) изыскательской продукции

(кому выдается: наименование организации Исполнителя)

#### 1. Общие сведения

1.1. Наименование объекта строительства \_\_\_\_\_

1.2. Характер строительства \_\_\_\_\_

(новое строительство, реконструкция,

расширение, техническое перевооружение)

1.3. Адреса и наименование организаций:

**Заказчика** \_\_\_\_\_

**Проектировщика** \_\_\_\_\_

1.4. Фамилии, инициалы и телефоны ответственных представителей:  
организации Заказчика \_\_\_\_\_  
проектной организации \_\_\_\_\_

#### 2. Основные требования к содержанию технического задания

2.1. Сведения об объекте строительства.

2.1.1. Характеристика объекта строительства (проектируемого предприятия), включая класс ответственности



зданий и сооружений в соответствии с ГОСТ 27751—88 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету», данные о воздействии объекта на природную среду и необходимых мероприятиях по охране природной среды и инженерной защите территорий и сооружений, а также другие данные и сведения, требуемые СНиП 1.02.07-87 «Инженерные изыскания для строительства».

2.1.2. Сведения о стадийности, сроках проектирования и строительства.

2.1.3. Данные о местоположении и границах площадки (участка, трассы), предназначенной для строительства объекта, и (или) конкурентоспособных вариантах.

2.1.4. Перечень имеющихся у Заказчика сведений о ранее выполненных инженерных изысканиях и исследованиях и мест их хранения.

2.2. Задание Исполнителю на выполнение изысканий, работ (услуг) с указанием требований к составу, точности, надежности, обеспеченности, достоверности определения необходимых данных при изысканиях, а также дополнительных требований по производству отдельных видов инженерных изысканий в соответствии с положениями СНиП 1.02.07-87 «Инженерные изыскания для строительства».

2.3. Требования Заказчика к составу, срокам и порядку представления отчетных материалов Исполнителем.

2.4. Перечень приложений к тексту Технического задания:

топографические планы и карты;

генеральные планы или схемы генеральных планов;

схемы с указанием границ площадок, участков, трасс изысканий, расположении контуров существующих и проектируемых зданий и сооружений, инженерных коммуникаций;

копия решения соответствующего органа государственного управления о предварительном согласовании места расположения всех конкурентоспособных вариантов площадок (трасс) или копия акта выбора площадки (трассы) строительства.

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(подпись)

Примечание. Составление технического задания осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 1.02.07-87 «Инженерные изыскания для строительства» и других нормативных документов, регламентирующих создание изыскательской продукции в зависимости от специфики проектируемого объекта строительства и природных условий.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

к *Контракту (договору) на создание  
(передачу) проектной продукции*  
№ \_\_\_\_\_

## ПРОГРАММА РАБОТ на создание изыскательской продукции

\_\_\_\_\_

(наименование организации Исполнителя)

### 1. Общие сведения

1.1. Настоящая программа работ составлена на основании технического задания на создание изыскательской продукции от «\_\_\_» № \_\_\_\_\_, выданного \_\_\_\_\_  
(наименование организации Заказчика)

1.2. Объект строительства (проектирования) \_\_\_\_\_  
(характеристика

\_\_\_\_\_ проектируемых зданий и сооружений, этап проектирования)

1.3. Местоположение объекта \_\_\_\_\_  
(административная принадлежность

\_\_\_\_\_ и границы площадки (участка, трассы) изысканий)

1.4. Цели и задачи работ \_\_\_\_\_

### 2. Основные требования к содержанию программы работ

2.1. Физико-географическая характеристика района работ и сведения о природных условиях района, в том числе влияющих на организацию и производство работ.

2.2. Характеристика и оценка изученности природных условия района строительства (участка, площадки, трассы), включая сведения о ранее выполненных изысканиях и возможности использования их результатов.

2.3. Обоснование изменения границ площадей проведения работ (при уточнении сферы взаимодействия объекта с природной средой), категорий сложности природных условий, состава, объемов, методов, технологии и последовательности выполнения работ, а также мест и времени производства отдельных видов работ на основе требований СНиП 1.02.07-87 «Инженерные изыскания для строительства» и других нормативных документов, регламентирующих создание изыскательской продукции в зависимости от специфики проектируемого объекта строительства и природных условий.

2.4. Обоснование необходимости выполнения научно-исследовательских работ для проектирования крупных

объектов или в сложных природных условиях.

2.5. Базовые качественные характеристики.

2.6. Требования к организации и производству работ, включая мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и санитарно-гигиеническому обслуживанию работающих.

2.7. Перечень отчетных материалов, сроки их представления Заказчику.

2.8. Приложения к Программе работ: графические материалы и документация, необходимые при производстве работ.

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Примечание. При проведении изысканий в простых природных условиях для строительства отдельных зданий и сооружений II — III классов ответственности и/или выполнении отдельных работ и услуг допускается взамен Программы работ составлять краткое предписание на производство этих работ без согласования его с Заказчиком.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*  
*к Контракту (договору) на создание*  
*(передачу) проектной продукции*  
*№ \_\_\_\_\_*

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Наименование этапа	Результаты работ по этапу (технический отчет, заключение, топографический план, материалы изысканий)	Сроки выполнения работ		Цена работ по этапу, тыс. руб.	Примечание
		начало	окончание		
1	2	3	4	5	6

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 5*  
*к Контракту (договору) на создание*  
*(передачу) проектной продукции*  
*№ \_\_\_\_\_*

### ГРАФИК

**выполнения Заказчиком обязательств по обеспечению  
Исполнителя оборудованием, материалами, изделиями,  
услугами и прочим в соответствии с условиями контракта**

Обязательства Заказчика	Единица измерения	Количество	Сроки поставки
1	2	3	4

**ЗАКАЗЧИК**

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

**от 13 февраля 2006 года N 83**

**Об утверждении Правил определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и Правил подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения**

В соответствии со статьей 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации Правительство Российской Федерации

постановляет:

1. Утвердить прилагаемые:

Правила определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения;

Правила подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения.

2. Признать утратившим силу раздел III Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 12 февраля 1999 г. N 167 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 8, ст.1028).

Председатель Правительства  
Российской Федерации  
М.Фрадков

УТВЕРЖДЕНЫ  
постановлением Правительства  
Российской Федерации  
от 13 февраля 2006 года N 83

**ПРАВИЛА**

**определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения**

1. Настоящие Правила регулируют отношения между организацией, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, органами местного самоуправления и правообладателями земельных участков, возникающие в процессе определения и предоставления технических условий подключения строящихся, реконструируемых или построенных, но не подключенных объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения (далее - технические условия), включая порядок направления запроса, порядок определения и предоставления технических условий, а также критерии определения возможности подключения.

Настоящие Правила применяются также в случаях, когда в результате строительства (реконструкции) сетей инженерно-технического обеспечения либо оборудования по производству ресурсов требуется подключение к технологически связанным сетям инженерно-технического обеспечения.

2. В настоящих Правилах используются следующие понятия:

"ресурсы" - холодная и горячая вода, сетевой газ, электрическая и тепловая энергия, используемые для предоставления услуг по электро-, тепло-, газо- и водоснабжению;

"сети инженерно-технического обеспечения" - совокупность имущественных объектов, непосредственно используемых в процессе электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения. При подключении объектов капитального строительства непосредственно к оборудованию по производству ресурсов либо к системам водоотведения и очистки сточных вод при отсутствии у организации, осуществляющей эксплуатацию такого оборудования, сетевой инфраструктуры указанная организация является организацией, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения в части предоставления технических условий и выполнения иных действий в соответствии с настоящими Правилами;

"подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения" - процесс, дающий возможность осуществления подключения строящихся (реконструируемых) объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, а также к оборудованию по производству ресурсов;

"технологически связанные сети" - принадлежащие на праве собственности или ином законном основании организациям сети инженерно-технического обеспечения, имеющие взаимные точки присоединения и участвующие в единой технологической системе электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения;

"точка подключения" - место соединения сетей инженерно-технического обеспечения с устройствами и сооружениями, необходимыми для присоединения строящегося (реконструируемого) объекта капитального строительства к системам электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения.

3. В случае если законом субъекта Российской Федерации - г.Москвы или г.Санкт-Петербурга полномочия в области градостроительной деятельности не отнесены к перечню вопросов местного значения, соответствующие действия, права и обязанности органов местного самоуправления осуществляются уполномоченным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

4. При подготовке градостроительного плана земельного участка, предназначенного для строительства (реконструкции) объектов капитального строительства, технические условия, предусматривающие максимальную нагрузку, подготавливает орган местного самоуправления на основании:

информации о разрешенном использовании земельного участка;

предельных параметров разрешенного строительства (реконструкции) объектов капитального строительства, установленных в отношении данного земельного участка;

региональных и (или) местных нормативов градостроительного проектирования;

схем существующего и планируемого размещения объектов капитального строительства (электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения) федерального, регионального и местного значения;

предельных (минимальных и (или) максимальных) размеров земельных участков.

В случае если обеспечение отдельными видами ресурсов возможно осуществлять различными способами, орган местного самоуправления при подготовке градостроительного плана земельного участка определяет технические условия для всех возможных способов.

В отношении застроенного земельного участка, а также после определения правообладателя земельного участка, предназначенного для строительства (реконструкции) объектов капитального строительства, в градостроительный план земельного участка включаются технические условия, выданные правообладателю земельного участка в соответствии с пунктами 5-12 настоящих Правил.

5. Орган местного самоуправления не позднее чем за 30 дней до даты принятия решения о проведении торгов по продаже права собственности (аренды) земельного участка или о предоставлении для строительства земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, либо решения о предварительном согласовании места размещения объекта капитального строительства предоставляет заинтересованным лицам технические условия.

Для получения технических условий, а также информации о плате за подключение к сетям инженерно-технического обеспечения орган местного самоуправления в срок не позднее чем за 45 дней до даты принятия одного из указанных решений обращается в организацию, осуществляющую эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, к которым планируется подключение объектов капитального строительства.

6. В случае если правообладатель земельного участка намерен осуществить реконструкцию объекта капитального строительства или подключение построенного объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и если технические условия для его подключения отсутствовали либо истек срок их действия, а также если истек срок действия технических условий, выданных органом местного самоуправления в составе документов о предоставлении земельного участка, правообладатель в целях определения необходимой ему подключаемой нагрузки обращается в организацию, осуществляющую эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, к которым планируется подключение реконструированного (построенного) объекта капитального строительства, для получения технических условий.

Если правообладатель земельного участка не имеет сведений об организации, выдающей технические условия, он обращается в орган местного самоуправления с запросом о представлении сведений о такой организации, а орган местного самоуправления представляет в течение 2 рабочих дней с даты обращения сведения о соответствующей организации, включая наименование, юридический и фактический адреса.

7. Организация, осуществляющая эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, в которую должен быть направлен запрос о получении технических условий, определяется органом местного самоуправления на основании схем существующего и планируемого размещения объектов капитального строительства в области электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения федерального, регионального и местного значения, а также с учетом инвестиционных программ указанной организации, утверждаемых представительным органом местного самоуправления в порядке, установленном

законодательством Российской Федерации, а для сетей газоснабжения - на основании программ газификации, утверждаемых уполномоченным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

В случае если инвестиционная программа организации, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, не утверждена, технические условия выдаются при предоставлении земельного участка для комплексного освоения с последующей передачей создаваемых сетей инженерно-технического обеспечения в государственную или муниципальную собственность либо при подключении к существующим сетям инженерно-технического обеспечения и выполнении указанной организацией за счет средств правообладателя земельного участка работ, необходимых для подключения к сетям инженерно-технического обеспечения в точке подключения на границе существующих сетей. Это условие не распространяется на случаи, когда для подключения к сетям инженерно-технического обеспечения строящихся (реконструируемых) объектов капитального строительства не требуется создания (реконструкции) сетей инженерно-технического обеспечения.

Органам местного самоуправления (органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации - гг. Москвы и Санкт-Петербурга) рекомендуется принимать созданные за счет правообладателя земельного участка за пределами границ земельного участка сети инженерно-технического обеспечения в муниципальную (государственную) собственность.

8. Запрос органа местного самоуправления либо правообладателя земельного участка о предоставлении технических условий или информации о плате за подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения должен содержать:

наименование лица, направившего запрос, его местонахождение и почтовый адрес;

нотариально заверенные копии учредительных документов, а также документы, подтверждающие полномочия лица, подписавшего запрос;

правоустанавливающие документы на земельный участок (для правообладателя земельного участка);

информацию о границах земельного участка, на котором планируется осуществить строительство объекта капитального строительства или на котором расположен реконструируемый объект капитального строительства;

информацию о разрешенном использовании земельного участка;

информацию о предельных параметрах разрешенного строительства (реконструкции) объектов капитального строительства, соответствующих данному земельному участку;

необходимые виды ресурсов, получаемых от сетей инженерно-технического обеспечения; планируемый срок ввода в эксплуатацию объекта капитального строительства (при наличии соответствующей информации);

планируемую величину необходимой подключаемой нагрузки (при наличии соответствующей информации).

9. Организация, осуществляющая эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, обязана в течение 14 рабочих дней с даты получения указанного в пункте 8 настоящих Правил запроса определить и предоставить технические условия или информацию о плате за подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения либо предоставить мотивированный отказ в выдаче указанных условий при отсутствии возможности подключения строящегося (реконструируемого) объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения. В целях проверки обоснованности отказа в выдаче технических условий правообладатель земельного участка вправе обратиться в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти по технологическому надзору за соответствующим заключением.

Выдача технических условий или информации о плате за подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения осуществляется без взимания платы.

10. Технические условия должны содержать следующие данные:

максимальная нагрузка в возможных точках подключения;

срок подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, определяемый в том числе в зависимости от сроков реализации инвестиционных программ;

срок действия технических условий, но не менее 2 лет с даты их выдачи. По истечении этого срока параметры выданных технических условий могут быть изменены.

11. Информация о плате за подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения должна содержать:

данные о тарифе на подключение, утвержденном на момент выдачи технических условий в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

дату окончания срока действия указанного тарифа (если период действия этого тарифа истекает ранее окончания срока действия технических условий);

дату повторного обращения за информацией о плате за подключение (если на момент выдачи технических условий тариф на подключение на период их действия не установлен).

Если для подключения строящихся (реконструируемых) объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения не требуется создания (реконструкции) сетей инженерно-технического обеспечения, плата за подключение не взимается.

Если у организаций, осуществляющих эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, к которым планируется подключение объектов капитального строительства, отсутствуют утвержденные инвестиционные программы, подключение осуществляется без взимания платы за подключение, а вместо информации о плате за подключение выдаются технические условия в соответствии с пунктом 7 настоящих Правил.

12. В случае обращения правообладателя земельного участка, который намерен осуществить реконструкцию объекта капитального строительства или подключение построенного объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, если технические условия на его подключение отсутствовали либо истек срок

их действия, или в случае обращения органа местного самоуправления в целях получения информации о земельных участках, находящихся в границах застроенных территорий, организация, осуществляющая эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, определяет технические условия:

на основе анализа резерва мощностей по производству соответствующих ресурсов и пропускной способности сетей инженерно-технического обеспечения, а в точках взаимного присоединения - совместно с организациями, осуществляющими эксплуатацию технологически связанных сетей инженерно-технического обеспечения с учетом указанного анализа;

с учетом оценки альтернативных вариантов подключения объектов капитального строительства к существующим сетям инженерно-технического обеспечения;

с учетом принятых такой организацией в соответствии с ранее выданными техническими условиями обязательств по обеспечению подключения объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения.

13. Возможность подключения объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения в случаях, указанных в пункте 12 настоящих Правил, существует:

при наличии резерва пропускной способности сетей, обеспечивающего передачу необходимого объема ресурса;

при наличии резерва мощности по производству соответствующего ресурса.

Отсутствие на момент запроса указанных резервов является основанием для отказа в выдаче технических условий, за исключением случаев, когда устранение этих ограничений учтено в инвестиционных программах организаций, осуществляющих эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения.

14. В целях подтверждения наличия резервов пропускной способности сетей инженерно-технического обеспечения, обеспечивающих передачу необходимого объема ресурса, и (или) резерва мощности по производству соответствующего ресурса организация, получившая запрос о выдаче технических условий, согласовывает технические условия с организациями, владеющими технологически связанными сетями инженерно-технического обеспечения и (или) объектами по производству данного ресурса. Соответствующие организации в течение 5 рабочих дней с даты обращения должны согласовать данную информацию либо представить письменный мотивированный отказ.

15. Подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения осуществляется на основании договора. Порядок заключения и исполнения указанного договора, существенные условия такого договора, права и обязанности сторон определяются в соответствии с законодательством Российской Федерации.

16. Обязательства организации, выдавшей технические условия, по обеспечению подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения в соответствии с такими техническими условиями прекращаются в случае, если в течение 1 года с даты получения технических условий правообладатель земельного участка не определит необходимую ему подключаемую нагрузку и не обратится с заявлением о подключении объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения.



17. В случае если подключение объекта капитального строительства возможно только к существующим сетям инженерно-технического обеспечения, принадлежащим на праве собственности или на ином законном основании лицу, которое является потребителем соответствующего вида ресурсов (далее - основной абонент), технические условия такого подключения могут быть выданы основным абонентом по согласованию с ресурсоснабжающей (сетевой) организацией, к чьим объектам присоединены принадлежащие основному абоненту сети инженерно-технического обеспечения. По соглашению между ресурсоснабжающей (сетевой) организацией и основным абонентом технические условия может разработать ресурсоснабжающая (сетевая) организация.

Плата за подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения определяется на основании тарифов, установленных органом местного самоуправления для подключения объекта капитального строительства к системам коммунальной инфраструктуры соответствующей ресурсоснабжающей (сетевой) организации.

Договор о подключении объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения заключается с основным абонентом, который должен заключить с ресурсоснабжающей (сетевой) организацией договор о подключении к сетям инженерно-технического обеспечения для получения дополнительной мощности. Стороны могут заключить трехсторонний договор о подключении.

18. При смене правообладателя земельного участка, которому были выданы технические условия, новый правообладатель вправе воспользоваться этими техническими условиями, уведомив организацию, осуществляющую эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, о смене правообладателя.

УТВЕРЖДЕНЫ  
постановлением Правительства  
Российской Федерации  
от 13 февраля 2006 года N 83

## **ПРАВИЛА подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения**

1. Настоящие Правила регулируют отношения между организацией, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, и лицом, осуществляющим строительство (реконструкцию) объектов капитального строительства, возникающие в процессе подключения таких объектов к сетям инженерно-технического обеспечения, включая порядок подачи и рассмотрения заявления о подключении, выдачи и исполнения условий подключения, а также условия подачи ресурсов.

При подключении строящихся (реконструируемых) объектов капитального строительства непосредственно к оборудованию по производству соответствующих ресурсов (электрическая энергия, тепловая энергия, газ, вода) или к оборудованию по очистке сточных вод владелец такого оборудования осуществляет права и обязанности организации, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, в части подключения объектов капитального строительства.

2. В настоящих Правилах используются следующие понятия:

"ресурсы" - холодная и горячая вода, сетевой газ, электрическая и тепловая энергия, используемые для предоставления услуг по электро-, тепло-, газо- и водоснабжению;

"сети инженерно-технического обеспечения" - совокупность имущественных объектов, непосредственно используемых в процессе электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения. При подключении объектов капитального строительства непосредственно к оборудованию по производству ресурсов либо к системам водоотведения и очистки сточных вод при отсутствии у организации, осуществляющей эксплуатацию такого оборудования, сетевой инфраструктуры указанная организация является организацией, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения в части предоставления технических условий и выполнения иных действий в соответствии с настоящими Правилами;

"подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения" - процесс, дающий возможность осуществления подключения строящихся (реконструируемых) объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, а также к оборудованию по производству ресурсов;

"точка подключения" - место соединения сетей инженерно-технического обеспечения с устройствами и сооружениями, необходимыми для присоединения строящегося (реконструируемого) объекта капитального строительства к системам электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения.

3. Физическое или юридическое лицо, осуществляющее на принадлежащем ему на праве собственности или ином законном основании земельном участке строительство (реконструкцию) объекта, связанное с увеличением потребляемой нагрузки либо с изменением иных определяющих для данного вида ресурса параметров (далее - заказчик), для его подключения к сетям инженерно-технического обеспечения обращается с соответствующим заявлением о подключении в организацию, осуществляющую эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения и предоставившую технические условия подключения (далее - исполнитель).

4. Подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения осуществляется в порядке, который включает следующие этапы:

подача заказчиком заявления о подключении;

заключение договора о подключении;

выдача исполнителем заказчику условий подключения (технических условий для присоединения), которые не противоречат техническим условиям, ранее полученным заказчиком от исполнителя или органа местного самоуправления либо от предыдущего правообладателя земельного участка, при условии, что срок действия технических условий не истек;

выполнение заказчиком условий подключения;

проверка исполнителем выполнения заказчиком условий подключения;

присоединение заказчиком объекта к сетям инженерно-технического обеспечения и подписание сторонами акта о присоединении;

выполнение условий подачи ресурсов.

5. Подключение объекта капитального строительства к электрическим сетям и сетям газоснабжения после заключения договора о подключении по этапам, указанным в абзацах четвертом - восьмом пункта 4 настоящих Правил, осуществляется в порядке, установленном соответственно правилами технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) заказчиков к электрическим сетям в Российской Федерации и правилами пользования газом и предоставления услуг газоснабжения в Российской Федерации.

6. Для подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения заказчик направляет исполнителю:

заявление о подключении, содержащее полное и сокращенное наименования заказчика (для физических лиц - фамилия, имя, отчество), его местонахождение и почтовый адрес;

нотариально заверенные копии учредительных документов, а также документы, подтверждающие полномочия лица, подписавшего заявление;

правоустанавливающие документы на земельный участок;

ситуационный план расположения объекта с привязкой к территории населенного пункта;

топографическую карту участка в масштабе 1:500 (со всеми наземными и подземными коммуникациями и сооружениями), согласованную с эксплуатирующими организациями;

информацию о сроках строительства (реконструкции) и ввода в эксплуатацию строящегося (реконструируемого) объекта;

иные документы, которые в зависимости от вида сетей инженерно-технического обеспечения должны быть представлены в соответствии с законодательством Российской Федерации об электроэнергетике и о газоснабжении.

Исполнитель не вправе требовать от заказчика не предусмотренные настоящими Правилами документы и информацию.

7. Исполнитель при получении от заказчика заявления о подключении объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и необходимых документов проверяет их соответствие установленным в настоящих Правилах требованиям.

В случае представления не всех документов, указанных в пункте 6 настоящих Правил, исполнитель в течение 6 рабочих дней с даты получения указанного заявления уведомляет об этом заказчика и в 30-дневный срок с даты получения недостающих документов рассматривает заявление о подключении.

В случае представления всех документов, указанных в пункте 6 настоящих Правил, исполнитель в 30-дневный срок с даты их получения направляет заказчику подписанный договор о подключении и условия подключения.

Условия подключения должны предусматривать подключение в пределах границ земельного участка, за исключением случаев, установленных пунктом 7 Правил определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения.

8. В соответствии с выданными исполнителем условиями подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения заказчик разрабатывает проектную документацию, утвержденную в установленном порядке. Отступления от условий подключения, необходимость которых выявлена в ходе проектирования, подлежат обязательному согласованию с исполнителем.

Заказчик предоставляет исполнителю 1 экземпляр раздела "Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений" разработанной и утвержденной в установленном порядке проектной документации.

9. В случае если в процессе строительства (реконструкции) объекта капитального строительства превышен срок действия условий его подключения к сетям инженерно-технического обеспечения, указанный срок продлевается по согласованию с исполнителем на основании обращения заказчика.

10. После выполнения заказчиком условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения исполнитель выдает разрешение на осуществление заказчиком присоединения указанного объекта к сетям инженерно-технического обеспечения. После осуществления присоединения исполнитель и заказчик подписывают акт о присоединении.

Работы по присоединению могут осуществляться исполнителем на основании отдельного договора, заключаемого им с заказчиком. При этом связанные с проведением работ по присоединению расходы организации, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, не включаются в состав расходов, учитываемых при установлении платы за подключение.

Исполнитель осуществляет надзор за выполнением мероприятий по присоединению.

11. До начала подачи ресурсов (оказания соответствующих услуг) заказчик должен получить разрешение на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства, заключить договоры о снабжении соответствующими видами ресурсов (об оказании соответствующих услуг), получение которых обеспечивается в результате подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения.

12. До ввода объектов капитального строительства в эксплуатацию заказчик обязан:

обеспечить доступ исполнителя к объектам, подключаемым к сетям инженерно-технического обеспечения, для проверки выполнения заказчиком условий подключения;

выполнить установленные в настоящих Правилах требования, необходимые для подачи ресурсов, с учетом особенностей подключения объектов к отдельным видам сетей инженерно-технического обеспечения.

13. По соглашению сторон подключение к сетям инженерно-технического обеспечения объектов, не относящихся к объектам капитального строительства (временные постройки, киоски, навесы и другие подобные постройки), а также обеспечение соответствующими видами ресурсов строящихся объектов капитального строительства осуществляются в соответствии с настоящими Правилами, если иное не установлено законодательством Российской Федерации.

14. Лицо, осуществляющее самовольное технологическое подключение объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

15. Заказчик в целях подключения объекта капитального строительства к сетям водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод представляет исполнителю:

документы, указанные в пункте 6 настоящих Правил;

баланс водопотребления и водоотведения подключаемого объекта с указанием видов водопользования, в том числе при пожаротушении;

сведения о составе сточных вод, намеченных к сбросу в систему канализации;

сведения о назначении объекта, высоте и об этажности здания;

сведения о субабонентах.

16. Исполнитель предоставляет заказчику условия подключения объекта капитального строительства к сетям водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод, в которых должны быть указаны:

срок действия условий подключения;

точка присоединения к системам водоснабжения и (или) водоотведения, а также очистки сточных вод (адрес, номер колодца или камеры);

специальные технические требования к объектам капитального строительства, в том числе к устройствам и сооружениям для присоединения.

17. В отношении подключения объекта капитального строительства к сетям водоснабжения кроме сведений, предусмотренных в пункте 16 настоящих Правил, должны быть указаны:

гарантируемый свободный напор в месте присоединения и геодезическая отметка верха трубы;

разрешаемый отбор объема питьевой воды и режим водопотребления (отпуска);

требования по установке средств измерений питьевой воды и устройству узла учета;

требования по обеспечению соблюдения условий пожарной безопасности и подаче расчетных расходов питьевой воды для пожаротушения;

перечень мер по рациональному использованию питьевой воды.

18. В отношении подключения объекта капитального строительства к сетям водоотведения и очистки сточных вод кроме сведений, предусмотренных в пункте 16 настоящих Правил, должны быть указаны:

отметки лотков в местах присоединения к системе канализации;

нормативы водоотведения (разрешаемый объем, состав и режим сброса сточных вод);

требования к устройствам для отбора проб и учета объема сточных вод;

требования по сокращению сброса сточных вод и загрязняющих веществ;

границы эксплуатационной ответственности водоснабжающей организации и заказчика.

19. До начала подачи ресурсов созданные заказчиком водопроводные устройства и сооружения, необходимые для подключения к системе водоснабжения, подлежат промывке и дезинфекции за счет средств заказчика до получения результатов анализов качества воды, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям. Акт о промывке указанных водопроводных устройств и сооружений, составляемый и подписываемый исполнителем и заказчиком, должен содержать сведения об определенном на основании показаний средств измерений количестве питьевой воды, израсходованной на промывку.

Подача питьевой воды осуществляется только при наличии разрешения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

20. Работы по промывке и дезинфекции водопроводных устройств и сооружений могут выполняться исполнителем по возмездному договору. При этом связанные с выполнением этих работ расходы организации, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, не включаются в состав расходов, учитываемых при установлении платы за подключение.

Исполнитель осуществляет надзор за выполнением указанных работ заказчиком либо лицом, которого заказчик привлек для их выполнения на основании отдельного договора.

21. Заказчик в целях подключения объекта капитального строительства к сетям теплоснабжения представляет исполнителю:

документы, указанные в пункте 6 настоящих Правил;

информацию о характеристиках тепловых нагрузок объекта капитального строительства (расчетные максимальные часовые и среднечасовые расходы тепловой энергии и соответствующие им расчетные расходы теплоносителей на технологические нужды, отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и горячее водоснабжение);

информацию о виде и параметрах теплоносителей (давление и температура);

сведения о режимах теплопотребления для объекта капитального строительства (непрерывный, одно-, двухсменный и др.);

данные о расположении узла учета тепловой энергии и теплоносителей и контроле их качества;

требования к надежности теплоснабжения объекта капитального строительства (допустимые перерывы в подаче теплоносителей по продолжительности, периодам года и др.) и сведения о категории потребителя по надежности теплоснабжения в соответствии со строительными нормами и правилами;

информацию о наличии и возможности использования собственных источников тепла для резервирования тепловой нагрузки.

22. Исполнитель предоставляет заказчику условия подключения объекта капитального строительства к сети теплоснабжения, в которых должны быть указаны:

источник теплоснабжения и точки присоединения к тепловым сетям объекта капитального строительства;

максимальные часовые и среднечасовые тепловые нагрузки объекта капитального строительства по видам теплоносителей (горячая вода, пар различных параметров) и видам теплоснабжения (отопление, вентиляция, кондиционирование, горячее водоснабжение), а также схемы присоединения теплоснабжающих установок;

максимальные расчетные и среднечасовые расходы теплоносителей, в том числе с водоразбором из сети (при открытой системе теплоснабжения);

параметры (давление, температура) теплоносителей и пределы их отклонений в точках присоединения к тепловой сети с учетом роста нагрузок в системе теплоснабжения, а в отношении горячей воды - также метод и график регулирования отпуска тепловой энергии в систему теплоснабжения;

количество, качество и режим откачки возвращаемого конденсата, требования к его очистке;

рекомендации, касающиеся необходимости использования имеющихся у заказчика собственных источников тепла или строительства им резервного источника тепловой энергии либо резервной тепловой сети с учетом требований к надежности теплоснабжения строящегося (реконструируемого) им объекта капитального строительства, а также рекомендации по использованию вторичных энергетических ресурсов;

требования к прокладке трубопроводов, изоляции теплопроводов;

требования к организации учета тепловой энергии и теплоносителей;

требования к диспетчерской связи с теплоснабжающей организацией; границы эксплуатационной ответственности теплоснабжающей организации и заказчика;

срок действия условий подключения;

пределы возможных колебаний давления (в том числе статического) и температуры в тепловых пунктах заказчика, устройства для защиты от которых должны предусматриваться заказчиком при проектировании систем теплоснабжения и тепловых сетей.

23. До начала подачи ресурсов:

устройства и сооружения, созданные для присоединения к системам теплоснабжения, должны быть предъявлены заказчиком для осмотра и допуска к эксплуатации федеральным органам исполнительной власти, уполномоченным осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор и государственный технический надзор, и исполнителю;

заказчик должен иметь подготовленный персонал для эксплуатации указанных устройств и сооружений, прошедший подготовку и аттестацию (проверку знаний) в установленном порядке, а также заказчиком должно быть назначено лицо, ответственное за тепловое хозяйство.

Текст документа сверен по:  
официальный сайт Правительства РФ  
<http://www.government.ru>,  
по состоянию на 17.02.2006



**ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ  
ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ  
И СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**05. Монтаж санитарно-технических систем**

Дата введения 2000-06-30

РАЗРАБОТАН ГУП "НИИМосстрой" (тома ТР 94.02-99, ТР 94.05-99 ... ТР 94.12-99)

- Белоусов Е.Д., д.т.н., профессор, директор; тел. (095) 147-40-02

- Белавин Ф.С., к.т.н., зам. директора по научной работе; тел (095) 147-40-03

- совместно с ПКТИ Промстроя: (тома ТР 94.01-99), ТР 94.03.1-99, ТР 94.03.2-99 и ТР 94.04-99) Едличка С.Ю., к.т.н, генеральный директор; тел. (095) 214-33-28  
Шахпаронов В.В., к.т.н., зам. генерального директора по научной части; тел. (095) 214-48-00  
Ярымов Ю.Л. гл. инженер проекта; тел. (095) 214-36-49

- с участием ГУ "Мосстройлицензия" Емельянов Ю.П., руководитель ГУ.

Том 05 "Монтаж санитарно-технических систем" (ТР 94.05-99) разработан лабораторией инженерного оборудования ГУП "НИИМосстрой":

- Сладков А.В., к.т.н., зав. лабораторией; тел. (095) 143-58-53

- Санкова Н.В., инженер, научный сотрудник; тел. (095) 147-43-50

- Шехтер Р.Б., инженер, научный сотрудник; тел. (095) 147-43-50

СОГЛАСОВАН с АО ХК "Главмосстрой", ОАО "Мосинжстрой", ГУ "Мосстройлицензия", ГУП "Мосстройсертификация".

УТВЕРЖДЕН начальником Управления экономической, научно-технической и промышленной политики в строительной отрасли А.И.Ворониным

Технический регламент операционного контроля качества разработан по видам строительного-монтажных работ, каждый из которых издан отдельным томом:

1. Производство земляных работ (ТР 94.01-99)
2. Устройство оснований и возведение фундаментов (ТР 94.02-99)
  - 3.1. Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций при возведении подземной части зданий (ТР 94.03.1-99)
  - 3.2. Монтаж сборных железобетонных конструкций при возведении надземной части зданий (ТР 94.03.2-99)
4. Строительство кирпичных зданий (ТР 94.04-99)
5. Монтаж санитарно-технических систем (ТР 94.05-99)
6. Производство отделочных работ (ТР 94.06-99)
7. Устройство кровель (ТР 94.07-99)
8. Устройство гидроизоляции подземной части зданий (ТР 94.08-99)
9. Теплоизоляция стыковых соединений элементов наружных стеновых панелей (ТР 94.09-99)
10. Герметизация стыков наружных ограждающих конструкций (ТР 94.10-99)
11. Производство малярных и обойных работ (ТР 94.11-99)
12. Благоустройство территорий у строящихся зданий (ТР 94.12-99)

## **1. Общая часть**

1.1. Настоящий регламент распространяется на контроль качества монтажа систем холодного и горячего водоснабжения и отопления, выполненных из стальных, пластмассовых и металлополимерных труб и систем внутренней бытовой канализации, выполненных из чугунных труб и фасонных частей при строительстве и реконструкции зданий жилого и общественного назначения.

1.2. Регламент содержит контролируемые параметры, методы и средства контроля, состав и содержание производственного контроля, а также обязательные организационно-технологические правила, соблюдение которых при производстве санитарно-технических работ обеспечивает требуемое качество монтажа систем водоснабжения, отопления и канализации.

1.3. Регламент составлен на основе требований СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы", СНиП 3.01.01-85\* "Организация строительного производства", СНиП III-4-80\*<sup>1)</sup> "Техника безопасности в строительстве", ВСН 221-86 "Инструкция по организации внутренних санитарно-технических и вентиляционных работ в жилищном и гражданском строительстве" (Мосоргстрой) с учетом СНиП 2.04.05-91\* "Отопление, вентиляция и кондиционирование" и СНиП 2.04.01-85\* "Внутренний водопровод и канализация зданий", СП-41-102-98 "Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб", ВСН 8-94 по монтажу коллекторных систем внутреннего водопровода зданий с водосчетчиками, поквартирными кранами и гибкими подводками к санитарным приборам, ВСН 47-96 по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения из полипропиленовых труб "Рандом сополимер (PPRC)", ТР по проектированию и монтажу внутреннего водопровода зданий из металлополимерных труб, ВСН 48-96 "Ведомственные строительные нормы по монтажу систем внутренней канализации и водостоков из ПВХ труб в жилых и общественных зданиях", ТР 83-98 "Технические рекомендации по монтажу внутренних систем канализации зданий из полипропиленовых труб и фасонных частей".

---

<sup>1)</sup> На территории Российской Федерации действуют СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002, здесь и далее по тексту. - Примечание "КОДЕКС".

1.4. При монтаже систем отопления должны быть обеспечены:

- герметичность резьбовых, сварных, фланцевых соединений;
- прямолинейность и отсутствие изломов прямых участков стальных трубопроводов;
- соблюдение предусмотренных проектом уклонов;
- исправное действие запорной и регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов, автоматики, доступность их обслуживания, ремонта и замены;
- возможность удаления воздуха из системы и в случае необходимости полного опорожнения системы от воды;
- надежное закрепление трубопроводов, отопительных приборов.

**2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОНТАЖА ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ СТАЛЬНЫХ, ПЛАСТМАССОВЫХ И МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ**

**2.1 Контролируемые параметры и средства контроля**

N п/п	Контролируемые параметры	Величина и предельные отклонения	Метод и объем контроля	Средства измерения
1.	Состав водопроводной системы	каждого элемента на соответствие проекту	осмотр, 100%	визуально
2.	<p>а) Поверхность стальных труб</p> <p>б) Для поверхности стальных оцинкованных труб</p> <p>- допустимы</p> <p>- недопустимы</p> <p>в) Отклонение от наружного диаметра для <math>D_c</math></p> <p>до 40, мм</p> <p>более 40, %</p> <p>г) Допускаемая кривизна труб на 1 м длины для <math>D_c</math> мм</p> <p>до 20</p> <p>более 20</p>	<p>ровная, гладкая, без трещин и непроваров</p> <p>небольшая шероховатость, наплывы цинка</p> <p>пузырчатость и не покрытые цинком участки</p> <p>+0,4 и -0,5</p> <p>+0,8 и -1,0</p> <p>2</p> <p>1,5</p>	<p>осмотр, 100%</p> <p>измерительн ый</p> <p>измерительн ый, 100%</p>	<p>визуально</p> <p>штангенцир куль</p> <p>рейка</p>

3.	а) Для соединительных частей недопустимы	трещины, глубокие раковины, свищи	осмотр, 100%	Визуально
	б) Торцевые плоскости фитингов должны быть	перпендикулярны осям проходов	измерительный, 100%	Угольник
	в) У муфт и контргаяк одна из поверхностей должна быть	с механической обработкой перпендикулярно к оси нарезки	осмотр, 100%	Визуально
	г) Оцинкованные стальные соединительные части должны иметь	сплошное цинковое покрытие, резьба не оцинкована	осмотр, 100%	Визуально
	д) На поверхностях оцинкованных частей не допускаются	не покрытые цинком участки и пузырчатость	осмотр, 100%	Визуально
4.	В накидных гайках не допускается	разрыв кромок контрольных отверстий, смятие граней, истирание и срез резьбы	осмотр, 100%	Визуально
5.	Свертка фитинга на короткой резьбе должна быть	по прямой без перелома на всю длину сбега резьбы с уплотнением	осмотр, 100%	Визуально
6.	Толщина уплотненного материала между муфтой и контргайкой на сгоне, мм	2-3	измерительный, 100%	Штангенциркуль
7.	а) Для муфт арматуры не допускаются	трещины, глубокие раковины, свищи	осмотр, 100%	Визуально
	б) Хромированная (никелированная)	сплошное покрытие без пропусков и	осмотр, 100%	Визуально

	арматура должна иметь	пузырчатости		
8.	Разрешенные соединения водопроводов из стальных труб при скрытой прокладке	сварка	осмотр, 100%	Визуально
9.	Длина нахлестки, мм, при сварке в раструб труб из PPRC диаметром, мм		осмотр, 100%	Визуально
	16	13	измерения, выборочно 5-10%	Штангенциркуль
	20	14,5		
	25	16		
	32	18		
	40	20,5		
	50	23,5		
	63	27,5		
	75	32		
	90	40		
	110	50		
10.	Допускаемое отклонение от перпендикулярности уплотнительной поверхности фланца к оси трубы (детали) при диаметрах, мм		измерительный, 100%	Угольник

	25-60	0,15		
	60-160	0,25		
11.	Допустимое смещение отверстий двух сопряженных фланцев	$0,5(D_o - D_b)$ $D_o$ - диаметр отверстия, $D_b$ - диаметр болта, шпильки	измерительный, 100%	Штангенциркуль
12.	Расположение гаек на болтах фланцев	с одной стороны	осмотр, 100%	Визуально
13.	Выход концов болтов (шпилек) из гаек, шагов резьбы	1,5-3	осмотр, 100%	Визуально
14.	Расположение головок болтов фланцев на вертикальных трубопроводах	сверху	осмотр, 100%	Визуально
15.	Расположение фланцевых соединений на параллельных трубопроводах	вразбежку	осмотр, 100%	Визуально
16.	Паронитовые прокладки:		осмотр, 100%	Визуально
	а) одна поверхность	ровная, глянцевитая		
	другая поверхность	матовая		
	б) наличие на поверхности:			
	б1. - незначительной	допускается		

	ворсистости			
	б2. - следов излома, складок и трещин	не допуксається		
	в) температура монтажа, °С	более 19	измерительный	Термометр
17.	а) Допустимые радиусы гнутья в холодном состоянии:  - стальных труб диаметром $D_c$ , мм 15 и 20  от 25 до 75  более 75  - металлополимерных труб	$2D_c$  $3D_c$  $4D_c$  $5D_c$	измерительный, 100%	Шаблон
	б) Допустимый угол места расположения продольного сварного шва в стальной трубе при гнутье относительно плоскости сгиба, град.	$45(135)\pm 5$	осмотр, 100%	Визуально
	в) Допустимая овализация поперечного сечения трубы в гнутой детали, %	$5\pm 1$	измерительный, 100%	Штангенциркуль
	г) Недопустимые дефекты в гнутых утках, отводах, скобах	трещины, поры, отслоение металла	осмотр, 100%	Визуально



18.	а) Уклоны горизонтальных линий водопровода, обеспечивающие спуск воды, %	2-5	измерительный, 100%	Нивелир, уровень	
	б) места установки спускных устройств	низшие точки сети	осмотр, 100%	Визуально	
19.	Отклонение стояков водопровода от вертикали, мм/м	2	измерительный, 100%	Отвес, складной метр	
20.	Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки при открытой прокладке до оси трубопроводов водоснабжения должно составлять при $D_y$ , мм		измерительный, 100%	Складной метр	
		до 32			35
		40			50
		от 50			60
21.	Расстояние между осями стояков горячего и холодного водоснабжения, мм	80	измерительный, 100%	Складной метр	
22.	Расстояние в плане водопровода от канализационных выпусков, м	2	измерительный, 100%	Рулетка	
23.	По вертикали водопровод должен быть выше канализационных	150	измерительный, 100%	Складной метр	

	труб на, мм			
24.	Расстояние между водопроводом и электрическими (телефонными) кабелями не менее, м  а) в плане  б) по вертикали	0,5  0,15	измерительный, 100%	Складной метр
25.	Расстояние от места прохода трубопровода через наружную стену до водомера, м	1,0	измерительный, 100%	Рулетка
26.	а) Зазор вокруг ввода водопровода через стены подвала, м  б) материал заделки зазора при грунтах:  - сухих  - водонасыщенных	0,2  эластичный  водо- и газонепроницаемый	измерительный, 100%  осмотр, 100%	Складной метр  Визуально
27.	Расстояние между осями водопровода и канализационным стояком при его диаметре, мм  50  100	90  120	измерительный, 100%	Складной метр
28.	Расстояние от боковой стены до оси водопроводного стояка, мм	100		

29.	Габариты углубления в стене для расположения одного водопроводного стояка (ширина x глубина), мм x мм	130x130		
30.	Габариты углубления в стене для расположения двух стояков холодного и горячего водоснабжения (ширина x глубина), мм x мм	240x130		
31.	<p>а) Габариты углублений в стене для расположения водопроводного и канализационного стояков диаметром (мм), мм x мм (ширина x глубина)</p> <p>50</p> <p>100</p> <p>б) Расстояние между стояками при диаметре канализационных труб, мм</p> <p>50</p> <p>100</p> <p>в) Расстояние от стены по глубине углубления до оси водопровода при диаметрах канализационных</p>	<p>200x130</p> <p>250x200</p> <p>120</p> <p>140</p>		

	СТОЯКОВ, ММ			
	50	90		
	100	125		
32.	а) Габариты углублений в стене для расположения двух водопроводных стояков рядом с канализационным стояком при его диаметре (мм), мм x мм (ширина x глубина)			
	50	250x130		
	100	380x200		
	б) Расстояние между канализацией и ближним водопроводным стояком при диаметре канализационных труб, мм			
	50	90		
	100	190		
	в) Расстояние от стены по глубине углубления до оси водопроводов при диаметре канализационных стояков, мм			
	50	90		

	100	155		
33.	Размеры борозд при скрытой прокладке трубопроводов, мм x мм (ширина x глубина)			
	а) один водопроводный стояк	130x130		
	б) два водопроводных стояка	200x130		
	в) один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм			
	50	250x130		
	100	350x200		
	150	350x200		
	г) два водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм			
	50	250x130		
	100	380x250		
	150	380x250		
	д) три водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм			

	50	380x130		
	100	500x250		
	150	500x250		
	е) водопроводная подводка	60x60		
34.	Габариты отверстий в строительных конструкциях при открытой прокладке трубопроводов (длина×ширина перекрытие, ширина×высота стены), мм×мм		измерительный, 100%	Складной метр
	а) один водопроводный стояк	100x100		
	б) два водопроводных стояка	200x100		
	в) один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм			
	50	200x150		
	100	250x200		
	150	250x200		
	г) два водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм			
	50	250x150		

	100	300x200		
	150	350x250		
	д) три водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм			
	50	450x150		
	100	500x200		
	150	500x200		
	е) водопроводная подводка	100x100		
	ж) водопроводная магистраль	200x200		
	з) ввод водопровода через отверстие в фундаменте	400x400		
35.	а) Места установки гильз на водопроводах	при прохождении через строительные конструкции	осмотр, 100%	Визуально
	б) материал гильз	обрезки труб, кровельной стали и рубероида		
	в) расположение гильзы относительно потолка	заподлицо	измерительный, 100%	Складной метр
	г) относительно чистого пола выше, мм	20-30		

	д) внутренний диаметр гильзы, мм	больше наружного диаметра трубы на $10\pm 2$		
	е) заделка гильзы в строительной конструкции	прочная, жесткая	осмотр, 100%	Визуально
	ж) заделка зазора между трубой и гильзой	эластичная, герметизирующая	осмотр, 100%	Визуально
36.	Наличие крепежа на элементах неизолированного водопровода из стальных труб		измерительный, 100%	Рулетка
	а) горизонтальных для диаметра $D_y$ , мм, через, м:			
	15	2,5		
	20	3		
	25	3,5		
	32	4		
	40	4,5		
	50	5		
	70, 80	6		
	100	6,5		
	125	7		
	150	8		
	стояков в зданиях высотой более 3 м	на половине высоты этажа		



	б) Крепление арматуры в водопроводных сетях из пластмассовых труб	самостоятельное	осмотр, 100%	Визуально
37.	Сжатие оболочки трубы из пластмассы хомутом крепления	не допускается		
38.	а) Контакт стального хомута крепления с пластмассовой трубой  б) превышение ширины прокладки ширины хомута, мм	через неметаллическую прокладку  10		
39.	Отклонение от вертикали тяг подвесок трубопроводов:  - не имеющих тепловых деформаций  - подверженных тепловым деформациям ( $\Delta l$ - тепловое удлинение)	0  0,5 $\Delta l$	измерительный, 100%	Складной метр
40.	Расстояние, мм, в свету между пластмассовыми трубами и:  а) строительными конструкциями  б) параллельно проложенными стальными трубами отопления и горячего	20  100	измерительный, 100%	Складной метр

	водоснабжения  в) горячими трубами, проходящими сверху, при пересечении	50		
41.	Длина футляра для пропуска пластмассовых труб сквозь строительные конструкции толщиной $D_{ск}$ , мм	$D_{ск} + (30 + 40)$		
42.	Расположение соединений пластмассовых труб в футлярах	не допускается	Осмотр, 100%	Визуально
43.	Диаметр, мм, водопроводных подводок: внутренний - $D_y$ , наружный - $D_c$ (стальные трубы) и $D_n$ (полиэтиленовые трубы) для арматуры к сантехприборам с отводными канализационными трубами с внутренним диаметром не менее $D_k$ , мм:  а) Раковина с водоразборным краном или аэратором $D=15$ мм или умывальник со смесителем или аэратором при $D_k=40$			
	$D_y$	10	измерительный, 100%	Штангенциркуль

$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$12+0,3$
б) Умывальники:	
1. с туалетным краном или смесителем при $D_k=40$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$12+0,3$
2. С аэратором $D_k=32$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$12+0,3$
в) Мойки:	
1. со смесителем в квартирах при $D_k=50$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$12+0,3$
2. С аэратором при $D_k=40$	

$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$12+0,3$
3. С кранами холодной и горячей воды с $D=20$ мм в общественных зданиях с $D_k=50$	
$D_y$	20
$D_c$	$26,8^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$20+0,3$
г). Ванны:	
1. со смесителем (в том числе общим для ванны и умывальника) при $D_k=40$	
$D_y$	15
$D_c$	$21,3^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$16+0,3$
2. С водогрейной колонкой при $D_k=40$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_{\pi}$	$12+0,3$

д). Ванна со смесителем	
D (мм) и D <sub>к</sub> (мм)	
1. 20 и 50	
D <sub>у</sub>	20
D <sub>с</sub>	26,8 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,5</sub>
D <sub>п</sub>	20+0,3
2. 25 и 75	
D <sub>у</sub>	25
D <sub>с</sub>	33,5 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,5</sub>
D <sub>п</sub>	25+0,3
е). Душевая кабина с мелким или глубоким поддоном	
D <sub>у</sub>	10
D <sub>с</sub>	17 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,5</sub>
D <sub>п</sub>	12+0,3
ж). Унитаз при D <sub>к</sub> =85	
1. Со смывным бачком	
D <sub>у</sub>	8
D <sub>с</sub>	13,5 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,5</sub>
D <sub>п</sub>	12+0,3

2. Со смывным краном	
$D_y$	20
$D_c$	$26,8^{+0,4}_{-0,5}$
$D_n$	$20+0,3$
3. Писсуар при $D_k=40$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_n$	$12+0,3$
и). Гигиенический душ (бидэ) со смесителем и аэратором и без него при $D_k=32$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_n$	$12+0,3$
к). Ванна ножная со смесителем при $D_k=40$	
$D_y$	10
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$
$D_n$	$12+0,3$
л). Питьевой фонтанчик при	

$D_k=32$			
$D_y$	10		
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$12+0,3$		
м). Нижний восходящий душ при $D_k=40$			
$D_y$	15		
$D_c$	$21,3^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$16+0,3$		
н). Ребристый душ на четыре точки при $D_k=50$			
$D_y$	20		
$D_c$	$26,8^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$20+0,3$		
о). Умывальник групповой:			
1. на 5 чел. при $D_k=40$			
$D_y$	15		
$D_c$	$21,3^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$16+0,3$		
2. на 6-8 чел. при $D_k=50$			

$D_y$	20		
$D_c$	$26,8^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$20+0,3$		
3. на 9-10 чел. при $D_k=50$			
$D_y$	25		
$D_c$	$33,5^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$25+0,3$		
п). Лабораторная мойка со смесителем и водоразборным краном при $D_k=50$			
$D_y$	10		
$D_c$	$17^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$12+0,3$		
р). Колонка в мыльне бани с водоразборным краном при $D_k=50$			
$D_y$	15		
$D_c$	$21,3^{+0,4}_{-0,5}$		
$D_n$	$16+0,3$		
с). Поливочный кран			



	$D_y$	15		
	$D_c$	$21,3^{+0,4}_{-0,5}$		
	$D_{\pi}$	16+0,3		
44.	Возможность доступа к арматуре при скрытой прокладке водопровода	наличие лючка	осмотр 100%	Визуально
45.	Обязательная установка запорной арматуры а) на каждом вводе в здание  б) у основания пожарных стояков при пяти и более пожарных кранах  в) у основания стояков хозяйственно-питьевого водопровода в зданиях высотой более двух этажей  г) на ответвлениях к пяти и более водоразборным точкам  д) на ответвлениях в каждую квартиру  е) на подводках к смывным бачкам и кранам, водонагревательным колонкам	задвижка (вентиль)  вентиль  вентиль  вентиль (шаровой кран)  вентиль (шаровой кран)	осмотр 100%	Визуально

	ж) на ответвлениях к групповым задвижка душам и умывальникам	вентиль (шаровой кран)		
	з) перед наружным поливочным краном	вентиль (шаровой кран)		
46.	Расположение вентильного шпинделя на трубопроводе: горизонтальном вертикальном	вверх с наклоном в пределах верхней полуокружности  горизонтально		
47.	Расположение обратного клапана	на горизонтальных участках трубопровода крышкой вверх		
48.	Расположение указательных стрелок на корпусах вентилей и обратных клапанов	по направлению потока воды		
49.	Высота расположения ручного привода арматуры от пола при использовании (открывание и закрывание), м  частом  редком	1,6  1,9	измерительный, 100%	Рулетка
50.	Расположение шпинделя задвижки на трубопроводе:		осмотр, 100%	Визуально

	горизонтальном вертикальном	горизонтальное вертикальное		
51.	Расположение привода на задвижке с вертикальным электроприводом	вверху		
52.	<p>Высота установки санитарно-технической арматуры, водомеров и пожарных кранов, мм:</p> <p>а) водоразборные краны и смесители (от горизонтальной оси до борта прибора):</p> <p>- мойки 200±20</p> <p>- раковины 250±20</p> <p>- умывальники 200±20</p> <p>б) банные краны (от пола до оси) 800±20</p> <p>в) смывные краны унитазов (от пола до оси) 800±20</p> <p>г) смесители общие для ванны и умывальника с поворотным изливом (от горизонтальной оси до пола) 1100±20</p> <p>д) смесители для ванн и душевых 800±20</p>		измерительный, 100%	Складной метр, рулетка

	<p>ПОДДОНОВ (от оси смесителя до пола)</p> <p>е) душевые сетки (от низа сетки до пола)</p> <p>ж) смесители для душей (от пола)</p> <p>з) водомеры (счетчики воды) (от пола)</p>	<p>2100-2250</p> <p>1200±20</p> <p>300-1000</p>		
53.	<p>Расположение пожарных кранов, мм:</p> <p>по высоте (от пола)</p> <p>от вертикальной оси до стенки шкафа</p> <p>от низа крана до дна шкафа</p>	<p>1350±20</p> <p>150±10</p> <p>150±10</p>		
54.	<p>Испытания водопроводов</p> <p>а) гидравлическое давление (без утечек) испытательное - рабочее, МПа</p> <p>температура, °С</p> <p>б) пневматическое:</p> <p>- предварительное (с контролем на слух) давление, МПа</p> <p>- окончательное (без снижения давления на 0,01 МПа за 5</p>	<p>1,5</p> <p>-</p> <p>&gt;5</p> <p>0,15</p> <p>0,1</p>	<p>измерительный, 100%</p>	<p>манометр, таймер</p>

	мин) давление, МПа			
55.	Качество воды, получаемой из промытого водопровода	По ГОСТ 2874	измерительный, 100%	лабораторные приборы по хим. анализу воды и др.
56.	Температура воды в наиболее удаленных точках системы горячего водоснабжения	расчетная	измерительный, 100%	термометр
57.	Прогрев полотенецсушителей	расчетный, равномерный		
58.	Количество водопроводных кранов, открываемых на стояке для проверки эффективности действия систем холодного и горячего водоснабжения	расчетное	осмотр, 100%	визуально

## 2.2. Регламент операционного контроля

Вид контроля (стадия)	Входной					Операционный					Приемочный					
	Трубы	Фитинги	Арматура	Гнутье	Крепления	Подготовка строительной конструкции к монтажу водопровода	Крепеж водопровода	Соединение водопровода	Расположение элементов трубопровода относительно строительной конструкции	Проход водопровода через строительные конструкции	Расположение водопроводной арматуры относительно сантехприборов	Соответствие проектов по составу элементов	Наличие спускников	Отклонение от уклонов и вертикальности трубопроводов	Наличие утечек при давлении воды в сети	Качество промывки водопровода
Объем контроля	Сплошной					Сплошной, выборочный					Сплошной					
Метод контроля	Визуальный, инструментальный					Инструментальный					Визуальный, инструментальный					
Освидетельствование скрытых работ											Акты на скрытые работы					
Привлекаемые специалисты						Геодезист				Геодезист			Геодезист			
Операции, контролируемые лабораторией																+

## 2.3. Обязательные организационно-технологические правила

1. К началу производства монтажных работ должны быть установлены в строительных конструкциях закладные детали для крепления элементов трубопровода, подготовлены отверстия для прохода труб в стенах, перекрытиях, перегородках, а также борозды в стенах здания при скрытой прокладке трубопроводов в соответствии с проектом.

2. Для безопасного, производительного и качественного труда рабочих-сантехников должно быть устроено низковольтное освещение и проложена электросеть для питания электроинструмента и электросварочных установок, очищены от строительного мусора места производства монтажных работ и обеспечен свободный доступ к ним, сооружены леса, подмости, настилы, необходимые для выполнения работ на высоте более 1,5 м.

3. До начала монтажных работ должны быть произведены:

- комплектация материалами и изделиями по номенклатуре, указанной в спецификации проекта;
- подготовка крытых площадок для складирования и хранения трубных изделий, особенно пластмассовых;
- доставка сварочного и монтажного оборудования и инструментов и осуществление их наладки;
- изучение линейными ИТР и бригадирами (звеньевыми) рабочей и нормативной документации;
- подготовка рабочих к производству специальных работ, особенно по сварке и сборке трубных изделий из пластмасс.

4. Возможные отступления от проекта, а также способы устранения дефектов, выявленных в процессе контроля качества на стадии испытаний водопроводной системы, должны быть согласованы с проектной организацией.

### **3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОНТАЖА СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ЧУГУННЫХ И ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ**

#### **3.1. Контролируемые параметры и средства контроля в процессе монтажа внутренних систем бытовой канализация, выполненных из чугунных труб**

№ п/п	Контролируемые параметры	Величина и предельные отклонения	Метод и объем контроля	Средства измерения
1.	Расстояние в свету между канализационным трубопроводом и строительными конструкциями в местах пересечения со стенами подвала или фундамента здания	В соответствии с проектом, но не менее 0,2 м	Измерительный, замер расстояния между трубопроводом и строительными конструкциями в местах пересечения со стенами подвала или фундамента здания	Металлическая рулетка, складной метр

2.	<p>Расстояние в свету между трубопроводами канализационного выпуска и ввода водопровода:</p> <p>- по горизонтали;</p> <p>- по вертикали</p>	<p>В соответствии с проектом, но не менее</p> <p>1,5 м</p> <p>0,15 м</p>	<p>Измерительный, замер расстояния между трубопроводами</p>	<p>Металлическая рулетка</p>
3.	<p>Расстояние между креплениями:</p> <p>- при горизонтальной прокладке трубопроводов</p> <p>- для стояков</p>	<p>В соответствии с проектом, но не более</p> <p>2 м</p> <p>3 м</p>	<p>Измерительный, по 1 замеру между креплениями</p>	<p>Металлическая рулетка</p>
4.	<p>Отклонение величины уклона отводящих трубопроводов</p>	<p>+0,001</p> <p>-0</p>	<p>Измерительный, замеры отклонения величины уклона каждого прямолинейного (до поворота или врезки) участка трубопровода при длине участка:</p> <p>а) до 10 м - в начале и в конце участка;</p> <p>б) свыше 10 м - в начале, в конце участка и через каждые 5-10 м по его длине</p>	<p>Рейка, уровень строительный, нивелир</p>
5.	<p>Уклон трубопроводов (при</p>		<p>Измерительный, выполняется в</p>	<p>Рейка, уровень строительный,</p>



	отсутствии указаний в проекте);  - участки канализационной сети в подвальных помещениях  - сборный вентиляционный трубопровод, объединяющий канализационные стояки в чердачном помещении	не менее 0,02  0,01	процессе замеров по п.4	нивелир
6.	Отклонение стояков от вертикальности	не более 2 мм/м	Измерительный, один замер для каждого этажестояка	Отвес, металлическая рулетка или линейка измерительная
7.	Расстояние в свету между канализационными стояками и строительными конструкциями	В соответствии с проектом, но не менее 20 мм	Измерительный, один замер расстояния через 3 м трубопровода	Складной метр, линейка измерительная
8.	Расстояние от верха вытяжного стояка до:  - плоской неэксплуатируемой кровли;  - скатной кровли;	В соответствии с проектом, но не менее 0,3 м  0,5 м	Измерительный, один замер расстояния от верха вытяжного стояка до кровли или обреза сборной вентиляционной шахты	Металлическая рулетка, складной метр

	- эксплуатируемой кровли	3,0 м		
	- обреза сборной вентиляционной шахты	0,1 м		
9.	Отклонение от проектного положения умывальников, унитазов, моек	±15 мм	Измерительный, замер для каждого сантехприбора	Металлическая рулетка, складной метр, шаблон
10.	Отклонение высоты установки санитарных приборов от уровня чистого пола:		Измерительный, замер отклонения высоты установки для каждого санитарного прибора	Металлическая рулетка, шаблон
	- для отдельно стоящих приборов	±20 мм		
	- при групповой установке однотипных приборов	±5 мм		
11.	Отклонение от горизонтальности при установке сантехприборов:		Измерительный, замер величины перекоса при установке каждого сантехприбора	Линейка измерительная, уровень, рулетка, шаблон
	- умывальника (измеряемое по положению кронштейнов от пола)	не более 10 мм		
	- унитаза (в плоскости сидения)	не более 20 мм		
12.	Длина участка разрыва струи при	25±5 мм	Измерительный, замер длины	Линейка измерительная

	подсоединении моечных ванн, спускных трубопроводов бассейнов, технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции		участка разрыва струи	
13.	Температура воздуха в помещении при приклеивании унитазов	не ниже +5 °С	Измерительный	Термометр
14.	Температура окружающего воздуха при проведении гидравлических испытаний	не ниже +5 °С	Измерительный	Термометр
15.	Температура воды при проведении гидравлических испытаний	не ниже +5 °С	Измерительный	Термометр

### 3.2. Регламент операционного контроля качества монтажа систем внутренней бытовой канализации, выполненных из чугунных труб и фасонных частей

Вид контроля (стадия)	Входной				Операционный										Приемочный			
Контролируемые операции	Соответствие трубазаготовки и комплектующих изделий монтажному проекту				Расстояние между канализационными трубопроводами и строительными конструкциями; - трубопроводами другого назначения										Соответствие смонтированной системы канализации проекту			
	Соответствие качества трубных изделий из чугуна, комплектующих материалов и изделий нормативным документам				Наличие на участках поворота трубопроводов и соединения стояков с горизонтальными трубопроводами в теплоподполье косого тройника и отвода 135° или двух отводов в 135°										Качество заделки стыков			
	Подготовка строительных конструкций к монтажу трубопроводов				Отклонение стояков от вертикальности										Качество заделки стыков			
	Соответствие проекту отметок и привязочных размеров				Расстояние от верха выгяжной части стояка до кровли или обреза сборной вентиляционной шахты										Качество поверхности, точность установки и надежность крепления сантехприборов			
	Расстояние между трубопроводами канализационного выпуска и ввода трубопровода				Наличие ревизий и прочисток согласно проекту и обеспечение доступа к ним; наличие прокладок под крышками ревизий										Правильность и надежность крепления трубопроводов			
	Отсутствие трещин и поврежденных мест покрытия на трубных изделиях из чугуна				Качество видимых и функциональных поверхностей сантехприборов										Отсутствие изломов в соединениях			
	Качество заделки монтажных стыков				Комплектность, точность установки и надежность крепления сантехприборов										Величина уклона горизонтальных трубопроводов			
	Расстояние между креплениями, расположение креплений за раструбами, надежность крепления трубопроводов				Длина воздушного разрыва (для моечных ванн, спускных трубопроводов бассейнов и др.)										Отклонение стояков от вертикальности			
	Отсутствие изломов в соединениях				Наличие уравнивателя потенциалов (для ванн и душевых поддонов)										Качество поверхности, точность установки, комплектность, надежность крепления сантехприборов и отсутствие в них засоров			
	Уклон трубопроводов				Испытание отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, наполнением водой до уровня пола первого этажа													
	Расстояние между канализационными трубопроводами и строительными конструкциями; - трубопроводами другого назначения																	
	Наличие на участках поворота трубопроводов и соединения стояков с горизонтальными трубопроводами в теплоподполье косого тройника и отвода 135° или двух отводов в 135°																	
	Отклонение стояков от вертикальности																	
	Расстояние от верха выгяжной части стояка до кровли или обреза сборной вентиляционной шахты																	
	Наличие крепления верхней части выгяжного стояка																	
	Наличие ревизий и прочисток согласно проекту и обеспечение доступа к ним; наличие прокладок под крышками ревизий																	
Качество видимых и функциональных поверхностей сантехприборов																		
Комплектность, точность установки и надежность крепления сантехприборов																		
Длина воздушного разрыва (для моечных ванн, спускных трубопроводов бассейнов и др.)																		
Наличие уравнивателя потенциалов (для ванн и душевых поддонов)																		
Соответствие смонтированной системы канализации проекту																		
Качество заделки стыков																		
Правильность и надежность крепления трубопроводов																		
Отсутствие изломов в соединениях																		
Величина уклона горизонтальных трубопроводов																		
Отклонение стояков от вертикальности																		
Качество поверхности, точность установки, комплектность, надежность крепления сантехприборов и отсутствие в них засоров																		
Испытание методом пролива воды; участков системы канализации, не скрывааемых при последующих работах; участков системы канализации, скрывааемых при последующих работах																		
Испытание отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, наполнением водой до уровня пола первого этажа																		

Объем контроля

Выборочный и сплошной

Сплошной

Выборочный

Сплошной

Метод контроля

Визуальный  
Визуальный и инструментальный  
Инструментальный

Техн. проверка  
Визуальный  
Визуальный и инструментальный

Инструментальный  
Визуальный  
Инструментальный

Визуальный  
Виз. и инст. техническая проверка  
Инструмен.  
Виз., инструм.

Визуальный  
Виз. и инст. тех. проверка  
Инструментальный  
Виз. и инст. Тех. проверка

Техническая проверка

Освидетельствование скрытых работ

+  
+

Привлекаемые специалисты

Геодезист

Геодезист

Геодезист

### 3.3. Обязательные организационно-технологические правила

3.3.1. Монтаж систем внутренней бытовой канализации следует производить при наличии проекта производства работ.

3.3.2. Прокладка канализационных трубопроводов выполняется в соответствии с монтажным проектом.

3.3.3. При монтаже используется трубная продукция из чугуна, строго соответствующая требованиям проектной документации в части назначения типоразмеров, длины трубы, номенклатуры фасонных частей.

3.3.4. При входном контроле поступающей трубной продукции и комплектующих изделий необходимо проверять:

а) при получении труб и фасонных частей из чугуна: наличие накладной с указанием объема материалов; соответствие изделий требованиям монтажного проекта; качество труб и фасонных частей (проверяется на соответствие стандартам по паспортам и путем выборочного контроля внешнего вида и размеров); качество антикоррозионного покрытия, которое должно быть сплошным, гладким, без трещин и пузырей, прочно сцепленным с металлом и не должно быть липким (проверяется выборочно); укомплектованность ревизий резиновыми прокладками, болтами, гайками (проверяется выборочно);

б) при получении готовых узлов чугунной канализационной заготовки: наличие накладной с указанием объема поступающей продукции; соответствие изделий требованиям монтажного проекта; качество трубнозаготовки (проверяется на соответствие требованиям ТУ по паспортам, путем выборочного внешнего осмотра и выборочных замеров), в том числе проверяется: наличие заделки раструбных стыков, качество антикоррозионного покрытия; отклонение от перпендикулярности торцов труб после обрубки (не должно превышать  $3^\circ$ ); наличие трещин на концах чугунных труб (допускаются трещины длиной не более 15 мм); величина волнистости кромок (допускается не более 10 мм); отклонение линейных размеров узлов (не более  $\pm 10$  мм); отсутствие изломов в раструбных соединениях;

в) при получении сантехприборов: наличие накладной с указанием количества приборов каждого вида; соответствие видов и типов сантехприборов требованиям проекта (проверяется по паспортам); соответствие размеров сантехприборов (выборочная проверка) требованиям проекта и стандартов; укомплектованность (в зависимости от вида и типа прибора) смесителями,

выпусками, сифонами, переливами, качество функциональной и видимой поверхностей приборов (проверяется путем выборочного внешнего осмотра);

г) при получении средств крепления трубопроводов: наличие накладной с указанием количества средств крепления, соответствие конструкции и размеров креплений требованиям проектной документации (проверяется по паспортам и выборочно путем внешнего осмотра и контроля размеров).

3.3.5. Входной контроль качества на приобъектном складе проводится работником строительной организации, выполняющим функции технического контролера. Он выполняет проверку потребительской маркировки и наличия паспортов на трубы, детали, узлы трубозаготовки, санитарно-технические приборы; проводит выборочный контроль внешнего вида и размеров изделий.

3.3.6. Входной контроль качества на строительном объекте выполняется бригадиром трубоукладчиков и включает визуальный осмотр трубной продукции и комплектующих изделий, техническую проверку труб, фасонных частей и узлов трубозаготовки, контроль основных размерных характеристик трубной продукции.

3.3.7. Монтаж систем внутренней бытовой канализации из чугунных труб и фасонных частей следует производить в соответствии со СНиП 3.05.01-85, СНиП 3.01.01-85\*, СНиП III-4-80\*, ВСН 221-86, стандартов, технических условий и инструкций заводов-изготовителей оборудования.

3.3.8. К началу производства монтажных работ должны быть установлены в местах, указанных в проекте, детали для крепления чугунных канализационных трубопроводов, подготовлены отверстия для прохода труб в стенах, перекрытиях, перегородках, а также борозды в стенах зданий (при скрытой прокладке трубопроводов в соответствии с проектом).

3.3.9. Для безопасного, производительного и качественного труда рабочих-сантехников должно быть подведено низковольтное освещение, очищены от строительного мусора места производства монтажных работ и обеспечен свободный доступ к ним, сооружены леса, подмости, настилы, необходимые для выполнения работ на высоте более 1,5 м.

3.3.10. При выполнении монтажных операций следует проводить проверку отсутствия трещин на трубах, фасонных частях и узлах трубозаготовки из чугуна (проверка производства путем легкого обстукивания изделий деревянным молотком), а также проверку качества заделки раструбных стыков чугунных труб и фасонных частей (контролируются соединения, монтируемые

на строительстве, и стыки готовых узлов трубозаготовки, поступающие с трубозаготовительных заводов). В залитых цементным раствором стыках не допускаются расслоения и раковины, а также неполная заливка раструбного стыка.

3.3.11. Стыки чугунных канализационных труб на монтаже должны уплотняться просмоленным пеньковым канатом или пропитанной ленточной паклей с последующей зачеканкой цементным раствором марки не ниже 100 или заливкой раствора гипсоглиноземистого расширяющего цемента.

3.3.12. Используемая для заделки стыков чугунных труб и фасонных частей ленточная пакля должна быть плотно скручена в жгут толщиной не менее 7-8 см, длина жгута должна быть достаточной для образования двух витков.

Соединение чугунных труб и фасонных частей должно производиться без изломов, для чего выполняют центровку труб с целью обеспечения равномерной по окружности раструбной щели.

3.3.13. Поворот на 90° вертикальных и горизонтальных трубопроводов в техподполье следует выполнять с использованием двух отводов 135° или тройника 135° и отвода 135°.

3.3.14. Средства крепления трубопроводов следует располагать под раструбами труб и фасонных частей.

3.3.15. Выпуск канализации от здания до смотрового колодца должен быть проложен до начала производства монтажных работ в техподполье.

3.3.16. Заделку отверстий в местах пересечения трубопроводов со стенами техподполья или фундамента следует выполнять водонепроницаемыми эластичными материалами (в газифицированных районах - газонепроницаемыми материалами), в мокрых грунтах - с установкой сальников.

3.3.17. Ревизии и прочистки на трубопроводах устанавливаются согласно проекту, при этом необходимо обеспечить доступ к ним. Проверяется закрепление крышек ревизий и наличие под крышками прокладок.

3.3.18. Этажестояки монтируются соосно, при этом необходимо контролировать их надежное закрепление.

3.3.19. Санитарно-технические приборы устанавливаются в местах, предусмотренных проектом, при этом внешний вид каждого монтируемого прибора должен соответствовать требованиям ГОСТ 15167-93, ГОСТ 18297-80 или ГОСТ 23695-94.

3.3.20. При монтаже санитарно-технических приборов должно контролироваться их надежное закрепление.

3.3.21. Унитазы следует крепить к полу шурупами или приклеивать клеем. При креплении шурупами под основание унитаза должна быть установлена резиновая прокладка.

Приклеивание унитазов производится при температуре воздуха в помещении не ниже +5 °С, после чего унитазы выдерживаются без нагрузки в неподвижном положении не менее 12 часов.

3.3.22. При использовании полиэтиленовых сифонов умывальников и моек подсоединение полиэтиленовой отводной трубы сифона к чугунному трубопроводу выполняется при помощи резинового кольца, установленного в раструб фасонной части, с последующей заделкой цементным раствором.

3.3.23. При монтаже сифонов проверяется правильность их установки (вертикальность корпуса сифона и отводной трубы). Сифоны, выпуски и переливы должны быть снабжены необходимыми прокладками.

3.3.24. Проверке подлежит наличие заземления со стальными трубами холодного водопровода корпусов ванн и душевых поддонов.

3.3.25. Канализационные трубопроводы, служащие для подсоединения технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции, оборудования и санитарно-технических приборов для мойки посуды, установленных в общественных зданиях, а также спускные трубопроводы бассейнов должны иметь воздушный разрыв не менее 20 мм от верха приемной воронки.

3.3.26. Испытания системы канализации выполняются методом пролива воды путем одновременного открытия 75% санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку, в течение времени, необходимого для осмотра.

Выдержавшей испытание считается система, если при ее осмотре не обнаружены течи через стенки трубопроводов и места соединений.



Испытания отводных трубопроводов, проложенных в земле или подпольных каналах, выполняются до их закрытия наполнением водой до уровня пола первого этажа здания.

Испытания участков системы канализации, скрываемых при последующих работах, должны выполняться проливом воды до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ согласно обязательному приложению 6 СНиП 3.01.01-85\*.

3.3.27. Возможные отступления от проекта, а также способы устранения дефектов, выявленных в процессе контроля качества на стадии испытания канализационной системы, должны быть согласованы с проектной организацией.

**3.4. Контролируемые параметры и средства контроля в процессе монтажа внутренних систем бытовой канализации, выполненных из пластмассовых труб и фасонных частей**

N п/п	Параметры	Величина предельных отклонений		Метод и объем контроля	Средства измерений
1.	<p>Расстояние до метки, определяющей глубину вдвигания гладкого конца одной трубной детали в раструб другой:</p> <p>- для труб и фасонных частей Д=110 мм:</p>	<p align="center">ППХ 47+0,5 мм</p>	<p align="center">ПП 48+0,5 мм</p>	<p>Измерительный (для трубных изделий, на гладких концах и хвостовиках которых метка нанесена в процессе производства) 1 замер при нанесении каждой метки</p>	<p>Линейка измерительная</p>

	- для труб и фасонных частей Д=50 мм:	36+0,5 мм	37+0,5 мм			
2.	Отклонение от перпендикулярности торцов труб после резки:  - для труб диаметром до 50 мм  - для труб диаметром 50-110 мм	0,5 мм  1,0 мм			Измерительный, 1 замер для каждой трубы после отрезки на строительном объекте  Угольник, линейка, шаблон	
3.	Длина фаски, снимаемой на торце трубы после резки	Д 110 мм  50 мм	ПВХ 6 мм  6 мм	ПП 4,5 мм  3,5 мм	Измерительный, 1 замер длины фаски на каждой трубе после снятия на ее конце фаски на строительном объекте  Шаблон	
4.	Расстояние в свету между канализационным трубопроводом и строительными конструкциями в местах пересечения со стенами подвала или фундамента здания	В соответствии с проектом, но не менее 0,2 м			Измерительный, 1 замер расстояния между трубопроводом и строительными конструкциями в местах пересечения со стенами подвала и фундамента	Металлическая рулетка, складной метр или линейка измерительная
5.	Расстояние по горизонтали в свету между	В соответствии с проектом, но не менее 1,5 м			Измерительный, 1 замер расстояния между	Металлическая рулетка

	трубопроводами канализационного выпуска и ввода водопровода		канализационным выпуском и вводом водопровода									
6.	<p>Расстояние между неподвижными креплениями:</p> <p>а) для трубопроводов Д=110 мм</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при наличии между неподвижными креплениями одного раструбного соединения;</li> <li>- при наличии между неподвижными креплениями двух раструбных соединений</li> </ul> <p>б) для трубопроводов Д=50 мм</p>	<p>В соответствии с проектом, но не более</p> <table border="1"> <tr> <td>для ПВХ</td> <td>для ПП</td> </tr> <tr> <td>2 м</td> <td>1,2 м</td> </tr> <tr> <td>2 м</td> <td>2 м</td> </tr> <tr> <td>1 м</td> <td>1 м</td> </tr> </table>	для ПВХ	для ПП	2 м	1,2 м	2 м	2 м	1 м	1 м	Измерительный, 1 замер между креплениями	Металлическая рулетка
для ПВХ	для ПП											
2 м	1,2 м											
2 м	2 м											
1 м	1 м											
7.	<p>Расстояние между подвижными креплениями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для горизонтальных трубопроводов</li> <li>- для вертикальных трубопроводов</li> </ul>	<p>В соответствии с проектом, но не более</p> <p>10Д</p> <p>20Д</p> <p>где Д -</p>	Измерительный, 1 замер между креплениями	Металлическая рулетка								

		наружный диаметр трубы, мм		
8.	Отклонение величины уклона отводящих трубопроводов	+0,001 -0	Измерительный, замеры отклонения величины уклона каждого прямолинейного (до поворота или врезки) участка трубопровода при длине участка:  а) до 10 м - в начале и в конце участка;  б) свыше 10 м - в начале, в конце участка и через каждые 5-10 м по его длине	Рейка, уровень строительный, нивелир
9.	Уклон трубопроводов внутренней канализации (при отсутствии указаний в проекте);  - участок канализационной сети в подвальном помещении - сборный вентиляционный трубопровод, объединяющий канализационные	не менее 0,02  0,01	Измерительный, выполняется в процессе замеров по п.8	Рейка, уровень строительный, нивелир

	стояки в чердачном помещении			
10.	Отклонение стояков от вертикальности	не более 2 мм/м	Измерительный, один замер для каждого этажестояка	Отвес, металлическая рулетка или линейка измерительная
11.	Расстояние в свету между трубопроводами из ПВХ или ПП и:  - стальными трубами горячего водоснабжения или отопления, проложенными параллельно  - стальными трубами горячего водоснабжения или отопления при их пересечении  - строительными конструкциями	В соответствии с проектом, но не менее:  100 мм  50 мм  20 мм	Измерительный, один замер на 3 м трубопровода при параллельной прокладке; один замер в каждом узле пересечения; один замер расстояния от строительных конструкций на 3 м трубопровода	Металлическая рулетка, линейка измерительная, шаблон
12.	Расстояние от верха вытяжного стояка до:	В соответствии с проектом, но не менее:	Измерительный, один замер расстояния от верха вытяжного стояка до кровли	Металлическая рулетка, складной метр

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- плоской неэксплуатируемой кровли; 0,3 м</li> <li>- скатной кровли; 0,5 м</li> <li>- эксплуатируемой кровли; 3,0 м</li> <li>- обреза сборной вентиляционной шахты 0,1 м</li> </ul>		или обреза сборной вентиляционной шахты	
13.	Отклонение от проектного положения умывальников, унитазов, моек	±15 мм	Измерительный, 1 замер привязочных размеров каждого прибора	Металлическая рулетка, складной метр, шаблон
14.	Отклонение высоты установки санитарных приборов от уровня чистого пола: <ul style="list-style-type: none"> <li>- для отдельно стоящих приборов ±20 мм</li> <li>- при групповой установке однотипных приборов ±5 мм</li> </ul>		Измерительный, замер отклонения высоты установки для каждого санитарного прибора	Металлическая рулетка, шаблон
15.	Отклонение от горизонтальности при установке:		Измерительный, замер величины перекаса при установке каждого сантехприбора	Линейка измерительная, металлическая, уровень,

	<p>- умывальника (измеряемое по положению кронштейнов от пола)</p> <p>- унитаза (в плоскости сидения)</p>	<p>не более 10 мм</p> <p>не более 20 мм</p>		рулетка, шаблон
16.	Длина участка разрыва струи при монтаже моечных ванн, спускных трубопроводов бассейнов, технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции	25±5 мм	Измерительный, 1 замер длины участка разрыва струи	Линейка измерительная
17.	Температура воздуха при проведении монтажа трубопроводов:  - из ПВХ  - из ПП	<p>не ниже -15 °С</p> <p>не ниже -10 °С</p>	Измерительный	Термометр
18.	Температура воздуха в помещении при приклеивании унитазов	не ниже +5 °С	Измерительный	Термометр
19.	Температура окружающего воздуха при	не ниже +5 °С	Измерительный	Термометр

	проведении гидравлических испытаний			
20.	Температура воды при проведении гидравлических испытаний	не ниже +5 °С	Измерительный	Термометр



### 3.5. Регламент операционного контроля качества

Вид контроля (стадия)	Входной	Операционный	Приемочный																																																		
Контролируемые операции	Выборочный и сплошной	Сплошной	Выборочный																																																		
				Инструментальный																																																	
					Виз. и инст.	Виз. и . инст. техн. проверка																																															
							Инструмент.	Техническая проверка																																													
									Инструментальный	+																																											
											Визуальный	+																																									
													Инструментальный	Гео-де-зист																																							
															Визуальный	Гео-де-зист																																					
																	Инструментальный	Гео-де-зист																																			
																			Визуальный	Гео-де-зист																																	
																					Виз. и . инст. техн. проверка	Гео-де-зист																															
																							Инструмент.	Гео-де-зист																													
																									Визуальный инструмент.	Гео-де-зист																											
																											Визуальный	Гео-де-зист																									
																													Виз. и . инст. техн. проверка	Гео-де-зист																							
																															Инструментальный	Гео-де-зист																					
																																	Виз. и . инст. техн. проверка	Гео-де-зист																			
																																			Соответствие трубнозаготовки, санитарно-технических кабин, комплектующих изделий монтажному проекту	Соответствие качества пластмассовых труб, фасонных частей, укрупненных узлов трубнозаготовки, сан.тех. кабин, комплектующих материалов и изделий нормативным документам	Подготовка строительных конструкций к монтажу трубопроводов	Соответствие проекту отметок и привязочных размеров															
																																							Расстояние между трубопроводами канализационного выпуска и ввода трубопровода	Отсутствие трещин и сколов на пластмассовых трубах, фасонных частях	Качество сборки раструбных соединений трубопроводов	Расстояние между креплениями, расположение креплений за раструбами, надежность крепления трубопроводов											
																																											Отсутствие изломов в соединениях	Уклон трубопроводов	Расстояние в свету между канализационными трубопроводами из ПВХ или ПП и: - стальными трубами горячего водоснабжения или отопления - строительными конструкциями;	Наличие на участках, поворота на 90° вертикальных и горизонтальных трубопроводов в подвальном помещении тройника 45° или набора отводов 45° или 30°							
Параллельность уровня верха канализационного стояка нижележащей сан.тех. кабины и уровня подготовительного основания	Соосность канализационных стояков смежных этажей	Расстояние от верха выгяжной части стояка до кровли или обреза сборной вентиляционной шахты	Наличие креплений верхней части выгяжного стояка																																																		
				Наличие ревизий и прочисток согласно проекту и обеспечение доступа к ним; наличие прокладок под крышками ревизий																																											Качество видимых и функциональных поверхностей сантехприборов	Комплектность,точность установки и надежность крепления сантехприборов	Длина воздушного разрыва (для моечных ванн, спускных трубопроводов бассейнов и др.)				
					Наличие уравнивателя потенциалов (для ванн и душевых поддонов)	Соответствие смонтированной системы канализации по проекту																																												Обеспечение сборки раструбных соединений трубопроводов до метки	Правильность и надежность крепления трубопроводов		
							Отсутствие изломов в соединениях	Величина уклона трубопроводов																																												Отсутствие отклонения стояков от вертикальности	Качество поверхности, точность установки, комплектность, надежность крепления сантехприборов и отсутствие в них засоров
									Испытания методом пролива воды: - участков системы канализации, не скрывааемых при последующих работах; - участков системы канализации, скрывааемых при последующих работах	Испытание отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, наполнением водой до уровня пола первого этажа																																											
											Гео-де-зист	Гео-де-зист																																									

### 3.6. Обязательные организационно-технологические правила

1. Монтаж систем внутренней бытовой канализации из пластмассовых труб и фасонных частей (ПВХ или ПП) следует производить при наличии проекта производства работ.

2. Прокладка канализационных трубопроводов выполняется в соответствии с монтажным проектом.

3. Монтажные работы производятся с использованием трубной продукции из ПВХ или ПП, строго соответствующей требованиям проектной документации в части назначения типоразмеров, длины труб и патрубков, номенклатуры фасонных частей.

4. При входном контроле используемой для монтажа продукции необходимо проверять:

а) при получении труб и фасонных частей из ПВХ или ПП и резиновых уплотнителей: наличие накладной с указанием объема материалов; соответствие изделий требованиям монтажного проекта; качество труб и фасонных частей и резиновых уплотнителей (проверяется на соответствие техническим условиям по паспортам и сертификатам, а также путем выборочного контроля внешнего вида и основных размеров); укомплектованность крышек ревизий прокладками (проверяется выборочно). Не допускается комплектация пластмассовых труб и фасонных частей резиновыми кольцами, конструкция и размеры которых не соответствуют требованиям нормативной документации;

б) при получении готовых узлов канализационной трубной заготовки из пластмассовых труб и фасонных частей: наличие накладной с указанием объема поступающей продукции; соответствие изделий требованиям монтажного проекта; качество узлов трубозаготовки (проверяется на соответствие требованиям ТУ по паспортам, а также путем выборочного контроля внешнего вида и размеров), конструкция и качество резиновых уплотнительных колец (проверяется по паспортам и выборочно на соответствие требованиям ТУ в части конструкции, внешнего вида и основных размеров);

в) при получении санитарно-технических кабин: наличие накладной с указанием объема поступающей продукции; наличие маркировочных знаков на лицевой поверхности сантехкабин; наличие пломбирочной пластины на каждой сантехкабине; комплектация и качество санитарно-технических кабин (проверяется на соответствие требованиям ТУ по паспортам, а также путем выборочного контроля комплектации и внешнего вида установленных в сантехкабине канализационных трубопроводов и санитарно-технических приборов);

г) при получении сантехприборов: наличие накладной с указанием количества приборов каждого вида; соответствие видов и типов сантехприборов требованиям проекта (проверяется по паспортам); соответствие размеров сантехприборов (выборочная проверка) требованиям проекта и стандартов; укомплектованность (в зависимости от вида и типа прибора) смесителями, выпусками, сифонами, переливами, качество функциональной и видимой поверхностей приборов (проверяется путем выборочного внешнего осмотра);

д) при получении средств крепления трубопроводов: наличие накладной с указанием количества средств крепления, соответствие конструкции и размеров креплений требованиям проектной документации (проверяется по паспортам и выборочно путем внешнего осмотра и контроля размеров); укомплектованность средств крепления полиэтиленовыми или резиновыми прокладками толщиной не менее 2 мм.

5. Входной контроль качества на приобъектном складе проводится работником строительной организации, выполняющим функции технического контролера. Он выполняет проверку наличия паспортов и сертификатов на продукцию; соответствие маркировки на трубах, патрубках, фасонных частях, резиновых кольцах, сантехкабинах и др. условному обозначению, указанному на сопроводительной документации; выборочный контроль внешнего вида и размеров труб. Отбракованная продукция возвращается на базу, санитарно-технические кабины - заводу-поставщику.

Входной контроль качества на строительном объекте выполняется бригадиром трубоукладчиков и включает визуальный осмотр труб, патрубков, фасонных частей, узлов трубозаготовки и комплектующих изделий, контроль основных размерных характеристик трубной продукции и санитарно-технических приборов, комплектности изделий, соответствие продукции требованиям проекта.

6. Для обеспечения высокого качества строительно-монтажных работ система входного контроля качества в строительной организации должна предусматривать мероприятия (в дополнение к приведенным в п.5), осуществляемые на базе материально-технического снабжения и в лаборатории строительной организации, оборудованной специальной испытательной аппаратурой.

7. Санитарно-технические кабины с пластмассовыми трубами должны храниться на приобъектном складе в зоне действия башенного крана на специально отведенных спланированных горизонтальных площадках. Кабины на складе устанавливаются в рабочем положении на деревянные бруски, уложенные на плотное основание. Выступающие вниз детали канализационных стояков должны находиться на

расстоянии не менее 2 см от поверхности основания, на котором установлены кабины.

8. Монтаж систем внутренней бытовой канализации из пластмассовых труб и фасонных частей следует проводить в соответствии со СНиП 3.05.01-85, СНиП 3.01.01-85\* , СНиП III-4-80\*, ВСН 48-96 (НИИМосстрой), ВСН 221-86 (Мосоргстрой), ТР 83-98 (НИИМосстрой), стандартами, техническими условиями и инструкциями заводов-изготовителей оборудования.

9. К началу производства монтажных работ должны быть установлены в местах, указанных в проекте, детали для крепления пластмассовых канализационных трубопроводов, подготовлены отверстия для прохода труб в стенах, перекрытиях, перегородках, а также борозды в стенах зданий (при скрытой прокладке).

10. Для безопасного, производительного и качественного труда рабочих-сантехников должно быть подведено низковольтное освещение, очищены от строительного мусора места производства монтажных работ и обеспечен свободный доступ к ним, сооружены леса, подмости, настилы, необходимые для выполнения работ на высоте более 1,5 м.

11. При выполнении монтажных операций следует проводить проверку отсутствия трещин и сколов на трубах, патрубках, фасонных частях и узлах трубозаготовки из ПВХ или ПП, а также проверку внешнего вида резиновых уплотнительных колец и манжет, поверхность которых должна быть ровной, гладкой, без надрывов, раковин и заусенцев.

12. Качественная сборка раструбных соединений пластмассовых труб и фасонных частей обеспечивается соединением двух деталей строго до метки, определяющей глубину вдвигания (расстояние до метки приведено в п.1 раздела 3.4 "Контролируемые параметры и средства контроля"). При отсутствии меток заводского изготовления допускается их нанесение масляной краской, грифелями и т.п.

13. При монтаже раструбных соединений труб и фасонных частей из ПВХ и ПП в качестве смазочного материала используется глицерин или мыльный раствор. Смазка деталей маслами, солидолом или другими аналогичными смазочными материалами запрещается.

14. На строительной площадке в необходимых случаях допускается механическая обработка труб и патрубков из ПВХ или ПП. Резка и укорачивание фасонных частей запрещается.

15. Качество сборки раструбных соединений с резиновыми уплотнительными кольцами проверяется поворотом одной из деталей, входящих в соединение, относительно другой (деталь легко проворачивается, если резиновое кольцо не выдавлено).

16. Контролю подлежит использование резиновых уплотнительных колец определенной конструкции (предусмотренной соответствующими ТУ) для раструбных соединений канализационных трубопроводов из ПВХ или ПП. Для трубопроводов из ПВХ используются резиновые кольца круглого поперечного сечения, а для трубопроводов из ПП - кольца манжетного типа.

17. Крепление трубопроводов из пластмасс к строительным конструкциям выполняется при помощи металлических крепежных хомутов. Необходимо контролировать наличие установленных между хомутами и трубами (или фасонными частями) ленточных полиэтиленовых или резиновых прокладок толщиной не менее 2 мм.

18. Средства крепления трубопроводов должны быть расположены не на раструбных частях труб и фасонных частей.

19. Выпуск канализации от здания до осмотрового колодца должен быть проложен до начала производства монтажных работ в подвальном помещении здания.

20. В местах прохода трубопроводов через фундаменты, стены и перегородки зданий должны быть установлены защитные гильзы (футляры) из жесткого материала (кровельная сталь, трубы и т.п.). Длина гильзы должна превышать толщину строительной конструкции на 20 мм.

21. Не допускается расположение раструбных соединений канализационных трубопроводов из полимерных материалов в местах прохода труб через строительные конструкции.

22. Поворот на 90° вертикальных и горизонтальных трубопроводов в подвальных помещениях выполняется с использованием наборов отводов 45° или 30° или тройника 45° и отвода 45°.

23. Канализационные стояки должны монтироваться строго вертикально и соосно, при этом контролируется их надежное закрепление.

24. Санитарно-технические кабины должны устанавливаться на выверенное по уровню основание.

25. Ревизии прочистки на трубопроводах устанавливаются согласно проекту, при этом необходимо обеспечить доступ к ним. Проверяется закрепление крышек ревизий и наличие под крышками прокладок.

26. Заделка борозд и отверстий в стенах и междуэтажных перекрытиях выполняется после окончания всех работ по монтажу и испытанию системы канализации.

27. Пластмассовые канализационные трубопроводы, прокладываемые в помещениях, где по условиям эксплуатации возможно их механическое повреждение, необходимо защищать, а участки сети, которые могут эксплуатироваться при отрицательных температурах, следует утеплять.

28. Санитарно-технические приборы устанавливаются в местах, предусмотренных проектом, при этом внешний вид каждого монтируемого прибора должен соответствовать требованиям ГОСТ 15167-93, ГОСТ 18297-80\* или ГОСТ 23695-94.

---

\* Действует ГОСТ 18297-96. - Примечание "КОДЕКС".

29. Унитазы крепятся к полу шурупами или приклеиваются клеем. При креплении шурупами контролируется наличие установленной под основание унитаза резиновой прокладки.

Приклеивание унитазов производится при температуре воздуха в помещении не ниже +5 °С, после чего унитазы должны выдерживаться без нагрузки в неподвижном положении не менее 12 часов.

30. При монтаже сифонов проверяется правильность установки корпуса сифона и отводной трубы. Сифоны, выпуски и переливы должны быть снабжены необходимыми прокладками.

31. Проверке подлежит наличие заземления со стальными трубами холодного водопровода корпусов ванн и душевых поддонов.

32. Канализационные трубопроводы, служащие для подсоединения технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции, оборудования и санитарно-технических приборов для мойки посуды, установленных в общественных зданиях, а также спускные трубопроводы бассейнов должны иметь воздушный разрыв не менее 20 мм от верха приемной воронки.

33. Для монтажа системы канализации могут использоваться трубы, патрубки, фасонные части, узлы трубозаготовки и санитарно-технические кабины, перевозка

которых выполнялась при температуре не ниже минус 25 °С для трубной продукции из ПВХ и не ниже минус 20 °С для трубной продукции из ПП.

34. При монтаже труб и фасонных частей из ПВХ и ПП необходимо их предохранять от ударных и больших изгибающих нагрузок.

35. Монтаж внутренней канализации из полимерных материалов должен производиться слесарями-сантехниками, обученными методам монтажа и ознакомленными со свойствами используемой трубной продукции.

36. Испытания системы канализации выполняются методом пролива воды путем одновременного открытия 75% санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку, в течение времени, необходимого для осмотра.

Выдержавшей испытание считается система, если при ее осмотре не обнаружены течи через стенки трубопроводов и места соединений.

Испытания отводных трубопроводов, проложенных в земле или подпольных каналах, выполняются до их закрытия наполнением водой до уровня пола первого этажа.

Испытания участков системы канализации, скрываемых при последующих работах, должны выполняться проливом воды до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ согласно обязательному приложению 6 СНиП 3.01.01-85\*.

37. Возможные отступления от проекта, а также способы устранения дефектов, выявленных в процессе контроля качества на стадии испытания канализационной системы, должны быть согласованы с проектной организацией.

**4. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ,  
ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ СТАЛЬНЫХ И МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ,  
И РАЗЛИЧНЫХ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

**4.1. Контролируемые параметры и средства контроля**

N п/п	Контролируемые параметры	Величина и предельные отклонения	Метод и объем контроля	Средства измерения
1.	Состав систем отопления	Каждого элемента на соответствие проекту	Осмотр 100%	Визуально
2.	Соответствие отметок проекту, мм	±5	Измеряется выборочно	Отвес, уровень, металлическая рулетка
3.	Качество поверхности стальных труб	Не допускаются трещины, вздутия, расслоения на торцах. Допускаются отдельные вмятины и другие дефекты, обусловленные способом производства, если они не выводят толщину стенки за минимальные размеры. Не допускается поставка черных труб с неогрунтованной поверхностью	Осмотр 100%	Визуально
4.  4.1.	Трубы водогазопроводные (ТВГ) (ГОСТ 3262)  Отклонение от наружного диаметра с условным проходом $d_y$ , до 40 мм вкл., мм  свыше 40 мм, %	  (+0,4) и (-0,5)  (+0,8) и (-1)	Измерительный  Выборочно	Штангенциркуль



4.2.	Толщина стенки, %	-15%	Измерительный Выборочно	Толщиномер
4.3.	Допускаемая кривизна труб на 1 м длины для $d_y$ , мм		Измерительный Выборочно	Линейка, рейка, щуп
	до 20	2		
	свыше 20	1,5		
4.4.	Косина реза 90° отклонение не более, °	2	- " -	Угольник, угломер
5.	Трубы электросварные (ТЭС) (ГОСТ 10704)			
5.1.	Отклонения по наружному диаметру, мм	±0,3	Измерительный Выборочно	Микрометр
	до 30 мм			
	30-51	±0,4		
	51-114	±0,8		
5.2.	По толщине стенки при диаметре до 152 мм, %	±10	- " -	Штангенциркуль Толщиномер
5.3.	Кривизна труб на 1 м длины диаметром до 152 мм, мм	1,5	Измерительный Выборочно	Линейка, рейка, щуп
5.4.	Косина реза 90°	1 мм	- " -	Угломер
6.	Длина заготовки детали			Металлический метр, рулетка

6.1.	При длине до 1 м, мм	±2	- " -	- " -																		
6.2.	На каждый последующий метр, мм	±1	- " -	- " -																		
7.	Линейные размеры собранных узлов			Металлический метр, рулетка																		
7.1.	При длине до 1 м, мм	±3	- " -	- " -																		
7.2.	На каждый последующий метр, мм	±1	- " -	- " -																		
8.	Длина резьбы, мм		Измерительный Выборочно	Штангенциркуль																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Д<sub>у</sub></th> <th>Короткая</th> <th>Длинная</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>12</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>13,5</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>15</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>19</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>21</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	Д <sub>у</sub>	Короткая	Длинная	15	12	40	20	13,5	45	25	15	50	40	19	60	50	21	65			
Д <sub>у</sub>	Короткая	Длинная																				
15	12	40																				
20	13,5	45																				
25	15	50																				
40	19	60																				
50	21	65																				
8.1.	Отклонение длины резьбы: %		- " -	- " -																		
	Короткой	-10																				
	Длинной	+5																				
8.2.	Неполная или сорванная резьба Отклонение внутреннего диаметра трубы при накатке резьбы на трубе, %	не более 10 -10	- " -	Штангенциркуль																		

9.	Отклонение от перпендикулярности торцов отрезанных труб, не более, °	2	- " -	Угломер
10.	Размеры заусенцев в отверстиях и на торцах отрезанных труб, мм	≤ 0,5	- " -	Штангенциркуль
11.	Расстояние между креплениями и опорами			
11.1.	Горизонтально проложенных стальных  D <sub>усл.прох.</sub>	В соответствии с проектом, но не более, мм  НЕИЗОЛ.   ИЗОЛИР. трубопроводов	Измерительный 100%	Метр, уровень, отвес, шаблон
	15	2,5   1,5		
	20	3   2		
	25	3,5   2		
	32	4,0   2,5		
	40	4,5   3,0		
	50	5,0   4,0		
	70, 80	6   5		
	100	6   5		
	125	7   5		
	150	8   6		
11.2.	Вертикальных стояков в помещении более 3 м	На половине высоты этажа	Осмотр 100%	Визуально

11.3.	Крепление на подводке к отопительному прибору при длине более, мм	1500	- " -	- " -
11.4.	Крепление арматуры в системах отопления из металлополимерных труб	Самостоятельное	Осмотр 100%	- " -
12.	Приварка стальных трубопроводов к креплениям или строительным конструкциям	Не допускается	Осмотр 100%	Визуально
13.	Труба гнутая. Допустимые радиусы гнутья в холодном состоянии не менее $D_{\text{н}}$ , мм			
13.1.	Для стальных труб $D_{\text{у}}$ , мм  от 15 до 40  от 40 и более	2,5  3,5	Измерительный 100%	Шаблон, угломер
13.2.	Для металлополимерных труб	5		
13.3.	Допустимый угол места расположения продольного сварного шва в стальной трубе при гнутье относительно плоскости гiba, °	45 (135) ±5	- " -	- " -
13.4.	Допустимая овализация поперечного сечения трубы в гнутой детали, %	8±2	- " -	Штангенциркуль
13.5.	Недопустимые дефекты в гнутых участках, отводах, скобах	Трещины, поры, отслоение металла, раскрытие сварного шва после гибки	Осмотр 100%	Визуально
14.	Длина прямых участков стальных отводов, заготовленных изгибом труб, не менее, мм	$D_{\text{нар}}$ , но не менее	Измерительный Выборочно	Металлический метр

	для труб диаметром до 100 мм	50		
	для труб диаметром больше 100 мм	100		
15.	Временно оставляемые открытыми концы труб	Необходимо закрывать во избежание попадания строительного мусора и раствора	Осмотр Выборочно	Визуально
16.	Качество сварных соединений			
16.1.	Подготовка - очистка от ржавчины, масел, влаги и др. загрязнений кромки на ширину по обе стороны от шва не менее, мм	+10	Измерительный 100%	Металлическая линейка
16.2.	Сварной шов. Внешний вид	Не допускаются трещины, непровары, прожоги, свищи, потеки	Осмотр 100%	Визуально
16.3.	Сварка внахлестку для труб диаметром до 25 мм	С раздечей одного конца трубы или безрезьбовой муфтой	- " -	- " -
16.4.	Отклонение от заданных размеров раструба (стаканчика)		Измерительный Выборочно	Штангенциркуль Металлическая линейка
	внутреннего диаметра, мм	+1		
	длины, мм	±2 мм		
16.5.	Сварка в стаканчик (диаметр раструба больше диаметра трубы), не более, мм	2	- " -	Штангенциркуль
16.6.	Продольные сварные швы стыкуемых труб должны быть смещены относительно друг друга:			

	при диаметре до 100 мм при диаметре больше 100 мм	на 1/3 окружности на 90°	Осмотр 100%	Визуально
17.	Смещение наружных кромок стыкуемых труб не должны превышать, мм  при толщине трубы до 4 мм при толщине трубы больше 4 мм	2 3	Измерительный Выборочно	Штангенциркуль
18.	Разность толщин свариваемых труб в стык не должна превышать, мм  для толщины трубы до 3 мм для толщины более 3 мм	+1 2	Измерительный Выборочно	Штангенциркуль
19.	Резьбовое соединение стальных труб			
19.1.	Торцевые плоскости фитингов (соединительных деталей)	Перпендикулярно осям проходов	Измерительный Выборочно	Угломер
19.2.	У муфт и контргаек одна из поверхностей должна быть	С механической обработкой перпендикулярно к оси	Измерительный Выборочно	
19.3.	Положение контргайки	Расположена фаской к муфте или арматуре	Осмотр 100%	Визуально
19.4.	Свертка фитинга с трубой на короткой резьбе должна быть	По прямой без перелома на всю длину сбега резьбы с уплотнением	Осмотр 100%	Визуально
20.	Толщина уплотнительного материала между муфтой и контргайкой на сgone, мм	2-3	Осмотр	Визуально

21.	Уплотнение резьбовых соединений	Уплотнитель резьбовых соединений должен быть наложен ровным слоем по ходу резьбы. Выступающий внутрь и снаружи трубы уплотнитель удаляется	Осмотр 100%	Визуально
22.	При сборке стояков на сгонах  Сгон устанавливается от подающей подводки на высоте, мм	300+10	Измерительный 100%	Металлическая рулетка, метр
23.	Фланцевое соединение. Фланцы (внешний вид, комплект)	Не допускаются механические повреждения зеркала фланцев, резьбы болтов	Осмотр 100%	Визуально
23.1.	Отклонение от перпендикулярности фланца, приваренного к трубе, по отношению к оси трубы, не более, мм	До 1% 2	Измерительный 100%	Угломер
23.2.	Концы болтов не должны выступать из гаек, более	0,5 диаметра болта	Измерительный Выборочно	Металлическая линейка
23.3.	Головки болтов фланцевых соединений	Располагаются с одной стороны соединения	Осмотр 100%	Визуально
23.4.	Расположение гаек при установке фланцев на вертикальных трубопроводах	С нижней стороны, за исключением установки с фланцевой арматурой	Осмотр 100%	Визуально
23.5.	Навертка гаек при соединении фланцев	Крестообразно (для исключения перекоса)	- " -	- " -
23.6.	Конец трубы, включая шов приварки фланца	Не должен выступать за зеркало фланца	Осмотр 100%	Визуально

23.7.	Прокладки во фланцевых соединениях	Не должны перекрывать болтовых отверстий	- " -	- " -
23.8.	Установка между фланцами нескольких или скошенных прокладок	Не допускается	- " -	- " -
24.	Комплекующие изделия. Арматура трубопроводная (вентили, краны, задвижки)		Осмотр 100%	Визуально
24.1.	Внешний вид	Не допускаются трещины на корпусах и крышках, повреждения на уплотнительных поверхностях	- " -	- " -
24.2.	Положение рисок шпинделя и стрелок арматуры	Должны соответствовать направлению движения теплоносителя	- " -	- " -
24.3.	Расположение шпинделя задвижки на трубопроводе  вертикальном  горизонтальном	горизонтальное  вертикальное вверх		
24.4.	Расположение привода на задвижке с вертикальным электроприводом	Вверху	Осмотр 100%	Визуально
24.5.	Сальники задвижек	Должны быть плотно набиты сальниковой набивкой		
24.6.	Втулка сальника	Должна входить в гнездо на глубину, обеспечивающую в дальнейшем подтяжку сальника	- " -	- " -
25.	Установка манометров	Можно через 3-х ходовые краны	- " -	- " -



26.	Установка термометров	В гильзах. Выступающая часть должна быть защищена защитной оправой	- " -	- " -
27.	Размеры борозд при скрытой прокладке трубопроводов мм х мм (ширина х глубина)			
27.1.	Стойка однотрубной системы	130x130	Измерительный 100%	Металлический метр, шаблон
27.2.	Два стояка двухтрубной системы	200x130	- " -	- " -
27.3.	Подводки к приборам и сцепки	60x60	- " -	- " -
27.4.	Главный стояк	200x200	- " -	- " -
27.5.	Магистраль	200x200	- " -	- " -
28.	Габариты отверстий в строительных конструкциях при открытой прокладке трубопроводов (длина×ширина - перекрытие, ширина×высота - стены, мм×мм)		Измерительный 100%	Металлический метр, шаблон
28.1.	1 стояк однотрубной системы	100x100	- " -	- " -
28.2.	2 стояка двухтрубной системы	150x100	- " -	- " -
28.3.	Подводки к приборам и сцепки	100x100	- " -	- " -
28.4.	Главный стояк	200x200	- " -	- " -
28.5.	Магистраль	250x300	- " -	- " -
29.	Места установки гильз	При прохождении через строительные конструкции	Осмотр 100%	Визуально
29.1.	Расположение гильзы относительно потолка	Заподлицо	- " -	- " -

29.2.	Относительно чистого пола выше, мм	20-30	Измерительный	Металлический метр
29.3.	Внутренний диаметр гильзы, мм	Больше наружного диаметра трубы на $10\pm 2$	- " -	Штангенциркуль
29.4.	Заделка гильзы в строительной конструкции	Прочная, жесткая	Осмотр 100%	Визуально
29.5.	Заделка зазора между трубой и гильзой	Эластичная, герметизирующая	- " -	- " -
30.	Прокладка трубопроводов			
30.1.	Вертикальность прокладки стояков на 1 м длины, мм	2	Измерительный 100%	Металлический метр, отвес
30.2.	Расстояние, мм от кромки оконного проема до оси открыто проложенного стояка однотрубной системы с односторонним присоединением отопительных приборов, мм	$150\pm 50$	Измерительный Выборочно	Металлический метр, отвес
30.3.	Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси открыто проложенных неизолированных трубопроводов, мм  при диаметре до 32 мм  при диаметре $40\div 50$	От $35\div 55$  $50\div 60$	Измерительный 100%	Металлическая рулетка
30.4.	Расстояние между осями стояков двухтрубной системы при диаметре каждого из них до 32 мм, мм	Горячий стояк прокладывается с правой стороны  $80\pm 5$	Измерительный 100%	Металлический метр, отвес
31.	Расположение сборных соединений и арматуры при скрытой прокладке	В люках с обеспечением доступа	Осмотр 100%	Визуально

	трубопроводов			
32.	Уклоны			
32.1.	Уклоны подводок к отопительным приборам в сторону движения теплоносителя, мм	5 ÷ 10	Измерительный 100%	Уровень, отвес, металлический метр
32.2.	Уклон магистральных трубопроводов, не менее	0,002	- " -	- " -
32.3.	Уклон трубопроводов от воздухоборника к стоякам	0,003		
32.4.	Уклоны горизонтальных линий системы, обеспечивающие спуск воды, %	2 ÷ 5	- " -	- " -
32.5.	Уклон от стояков к спускным устройствам	0,002		
	Отопительные приборы			
33.	Конвекторы			
33.1.	Внешний вид	Отсутствие механических повреждений	Осмотр 100%	Визуально
33.2.	Установка конвектора	Вертикальность и горизонтальность	Измерительный 100%	Отвес, уровень, металлический метр
34.	Расстояние: не менее, мм			
34.1.	От поверхности стен до обрешетки конвектора без кофуха	20	Измерительный 100%	Отвес, уровень, металлический метр

34.2.	От подоконника до конвектора, не менее, %	70 глубины прибора	Измерительный 100%	Отвес, уровень, металлический метр
34.3.	От стены до оребрения нагревательного элемента настенного конвектора с кожухом, мм, не более	3	- " -	- " -
34.4.	От поверхности стены до кожуха напольного конвектора, мм, не менее	20	- " -	- " -
34.5.	От уровня чистого пола до низа настенного конвектора с кожухом или без кожуха, мм	70 глубины	Осмотр 100%	Визуально
	не менее, %	150 устанавливаемого		
	не более, %	нагревательного прибора		
35.	Радиаторы	Вертикальность и горизонтальность	Измерительный 100%	Отвес, металлический метр
	Расстояние, мм			
35.1.	От отметки чистого пола	60-100	- " -	- " -
35.2.	От нижней поверхности подоконной доски	50		
35.3.	От поверхности стен	20-50		
36.	Гладкие и ребристые отопительные трубы		- " -	- " -
	Расстояние, не менее, мм:			
36.1.	От пола	20		

36.2.	От поверхности штукатурки стен	25		
36.3.	Между осями смежных труб	200		
37.	Число кронштейнов, не менее, шт.		Осмотр 100%	Визуально
37.1.	Для установки радиатора	3	- " -	- " -
37.2.	Для установки ребристых труб	2	- " -	- " -
37.3.	Блок конвектора без кожуха при однорядной и двухрядной установке	2 к стене или к полу	- " -	- " -
37.4.	При трехрядной	3 к стене или 2 к полу	- " -	- " -
38.	Прочность установки кронштейнов, не менее	2-х дюбелей на кронштейн	Осмотр 100%	Визуально
39.	Испытание системы из стальных труб		Измерительный 100%	Манометры
39.1.	Гидравлическое, давлением 1,5 рабочего давления, не менее, МПа	0,2 (2 кгс/см <sup>2</sup> ) в самой нижней точке системы (должны отсутствовать течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах)		
39.2.	Манометрическое при отрицательной температуре наружного воздуха при пробном избыточном давлении не менее, МПа	0,15 (1,5 кгс/см <sup>2</sup> )	- " -	- " -
	Падение давления не должно превышать, МПа	0,01 (0,1 кгс/см <sup>2</sup> )	- " -	- " -

40.	Тепловое испытание системы при:			
40.1.	Положительной температуре наружного воздуха. Температура в подающих магистралях системы, не менее, °С	Все отопительные приборы должны прогреваться равномерно 60	Измерительный 100%	На ощупь, термометры
40.2.	Отрицательной температуре наружного воздуха, не менее, °С	50	- " -	- " -
41.	Тепловая изоляция трубопроводов	Производится после проведения испытаний системы на герметичность	Осмотр 100%	Визуально
42.	Наличие антикоррозионного покрытия по очищенной поверхности от пыли, грязи и ржавчины	Обязательно	- " -	- " -
43.	Материал теплоизоляционного покровного слоя	По проекту	- " -	- " -
44.	Толщина теплоизоляционного покровного слоя	По проекту	- " -	- " -
	Металлополимерные трубы			
45.	Входной контроль МПТ Внешний вид	На поверхности труб не должно быть механических повреждений и изломов. Трубы не должны быть скручены и сплющены	Осмотр 100%	Визуально
46.	Латунные соединительные детали металлополимерных труб Внешний вид	Не должны иметь выбоин, заусенцев, царапин. Резиновые прокладки должны иметь правильную геометрическую форму	Осмотр 100%	Визуально

47.	Для металлополимерных труб					Измерительный Выборочно	Штангенциркуль
47.1	НИКИМТ Диаметр, мм			Допуск, мм Диаметр			
	Внутренний	Наружный	Толщина стенки	Внутренний	Наружный	Толщина стенки	
	12	16	2	+0,2 - 0,1	+0,3	-0,1 +0,15	
	20	25	2,5	+0,2 - 0,1	+0,3	+0,2	
47.2.	Каучук-платс			Допуск			
	Диаметр, мм			Диаметр			
	Внутренний	Наружный	Толщина стенки	Внутренний	Наружный		
	10	14	2	-0,2	-0,15		
	12	16	2	-0,2	+0,15		
	14	18	2	-0,2	+0,15		
	15,5	20	2,25	-0,2 +0,1			
	20	25	2,5	-0,2 +0,1	+0,15 +0,2		
47.3.	НПО "Пластик" - "Трейд-пластик-Р"			Допуск			
	Диаметр, мм			Диаметр			
	Номинальный Наружный	Номинальный Внутренний	Толщина стенки минимальная	Номинальный Наружный	Номинальный Внутренний		

	14	10	2,0	+0,15	-0,2		
	16	12	2,0	+0,15	-0,2		
	18	14	2,0	+0,15	-0,2		
	20	15,6	2,2	+0,20	-0,3		
	25	20,1	2,45	+0,20	-0,3		
	32	26,3	2,85	+0,30	-0,3		
48.	Вид прокладки металлополимерных трубопроводов						
48.1.	Скрытая			Без натяга в плинтусах, за экранами, в штробах, шахтах и каналах	Осмотр 100%	Визуально	
48.2.	Открытая			При исключении возможности механического, термического повреждения, прямого воздействия ультрафиолетового излучения	- " -	- " -	
48.3.	Замоноличенная (без кожуха) в строительные конструкции в зданиях со сроком службы менее, лет  при расчетном сроке службы труб более, лет		20  40		Осмотр 100%	- " -	
49.	Соединение МПТ с трубопроводами из других материалов, арматурой и отопительными приборами			Резьбовые с помощью специальных латунных соединительных деталей должно быть выполнено без перекоса	Осмотр 100%	Визуально	



50.	Место расположения разборных соединений и арматуры при скрытой прокладке металлополимерных трубопроводов	В люках со съёмными щитами, не имеющих острых выступов	- " -	- " -
51.	Температура монтажа не ниже, °С	+10	Измерительный	Термометр
52.	Минимальная высота заливки над поверхностью металлополимерной трубы, не менее, мм	30	Измерительный	Металлическая линейка
53.	Внутренний диаметр гильзы для прохождения металлополимерной трубы больше наружного диаметра трубы не менее, мм	+5	Измерительный Выборочно	Штангенциркуль
54.	Уплотнение зазора между трубой и гильзой	Мягкий несгораемый материал, допускающий перемещение трубы вдоль продольной оси	Осмотр 100%	Визуально
55.	Разметка длин	Карандашом, маркером. Недопустимо нанесение царапин или надрезов на поверхности труб	Осмотр 100%	Визуально
56.	Разрезка МПТ под углом 90° к оси трубы	Не допускается смятие трубы и образования заусенцев	Измерительный 100%	Угломер
57.	Отклонение плоскости реза, не более, °	5	- " -	- " -
58.	Овальность торцов МПТ должна быть не более, %	1	Измерительный 100%	Штангенциркуль
59.	Соединение МПТ и присоединение к арматуре с		Осмотр 100%	Визуально

	обжимной гайкой			
59.1.	Обработка поверхности трубы калиброванной разверткой	Стороной 1 на глубину риски на наружной поверхности развертки стороной 2 снять внутреннюю фаску		
59.2.	Запрессовка соединительного элемента до упора на глубину для труб наружным диаметром, мм		Измерительный	Шаблон, металлическая линейка
	16	-8		
	20	-10		
	25	-12		
59.3.	Соединение трубы с фасонными деталями, имеющими наружную резьбу	Осуществляется по сопрягаемым поверхностям деталей без уплотнения резьбовой гайки	Осмотр 100%	Визуально
59.4.	Присоединение труб к деталям, имеющим внутреннюю резьбу	Необходимо использовать ниппель с уплотнением резьбовой части	Осмотр 100%	Визуально
60.	Уплотнение резьбовых соединений со стальными трубами и арматурой	Льняной прядью, лентой ФУМ или любым другим уплотнительным материалом	Осмотр 100%	Визуально
61.	Участок МП трубопровода, примыкающий к узлу соединения, должен быть выровнен с помощью пружины на расстояние, не менее, мм	150	Измерительный	Металлическая линейка
62.	Компенсация температурных удлинений МПТ	Повороты и отступы на трубопроводах, устройство компенсаторов	Осмотр 100%	Визуально
63.	Расстояние (мм) в свету между металлополимерными трубами и		Измерительный 100%	Складной метр

63.1.	Строительными конструкциями	20	- " -	- " -	
63.2.	Параллельно с проложенными трубами отопления и горячего водоснабжения	100	- " -	- " -	
63.3.	Горячими трубами, проходящими сверху, при пересечении	50	- " -	- " -	
64.	Средства крепления металлополимерных труб	Должны иметь поверхность, исключаящую возможность механического повреждения труб, без острых кромок и заусенцев. Металлические крепления должны иметь мягкие прокладки и антикоррозионные покрытия		Осмотр 100%	Визуально
65.	Расстояние между креплениями МПТ, мм	Расстояние между скользящими опорами		Измерительный 100%	Металлический метр, шаблон
	Наружный диаметр труб, мм	при гориз.	при вертик. прокладке		
	16-20	500-1000	1000-2000		
	25	150-1000	1200-2000		
	32-40	1000	2400		
	50	1000	3000		
66.	Испытания системы отопления из МПТ. Гидравлическое испытание давлением в 1,5 раза превышающим рабочее давление, но не менее, МПа при постоянной температуре	0,6		Измерительный 100%	Манометр

## 4.2. Регламент операционного контроля

Вид контроля (стадия)	Входной	Операционный																			
Контролируемые операции	Соответствие трубнозаготовки, комплектующих изделий, отопительных приборов монтажному проекту	Соответствие качества труб, частей, соединительных деталей, укрупненных узлов трубнозаготовки, комплектующих материалов и изделий, отопительных приборов нормативным документам	Подготовка строительных конструкций к монтажу трубопроводов	Соответствие проекту отметок и привязочных размеров	Крепление трубопроводов	Соединение трубопроводов	Расположение элементов трубопроводов и отопительных приборов относительно строительных конструкций	Проход трубопроводов через строительные конструкции	Расстояние между креплениями и опорами	Прочность пристрелки креплений к строительным конструкциям	Установка компенсаторов и опор в соответствии с проектом	Наличие уклона в сторону спускных устройств	Наличие антикоррозийного покрытия	Толщина и соответствие конструкции теплоизоляционного материала проекту	Наличие уклона от воздухоохладителей к стоякам	Качество видимых и функциональных поверхностей отопительных приборов	Комплектность, точность установки и надежность крепления отопительных приборов	Узел врезки к магистрали, комплектность узла врезки	Исправное действие запорной арматуры, доступность обслуживания		
	Объем контроля	Выборочный и сплошной			Сплошной																
	Метод контроля	Визуальный	Визуальный и инструментальный	Инструментальный	Визуальный	Инструментальный	Инструментальный Выборочный	Визуальный	Визуальный	Инструментальный	Визуальный	Визуальный и инструментальный									
	Освидетельствование скрытых работ																				
	Привлекаемые специалисты	Геодезист								Геодезист			Геодезист								

Вид контроля (стадия)	Приемочный							
Контролируемые операции	Соответствие смонтированных систем отопления проекту	Вертикальность трубопроводов и отклонение от проектных уклонов	Отсутствие изломов в соединениях стальных труб	Правильность и надежность крепления трубопроводов	Наличие воздухоотпускных устройств	Качество поверхности, точность установки, комплектность, надежность крепления отопительных приборов	Гидравлические испытания системы	Тепловое испытание системы
Объем контроля	Сплошной							
Метод контроля	Визуальный	инструментальный	Визуальный		Инструментальный			
Освидетельствование скрытых работ								
Привлекаемые специалисты								

#### 4.3. Обязательные организационно-технологические правила

1. До начала монтажа систем отопления должны быть:

- подготовлены отверстия, борозды, ниши в стенках, перегородках и перекрытиях и покрытиях для прокладки трубопроводов;
- нанесены на внутренние стены всех помещений вспомогательные отметки, равные проектным отметкам чистого пола +500 мм;
- установлены подоконные доски;
- подготовлены монтажные проемы в стенах для подачи крупногабаритного оборудования;
- установлены в соответствии с рабочей документацией закладные детали в строительных конструкциях для крепления оборудования и трубопроводов;
- обеспечено низковольтное освещение и проложена электросеть для питания электроинструмента и электросварочных установок;
- очищены от строительного мусора места производства монтажных работ и обеспечен свободный доступ к ним;
- сооружены подмости, настилы, необходимые для выполнения работ на высоте более 1,5 м.

2. Монтаж систем отопления следует производить при наличии проекта производства работ. До начала монтажных работ должны быть произведены:

- комплектация материалами и изделиями по номенклатуре, указанной в спецификации проекта;
- подготовка крытых площадок и помещений для складирования и хранения трубных изделий и отопительных приборов;
- доставка сварочного и монтажного оборудования, инструментов и осуществление их наладки;
- проведение инструктажа и подготовка рабочих к производству специальных работ.

3. Сварку стальных труб следует производить любым способом, регламентированным стандартами. При сварке резьбовые поверхности и поверхности зеркала фланцев должны быть защищены от брызг и капель расплавленного металла.

4. Разъемные соединения на трубопроводах следует выполнять у арматуры и там, где это необходимо по условиям сборки трубопроводов.

5. Неизолированные трубопроводы систем отопления не должны примыкать к поверхности строительных конструкций.

6. Средства крепления не следует располагать в местах соединения трубопроводов. Приварка трубопроводов к средствам крепления не допускается.

7. При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка, как правило, не должен выходить за пределы оконного проема. При этом совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и оконных проемов не обязательно.

8. Кронштейны под отопительные приборы следует крепить к бетонным стенам дюбелями. Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

9. По завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены до начала отделочных работ:

- промывка системы;

- гидравлическое или пневматическое испытание системы, доказывающее отсутствие течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании;

- тепловое испытание системы на равномерный прогрев отопительных приборов продолжительностью 7 часов.

10. Не допускается прокладывать МПТ в помещениях с источниками тепловых излучений с температурой поверхности более 150 °С.

11. Металлополимерные трубы не могут быть использованы в помещениях, где возможна электродуговая или газовая сварка при аварийных ремонтных работах.

12. Система отопления может быть выполнена полностью из металлополимерных труб или в комбинации с трубами из других материалов (сталь, медь и т.д.) в зависимости от существующей номенклатуры МПТ.

13. Размеры хомутов, фиксаторов, скоб должны строго соответствовать диаметрам труб.

14. Металлополимерные трубы можно монтировать только после отсекающих задвижек, клапанов на распределительных коллекторах. Для МПТ недопустимо превышение расчетных величин параметров теплоносителя.

15. Категорически не допускается применение металлополимерных труб в системах с элеваторными узлами, для защищающих трубопроводов (расширительная, предохранительная, переливная, сигнальная).

16. Перед прокладкой металлополимерных труб в помещении необходимо закончить все электрогазосварочные работы, установить крепления.

17. Бухты металлополимерных труб, хранившиеся или транспортировавшиеся на монтаж (заготовительный участок) при температуре ниже 0 °С, должны быть перед раскаткой выдержаны в течение 24 часов при температуре не ниже +10 °С.

18. В процессе размотки бухты и монтажа МП трубопровода необходимо следить, чтобы труба не перекручивалась. Прокладку МП трубы следует вести без натяга, свободные концы закрывать липкой лентой или заглушками во избежание попадания грязи и мусора в трубу.

19. Не допускаются сплющивания и переломы МП трубопровода во время монтажа.

20. При замоноличивании МПТ необходимо избегать смещения вертикального изгиба, сдавливания и повреждения МПТ.

21. Транспортировка, погрузка и разгрузка металлополимерных труб должны осуществляться при температуре наружного воздуха не ниже -20 °С.

22. Во время подготовки к погрузке МПТ не допускается применение стальных строп. Запрещается сбрасывать МПТ с транспортных средств или волочить по полу.

23. Хранить металлополимерные трубы необходимо в закрытом помещении или под навесом, оберегая от прямых солнечных лучей. Высота штабеля не должна превышать 2 м.



24. При хранении МП труб в складских помещениях температура окружающего воздуха не должна превышать +30 °С, а расстояние от нагревательных приборов не должно быть меньше 1,0 м.

25. При замерзании системы прогревать трубу следует теплым воздухом или горячей водой с температурой до 90 °С. Категорически запрещается использовать открытое пламя и обстукивать трубы молотком.

26. Возможные отступления от проекта, а также способы устранения дефектов, выявленных в процессе контроля качества на стадии испытания системы отопления, должны быть согласованы с проектной организацией.

Текст документа сверен по:

/ Правительство Москвы.

Комплекс архитектуры, строительства,  
развития и реконструкции города. - М., 2000

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ  
ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ  
ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**13. Технологический регламент монтажа инженерных систем**

Дата введения 2001-05-30

РАЗРАБОТАН ГУП "НИИМосстрой":

- Белоусов Е.Д., д.т.н., проф., директор; тел. (095) 143-58-36;
- Белавин Ф.С., к.т.н., зам. директора по научной работе; тел. (095) 147-40-03.

Том 13 "Монтаж инженерных систем" ТР 95.13-01 разработан лабораторией инженерного оборудования:

- Сладков А.В., к.т.н., зав. лабораторией; тел. (095) 143-58-53;
- Отставнов А.А., к.т.н., ведущий научный сотрудник; тел. (095) 147-43-50;
- Санкова Н.В., научный сотрудник; тел. (095) 147-43-50;
- Шехтер Р.Б., научный сотрудник; тел. (095) 147-43-50.

СОГЛАСОВАН с АОХК "Главмосстрой", ОАО "Мосинжстрой"

УТВЕРЖДЕН начальником Управления экономической, научно-технической и промышленной политики в строительной отрасли А.И.Ворониным.

Настоящий технологический регламент является дополнением к ранее изданному в 2000 году - ТР 95-99 - по 11 видам производства строительного-монтажных работ и состоит из шести видов работ, каждый из которых издан отдельным томом:

1. Технологический регламент строительства дорог из асфальтобетона (ТР 95.12-01);

2. Технологический регламент монтажа инженерных систем (ТР 95.13-01);
3. Технологический регламент возведения фундаментов (ТР 95.14-01);
4. Технологический регламент гидроизоляции подземных сооружений (ТР 95.15-01);
5. Технологический регламент устройства подвесных потолков и перегородок (ТР 95.16-01);
6. Технологический регламент герметизации стыков ограждающих конструкций в зимнее время (ТР 95.17-01)

### **13.1. МОНТАЖ НАРУЖНЫХ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ**

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Технологический регламент распространяется на монтаж наружных самотечных систем канализации:

- выполняемых из асбестоцементных напорных труб, изготавливаемых по ГОСТ 539-80\* классов ВТ 6 и ВТ 9 и напорных труб из высокопрочного чугуна, изготавливаемых по ТУ 14-3-1848-92 с изм. N 1-3;

- запроектированных с учетом основных требований СНиПа 40-03-00 "Канализация, наружные сети и сооружения" и опыта проектирования московских канализационных сетей;

- устраиваемых в соответствии с требованиями СНиП 3.05.04-85\* "Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации" (М. 1999 г., Госстрой России, ГУН ЦПП).

2. Технологический регламент предполагает использование для монтажа трубопроводов труб с соединениями на резиновых кольцах, заделке (в том числе герметиками), разрешенными к применению в канализации органами Мосстройсертификация.

3. Технологические процессы, указанные в технологическом регламенте, могут использоваться в технологических схемах укладки трубопроводов как непосредственно на дне траншеи из отдельных труб, так и опускаемых с бровки укрупненных трубных плетей на подготовленное дно траншеи.

4. Для сборки соединений с резиновыми уплотнителями, заделкой должны использоваться инструменты, приспособления и средства механизации только разрешенные к применению для этих целей с точки зрения как обеспечения производительности, так и надежности сборки.

5. Укладочные и сборочные работы при монтаже канализации должны выполняться работниками, имеющими соответствующую квалификацию слесарей-трубоукладчиков.

6. Структура и очередность выполнения технологических процессов монтажа канализации, приведенных в ТР, должны приниматься с учетом конкретных канализационных сетей в части местных условий, состояния подземного пространства в смысле насыщенности инженерными коммуникациями, в том числе действующими, диаметров труб наличия средств механизации и объемов работ.

7. При проведении монтажных работ на наружных канализационных сетях должны соблюдаться требования по технике и электробезопасности, указанные в СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве", с обязательным проведением вводных инструктажей непосредственно на объекте для всего работающего персонала.

---

\* Действуют СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002., здесь и далее по тексту. - Примечание "КОДЕКС".

8. Технологический регламент подготовлен на основе требований СНиП 3.05.04-85\*, опыта монтажных организаций (ГМС, ГМПС и ГМиС), эксплуатирующих предприятий МВК, отечественных и зарубежных литературных данных по производству монтажных и эксплуатационных работ.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

NN пп	Наименование технологического процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструменты, приспособления, средства механизации
1	2	3	4	5	6
Вспомогательные работы					
1.	Подготовка траншеи	Рытье траншеи по размерам, выброс грунта на бровку	Ширина траншеи по дну без учета креплений для трубопроводов: отдельными трубами при наружном диаметре до 0,5 м для чугунных труб: $D_n+0,2$ м; при $D_n > 0,5$ м для чугунных труб: $D_n+0,8$ м	-	Разметочные колышки, визирные планки (набойки), шаблоны, одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой
2.	Устройство ложа	При механической разработке грунт со дна траншеи не добирают на величину, необходимую для устройства ложа; снятие недобора грунта (планировочными машинами или	При оборудовании экскаватора прямой лопатой недобор составляет от 5 до 20 см, при оборудовании экскаватора обратной лопатой недобор составляет от 10 до 20 см; при оборудовании экскаватора драглайном недобор составляет от 15 до 30 см. В скальных грунтах трубопроводы укладывают на песчаную или	Песок, щебень	Бульдозер, экскаватор, лопата, трамбовка, нивелир, визирные планки

		вручную); устройство водоотлива; выравнивание и утрамбовка дна траншеи	гравийную подушку толщиной 100 мм		
3.	Подготовка приямков	Отрывка приямков вручную, разметка приямков	<p>Приямки разрабатываются по 0,4 м в каждую сторону и по длине смещаются в сторону раструба. Размеры приямков в м (длина, ширина, глубина) для чугунных труб D до 326 мм составляют:</p> <p>0,55х(D+0,5)х0,3;</p> <p>для чугунных труб D более 326 мм:</p> <p>1х(D+0,7)х0,4;</p> <p>для а/ц труб D до 325 мм:</p> <p>0,7х(D+0,5)х0,2;</p> <p>для а/ц труб D &gt; 325 мм:</p> <p>0,9х(D+0,7)х0,3.</p> <p>Муфта не должна опираться на основание, расстояние от муфты до основания должно быть не менее 30 мм</p>	-	"-

4.	Вынос оси трубопровода	Установка вешек в траншее (и в колодце).  Установка отвеса с причалкой	Отклонение от проектного положения не должно превышать $\pm 10$ мм	-	Вешки, отвес, проволока, шпагат, шанцевый инструмент
5.	Подготовка дна котлована под колодцы	Отрыть котлован с недобором грунта до проектной отметки на 80-100 мм и обеспечить водоотлив из котлована	Длина, ширина, глубина котлована (согласно проекту)	Нивелир, две инженерные обноски, вешки	Экскаватор
6.	Устройство щебеночного основания	Подача щебня с бровки траншеи в котлован; разравнивание, уплотнение	Толщина основания 80-100 мм	Щебень	Автосамосвал, лопата, ручная трамбовка, колышки, визирка
7.	Подготовка труб	Асбестоцементные трубы хранят в штабелях, уложенных на ровную площадку по классам, типам и диаметрам: трубы располагаются горизонтально, а муфты -	Для труб диаметром до 300 мм высота штабелей до 3 м на подкладках и с прокладками с концевыми упорами, трубы диаметром более 300 мм - в штабелях высотой до 3 м в седло без прокладок с концевыми упорами	Деревянные подкладки	Подъемные механизмы

		<p>вертикально. Под нижний ряд труб должны быть уложены прокладки. Нижний ряд труб должен быть закреплен. Чугунные трубы укладывают на деревянные прокладки. Раструбы в каждом ряду должны быть направлены попеременно в разные стороны</p>			
8.	Осмотр труб		<p>Асбестоцементные трубы и муфты не должны иметь трещин, обломов и расслоений. На обточенных поверхностях труб и муфт не должно быть сдигов и вмятин. Допускаются на наружной необточенной поверхности труб и муфт отпечатки от технического сукна, сдиры и вмятины глубиной не &gt;1 мм. На внутренней поверхности труб допускаются отпечатки от наката форматных скалок, а на</p>	Муфты, трубы	-



			внутренней поверхности муфт - следы от обточки.		
9.	Осмотр резиновых колец и манжет		<p>Поверхность должна быть гладкой, без трещин, пузырей, посторонних включений. На рабочей поверхности колец допускаются: выступы и углубления размером не более 1 мм и диаметром до 3 мм с числом до трех на одно кольцо. Отклонение от геометрической формы сечения кольца не более 1 мм.</p> <p>На нерабочей поверхности не допускаются: посторонние включения глубиной более 1 мм; следы от обрезки кромок более 2 мм по всему периметру кольца, пузыри, раковины, следы от пресс-форм глубиной более 3 мм более 6 шт. на одно кольцо. На всей рабочей поверхности манжет не должно быть более трех выступов или углублений высотой и глубиной до 1 мм, диаметром до 3 мм</p>	Кольца резиновые	-

Основные работы					
10.	Строповка и опускание труб с укладкой на дно траншеи	Строповка труб, опускание труб в траншею, укладка труб на основание	Раструб трубы должен быть выше гладкого конца на 70-80 мм	Песок	Мягкие полотенца, стальные стропы, канаты, самоходный кран
11.	Центровка труб	Трубы с условным проходом до 200 мм центрируют вручную, более 200 мм - с применением специального рычага. Подбивка труб грунтом (песком) перед заделкой стыков	Торцы труб должны совпадать по всей окружности с зазором для чугуна, а/ц труб диаметром до 300 мм - 5-6 мм, для диаметров более 300 мм - 8-9 мм. Подсыпают грунт лопатами одновременно с обеих сторон трубы на высоту 1/4 диаметра трубы и утрамбовывают	Песок	Лопата, рычаг, шнур
12.	Обеспечение уклона трубопровода	Ходовая визирки устанавливается на лоток, укладываемой трубы. Подбивка грунта с обеих сторон (плотное заполнение просветов в ложе) местным песчаным грунтом или увлажненной цементно-песчаной массой	Отклонение отметок лотков безнапорных трубопроводов допускается не более 5 мм (определяется с помощью нивелира). Линия визирования имеет тот же уклон, что и прокладываемый по дну траншеи трубопровод	Местный грунт, цементно-песчаная смесь	Неподвижная и ходовая визирка, доска-обноска, шнур, лопата, нивелир

		или срез грунта под трубой			
13.	Закрепление трубопровода в проектном положении	Трубу в средней части присыпают для устойчивости грунтом	Высота присыпки 0,3-0,7 м	Местный грунт	Шанцевый инструмент
14.	Проверка прямолинейности трубопровода	Прямолинейность проверяют на зеркало	В одном колодце устанавливают лампу и рефлектор, а в соседнем - зеркало под $\angle 45^\circ$ к оси трубопровода. Отклонения от правильности формы круга по горизонтали допускаются в пределах 1/4 диаметра труб, но не более 50 мм в каждую сторону. Отклонения по вертикали не допускаются.	-	Зеркало, лампа, рефлектор
15.	Соединение а/ц труб с применением колец фигурного сечения (с применением муфт типа САМ)	Протирка и присыпка мелом, сухим цементом концов труб. Надвигание муфты на бровке траншеи на конец присоединяемой трубы. Спуск трубы в траншею. Центровка укладываемой трубы с ранее	Наружные поверхности труб смазывают графитоглицериновой пастой. На конец ранее уложенной трубы наносят мелом отметку на расстоянии от торца, равном 1/2 длины муфты минус половина размера зазора между торцами труб. Зазор между торцами труб: для труб D до 300 мм - 5-6 мм; для труб D более 300 мм - 8-9 мм. В пазы муфты, очистив их предварительно от	Графитоглицериновая паста; мел в порошке; сухой цемент; муфты типа САМ	Рычажный домкрат, винтовой домкрат, линейка, ограничители из резины или корда

		<p>уложенной.</p> <p>Надвигание муфты на ранее уложенную трубу.</p> <p>Присыпка труб грунтом</p>	<p>загрязнений, вставляют уплотнительное кольцо так, чтобы цилиндрические гнезда в торцах уплотнительного резинового кольца были обращены внутрь муфты и выступающие части колец были одного размера по всему периметру</p>		
16.	<p>Монтаж трубопровода из труб на двухбуртных (а/ц) муфтах с применением колец круглого сечения</p>	<p>Протирка и присыпка мелом, сухим цементом концов труб.</p> <p>Надвигание муфты и резинового кольца на конец ранее уложенной трубы и кольца на конец монтируемой трубы. Разметка стыкового соединения и начальное положение первого резинового кольца.</p> <p>Промежуточный момент монтажа, начальное положение второго</p>	<p>Наружные поверхности труб смазывают графитоглицериновой пастой. На конце ранее уложенной трубы делают пометку на расстоянии от торца трубы, равном 0,7 длины муфты (для кольца) и по одной пометке на концах каждой из соединяемых труб на расстоянии, равном 1/2 длины муфты +0,5 мм (для мест расположения торцов муфты после окончания монтажа соединения). Зазор между торцами труб должен быть: для труб D до 300 мм - 5-6 мм; для труб D более 300 мм - 8-9 мм. Уплотнительное резиновое кольцо должно располагаться за рабочим буртиком: для труб D до 300 мм - на расстоянии 10-15 мм; для труб D более 300 мм - на расстоянии 15-20 мм. Со стороны нерабочего буртика</p>	<p>Графитоглицериновая паста; мел в порошке; ветошь; сухой цемент; двухбуртные муфты; кольца круглого сечения</p>	<p>Рычажный домкрат, винтовой домкрат или винтовое натяжное устройство</p>

		<p>резинового кольца и места, где должны находиться торцы муфты по окончанию монтажа. Центрирование труб. Надвигание муфты на укладываемую трубу. Присыпка грунтом</p>	<p>резиновое кольцо должно находиться в непосредственной близости от него</p>		
17.	<p>Монтаж чугунных труб с уплотнением стыкового соединения резиновой манжетой</p>	<p>Очистка внутренней поверхности раструба ранее уложенной трубы и резиновой манжеты; укладка резиновой манжеты в кольцевой паз раструба ранее уложенной трубы; подача укладываемой трубы с бровки в траншею; введение гладкого конца укладываемой</p>	<p>Конец укладываемой трубы в траншее, помещенный на деревянные подкладки, должен находиться на расстоянии 80-100 мм от раструба ранее уложенной трубы. Очищенный конец укладываемой трубы и уплотнительную манжету покрывают графитоглицериновой смазкой. Подсыпку грунта производят на высоту равную 1/4 диаметра. Торец гладкого конца трубы должен иметь фаску с наружной стороны</p>	<p>Ветошь, графитоглицериновая смазка, резиновые манжеты</p>	<p>Двухветвевые стропы, проволочные крючки, вкладыши-ограничители, натяжное манжетное приспособление, трамбовки</p>

		<p>трубы в резиновую манжету, вставленную в раструб ранее уложенной трубы; подбивка грунта под трубопровод; уплотнение грунта трамбовками; присыпка труб грунтом</p>			
18.	<p>Заделка раструбов пеньковой прядью и асбестоце- ментной смесью</p>	<p>Укладка монтируемой трубы в траншею, центрирование гладкого конца монтируемой трубы в раструбе ранее уложенной, подготовка пеньковой битуминизированн ой пряди. Уплотнение пеньковой пряди в кольцевой щели, зачеканка асбестоцементной смесью</p>	<p>Прядь скручивают в плотный жгут диаметром несколько большим ширины раструбной щели. Уплотнение пряди ведется послойно. Жгут заготавливается в виде одного отрезка или в виде отдельных коротких отрезков, равных длине окружности раструбной щели +5-10 см. Стыки жгута выполняются вразбежку. Толщина жгутов из пеньковой пряди должна быть несколько больше кольцевого зазора. Длина пряди равна 1/3 длины внешней окружности трубы, жгуты в количестве трех уплотняют конопаткой в кольцевой щели. Ширина раструбной щели (в) для труб:</p>	<p>Пеньковая прядь, сизаля (костры) &lt;30%</p>	

		<p>Dy=100-200 мм; <math>E_{\min}=6</math> мм;  <math>E_{\text{ном.}}=9,5</math> мм; <math>E_{\max}=12,5</math> мм</p> <p>Dy=250-500 мм; <math>E_{\min}=6,5</math> мм;  <math>E_{\text{ном.}}=10,5</math> мм; <math>E_{\max}=14</math> мм;</p> <p>Dy=600-900 мм; <math>E_{\min}=7</math> мм;  <math>E_{\text{ном.}}=11,5</math> мм; <math>E_{\max}=15,5</math> мм</p> <p>Dy=1000-1200 мм; <math>E_{\min}=8</math> мм;  <math>E_{\text{ном.}}=12,5</math> мм; <math>E_{\max}=17</math> мм</p>		
		<p>Глубина заделки пеньковой          прядью для труб:</p> <p>Dy=100-200 - 45 мм;</p> <p>Dy=250-500 - 60 мм;</p> <p>Dy=600-900 - 75 мм;</p> <p>Dy=1000 - 80 мм.</p> <p>Глубина заделки при          применении пеньковой пряди          при уплотнении          асбестоцементной смесью          (замок) для труб:</p> <p>Dy=100-200 - 30-40 мм;</p> <p>Dy=250-500 - 30-45 мм;</p>	<p>Пеньковая          просмоленная          прядь,          асбестоцементн          ая смесь          (цемент марки          М 400,          асбестовое          волокно - не          ниже IV сорта)          в весовом          отношении 2:1,          с добавлением          воды в          количестве 10-          12%, массы          смеси,          битумизированн          ая прядь (состав          по массе битума</p>	<p>Кран, конопатка,          тонкие и толстые          чеканки, ломики-          конопатки,          молоток,          расклинки,          молотки-          кувалдочки          массой 1,5-2,5 кг;          4-5 кг,          проволочные          крючки или          вкладыши-          ограничители</p>

			<p>Dy=600-900 - 40-60 мм; Dy=1000 - 60 мм.</p> <p>Заполнение раструбной щели асбестоцементной смесью начинают снизу раструба слоями не &gt;10 мм без перерывов. После заделки замок увлажняют 3-4 раза в течение первых суток и закрывают мешковиной, тряпками, мхом. Если стыки не присыпаны землей их увлажняют в течение нескольких дней. Величина зазора между торцом гладкого конца и упорной поверхности раструба для труб: D до 300 мм - 5-6 мм; D &gt;300 мм - 8-9 мм</p>	5%, бензина 95%)	
19.	Заделка раструбов герметиками	Концы труб очистить от масла, жира, смолы; герметизацию стыков начинают снизу вверх сразу на всю глубину раструбной щели; герметик вводится в щель через насадок, который крепится к	Глубина заделки раструба герметиком от 40 до 80 мм в зависимости от Dy	Полисульфидные герметики (тиоколовые) марок 51-УТ-37А и КБ-1 (ГС-1), белый канат	Конопатка, пневматический шприц или ручной, хомут со жгутом из каната



		<p>наконечнику шприца или к наконечнику шланга пневматического аппарата; в раструбную щель вводят один виток белой пряжи для предохранения герметика от вытекания внутрь трубы. Для предотвращения вытекания герметика КБ-1 у конца раструба устанавливают хомут со жгутом из каболки и потом убирают.</p>			
20.	Установка и выверка лоткового блока	<p>Строповка; спуск блока в котлован; установка блока на основание; подбивка или срезка щебня под блоком; сдвигание блока в нужную сторону. Установка крана</p>	<p>Верх ходовой визирки должен находиться на линии визирования</p>	<p>Щебень, железобетонные элементы</p>	<p>Кран, четырехветвевой строп, ходовая и неподвижная визирки, шнур</p>

		<p>на расстоянии 1 м от бровки котлована; приподняв блок на 0,5 м направляют блок к котловану. На расстоянии 0,5 м от основания котлована спуск блока прекращается, трубоукладчики принимают блок и устанавливают его на основание, ориентируясь на провешенную линию трассы.</p>			
21.	Обустройство прохода труб через стенки колодцев	<p>Забивка деревянных клиньев в зазор между трубой и стенкой колодца. Установка опалубки, бетонирование, снятие опалубки</p>	<p>Деревянные клинья при законопачивании поочередно вынимают. В кольцевой зазор кельмой набивают цементный раствор в направлении снизу вверх и уплотняют его чеканкой</p>	<p>Просмоленная пеньковая прядь, цементный раствор, доски, гвозди</p>	<p>Кельма, пила, молоток, кусачки, гвоздодер</p>
22.	Установка колодцев	<p>Устанавливают железобетонные кольца на</p>	<p>Рабочий кельмой растирает раствор на поверхности лоткового блока слоем 2 см,</p>	<p>Железобетонное кольцо, цементный</p>	<p>Кран, стропы, кельма, полутерки</p>

		цементный раствор. Строповка первого ж/б кольца и подача его к месту установки на лотковый блок. Строповка второго ж/б кольца с ж/б перекрытием и спуск его в котлован. Установка стальной лестницы, подача цементного раствора в колодец, набивка лотка, установка люка, установка вручную крышки люка	приостановив спуск первого ж/б кольца на расстоянии 0,5 м над лотковым блоком, центрирует его по разметкам и опускает на растворную постель; затирает шов с наружной стороны. Анкерные стержни лестницы забивают в шов между лотковым блоком и ж/б кольцом, а также в шов между регулировочным кольцом и ж/б перекрытием. Затирают швы изнутри. Растирают на регулировочном кольце цементный раствор и надвигают с переносного мостика на регулировочное кольцо чугунный люк	раствор	
23.	Засыпка трубопровода	Засыпка прямков; подбивка пазух одновременно с обеих сторон и уплотнение. Засыпка траншеи.	Трубы Двн.=300-500 мм и пазухи до 0,5 Дн засыпают местным грунтом с уплотнением до степени $\geq 0,95$ . Подсыпка грунта выше верха труб на 200-300 мм. Трубы Двн. $\geq 600$ и пазухи до 0,5 Дн засыпают местным песчаным грунтом при укладке на	Песок, местный грунт, не содержащий древесных остатков и включений крупностью более 50 мм	Лопата, экскаватор планировщик, бульдозер

			песчаное основание, при укладке на глинистое основание трубы засыпают местным грунтом, а пазухи до 0,5 Dн - песчаным грунтом с уплотнением до степени $\geq 0,95$ . Подсыпка грунта для а/ц труб должна составлять 500 мм над трубой		
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. СДАТОЧНО-ПРИЕМОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

NN пп	Наименование технологическо го процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструменты, приспособления, средства механизации
1	2	3	4	5	6
1.	Предварительное гидравлическое испытание	Закрывание обеих концов трубопровода заглушками  Создание испытательного давления  Осмотр стыковых соединений, стенок	Величина испытательного давления 4 м вод.ст.	Заглушки, техническая вода	Стальная труба диаметром 50 мм с отводом

		<p>трубопровода, места сопряжения трубопровода со стенками колодца</p> <p>Колодцы, испытываемые на плотность, должны иметь внутреннюю или наружную гидроизоляцию</p>			
2.	Окончательное испытание трубопровода	<p>Полная засыпка трубопровода; создание испытательного давления</p>	<p>Испытание начинают по истечении 24 ч с момента засыпки траншеи и заполнения трубопровода водой, давление 0,04 МПа.</p> <p>При этом фактическая утечка воды на 1 км не должна превышать величин (л/мин) для чугунных труб:</p> <p>для D мм</p> <p>150-200 - 1,05-1,4</p>	-"-	-"-

			<p>250-300 - 1,55-1,7</p> <p>350-400 - 1,8-1,95</p> <p>450-500 - 2,1-2,2</p> <p>600-700 - 2,4-2,55</p> <p>750-800 - 2,6-2,7</p> <p>900-1000 - 2,9-3,0</p> <p>для а/ц труб:</p> <p>для D мм</p> <p>150-200 - 1,72-1,98</p> <p>250-300 - 2,22-2,42</p> <p>350-400 - 2,62-2,8</p> <p>450-500 - 2,96-3,14</p>		
3.	<p>Промежуточная приемка с оформлением актов на скрытые работы</p>	<p>Разбивка трассы.</p> <p>Устройство траншей и котлованов.</p> <p>Укладка трубопроводов.</p> <p>Устройство пересечений.</p> <p>Обратная</p>	±10 см		<p>Рулетка, нивелир, теодолит</p>

		засыпка траншей и котлованов. Гидравлическое испытание			
4.	Приемка	Приемка актов на скрытые работы. Наружный осмотр, проверка прямолинейности, интервалов, отметки лотков, проверка актов испытаний	$\pm 10$ мм $\pm 0,5$ м $\pm 5$ мм		

#### **4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ**

При производстве работ при монтаже наружных систем канализации необходимо строго соблюдать требования СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве".

Складирование труб и ж/б колец для устройства колодцев должно осуществляться в соответствии с требованиями технических условий на них.

Погрузка и разгрузка труб, муфт, ж/б колец должна производиться механизированно с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений и тары (стропов, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.).

Работа любых строительных машин должна производиться в соответствии с проектом производства работ. Допускаются к эксплуатации только исправные машины, инструмент, приспособления и средства малой механизации, что должно подтверждаться в установленном порядке.

При проведении манипуляций с трубами, ж/б кольцами при их перемещении работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

При работе людей в нераскрепленных траншеях и котлованах необходимо постоянно следить за состоянием откосов, а в скрепленных - за элементами креплений.

При проведении испытаний трубопроводов работники, участвующие в монтаже, должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места разрушения труб, раструбов, муфт.

### **13.2. МОНТАЖ НАРУЖНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Технологический регламент распространяется на монтаж наружных систем холодного водоснабжения:

- выполняемых из напорных труб из высокопрочного чугуна (ТУ 14-3-1848-92), производства Синарского трубного завода, и (ТУ 14-154-23-90), производства Липецкого завода "Свободный сокол", а также (ГОСТ 5525);



- запроектированных с учетом основных требований СНиПа 2.04.02-84\* "Водоснабжение, наружные сети и сооружения" (М. 1996 г.) и опыта проектирования московских водопроводов.

2. Технологический регламент предполагает использование для монтажа трубных изделий под соединение на резиновых уплотнителях, заделке и фланцах, разрешенных к применению для систем водоснабжения органами Мосстройсертификации.

3. Технологические процессы, указанные в технологическом регламенте, могут использоваться при проведении монтажа наружных систем водоснабжения с использованием труб и фасонных частей как по отдельности, так и скомпонованных в укрупненные узлы, в том числе в камерах переключения, но только при траншейной прокладке.

4. Для сборки соединений с резиновыми уплотнителями, заделкой, на фланцах должны использоваться инструменты, приспособления и средства механизации только разрешенные к применению для этих целей, с учетом выполнения монтажных работ лицами, прошедшими специальное обучение и имеющими соответствующую квалификацию слесаря-трубоукладчика при условии производства работ организациями, зарегистрированными в Мосстройлицензии.

5. Структура и очередность выполнения технологических процессов монтажа, приведенных в ТР, должны приниматься с учетом особенностей конкретных систем водоснабжения в части грунтовых условий, состояния подземного пространства в смысле насыщенности инженерными коммуникациями, в том числе действующими, диаметров труб, наличия трубозаготовительных баз и объемов производственных работ.

6. При проведении монтажных работ на наружных водопроводных сетях должны соблюдаться требования по технике и электробезопасности, указанные в СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве", ГОСТ 12.3.003-86 с изм. "Работы электросварочные. Требования безопасности".

7. ТР подготовлены на основе требований СНиП 3.05.04-85\* "Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации" (М. 1999 г.), опыта монтажных организаций (ГМС, ГМПС и ГМИС), отечественных и зарубежных научно-технических и нормативных материалов. Также учтены особенности эксплуатации водопровода организациями Мосводоканала.

## 2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

№ пп	Наименование технологического процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструменты, приспособления и СММ
1	2	3	4	5	6
I. Подготовительные и вспомогательные работы					
1.	Рекогносцировочные работы по предполагаемым трассам	Закладка реперов, в стороне от трассы на расстоянии, м	В пределах видимости 5?1	Отрезки рельсов, металлических труб, ж/б столбов, цементный раствор	Лопата, лом, кирка, нивелир
2.	Подготовка территории	Валка деревьев, корчевка пней, уборка камня, сноса строений, осушение территории, обеспечение поверхностного водоотлива и прокладка дорог	По проекту	Ж/б дорожные плиты	Комплекс строительных машин
3.	Трассировка	Прокладка магистральных ходов, фиксация точек поворота, закрепление оси траншеи и	Привязка к твердым точкам снятой ситуации (зданиям, опорам ЛЭП и	-" вехи, обноски	Теодолит, шанцевый инструмент

		котлованов	ЛЭС и др.)		
4.	Разработка траншей и котлованов	<p>Рытье траншей и котлованов с выбросом грунта на бровку в отвал либо в кузов самосвала на вывоз, по размеру:</p> <p>а) Ширина траншей, мм, с вертикальными стенками без учета креплений по дну при способе укладки отдельными трубами для Ду, мм до 400 вкл.</p> <p>от 500 до 1000</p>	<p>Дн+600</p> <p>Дн+1000</p>		
		<p>Глубина, м, при отсутствии грунтовых вод в грунтах песчаных и крупнообломочных Супесях</p> <p>Суглинках, глинах:</p>	<p>1</p> <p>1,25</p>		

очень прочных	2
не прочных	1,5
б) ширина и глубина траншей с вертикальными стенками с устройством креплений	по проекту
в) ширина траншеи по дну в грунтах естественной влажности с откосами, мм	Дн+500
г) крутизна (град.), откосов, траншей при глубине до 3 (до 5) м для видов грунтов и их состояния песчаный (гравийный) влажный (ненасыщенный водой)	45 (45)
супесь	56 (50)
суглинок	63 (53)

		глина	76 (63)		
		лессовидный сухой	63 (63)		
		насыпной	45 (61)		
5.	Устройство временных креплений	<p>Подготовка креплений, опускание их в траншею, установка их способами в зависимости от вида креплений и вида и состояния грунта при глубине</p> <p>а) до 3 м</p> <p>связные</p> <p>сыпучие естественной влажности, и разные повышенной влажности</p> <p>б) независимо от глубины все виды</p>	<p>Горизонтальные, доски с прозорами через одну доску</p> <p>Сплошное, вертикальное и горизонтальное</p> <p>Шпунтовые ограждения</p>	Элементы креплений	Шанцевый, плотничный и слесарный инструмент

		<p>грунтов при сильном притоке грунтовых вод</p> <p>ниже горизонта грунтовых вод с забивкою на глубину &gt;750 мм</p> <p>ширина траншеи с креплениями (между досками), мм</p>	Дн+2х700		
6.	Устройство открытого водоотлива	<p>Подготовка водосборных канав и прямков, установка насосов, откачка и сброс воды из канав с размерами, м,</p> <p>Ширина</p> <p>Глубина</p> <p>Через зумпфы с размерами прямков, м</p> <p>ширина x длина</p> <p>глубина</p> <p>при расходе откачки воды,</p>	<p>0,3...0,6</p> <p>1...2</p> <p>1x1...1,5x1,5</p> <p>2x5</p> <p>5...10</p>	ГСМ, электроэнергия	Шанцевый инструмент, землеройные машины, насосы, рукава

		обеспечиваемым насосом, равном объему воды в зумпфе, набираемом за время, мин			
7.	Устройство искусственно о понижения уровня грунтовых вод	Установка трубчатых колодцев, системы дренажей, устройство скважин, использование иглофильтров легких (ЛИУ) для понижения уровня грунтовых вод на глубину, м	4...5	Элементы иглофильтров	
8.	Разработка приямков под соединение труб	Разметка, копка приямков с размерами, мм, для  Ду, мм  до 300 включ.  более 300	Глубина/ширина/длина 300/500/550  400/700/1000		Шанцевый инструмент
2. Основные работы					
9.	Подготовка основания для укладки труб	Доведение dna траншеи до проектной отметки		Песок, гравий, щебенка	Шанцевый инструмент, трамбовки

		<p>а) при естественном основании ровной срезкой грунта с профилированием на угол, град.</p> <p>б) при искусственной насыпке с утрамбовкой песка, гравия, щебенки слоем с толщиной, мм</p> <p>в) бетонированием (монолитным, сборным), установкой свай</p> <p>г) уклон дна траншеи в сторону предполагаемого спускника воды</p>	<p>30...90</p> <p>100...150</p> <p>по проекту</p> <p>&gt;0,005</p>		
10.	<p>Входной контроль качества труб, соединительных частей, резиновых манжет, фланцев,</p>	<p>Визуальный осмотр, сравнение с эталонными образцами, измерение выборочное размеров и растробов, фланцев</p>	<p>Торцы цилиндрической части труб должны быть перпендикулярны (?0,5 град.) оси и иметь с наружной</p>	<p>Трубы, соединительные части, резиновые манжеты, пеньковая прядь, сизаль, асбестовое</p>	<p>Мерительный инструмент, эталонные образцы</p>



	<p>уплотнительных материалов</p>	<p>и манжет, сравнение с ТУ на трубное изделие, очистка от загрязнений, особенно контактирующих в соединениях поверхностей</p>	<p>стороны фаску. Размеры раструбов и рабочих элементов манжет должны находиться в пределах, установленных в ТУ. Поверхность манжет должна быть гладкой без трещин, пузырей, вздутий, облоя и посторонних включений либо находиться в допусках, приведенных в ТУ.</p> <p>На рабочей поверхности не должно быть более 3 выступов (углублений) высотой (глубиной) до 1 мм диаметром до 3 мм.</p>	<p>волокно, цемент, вода</p>	
--	----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	--

			<p>Пеньковая прядь должна быть просмоленной (битуминизированной), с содержанием сизаля менее 33%.</p> <p>Асбестовое волокно не ниже IV сорта, цемент марки выше М 400.</p>		
11.	Сборка трубопровода	<p>а) раскладка труб с ориентацией раструбов вдоль траншеи на бровке на расстоянии, м, от края;</p> <p>б) опускание труб на дно траншеи способами, исключаящими удары труб друг о друга и о твердые предметы;</p> <p>в) укладка труб на основание с опиранием тела</p>	<p>против течения воды</p> <p>1...1,5</p> <p>По всей длине</p>		<p>Строповочные и подъемнотранспортные средства в зависимости от массы труб</p> <p>Шаблон</p>

трубы; применение подкладок	Запрещается		
г) центровка труб с образованием раструбной щели с подбивкой грунта под трубу на высоту от Дн, %	По ширине равномерной по всей окружности 15...20		Лопата, штопка  Инструмент бетонщика
д) установка упора для восприятия торцевых усилий, кг, сборки соединений	15xДу, где Ду в мм	Ж/б изделия, цементный, бетонный раствор	
е) соединение стыков на резиновых уплотнителях:			
температура монтажа, °С	-20...+50		
нанесение метки на гладкий (втулочный) конец трубы	9...12 см от торца		
укладка манжеты в пазраструба	без перекосов		Мел

<p>нанесение смазки на поверхность манжеты внутри раструба и на гладкий (втулочный) конец трубы на длине, мм</p>	<p>50...60</p>	<p>Графито-глицериновая и т.п. смазка; нельзя использовать тавот, солидол и др. масла</p>	<p>Кисть шириной 40...60 мм</p>
<p>сопряжение соединяемых труб путем вдвигания гладкого конца одной трубы в раструб другой до метки</p>			<p>Натяжные механизмы, приспособления, устройства</p>
<p>операционный контроль качества соединения труб путем проверки положения резиновой манжеты в раструбе</p>	<p>равноудаленность манжеты от торца раструба на длине 10...12 мм</p>		<p>Щуп</p>
<p>ж) соединение стыков заделкой введение гладкого конца (втулочного) одной трубы в раструб другой не до упора, мм</p>	<p>5...9</p>		

контроль ширины раструбной щели	равномерная по окружности 8...12 мм		Щуп
Контроль зазора, мм, между торцом одной трубы и внутренней полкой в раструбе другой, для Ду, мм			
до 300	5...6		
свыше 300	8...9		Крюк-шаблон
Подготовка жгутов из пеньковой, пеньково- сизальской пряди		Пеньковая, пеньково- сизальская прядь	Складной метр
толщиной, мм,  и длиной, мм	10...16		
Конопатка раструбной щели путем уплотнения пряди на глубину, мм, для Ду, мм	Ду+50 (...100)		Конопатки, молотки, кувалды
до 200 вкл.	45...50		
250...500 вкл.	60...65		

600...900 вкл.	75...80		
1000	80...85		
с использованием конопатов с N для Ду, мм, до 300 вкл.	3, 5, 6, 7, 8, 13		
350-700 вкл.	2, 4, 5, 9, 10, 13		
900-1000	1, 4, 10, 11, 12		
Устройство асбестоцементного замка: приготовление по весу смеси в составе, %, асбестовое волокно			
не ниже IV сорта цемент, марка M400, вода, не загрязненная	30±1 60±2 10-12	Асбестовое волокно, цемент, вода	Емкость объемом, л, для Д, мм, ≤300 1л 600 - л 700 - 4л 900 - 6л и 1000 - 7л
Контроль глубины, мм, раструбной			

щели для укладки асбестоцементной смеси на соответствие требованиям для Ду, мм,			
100...300	30±1		шаблон-линейка
350...700	35±1		
900	42±1		
1000	45±1	Асбестоцементн ая смесь	чеканки
заполнение раструбной щели асбестоцементной смесью			
направление заполнения и чеканки слоев	снизу-вверх		
толщина слоя, мм	≤ 10		
завершение зачеканки	заполнение раструбной щели заподлицо с торцом раструба		

перерыв, мин, при зачеканке	≤45		
раструба для портландцемента	≤30		
глиноземлисто-цементного асбестоцементного замка, раз/сутки	3...4	Вода	Шланг, ведро
нормативное время выдержки соединения без нагрузок для затвердевания замка, час, для давлений, МПа			
до 0,05	0		
0,05-0,3	12		
свыше 0,3	24		
Время, дн., до нагружения соединений (механизированная засыпка, установка упоров)	5...6		



		Устранение дефектов соединений в	демонтаж, заделка вновью	Канат, асбестоцемент	Конопатки, чеканки, кувалды, молотки
12.	Сборка фланцевых соединений	<p>Осмотр и подготовка элементов к сборке</p> <p>Подгонка элементов с установкой:</p> <p>болтов (шпилек) длиной с диаметром, для Ду,</p> <p>прокладок толщиной, мм</p> <p>окончательная затяжка в направлениях</p> <p>контроль сборки: непараллельность</p> <p>фланцев, град., обжатие прокладки, %</p>	<p>По ТУ</p> <p>3-5</p> <p>крест-накрест</p> <p>&lt; 1</p> <p>25...30</p>	Метизы прокладки	<p>Штангенциркуль, микрометр</p> <p>Слесарный инструмент</p> <p>Мерительный инструмент</p>
13.	Сборка камер переключения (колодцев)	а) устройство днища толщиной, мм	150...250	Ж/б плиты, товарный бетон	Инструмент бетонщика

		<p>б) монтаж соединительных частей - установка и закрепление на днище, соединение с задвижками</p> <p>в) возведение стен с соблюдением расстояний, мм, от поверхностей камеры до элементов трубопровода труб с Ду, мм</p> <p>≤ 400</p> <p>450-700</p> <p>900-1000</p> <p>Плоскости фланцев с Ду, мм</p> <p>≤ 300</p> <p>≥ 600</p> <p>от края раструба, обращенного к</p>	<p>На фланцах</p> <p>300±10</p> <p>500±15</p> <p>700±20</p> <p>250±5</p> <p>500±10</p>	<p>Болты, гайки, прокладки</p>	<p>Инструмент слесаря - рожковые гаечные ключи N 12-36</p> <p>Инструмент каменщика, бетонщика, рулетка</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>стене, с Ду, мм</p> <p><math>\leq 300</math></p> <p><math>&gt; 300</math></p> <p>до дна от низа трубы с Ду, мм</p> <p><math>\leq 400</math></p> <p><math>&gt; 400</math></p> <p>от низа перекрытия до маховика задвижки</p> <p>верха вантуза</p> <p>заделка труб в стенках камер</p>	<p><math>300 \pm 10</math></p> <p><math>500 \pm 20</math></p> <p><math>&gt; 150</math></p> <p><math>&gt; 250</math></p> <p><math>500 \pm 20</math></p> <p><math>150 \pm 10</math></p> <p>герметично</p>	<p>Гильзы, герметик</p>	<p>Инструмент слесаря- трубоукладчика</p>
14.	Засыпка траншеи с трубопроводом грунтом	<p>Присыпка грунтом труб на высоту, мм</p> <p>Подсыпка грунта под трубу и штопка до степени</p>	<p>Песок, мягкий (талый) <math>800 \pm 100</math></p> <p><math>\geq 0,90</math></p>	<p>Грунт</p>	<p>Лопаты, штопки</p> <p>Шанцевый инструмент, экскаватор-планировщик, трамбовки электрофицированные</p>

уплотнения		
Засыпка пазух траншеи грунтом до горизонтального диаметра труб и уплотнение до степени	$\geq 0,92$	Грунт
До верха труб, уплотнение до степени	$\geq 0,95$	
при транспортной нагрузке	$\geq 0,85$	
Без таковой		
Насыпка защитного слоя грунта над трубой толщиной, м,	0,3...0,5	
с уплотнением до степени	$\geq 0,9$	
Укладка грунта в приямках и вокруг соединений с уплотнением до степени	$\geq 0,9$	

		<p>Поэтапное удаление креплений из траншеи</p> <p>Окончательная засыпка траншеи грунтом с уплотнением до степени</p>	<p>местным, по проекту</p>		<p>Экскаватор-планировщик, бульдозер, механические трамбовки, в т.ч. навесные</p>
15.	Устранение дефектов трубопровода	По согласованию с заказчиком и проектной организацией	-	-	-

### 3. СДАТОЧНО-ПРИЕМОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

NN пп	Наименование технологическ ого процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструмен ты, приспособл ения и СММ
1	2	3	4	5	6
1.	<p>Предварительн ые гидравлически е испытания</p> <p>а) подготовитель ные работы</p> <p>б) вспомогательн ые работы</p> <p>в) испытание на прочность</p>	<p>Проверка состояния водопровода</p> <p>Установка оборудования , заполнение водой, спуск воздуха</p> <p>Создание испытательно го давления на прочность</p> <p>на время, мин.</p>	<p>Заделка стыков, установка упоров арматуры и оборудован ия</p> <p>Фланцевые заглушки, манометры, краны, засыпка пазух, присыпка труб, освобожден ие стыков от грунта</p> <p>По проекту (<math>\approx 1,25</math> от расчетного)</p> <p>10</p>	<p>Визуально 100%</p> <p>Вода по ГОСТ 2874</p>	<p>Гидропресс , манометр</p>

	Поддержание давления без падения, более, МПа	0,1		
	Снижение давления до	расчетное		
	Осмотр водопровода с целью выявления дефектов		визуально	
г) устранение дефектов	Сброс давления, опорожнение трубопровода, ликвидация дефекта, заполнение водопровода			
д) испытание на герметичность	Создание испытательного на герметичность давления	По проекту		
	Поддержание давления в течение, мин	10		
	Замер дополнительного расхода воды для подкачки, сравнение расхода с нормой, л/мин на 1 км	*в знаменателе для соединений на резиновых уплотнителях		Мерный бак

		длины для Ду, мм			
		100	0,70/0,49*		
		150	1,05/0,74		
		200	1,40/0,98		
		250	1,55/1,09		
		300	1,70/1,19		
		350	1,80/1,26		
		400	1,95/1,37		
		500	2,20		
		600	2,40		
		700	2,55/-		
		900	2,90/-		
		1000	3,00/-		
2.	Приемочные гидравлические испытания  а) подготовительные работы	Завершение работ по заделке стыков, устройству упоров, монтажу соединительных частей и арматуры, засыпке		вода	Насос для откачки грунтовой воды



трубопровода  
и колодцев  
(камер  
переключения  
) грунтом,  
установке  
заглушек  
взамен  
гидрантов,  
вантузов,  
предохраните  
льных  
клапанов, в  
местах  
присоединени  
я к  
эксплуатируе  
мым  
водопроводам  
; подготовка  
средств  
наполнения,  
опрессовки и  
опорожнения  
испытываемо  
го участка,  
установка  
приборов и  
кранов;  
осушка и  
вентиляция  
колодцев и  
камер  
переключения  
; заполнение  
водопровода  
водой,  
удаление из  
него воздуха

б) испытание

Водонасыще  
ние

24

Гидропре  
сс,

		<p>элементов водопровода в течение, ч</p> <p>Создание испытательного приемочного давления</p> <p>Контроль утечки в течение, мин</p> <p>Сравнение утечки с нормой</p>	<p>по проекту</p> <p>10</p> <p>см. п.1 д</p>		<p>манометр</p> <p>Мерный бак</p>
3.	<p>Промывка сетки</p> <p>а) простой водой</p> <p>б) хлорированной</p> <p>в) отбор проб</p>		<p>По проекту</p> <p>По проекту</p> <p>На соответствие воды ГОСТ 2874</p>	<p>Питьевая вода</p> <p>Хлорированная вода</p>	<p>Источник воды</p> <p>Дозатор хлора</p> <p>Приборы для анализа</p>
4.	<p>Промежуточная приемка и оформление актов, в том числе на скрытые работы</p>	<p>На разбивку трассы, отклонение по оси, мм</p> <p>Устройство траншей и котлованов, укладка трубопровода</p>	<p>±250</p>	<p>Шнур</p>	<p>Рулетка</p>

		в, устройство упоров и пересечек, обратная засыпка траншей и котлованов, уклоны, гидравлическое испытание, промывка			
5.	Приемка	Приемка актов на скрытые работы, наружный осмотр, %, измерение расстояний между колодцами, проверка состояния колодцев (камер переключения), включая их оснащение, качество воды	100	по проекту ГОСТ 2874	

#### 4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

При производстве работ при монтаже наружных систем водоснабжения из чугунных раструбных труб и соединительных частей необходимо строго соблюдать требования СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве".

Складирование чугунных труб, соединительных частей, ж/б колец и строительных изделий и материалов для устройства колодцев и упоров должно

осуществляться с учетом требований разделов соответствующих технических условий на них.

Манипуляции при погрузке и разгрузке труб, соединительных частей, ж/б колец и других строительных изделий должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений и тары (стропов, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.) с учетом применяемых подъемно-транспортных механизмов.

Работа на любых строительных машинах должна производиться в соответствии с проектом производства работ лицами, имеющими специальное на это разрешение. Допускаются к эксплуатации только исправные машины, инструменты, приспособления и средства малой механизации, что должно подтверждаться в установленном порядке с указанием сроков, оговоренных в техпаспортах.

При перемещении грунта, труб, ж/б колец и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

Необходимо постоянно следить за состоянием откосов при работе людей в нераскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных - за элементами креплений.

Все рабочие перед тем как приступить к работе должны пройти полный инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный, внеплановый и текущий). Текущему инструктажу следует уделять особое внимание, так как от него в основном зависит не только безопасность работника, но во многом определяется качество и производительность монтажа.

При проведении гидравлического испытания наружного водопровода давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных упоров.

При осмотре камер и колодцев необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на загазованность. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности зажженной спичкой, горячей бумагой или пламенем газосварочной горелки. Испытания следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

При проведении испытаний трубопроводов работники, участвующие в монтаже, должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места

разрушения труб, раструбов и т.п. Обнаруженные дефекты можно устранять только после снятия давления.

### **13.3. МОНТАЖ ВНУТРЕННИХ СЕТЕЙ БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Технологический регламент распространяется на монтаж трубопроводов внутренних систем бытовой канализации в жилых домах и общественных зданиях, строящихся в г.Москве.

2. Технологический регламент распространяется на монтаж трубопроводов систем внутренней бытовой канализации, выполненных из труб и фасонных частей из чугуна и полимерных материалов: поливинилхлорида (ПВХ) или полипропилена (ПП), в соответствии с проектной документацией и требованиями СНиП 2.04.01-85\* "Внутренний водопровод и канализация зданий".

3. Технологический регламент не распространяется на установку и присоединение к канализационным трубопроводам санитарно-технических приборов и водосливной арматуры.

4. Технологический регламент предполагает использование для монтажа канализации трубной продукции (труб, патрубков, фасонных частей и укрупненных узлов), имеющей сертификат соответствия в системе "Мосстройсертификация".

5. При проведении монтажных работ в соответствии с данным технологическим регламентом должны соблюдаться соответствующие требования СНиП 3.01.01-85\* "Организация строительного производства", СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы", СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве", СНиП 12-03-99 "Безопасность труда в строительстве", ВСН 221-86 "Инструкция по организации внутренних санитарно-технических и вентиляционных работ в жилищном и гражданском строительстве", ВСН 48-96 "Ведомственные строительные нормы по монтажу систем внутренней канализации и водостоков из ПВХ труб в жилых и общественных зданиях", ТР 83-98 "Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем канализации зданий из полипропиленовых труб и фасонных частей".

6. В данном регламенте приводятся технологические процессы подготовительных работ для установки санитарных приборов (разметка и подготовка мест для установки).

7. Структура и очередность выполнения технологических процессов, приводимых в данном регламенте, должна приниматься с учетом особенностей конкретной канализационной системы, материала используемой трубной продукции, методов монтажа, объемов производимых работ, а также наличия трубозаготовительной базы.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

NN пп	Наименование технологическо го процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструмент ы, приспособле ния и СММ
1	2	3	4	5	6
<b>I. Вспомогательные работы</b>					
1.	Комплектация трубной продукцией, изделиями и материалами	Подборка канализационных труб, патрубков, фасонных частей, монтажных узлов, креплений, материалов и изделий для уплотнения раструбных соединений	В соответствии с требованиями монтажного проекта, нормативной документации, сопроводительных документов заводов-изготовителей продукции	<p>а) монтаж канализации из чугуна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- канализационные трубы и патрубки из чугуна;</li> <li>- канализационные фасонные части из чугуна;</li> <li>- узлы трубозаготовок из чугуна;</li> <li>- материалы для заделки стыков чугунных труб и фасонных частей;</li> <li>- крепления;</li> <li>- детали крепежа</li> </ul>	-

				<p>б) монтаж канализации из полимерных материалов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- канализационные трубы и патрубки из ПВХ (ПП);</li> <li>- канализационные фасонные части из ПВХ (ПП);</li> <li>- монтажные узлы.</li> </ul> <p>из ПВХ (ПП);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- резиновые уплотнители;</li> <li>- крепления трубопроводов;</li> <li>- детали крепежа;</li> <li>- прокладки для креплений;</li> <li>- материал для смазки.</li> </ul> <p>Материалы для упаковки, обеспечивающие сохранность изделий и материалов и</p>	
		<p>Доставка (погрузка, транспортировка, разгрузка), хранение</p>	<p>Соответствие требованиям нормативной документации на трубные изделия из чугуна, ПВХ (ПП)</p>	<p>Материалы для упаковки, обеспечивающие сохранность изделий и материалов и</p>	<p>Любой вид транспорта, обеспечивающий сохранность</p>



				безопасность погрузочно-разгрузочных работ	изделий и материалов
2.	Входной контроль качества трубной продукции, изделий и материалов	Проверка паспортов, маркировки, количества изделий, комплектности  Проверка на отсутствие внешних дефектов, контроль размеров	Соответствие требованиям проектной документации  Соответствие требованиям нормативной и проектной документации	-  -	-  Молоток деревянный (для чугуна), штангенциркуль, рулетка, метр складной, угольник, толщиномер
3.	Разметка трассы канализационных трубопроводов в подвале	Нанесение проекций осей трубопроводов на поверхности строительных конструкций	Соответствие расположения линий и меток (от отметки уровня чистого пола и фиксированных строительных конструкций) проектному положению трубопровода $\pm 5$ мм	Краска	Рулетка, складной метр, отвес, рейка, кисть, лестница или подмости

4.	<p>Разметка расположения</p> <p>а) канализационных стояков</p> <p>б) отводных трубопроводов от санитарно-технических приборов</p>	<p>Нанесение проекций осей трубопроводов на поверхности стен, к которым они будут крепиться</p> <p>-"-</p>	<p>Соответствие проектному положению трубопровода</p> <p>-"-</p>	<p>Краска</p> <p>Грифель (карандаш)</p>	<p>Отвес, рулетка, кисть, подмости или лестница</p> <p>Рейка, рулетка, кисть</p>
5.	<p>Разметка расположения трубопроводов вытяжной части канализации на чердаке</p>	<p>Нанесение на поверхности строительных конструкций проекций осей трубопроводов</p>	<p>Соблюдение проектного положения трубопроводов <math>\pm 5</math> мм</p>	<p>Краска</p>	<p>Рулетка, рейка, отвес, метр, подмости или лестница, кисть</p>
6.	<p>Разметка размещения санитарно-технических приборов</p>	<p>Нанесение на поверхности строительных конструкций проекций осей сантехприборов ; разметка расположения</p>	<p>Соблюдение проектного положения сантехприборов <math>\pm 10</math> мм</p>	<p>Грифель (карандаш)</p>	<p>Рулетка, метр, отвес, кисть</p>

		тафт под унитазы			
7.	Разметка креплений канализационных трубопроводов	Нанесение меток, обозначающих места установки креплений (подвесок, кронштейнов, стоек), бетонных или кирпичных опор	<p>Обеспечение проектных требований по местам расположения, количеству креплений и расстоянию между ними.</p> <p>Разметка основания под бетонные или кирпичные опоры - в соответствии с размерами указанных в проекте типов и марок опор. Соблюдение соответствия мест расположения и количества отверстий (для установки плоских элементов креплений)</p>	Краска (грифель, карандаш)	<p>Метр складной, рулетка,</p> <p>Линейка, кисть</p>
8.	Разметка креплений санитарно-технических приборов	Нанесение меток, определяющих места крепления санитарно-технических	Соответствие требованиям мест расположения и количества отверстий для установки деталей крепежа	Краска, грифель (карандаш)	Метр складной, рулетка, линейка, шаблоны, кисть

		приборов к строительным конструкциям			
9.	Подготовка мест для установки креплений канализационных трубопроводов в подвале	Пробивка отверстий в перекрытии для фиксации подвесок  Сверление отверстий в стенках  Устройство основания под опоры; установка бетонных опор (кладка кирпичных столбиков)	Диаметр отверстий на 10 мм больше диаметра подвесок  Отверстия по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям  Расположение и количество опор по проекту	-       Цементный раствор, кирпич, бетонные опоры	Перфоратор, скапель, молоток, метр складной (рулетка)  Перфоратор, электродрель, сверло с победитовым наконечником, шлямбур, молоток, подмости  Шанцевый инструмент, рулетка или складной метр, отвес, мастерок, средство механизации по перемещению грузов

10.	Подготовка мест для установки креплений стояков и отводных трубопроводов	Сверление отверстий в стенах	Размеры отверстий по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям	-	Электродрель, сверло с победитовым наконечником, шлямбур, молоток, линейка, подмости или лестница
11.	Подготовка мест для установки санитарно-технических приборов  а) умывальников  б) унитазов	Сверление отверстий в стене  Очистка основания, укладка раствора, установка тафты	Смещение отверстий от монтажного положения не более $\pm 1$ мм. Отверстия по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям  Основание под установку тафты должно быть очищено от строительного мусора. Надежное крепление тафты заподлицо с полом.	-  Цементный раствор	Электродрель, сверло с победитовым наконечником, шаблон, линейка  Шанцевый инструмент, мастерок, емкость для цементного раствора

	в) раковин, писсуаров	Сверление отверстий в стенах	Смещение отверстий $\pm 1$ мм. Отверстия по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям	-	Электродрель, сверло с победитовым наконечником, шлямбур, молоток, шаблоны, линейка
12.	Сборка узлов чугунных трубопроводов	<p>Подборка труб и фасонных частей</p> <p>Проверка труб и фасонных частей на отсутствие дефектов</p> <p>Подготовка трубных изделий к монтажу</p> <p>а) Заделка раструбов увлажненным цементом:</p> <p>- намотка на гладкий конец</p>	<p>Номенклатура и расположение деталей в узлах по проекту</p> <p>Без сколов и трещин; антикоррозионное покрытие сплошное, гладкое, без трещин и пузырей</p> <p>Трубные изделия без внутренних засоров; поверхности сопрягаемых участков очищены от загрязнений</p> <p>1-2 витка, жгут диаметром 7-8 мм;</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>Куски арматурной проволоки, ветошь</p> <p>Смоляная прядь</p>	<p>-</p> <p>Деревянный молоток</p> <p>Стальная щетка</p> <p>-</p>

		<p>трубной детали смоляной пряди;</p> <p>- установка в раструб другой детали;</p> <p>- конопатка пряди;</p> <p>- намотка и конопатка белой пряди;</p> <p>- чеканка стыка</p> <p>- выдержка после заделки стыка</p>	<p>установка до упора;</p> <p>плотная осадка жгута на 1/3 длины раструба, соосное расположение деталей;</p> <p>жгут диаметром ≈ 5 мм, 1-2 витка, заполнение 1/3 раструба</p> <p>Смесь цемента с водой в соотношении по массе 9:1. Температура окружающего воздуха при заделке стыков: не ниже -10 °С. В готовых соединениях не допускаются изломы, неполная заделка стыка, расслоения и раковины</p> <p>В летний период: укрытие стыка мокрой мешковиной или тряпками; в зимний период: обертывание стыка теплоизоляционным</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>Жгут белой пряди</p> <p>Цемент марки 300-400, вода</p> <p>Мешковина или тряпки, вода, теплоизоляционный материал</p>	<p>-</p> <p>Конопатка, слесарный молоток, складной метр</p> <p>Конопатка, слесарный молоток, складной метр</p> <p>Совок, весы, чеканка, молоток слесарный</p> <p>-</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>б) Заделка раструбов расширяющимс я цементом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- намотка на гладкий конец трубной детали белой пряди;</li> <li>- установка в раструб другой детали;</li> <li>- осаживание белой пряди, центровка деталей;</li> <li>- заливка стыка; штыкование цементного раствора</li> </ul>	<p>материалом.                    Время выдержки готового узла до его использования на строительной площадке 24-48 часов</p> <p>Жгут диаметром 5 мм, длина 440 мм (для труб Ø50 мм) и 760 мм (для труб Ø100 мм)</p> <p>Установка до упора</p> <p>Уплотнение пряди в основании раструба, обеспечение одинаковой ширины кольцевого зазора между трубой и раструбом при помощи клиньев</p> <p>Расход цемента на 1 стык: 100 г (для труб Ø50 мм), 200 г (для труб Ø100 мм).</p> <p>Расход воды: 70÷76% от</p>	<p>Белая прядь</p> <p>-</p> <p>Клинья</p> <p>Раствор расширяющегося цемента, проволока для штыкования диаметром 2-3 мм</p>	<p>Рулетка</p> <p>-</p> <p>Конопатка, молоток слесарный, рулетка, метр складной или линейка</p> <p>Совок, весы, инвентарная дозировочная емкость</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



		<p>- выдержка после заделки стыка;</p> <p>- удаление клиньев</p>	<p>объема используемого цемента. Заливка стыка в один прием.</p> <p>Укрытие стыка мокрой мешковиной или тряпками или выдержка готового узла в ванне с водой (температура воды в ванне: 20-40 °С). Время выдержки готового узла до его использования на строительной площадке - 16 ч.</p> <p>Отверстия, образующиеся после удаления клиньев, должны быть заделаны раствором расширяющегося цемента</p>	<p>Мешковина или тряпки, вода</p> <p>Раствор расширяющегося цемента</p>	<p>Электронагреватель, ванна</p> <p>Молоток слесарный (пассатижи)</p>
13.	Сборка узлов трубопроводов из ПВХ (ПП)	<p>Подборка труб, фасонных частей и уплотнительных колец.</p> <p>Контроль качества труб, фасонных частей и уплотнительных колец</p>	<p>Номенклатура, материал, расположение трубных деталей в узле по проекту.</p> <p>Отсутствие трещин, сколов, пузырей, раковин и пятен, инородных включений</p>	<p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p>

		<p>Подготовка трубных изделий монтажу</p>	<p>к</p> <p>Трубные изделия не должны иметь внутренних засоров. Поверхность сопрягаемых участков труб и фасонных частей должна быть очищена от загрязнений. На гладких концах труб и хвостовиках фасонных частей должны быть нанесены монтажные метки. Расстояние до монтажной метки</p> <p>47 мм (d=110 мм),</p> <p>36 мм (d=50 мм).</p>	<p>Жесткий резиновый шланг для прочистки, ветошь, грифель или масляная краска</p>	<p>Линейка, кисть</p>
		<p>Установка резиновых колец желобки Нанесение смазки</p>	<p>в</p> <p>Отсутствие загрязнений на поверхности колец и внутренних поверхностей желобков</p> <p>На наружную поверхность гладкого конца трубы (хвостовика фасонной части) на расстоянии от торца:</p> <p>- 40-50 мм для Ø110 мм;</p> <p>- 30-40 мм для Ø50 мм</p>	<p>Резиновые кольца</p> <p>Технический глицерин, жидкое мыло или мыльный раствор</p>	<p>-</p> <p>-</p>
		<p>Сопряжение труб раструбном</p>	<p>в</p> <p>До монтажной метки, температура воздуха при сборке: ПВХ не ниже (-</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

		соединении	15) °С; ПП не ниже (-10) °С		
		Проверка правильного расположения резинового кольца в желобке раструба после сборки соединения	Возможность проворота деталей раструбного соединения относительно друг друга	-	Монтажные приспособления для труб d=110 мм

## II. Основные работы

1.	Установка креплений для трубопроводов в подвале	а) Подборка, подготовка и фиксация элементов креплений в стенах расклиниванием (пристрелкой). Затирка цементным раствором поверхности вокруг хвостовиков креплений	Обеспечение проектной величины уклона. Обеспечение проектного расстояния между креплениями с точностью ±5 мм. Обеспечение соосности и надежной установки креплений.	Дюбели, шурупы, дюбель-гвозди, цементный раствор	Строительно-монтажный пистолет, отвертка, молоток слесарный, кувалда, рулетка, рейка, уровень, мастерок
		б) Закрепление подвесок на	Обеспечение плотного прилегания плоских	Болты, гайки, шайбы	Гаечные ключи, рейка,

	<p>поперечинах с опорой на верх перекрытия; крепление к подвескам опорных элементов</p> <p>в) Пристрелка установочных элементов креплений к кирпичным или бетонным опорам (приварка к закладным деталям бетонных опор установочных элементов креплений).</p> <p>Фиксация подвижной и</p>	<p>элементов креплений к верху перекрытия, надежности подсоединения к подвескам опорных элементов креплений, проектных расстояний между креплениями, проектной величины уклона, соосности</p> <p>Обеспечение качественной установки элементов</p> <p>Надежное соединение деталей между собой с</p>	-	<p>уровень, рулетка</p> <p>Строительно-монтажный пистолет, принадлежность для сварки: сварочный трансформатор, электродержатель, электроды, кабель для подключения трансформатора, стальная щетка, щиток электросварщика,</p> <p>Гаечные ключи, рейка,</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		установочной частей креплений	обеспечением проектной величины уклона и соосного расположения хомутов креплений		уровень, рулетка
2.	Установка креплений канализационных стояков и отводных трубопроводов	Подборка, подготовка креплений, установка плоских деталей креплений на шурупах либо пристрелкой (заделка хвостовиков креплений в отверстиях в стенах путем расклинивания)	Обеспечение соосности, плотного прилегания плоских элементов креплений к строительным конструкциям. Качественная заделка хвостовиков в отверстиях расклиниванием с затиркой цементным раствором поверхности вокруг хвостовиков креплений	Отрезки арматурной проволоки, осколки чугунных канализационных труб, шурупы, дюбели, дюбель-гвозди, цементный раствор	Строительно-монтажный пистолет, молоток, отвертка, мастерок, рейка, уровень, отвес, рулетка (складной метр), мастерок
3.	Установка креплений для трубопроводов вытяжной части канализации на чердаке	Подборка, подготовка креплений, заделка креплений пристрелкой	Обеспечение плотного прилегания плоских элементов креплений к строительным конструкциям, обеспечение надежной установки элементов, проектной величины уклона и соосности креплений	Дюбель-гвозди	Строительно-монтажный пистолет, рейка, уровень, рулетка
4.	Монтаж канализационных	Подбор и доставка	Номенклатура, материал и последовательность	-	СММ по перемещению

	ых трубопроводов из чугуна	<p>месту монтажа труб, фасонных частей, монтажных узлов.</p> <p>Контроль качества трубных изделий</p> <p>Подготовка трубных изделий к монтажу</p>	<p>расположения трубных изделий в соответствии с проектом.</p> <p>Отсутствие сколов и трещин. Наличие антикоррозионного покрытия на чугунных трубах и фасонных частях (сплошное, гладкое, без трещин и пузырей)</p> <p>Трубные изделия не должны иметь внутренних засоров. Поверхность сопрягаемых участков труб и фасонных частей должна быть очищена от загрязнений</p>	-	<p>грузов</p> <p>Деревянный молоток</p> <p>Стальная щетка</p>
4.1	Монтаж горизонтальных трубопроводов из чугуна	<p>Установка трубных элементов на опоры.</p> <p>Намотка на гладкий конец трубной детали смоляной пряжи</p> <p>Установка в</p>	<p>В соответствии с монтажной схемой</p> <p>Жгут диаметром 7-8 мм, 1-2 витка</p> <p>Установка до упора</p>	<p>Смоляная прядь</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>СММ по перемещению грузов</p> <p>-</p> <p>-</p>

раструб другой детали			
Конопатка смоляной пряди	Плотная осадка жгута на 1/3 длины раструба, соосное расположение деталей	-	Конопатка, молоток слесарный
Намотка и конопатка белой пряди	Диаметр жгута ≈ 5 мм, 1-2 витка. Плотная осадка жгута в раструбе, заполнение на 1/3 длины раструба при соосном расположении деталей.	Белая прядь	Конопатка, молоток слесарный
Крепление участка горизонтального трубопровода	Надежное крепление деталей за раструбами, соосность соединяемых элементов. Обеспечение проектной величины уклона и прямолинейности трубопровода	-	Гаечные ключи, рейка, уровень
Зачеканка стыка увлажненным цементом	Смесь цемента марки 300-400 с водой в соотношении 9:1 (по массе). Температура окружающего воздуха при заделке стыков: не ниже (-10 °С). В готовом стыке не допускаются расслоения, раковины, неполная заливка стыка. Не	Цемент, вода	Весы, совок, чеканка, слесарный молоток

		Установка пробок в чугунные заглушки	допускаются изломы в соединениях  Заделка пробок жгутом из смоляной пряжи (без цемента), мастикой (герметиком)	Смоляная прядь (мастика, герметик)	Конопатка, молоток слесарный, шпатель
4.2.	Монтаж чугунных стояков	Намотка на конец трубной детали смоляной пряди, установка в раструб другой детали  Крепление участка стояка  Конопатка смоляной пряди  Намотка и конопатка белой пряди	Жгут диаметром 7-8 мм, 1-2 витка. Установка до упора  Обеспечение прямолинейности и надежного крепления деталей под раструбами. Отклонение от вертикали не более 2 мм/м.  Заполнение раструба на 1/3 длины, плотная осадка жгута, соосное расположение деталей  Жгут диаметром ≈ 5 мм, 1-2 витка, заполнение раструба на 1/3 длины, соосное расположение деталей	Смоляная прядь  -  -  Белая прядь	-  Гаечные ключи, отвес, рулетка  Конопатка, молоток слесарный, складной метр (линейка) Конопатка, молоток слесарный, складной метр (линейка)



		<p>Зачеканка стыка увлажненным цементом</p>	<p>Смесь цемента марки 300-400 с водой в соотношении 9:1 (по массе).</p> <p>Температура окружающего воздуха при заделке стыков не ниже (-10 °С). В готовом стыке не допускаются расслоения, раковины, неполная заливка стыка, изломы в соединениях. Отклонение от вертикальности не более 2 мм/м</p>	<p>Цемент, вода</p>	<p>Совок, весы, чеканка, молоток слесарный, отвес, рулетка</p>
5.	<p>Монтаж канализационных трубопроводов из ПВХ (ПП)</p>	<p>Подбор и доставка к месту монтажа труб, фасонных частей, монтажных узлов, резиновых уплотнителей</p> <p>Контроль качества трубных изделий и резиновых уплотнителей</p>	<p>Номенклатура, материал, размеры трубных изделий должны соответствовать проекту. Конструкция и размеры колец в соответствии с нормативной документацией.</p> <p>Отсутствие трещин, сколов, раковин, пятен, пузырей и включений</p>	<p>-</p>	<p>Штангенциркуль, рулетка</p>

		<p>Подготовка трубных изделий к монтажу</p>	<p>Трубные изделия должны быть без внутренних засоров. Поверхность сопрягаемых участков труб и фасонных частей должна быть очищена от загрязнений. На гладких концах труб и хвостовиках фасонных частей должны быть нанесены монтажные метки. Расстояние до монтажной метки:</p> <p>47 мм (для D=110 мм),</p> <p>36 мм (для D=50 мм),</p>	<p>Жесткий резиновый шланг для прочистки, ветошь, грифель или масляная краска</p>	<p>Линейка, кисть</p>
		<p>Установка резиновых колец в желобки раструбов</p>	<p>Очистка от загрязнений поверхности кольца и внутренней поверхности желобка, установка резинового кольца в желобок раструба без смазки</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
		<p>Нанесение смазки</p>	<p>На наружную поверхность гладкого конца трубы или хвостовика фасонной части на расстоянии от торца:</p> <p>40-50 мм - для Ø110 мм</p>	<p>Технический глицерин, жидкое мыло или мыльный раствор</p>	<p>-</p>

		<p>30-40 мм - для <math>\varnothing 50</math> мм</p>	<p>Размещение трубных изделий в соответствии с монтажной схемой, введение гладкого конца в раструб до монтажной метки. Сборка раструбных соединений при температуре окружающего воздуха: не ниже</p> <p>(-15) °С (ПВХ) и не ниже (-10) °С (ПП).</p>	-	<p>Монтажные приспособления <math>d=110</math> мм</p>
		<p>Проверка правильного расположения резинового кольца в желобке раструба после сборки соединения</p>	<p>Возможность проворота деталей относительно друг друга</p>	-	<p>Монтажные приспособления <math>d=110</math> мм</p>
		<p>Крепление трубопроводов</p>	<p>Установка трубных элементов в хомутах креплений с использованием прокладок (толщина прокладки 1,5-2 мм, ширина 27 мм). Закрепление за раструбами (для горизонтальных</p>	<p>Прокладки из полиэтилена (резины)</p>	<p>Гаечные ключи, рейка, уровень, отвес, рулетка</p>

			участков) и под раструбами (для стояков). Соответствие проекту мест расположения подвижных и неподвижных креплений. Отклонение от вертикальности не более 2 мм/м. Величина уклона по проекту. Отсутствие изломов в соединениях.		
		Установка заглушек	В раструбе фасонных частей с использованием резинового кольца.	Резиновые кольца, глицерин технический, жидкое мыло или мыльный раствор	-
		Крепление крышек ревизий	Обжатие резиновых уплотнительных прокладок под крышками ревизий посредством затяжки резьбового соединения	-	-
6.	Заделка чугунных стояков в перекрытиях (выполняется после проведения гидравлических	Заделка мест прохода стояка через перекрытия цементным раствором	Заделка на всю толщину перекрытия	Цементный раствор	Мастерок, емкость для цементного раствора

	испытаний системы и устранения неполадок)				
7.	Заделка стояков из ПВХ (ПП) в перекрытиях (выполняется после проведения гидравлических испытаний системы и устранения неполадок)	Обертывание участка стояка, проходящего через перекрытие, защитным материалом. Фиксация защитного материала.	Обертывание в два слоя, обвязка защитного материала.	Рубероид (другой гидроизоляционный материал), шпагат (мягкая проволока)	Нож
		Заделка места прохода стояка через перекрытие цементным раствором.	Заделка на всю толщину перекрытия. Участок стояка выше перекрытия на 8-10 см дополнительно защищается цементным раствором толщиной 2-3 см.	Цементный раствор	Мастерок, емкость для цементного раствора
8.	Монтаж канализационных стояков Ø110 мм из ПВХ (ПП) в санитарно-технических кабинках	Проверка наличия резинового уплотнительного кольца в желобке раструбы верхнего	В раструбе верхнего патрубка междуэтажной вставки должно быть установлено резиновое уплотнительное кольцо	-	-

	<p>патрубка междуэтажной вставки, состоящей из двух патрубков или двух патрубков и ревизии.</p> <p>Нанесение смазки на хвостовик двухплоскостной крестовины вышерасположенной санитарно-технической кабины.</p> <p>Ослабление креплений междуэтажной вставки</p> <p>Выдвигание междуэтажной вставки из раструба компенсационного патрубка и соединение раструба верхнего</p>	<p>Смазка должна быть нанесена на наружной поверхности хвостовика крестовины на длине 40-50 мм</p> <p>Обеспечение возможности перемещения междуэтажной вставки</p> <p>Сборка раструбного соединения до монтажной метки. Расстояние до монтажной метки 47 мм</p>	<p>Технический глицерин</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>Гаечные ключи</p> <p>Монтажное приспособление для труб d=110 мм</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

<p>патрубка междуэтажной вставки с хвостовиком двухплоскостно й крестовины вышерасположе нной санитарно- технической кабины</p>			
<p>Проверка правильного расположения резинового кольца в желобке раструба после сборки соединения.</p>	<p>Возможность проворота деталей относительно друг друга.</p>	<p>-</p>	<p>Монтажное приспособлени е для труб d=110 мм</p>
<p>Затяжка верхнего крепления междуэтажной вставки с последующей корректировкой взаиморасполож ения деталей раструбных соединений междуэтажной</p>	<p>Обеспечение плотного обжатия в креплении верхнего патрубка междуэтажной вставки. Обеспечение установки деталей в раструбном (раструбных) соединении междуэтажной вставки до монтажной метки.  Глубина установки нижнего патрубка</p>	<p>-</p>	<p>Гаечные ключи, монтажные приспособлени я для труб d=110 мм</p>

		вставки	междуэтажной вставки в раструб компенсационного патрубка может отличаться от требований проекта из-за допусков на длину патрубков и строительных допусков на высоту этажа, но при этом не должна быть менее 47 мм		
		Затяжка нижнего крепления междуэтажной вставки и ослабление ее верхнего крепления	Обеспечение надежной фиксации междуэтажной вставки ее нижним креплением. Обеспечение соосности. Допускаемое отклонение от вертикали не более 2 мм/м. Не допускаются изломы в соединениях.	-	Гаечные ключи, отвес, рулетка
		Затяжка крышки ревизии	Обеспечение плотного резьбового соединения крышки с ревизией	-	-
9.	Заделка стояков санитарно-технических кабин в перекрытиях (выполняется после проведения гидравлических	Заделка мест прохода стояков через перекрытия цементным раствором	Заделка на всю толщину перекрытия. Участок стояка выше перекрытия на 8-10 см должен быть дополнительно защищен цементным раствором толщиной 2-3 см. Обертывание труб гидроизоляционным	Рубероид (другой гидроизоляционный материал), шпагат или мягкая проволока, цементный раствор	Нож, мастерок, емкость для цементного раствора



	испытаний системы и устранения неполадок)		материалом производится в условиях кабиностроительного завода. При отсутствии оберточного слоя участок трубопровода, проходящий через перекрытие, перед заделкой стояка цементным раствором обертывается в 2 слоя защитным материалом и обвязывается		
--	-------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. СДАТОЧНО-ПРИЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

1.	Техническая проверка системы внутренней канализации и	Внешний осмотр системы, проверка санитарно-технических приборов на отсутствие засоров и повреждений поверхности, проверка качества монтажа смонтированной системы, устранение	Соответствие проектным требованиям материала, номенклатуры, последовательности размещения трубных изделий, величины уклона трубопроводов, расстояния между трубопроводами и строительными конструкциями, расстояния между канализационными трубопроводами и трубопроводами другого назначения, расстояния между креплениями, способов закрепления	Жесткий резиновый шланг	Отвес, рейка, уровень, рулетка, складной метр
----	-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------------------

		неисправностей	трубопроводов, номенклатуры санитарно-технических приборов и водосливной арматуры, мест установки санитарно-технических приборов. Соответствие требованиям нормативно-технической документации в части технологии монтажа раструбных соединений, допускаемого отклонения от вертикальности стояков, отсутствия изломов в соединениях, надежности крепления трубопроводов и санитарно-технических приборов, отсутствия повреждений поверхности санитарно-технических приборов, точности их установки (отклонение от горизонтальности бортов приборов, высота установки и др.)		
2.	Гидравлические испытания системы внутренней канализации и методом	Пропуск воды, проверка герметичности системы, устранение неисправностей. Для участков,	Обеспечение пропуски воды путем одновременного открытия 75% санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку, в течение времени, необходимого для осмотра.	Вода, запасные детали и материалы для проведения работ по	Слесарный инструмент, приспособления для монтажа труб d=110

	пролива воды	скрывааемых при последующих работах, составление акта освидетельствов ания скрытых работ согласно приложению 6 СНиП 3.01.01- 85*	<p>Температура в помещении при проведении испытаний: не менее +5 °С.</p> <p>Температура воды: не менее +5 °С.</p> <p>Через стенки трубопроводов и места соединений не должно быть течей</p>	устранени ю неисправно стей	мм, приспособл ения для монтажа пластмассо вых сифонов
--	-----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

#### 4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

При производстве работ по монтажу систем внутренней канализации зданий необходимо соблюдать требования СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве", СНиП 12-03-99 "Безопасность труда в строительстве", правил пожарной безопасности, предусмотренных "Указаниями по пожарной безопасности для рабочих и инженерно-технических работников строек и предприятий Главмосстроя" и ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность".

К работам допускаются слесари-сантехники, имеющие профессиональную подготовку и прошедшие обучение безопасным методам и приемам работ. Перед допуском к работе вновь привлекаемых работников проводится вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте согласно ГОСТ 12.0.004-90.

Лица, допускаемые к работе с ручными электрическими машинами, строительно-монтажным пистолетом и электросварочным оборудованием должны иметь профессиональную подготовку и необходимую степень квалификации по технике безопасности.

Не реже одного раза в три месяца для всех рабочих проводится повторный инструктаж по технике безопасности.

Перед началом производства работ должны быть выполнены требования по организации рабочих мест: обеспечены проходы требуемых размеров к рабочим местам; места производства работ должны быть очищены от мусора и посторонних предметов, помещения, в которых выполняется монтаж санитарно-технических систем в зимнее время, должны быть утеплены, освещены, очищены от снега и защищены от сквозняков; рабочие места и проходы к ним на высоте более 1,3 м должны иметь ограждения. При ручной рубке чугунных труб рабочее место должно быть ограждено.

При выполнении работ по монтажу канализационных трубопроводов необходимо пользоваться исправным инструментом и оборудованием, выполнять условия его эксплуатации и соблюдать требования безопасности, предъявляемые соответствующими нормативными документами.

Трубы и фасонные части из ПВХ и ПП в процессе монтажа и эксплуатации не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного воздействия на организм человека при непосредственном контакте.

Импортные полимерные изделия допускается применять только по согласованию с Госсанэпиднадзором при наличии утвержденной в установленном порядке инструкции по их применению.

При монтаже канализационных трубопроводов необходимо соблюдать правила пожарной безопасности. Курение разрешается только в специально отведенных местах. Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (масляные тряпки, отходы полимерных изделий и т.п.), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте. Необходимо следить за исправностью электросети; по окончании работы должны быть выключены электрорубильники, электроприборы и осветительные точки (за исключением дежурной лампочки). Каждый объект должен быть обеспечен средствами пожаротушения и противопожарным водоснабжением. Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном состоянии.

Трубы и фасонные части из ПВХ относятся к группе трудногорючих, трубные изделия из ПП - к группе горючих материалов. Средства пожаротушения: песок, кошма, распыленная вода и пена. При тушении горящих труб из полимерных материалов в закрытых помещениях следует пользоваться противогазами.

В местах производства работ с применением труб и фасонных частей из ПВХ или ПП, а также рядом с местами их складирования (в радиусе 50 метров) запрещается разводить огонь, производить электро- и газосварочные работы, хранить легковоспламеняющиеся вещества, курить. Во избежание загорания труб из полимерных материалов на складах и стройплощадках необходимо выполнять все предусмотренные противопожарные меры.

Испытания канализационных трубопроводов следует производить под руководством мастера или прораба. Лица, проводящие испытания, должны находиться в безопасных местах.

Рабочие, производящие монтаж системы внутренней канализации, должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты. При выполнении работ по механической обработке труб необходимо пользоваться защитными очками. Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

Отходы трубных изделий следует собирать для последующего их вывоза в места свалки, согласованные с Мосгорсанэпиднадзором и Москомприродой.

## 13.4. МОНТАЖ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Технологический регламент распространяется на монтаж внутренних систем отопления жилых домов и зданий соцкультбыта, строящихся в г.Москве.

2. Технологический регламент распространяется на монтаж систем запроектированных в полном соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\* "Отопление, вентиляция и кондиционирование", МГСН 3.01-96<sup>1)</sup> "Жилые здания", СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы", СНиП 3.01.01-85\* "Организация строительного производства", ВСН 221-86 "Инструкция по организации внутренних санитарно-технических и вентиляционных работ в жилищном и гражданском строительстве" (Мосстрой).

---

<sup>1)</sup> Действуют МГСН 3.01-01. - Примечание "КОДЕКС".

3. При проведении монтажных работ в соответствии с данным технологическим регламентом должны соблюдаться соответствующие требованиям СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве".

4. Очередность выполнения технологических процессов, приводимых ниже, должна приниматься с учетом особенностей каждой конкретной системы отопления и наличия трубозаготовительной базы в распоряжении сантехников, производящих монтаж систем отопления.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

NN пп	Наименование технологического процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструменты, приспособления и СММ
1	2	3	4	5	6
1. Вспомогательные работы					
1.	Заготовка труб, гнутья, деталей, арматуры, соединительных деталей и трубных узлов, деталей крепежа	Подборка, транспортировка, погрузка, разгрузка, складирование пачек труб с указанием номера заказа, стояка, связок гнутых деталей, заготовок, трубных узлов, соединительных деталей и арматуры, ящиков или мешков с деталями крепежа	В соответствии с требованиями монтажного проекта, нормативной документации, сопроводительных документов заводов-изготовителей продукции. Наружная поверхность трубной заготовки за исключением резьбовых соединений на заводе-изготовителе, должна быть покрыта грунтовкой, а резьбовая поверхность антикоррозийной смазкой	Стальные электросварные трубы, стальные водогазопроводные неоцинкованные трубы, соединительные части из ковкого чугуна, части соединительные с резьбой. Регистрирующая аппаратура: манометры, термометры, тепломеры. Запорная арматура (вентили, задвижки, краны, клапаны, воздухосборники) крепления, детали	Любой вид транспорта, обеспечивающий сохранность изделий

				крепежа. Материалы для упаковки, обеспечивающие сохранность изделий и материалов, безопасность погрузочно-разгрузочных работ	
2.	Входной контроль качества трубной продукции, отопительных приборов	<p>Соответствие трубной заготовки монтажному проекту (замерным эскизам):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие бирок на пакетах с указанием номера заказа, стояка;</li> <li>- наличие средств крепления;</li> <li>- комплектность трубной заготовки узлами врезки, запорной арматуры,</li> <li>- комплектность отопительных приборов.</li> </ul> <p>Визуальный осмотр, проверка на отсутствие видимых дефектов, контроль</p>	В соответствии с требованиями, указанными в ГОСТах и ТУ на конкретные трубные изделия и отопительные приборы		Металлический метр и угольник, штангенциркуль, проходной резьбовой калибр, толщиномеры



		размеров труб, гнутых деталей, заготовок, резьбы - ее соосности, перпендикулярности торцевым поверхностям			
3.	Разметка трассы транзитных трубопроводов в техподполье	Нанесение проекций осей трубопроводов на поверхности строительных конструкций	Соответствие расположения линий и меток (от отметки уровня чистого пола и фиксированных строительных конструкций) проектному положению трубопровода $\pm 5$ мм	Краска	Рулетка, нивелир, отвес, кисть, складной метр, уровень, рейка, лестница или подмости
4.	Разметка мест размещения отопительных приборов	Нанесение крестообразных меток на поверхности стен, указывающих места расположения крепления отопительных приборов	Соответствие проектному положению $\pm 5$ мм	Краска, грифель	Рулетка (складной метр), нивелир, кисть, шаблон, отвес
5.	Разметка мест прохождения подводок к отопительным приборам	Нанесение линий, обозначающих горизонтальные и вертикальные участки продольных осей подводок на вертикальные поверхности строительных конструкций, к которым будут крепиться подводки к отопительным приборам	-"	Краска, грифель	Рулетка (складной метр), нивелир, отвес, кисть,

6.	Разметка мест расположения отопительных стояков	Нанесение вертикальных линий, обозначающих проекции продольных осей стояков на поверхности строительных конструкций, к которым будут крепиться стояки	-"	Краска	Рулетка (складной метр), отвес, кисть Рейка, лестница или подмости
7.	Разметка трассы подающих и обратных трубопроводов системы в техподполье и на чердаке	Нанесение горизонтальных линий, обозначающих проекции продольных осей трубопроводов на вертикальные и горизонтальные конструкции, к которым они будут крепиться	-"	Краска	Рулетка, нивелир, кисть, складной метр, уровень, отвес, рейка, лестница или подмости
8.	Разметка мест расположения узлов управления и элеваторных узлов	Нанесение меток на вертикальных и горизонтальных плоскостях, указывающих отметки проекций элементов узлов управления и элеваторных узлов	-"	Краска	Рулетка, нивелир, кисть, складной метр, отвес, рейка, лестница, уровень
	Разметка мест крепления элементов систем отопления	Нанесение меток на расположение деталей креплений с учетом их вида: кронштейны, подвески, опорные столбики, опорные стойки	Обеспечение проектных требований по местам расположения, количеству креплений и расстоянию между ними с точностью $\pm 5$ мм	Краска	Рулетка, нивелир, кисть, шаблон, рейка, лестница или подмости

9.	Разметка мест расположения креплений отопительных приборов	Нанесение меток расположения креплений отопительных приборов	В соответствии с проектной документацией $\pm 2$ мм	Краска (грифель)	Рулетка, отвес, кисть, складной метр, нивелир, шаблон, рейка
10.	Разметка мест расположения креплений подводок к отопительным приборам при длине подводки больше 1500 мм	Нанесение меток на места расположения деталей креплений в строительной конструкции на горизонтальных и вертикальных линиях, показывающих проекции подводок с учетом вида крепежа	-"	Краска, грифель	Рулетка (складной метр), кисть, шаблон, рейка, отвес
11.	Разметка мест расположения креплений отопительных стояков при высоте этажа >3 м	Нанесение меток расположения креплений стояков на этажах	Расположение крепления по середине высоты этажа не ближе 100 мм к разъемному соединению на стояке	Краска грифель	Рулетка, нивелир, кисть, лестница или подмости, рейка, складной метр, отвес
12.	Разметка мест расположения креплений трубопроводов в техподполье	Нанесение меток на места расположения отверстий под детали креплений в зависимости от их вида: крепеж на пристенных кронштейнах, на потолочных подвесках, на опорных стойках либо на опорных столбиках с опорой	Разметка основания под бетонные или кирпичные опоры в соответствии с размерами указанных в проекте типов и марок опор. Соблюдение соответствия мест расположения и	Краска, грифель	Рулетка (складной метр), кисть, рейка, шнур, лестница или подмости, уровень

		на основание подвала (техподполья)	количества отверстий (для установки плоских элементов креплений)		
13.	Разметка мест расположения креплений трубопроводов на чердаке	Нанесение меток, обозначающих установку креплений (подвесок, кронштейнов, стоек)	Соблюдение соответствия мест расположения и количества отверстий для установки элементов креплений	Краска, грифель	-"-
14.	Разметка мест расположения креплений тепловых узлов (элеваторных узлов или узлов управления)	Нанесение меток на места расположения отверстий под детали креплений в зависимости от их вида: крепеж на пристенных кронштейнах, на опорных стойках, замоноличенных в бетонное основание техподполья	Разметка основания под бетонирование опорных стоек в соответствии с размерами указанных в проекте типов и марки опор. Соблюдение соответствия мест расположения и количества отверстий (для установки плоских элементов креплений)	Краска, грифель	Метр складной, рулетка, рейка, отвес, линейка, кисть, метр складной, шлямбур
	Подготовка мест расположения креплений к установке элементов крепежа на строительные конструкции	Пробивка отверстий в перекрытиях для фиксации подвесок, сверление отверстий для заделки кронштейнов, пристрелка, устройство оснований под опорные столбики	Размеры отверстий в перекрытиях в зависимости от диаметра труб, габаритов элементов подвесок, величина отверстий в стенах в зависимости от диаметра труб и размеров кронштейнов		Электродрель, сверла, кувалда, перфоратор в комплекте, шанцевый инструмент, строительный монтажный пистолет

15.	Подготовка мест для установки креплений тепловых узлов	Сверление отверстий в стенах под настенные крепления, устройство основания для бетонирования опорных стоек	Размеры отверстий по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям. Расположение и количество опор по проекту	Цементный раствор	Электродрель, сверло с победитовым наконечником, перфоратор, скarpель, молоток, метр складной, шлямбур, подмости, строительномонтажный пистолет
16.	Подготовка мест для установки элементов креплений магистральных горизонтальных трубопроводов в техподполье и на чердаке	Пробивка отверстий в перекрытиях, сверление отверстий в стенках, устройство оснований под опорные столбики, пристрелка	Размеры отверстий по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям		-"-
17.	Подготовка мест для установки элементов креплений вертикальных стояков при длине стояка	Сверление, пробивка отверстий, пристрелка	Диаметр отверстий и их глубина в зависимости от диаметра (размера сечения кронштейнов)		Электродрель, сверла, перфоратор в комплекте, строительномонтажный пистолет, подмости,

	больше 3 м				шлямбур, кувалда
18.	Подготовка мест для установки креплений отопительных приборов, подводок длиной более 1500 мм	Сверление, пробивка отверстий в стенах, пристрелка	Смещение отверстий от монтажного положения не более $\pm 1$ мм. Отверстия по диаметру и длине должны соответствовать используемым дюбелям		-"

## 2. Основные работы

	Установка деталей крепежа на строительные конструкции для крепления к ним элементов систем отопления	Подборка, подготовка и заделка деталей крепежа элементов систем отопления		Дюбели, шурупы, цементный раствор, осколки труб	Кувалда, скаarpель, отвертки, строительномонтажный инструмент и пистолет
1.	Установка деталей крепежа для крепления тепловых узлов вводов	Пристрелка опорных стоек, установка опорных стоек с бетонированием в полтехподполья, пристрелка установочных элементов крепления к строительным конструкциям	Обеспечение надежной установки	Дюбели, цементный раствор, осколки труб	Кувалда, скаarpель, отвертки, рулетка, рейка, уровень, строительномонтажный пистолет,

					молоток слесарный, мастерок
2.	Установка деталей для крепления горизонтальных подающих и обратных трубопроводов системы отопления в техподпольях и на чердаке	<p>Пристрелка кронштейнов к бетонной стене, заделкой кронштейнов в кирпичной стене в отверстие с цементным раствором с расклиниванием осколками чугуновых или стальных труб.</p> <p>Приварка к закладным деталям бетонных опор установочных элементов крепления</p> <p>Фиксация подвижной и установочной части креплений</p>	<p>Обеспечение проектной величины уклона, расстояния между креплениями в соответствии с проектом <math>\pm 5</math> мм, обеспечения соосности и надежной установки</p> <p>Надежное соединение деталей между собой с обеспечением проектной величины уклона соосного расположения хомутов креплений</p>	<p>Дюбели, шурупы, цементный раствор, осколки труб</p> <p>Болты, гайки, шайбы</p>	<p>Кувалда, скarpель, мастерок, отвертка, строительномонтажный пистолет,</p> <p>Принадлежности для сварки: сварочный трансформатор, электродержатель, электроды, стальная щетка, щиток электросварщика</p> <p>Гаечные ключи, рейка, уровень, рулетка</p>

3.	Установка деталей крепежа для крепления отопительных приборов	В кирпичной стене заделка кронштейнов в отверстиях цементным раствором путем расклинивания чугуном осколками. К бетонной стене - на дюбелях путем забивки их кувалдой или пристрелкой		Дюбели, осколки г/к труб, цементный раствор, дюбель-гвозди	Кувалда, скапель, мастерок, отвертка, строительномонтажный пистолет
4.	Установка деталей крепежа для подводок $l > 1,5$ м к отопительным приборам	Заделка хвостовиков хомутов в отверстиях в стене, закрепление полосовой стали на шурупах либо пристрелкой		Осколки г/к труб, цементный раствор, шурупы, дюбели	Кувалда, скапель, мастерок, отвертка, строительномонтажный пистолет, рейка, отвес, рулетка (складной метр)
5.	Установка деталей крепежа для крепления вертикальных трубопроводов высотой $> 3$ м	Заделка хвостовиков хомутов в отверстиях в стене, закрепление полосовой стали на шурупах либо пристрелкой	Обеспечение соосности, плотного прилегания плоских элементов креплений к строительным конструкциям. Качественная заделка хвостовиков в отверстиях расклиниванием с затиркой цементным раствором поверхности вокруг хвостовиков креплений	Дюбели, шурупы, цементный раствор, осколки г/к труб, дюбель-гвозди, разъемные хомуты	Кувалда, скапель, мастерок, отвертка, строительномонтажный пистолет, рейка, отвес, рулетка (складной метр)



6.	Установка деталей крепежа для крепления транзитных трубопроводов	Заделка кронштейнов в стеке расклиниванием или пристрелкой, закрепление полосовой и уголковой стали пристрелкой. Бетонирование опорных элементов крепежа на столбиках	Обеспечение плотного прилегания плоских элементов креплений к строительным конструкциям	Осколки г/к труб, отрезки арматурной стали, дюбели, арматурная проволока, цементный раствор	Кувалда, скарпель, строительномонтажный пистолет, инструмент каменщика
	Закрепление в проектное положение элементов системы отопления	Подбор, выведение в проектное положение, укладка в заделанную в строительной конструкции деталь крепежа, прочное закрепление элемента системы отопления	Не допускается приварка трубопровода к креплениям и строительным конструкциям	Болты, гайки, шайбы	Гаечные ключи, молоток слесарный, пассатижи, отвертка слесарномонтажная
7.	Закрепление узла теплового ввода	Установка узла ввода с выверкой по уровню и отвесу, закрепление узла ввода хомутами	Зазор между хомутами и трубопроводами 1 мм	Болты, гайки, шайбы	Гаечные ключи, молоток слесарный, отвертка слесарномонтажная, пассатижи, уровень, рейка
8.	Закрепление горизонтальных подающих и обратных трубопроводов	Подбор в соответствии с монтажным проектом, выведение в проектное положение, установка на опорной детали крепежа с помощью другой детали крепежа	Зазор между элементами трубопровода и хомутами 1 мм. Уклон горизонтальных трубопроводов не менее 0,002 с подъемом	Хомуты	Гаечные ключи, отвертка, рейка, шнур, уровень

			в сторону воздухосборника		
9.	Закрепление отопительных приборов	Подбор, выведение проектное положение с опиранием на закрепленную в строительной конструкции деталь крепежа, прочное закрепление	Приборы устанавливаются строго вертикально		Отвес, уровень, установочная рейка, рулетка (складной метр)
10.	Закрепление подводов длиной >1,5 м к отопительным приборам	Прочное закрепление подводки посредством другой детали крепежа	Уклон в направлении движения теплоносителя должен составлять от 5 до 10 мм на всю длину подводки		-"
11.	Закрепление вертикальных стояков $l > 3$ м	Подбор, выведение проектное положение с опиранием на закрепленную в строительной конструкции деталь крепежа,	Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали более чем 2 мм на 1 м длины трубопровода	Хомуты	Молоток, пассатижи, газовые клещи, отвес, рейка, лестница или подмости
12.	Закрепление элементов транзитных трубопроводов	Подбор, выведение проектное положение, с опиранием на закрепленную в строительной конструкции деталь крепежа, прочное закрепление трубопровода посредством другой детали крепежа		Болты, гайки, шайбы	Гаечные ключи, газовые клещи

	Сборка элементов системы между собой	Соосное выведение относительно друг друга		
13.	Монтаж отопительных приборов	Отопительные приборы монтируются строго вертикально по уровню и отвесу. Отопительные приборы могут быть настенные, напольные, с кожухом и без кожуха, с односторонним и двухсторонним подсоединением к стоякам, соединяться друг с другом на сцепке, с регулированием по воздуху и по теплоносителю, с вмонтированным термостатом и воздуховыпускником и без него. Могут устанавливаться под оконным проемом, в нишах, у наружных и внутренних стен	Все нагревательные приборы в одном помещении должны быть одного типа и установлены на одном уровне	Отвес, уровень
14.	Проход трубопроводов через стены, перекрытия, перегородки	В гильзах, обеспечивающих возможность осевого перемещения трубопроводов при тепловых деформациях	Зазор между гильзой и трубой, мм	Обрезки труб

	<p>- негоряемые</p> <p>- горяемые</p> <p>- трудногоряемые при подаче теплоносителя с температурой <math>\geq 105\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p>		<p>3</p> <p>15</p> <p>(заполнить асбестом)</p>	Асбест	
15.	Сборка вертикальных стояков	<p>Соосное выведение относительно друг друга и</p>	<p>Соединения трубопроводов должны быть расположены на креплениях, в перекрытиях. Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали &gt; чем 2 мм на 1 м длины трубопровода. Подающий стояк при 2-х трубной системе располагают справа. Расстояние от строительной конструкции по проекту.</p> <p>10 мм</p>	<p>Бензин (удаляет масла и</p>	<p>Отвес, метр складной, металлическая рулетка, подмости</p> <p>Щетка стальная (очищает от</p>

<p>соединение участков трубопроводов после очистки от ржавчины, масел и других загрязнений кромки до металлического блеска по обе стороны шва, не менее</p>		<p>органические покрытия)</p>	<p>грязи и ржавчины)</p>
<p>а) на сварке (газовой или электродуговой) внахлест для водогазопроводных труб диаметром до 25 мм с раздачей одного конца трубы или безрезьбовой муфтой (конец одной трубы вставляют в раструб другой и сваривают по расширенному концу). Это предохраняет от попадания расплавленного металла внутрь труб при сварке и позволяет компенсировать неточности в размерах строительных конструкций</p>	<p>Диаметр раструба &gt; диаметра трубы не более 2 мм. Внахлест также свариваются трубы со значительно отличающимися друг от друга условными диаметрами (15 и 25 мм, 20 и 32 мм, соединение с помощью компенсирующего стаканчика)</p>	<p>Проволока стальная сварочная должна быть чистой и ровной без окалины, ржавчины, грязи. Электроды, баллоны кислородные. Баллоны ацетиленовые</p>	<p>Трансформатор сварочный, щиток электросварщика, молоток слесарный, кабель для подключения сварного трансформатора, электродержатель, кабель сварочный, горелка сварочная, очки защитные, резак инжекторный</p>
<p>б) на сварке в стык (газовая или электродуговая) для труб диаметром более 25 мм (водогазопроводных и электросварных)</p>	<p>Зазор между кромками должен быть одинаковым по всему контуру свариваемого шва 1-2 мм. Диаметр сварочной проволоки</p>		
<p>Продольные сварные швы</p>	<p>или электрода должны</p>		

<p>стыкуемых труб должны быть смещены относительно друг друга при диаметре, мм до 100 - на 1/3 длины окружности;</p> <p>&gt;100 - на 90°. Разность толщин свариваемых труб в стык не должна превышать, мм для толщины трубы до 3 мм - 1 мм; &gt;3 мм - 2 мм</p>	<p>соответствовать толщине свариваемых труб: проволока 2-3 мм - при толщине свариваемых труб до 3 мм; 3-4 мм - до 4 мм; электрод диаметром 3-4 мм для труб с толщиной стенок до 5,5 мм.</p>
<p>Смещение наружных кромок стыкуемых труб не должно превышать при толщине трубы до 4 мм - 2 мм; &gt;4 мм - 3 мм Отклонение от перпендикулярности торцов соединяемых труб не более 2 °С.</p>	<p>В сварном шве не должно быть трещин, раковин, пор, незаваренных кратеров, а также пережогов и подтеков наплавленного металла. Высота швов должна быть не более 2-2,5 мм.</p>
<p>Сначала осуществляют прихватку в 2-х, 3-х местах. Высота прихваток 40-50% толщины стенки трубы, а затем выполняют сварку</p>	<p>Поверхность шва по всей его длине должна быть ровной, слегка выпуклой. Ширина шва не более 2-2,5 толщин стенки</p>
<p>При сварке труб разного диаметра концы труб большего диаметра осаживают.</p>	<p>Длина конусной части осаживаемой трубы должна быть не менее разности диаметров соединяемых труб.</p>

		<p>Газовую сварку применяют для соединения труб с толщиной стенки до 4 мм - без скоса их кромок. При толщине стенки больше 4 мм на торцах трубы должны быть сняты фаски под углом 40-50° с притуплением кромок 0,5-1 мм</p> <p>При сварке резьбовые поверхности и зеркала фланцев должны быть защищены от брызг и капель расплавленного металла</p> <p>в) на резьбе для диаметров до 50 мм. Разъемное соединение на длинной резьбе (на сгонах). Соосное выведение относительно друг друга. Очистка резьбовых соединений от грязи, металлической стружки. Сгон устанавливается на высоте 120-300 мм от подающей подводки. На длинную резьбу насухо наворачивают</p>	<p>Длинная резьба должна быть такой, чтобы на нее свободно навинчивалась контргайка и муфта. Длины резьб сгона зависят от диаметра трубы.</p>	<p>Уплотнительный материал для трубопроводов с температурой теплоносителя</p> <p>а) до 100 °С - льняная прядь, пропитанная суриком или белилами, замешанными на натуральной</p>	<p>Ножовочное полотно, трубные ключи, газовые клещи</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

		<p>контргайку и муфту. Свинчивая муфту с длинной резьбы, ее навинчивают до конца короткой резьбы, применяя уплотнительный материал.</p> <p>Затем наматывают у торца муфты по ходу резьбы свитый в жгутик уплотнительный материал и контргайку плотно подгоняют к муфте. Очищение места соединения от выступающего уплотнительного материала. При присоединении с помощью ленты ФУМ между муфтой и контргайкой наматывают жгут из 3 слоев. Для разъединения сгона контргайку и муфту свинчивают на конец трубы с длиной резьбой, после чего разъединяют стыки труб.</p>		<p>олифе, лента ФУМ</p> <p>б) более 100 °С - асбестовый шнур вместе с льняной прядью, пропитанной графитом, замешанным на натуральной олифе</p>	
16.	<p>Поэтажная сборка ответвлений стояков отопления с подводками</p>	<p>Подгонка и соединение подводок. В 2-х трубной системе при пересечении стояков и подводок к приборам скобы на стояках огибают подводки со</p>			<p>Трансформатор сварочный, горелка сварочная, резак, электродержатель для ручной</p>



	отопительным приборам	<p>стороны помещения, а центр скоб должен совпадать с центром огибаемой трубы</p> <p>а) сваркой внахлест (газовая или электродуговая)</p> <p>б) посредством длинных резьб, муфт и контргаек и тройников с ответвлениями от стояков к приборам</p>	<p>С раздечей одного конца трубы или безрезьбовой муфтой. Диаметр раструба &gt; диаметра трубы не более 2 мм</p> <p>Смещение торцов соединяемых элементов относительно друг друга не более 1 мм, угол между продольными осями менее 1°, навинчивание муфты на короткую резьбу на 1-2 нитки ее сбеге, толщина жгута под контргайкой 3-4 мм</p>	<p>Ацетилен</p> <p>Кислород</p> <p>Проволока стальная сварочная, электроды</p> <p>Лен, олифа натуральная, сурик свинцовый</p>	<p>дуговой электросварки, плоскогубцы комбинированные с изолирующими ручками, кабель сварочный, очки защитные</p> <p>Ключи трубные</p>
17.	Сборка горизонтальных трубопроводов		Соединения трубопроводов не должны быть	Отвес, метр складной, металлическая	

			<p>расположены на креплениях, в стенах и перекрытиях.</p> <p>Разводящие магистрали систем водяного отопления должны иметь уклон не менее 0,002 по движению теплоносителя</p>	<p>рулетка, подмости, рейка, уровнемер, шнур</p>	
		<p>Соосное выведение относительно друг друга и соединение участков трубопроводов после очистки от ржавчины, масел и других загрязнений кромки до металлического блеска по обе стороны шва, не менее</p>	<p>10 мм</p>		
		<p>а) на сварке (газовой и электродуговой) внахлест для водогазопроводных труб диаметром до 25 мм с раздачей одного конца трубы или безрезьбовой муфтой (конец одной трубы вставляют в раструб другой и сваривают по расширенному концу). Это предохраняет от попадания расплавленного металла внутрь труб при сварке и</p>	<p>Диаметр раструба &gt; диаметра трубы не более 2 мм. Внахлест также свариваются трубы со значительно отличающимися друг от друга условными диаметрами (15 и 25 мм, 20 и 32 мм, соединение с помощью компенсирующего стаканчика)</p>	<p>Проволока стальная сварочная должна быть чистой и без окалины. Электроды, баллоны кислородные. Баллоны ацетиленовые</p>	<p>Трансформатор сварочный, щиток электросварщика, щетка стальная, молоток слесарный, кабель для подключения сварного трансформатора, электродержатель, кабель</p>

позволяет компенсировать неточности в размерах строительных конструкций

б) на сварке в стык (газовая или электродуговая) для труб диаметром более 25 мм (водогазопроводных и электросварных)

Продольные сварные швы стыкуемых труб должны быть смещены относительно друг друга при диаметре, мм до 100 - на 1/3 длины окружности, >100 - на 90°.

Разность толщин свариваемых труб в стык не должна превышать, мм

для толщины трубы до 3 мм - 1 мм; >3 мм - 2 мм

Смещение наружных кромок стыкуемых труб не должно превышать при толщине трубы до 4 мм - 2 мм; >4 мм - 3 мм

Зазор между кромками должен быть одинаковым по всему контуру свариваемого шва 1-2 мм

Диаметр сварочной проволоки или электрода должны соответствовать толщине свариваемых труб:

проволока 2-3 мм - при толщине свариваемых труб до 3 мм; 3-4 мм - до 4 мм; электрод диаметром 3-4 мм для труб с толщиной стенок до 5,5 мм.

В сварном шве не должно быть трещин, раковин, пор, не заваренных кратеров, а также пережогов и подтеков наплавленного металла.

сварочный,  
горелка  
сварочная, очки  
защитные, резак  
инжекторный

<p>Отклонение от перпендикулярности торцов соединяемых труб не более 2 °С.</p>	<p>Высота швов должна быть не более 2-2,5 мм.</p>
<p>Сначала осуществляют прихватку в 2, 3 местах. Высота прихваток 40-50% толщины стенки трубы, а затем выполняют сварку</p>	<p>Поверхность шва по всей его длине должна быть ровной слегка выпуклой. Ширина шва не более 2-2,5 толщин стенки труб</p>
<p>При сварке труб разного диаметра концы труб большего диаметра осаживают.</p>	<p>Длина конусной части осаженой трубы должна быть не менее разности диаметров соединяемых труб. Газовую сварку применяют для соединения труб с толщиной стенки до 4 мм - без скоса их кромок. При толщине стенке больше 4 мм на торцах трубы должны быть сняты фаски под углом 40-50° с притуплением кромок 0,5-1 мм. При сварке резьбовые поверхности и зеркала фланцев должны быть защищены от брызг и</p>

		<p>в) на резьбе для диаметром до 50 мм. Разъемное соединение на длинной резьбе (на сгонах). Соосное выведение относительно друг друга. Очистка резьбовых соединений от грязи, металлической стружки. На длинную резьбу насухо наворачивают контргайку и муфту. Свинчивая муфту с длинной резьбы, ее навинчивают до конца короткой резьбы, применяя уплотнительный материал. Затем наматывают у торца муфты по ходу резьбы свитый в жгутик уплотнительный материал и контргайку плотно подгоняют к муфте. Очищение места соединения от выступающего уплотнительного материала. При присоединении с помощью ленты ФУМ между муфтой и контргайкой наматывают жгут из 3 слоев. Для разъединения сгона</p>	<p>капель расплавленного металла</p> <p>Длинная резьба должна быть такой чтобы на нее свободно навинчивалась контргайка и муфта. Длины резьб сгона зависят от диаметра трубы.</p>	<p>Уплотнительный материал для трубопроводов с температурой теплоносителя</p> <p>а) до 100 °С - льняная прядь, пропитанная суриком или белилами, замешанными на натуральной олифе, лента ФУМ</p> <p>б) более 100 °С - асбестовый шнур вместе с льняной прядью, пропитанной графитом, замешанным на натуральной олифе</p>	<p>Ножовочное полотно, трубные ключи, газовые клещи</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

		контргайку и муфту свинчивают на конец трубы с длиной резьбой, после чего разъединяют стыки труб.			
18.	Сборка узла ответвления вертикального стояка от магистральных горизонтальных трубопроводов в техподпольях и на чердаке (подсоединение запорной арматуры)	Соосное выведение относительно друг друга и соединение разъемное на длинной резьбе (на сгонах). Очистка резьбовых соединений от грязи, металлической стружки. Стандартные сгоны для подсоединения арматуры для труб Ø:  15-20 мм - 110 мм  25-32 мм - 130 мм  38-50 мм - 150 мм  На длинную резьбу насухо наворачивают контргайку и муфту. Свинчивая муфту с длинной резьбы, ее навинчивают до конца короткой резьбы, применяя уплотнительных материал. Затем наматывают у торца муфты по ходу резьбы свитый в жгутик уплотнительный материал, и	Резьба должна быть чистой, без заусенцев и рванин. Допускаются участки с сорванной резьбой, если их длина в сумме не превышает 10% длины резьбы	Уплотнительный материал для трубопроводов с температурой теплоносителя  а) до 100 °С - льняная прядь, пропитанная суриком или белилами, замешанными на натурной олифе, лента ФУМ  б) более 100 °С - асбестовый шнур вместе с льняной прядью, пропитанные графитом, замешанном на натуральной олифе.	Трубные ключи (рычажные, раздвижные, накидные). Для труб диаметром рычажные ключи:  от 15 до 25 мм - N 1;  от 15 до 38 мм - N 2;  от 15 до 50 мм - N 3;  от 20 до 75 мм - N 4;  от 25 до 100 мм - N 5  Накидной ключ для труб диаметром от 15 ÷ 75 мм. Ножовочное

		<p>контргайку плотно подгоняют к муфте. Очищение места соединения от выступающего уплотнительного материала.</p> <p>Присоединение с помощью ленты ФУМ. Между муфтой и контргайкой наматывают жгут из 3 слоев</p>			<p>полотно, гаечные ключи</p>
	<p>Тепловая изоляция магистральных подающих и обратных трубопроводов, проходящих в техподпольях и на чердаке</p> <p>- очистка трубопровода от пыли, грязи, ржавчины</p> <p>- антикоррозийное покрытие на очищенную поверхность</p>		<p>Теплоизоляцию трубопроводов следует производить после завершения проведения гидравлических и тепловых испытаний внутренней системы отопления</p>	<p>Антикоррозийный лак</p>	<p>Металлическая щетка</p>

- теплоизоляционное покрытие трубопроводов		Материал и толщина теплоизоляционного слоя по проекту в зависимости от диаметра трубопровода		
--------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. СДАТОЧНО-ПРИЕМОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

1.	Техническая проверка смонтированной внутренней системы отопления	Внешний осмотр системы, проверка качества монтажа смонтированной системы, устранение неисправностей	Соответствие проектным требованиям материала, номенклатуры, последовательности размещения трубных изделий, прохода труб через строительные конструкции, величины уклона трубопроводов (в сторону спускных устройств и от воздухоотборников), расстояние между трубопроводами, отопительными приборами и строительными конструкциями, расстояние между трубопроводами систем отопления и трубопроводами другого назначения,		Отвес, уровень, рейка, рулетка, складной метр
----	------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------



			<p>расстояние между креплениями, способов соединения и закрепления трубопроводов, номенклатуры отопительных приборов запорно-регулирующей и регистрирующей аппаратуры</p> <p>Соответствие требованиям нормативно-технической документации в части технологии монтажа (положение сварных стыков и соединений по отношению к опорам) допускаемого отклонения от вертикальности стояков, отсутствие изломов в соединениях, отсутствие повреждения поверхности отопительных приборов, наличие полной комплектности и точности их установки (отклонение</p>	
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

			<p>от горизонтальности, расстояние от стены, пола, подоконной доски), возможность удаления воздуха из системы, и в случае необходимости полного опорожнения системы от воды.</p> <p>Исправное действие запорной и регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов и доступность их обслуживания, ремонта и замены</p>		
2.	<p>Гидростатическое (гидравлическое) испытание системы отопления (проводится при положительной температуре в помещениях здания). Температура воды должна</p>	<p>Проводится при отключенных расширительных сосудах. Подготовка элементов системы к испытаниям, заполнение системы водой, удаление воздуха, создание давления, фиксация и устранение дефектов, повторное нагружение давлением. Устранять дефекты во время испытания подваркой, чеканкой</p>	<p>при</p> <p>Величина испытательного давления 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин нахождения ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2</p>	<p>Вода, льняная прядь, лента ФУМ, свинцовый сурик, цинковые белила, резиновые, паронитовые прокладки, запасные детали крепежа, арматуры</p>	<p>Гидропресс, газовые клещи, рожковые гаечные ключи</p>

	быть не ниже 5°С	подтягиванием резьбовых соединений не допускается	кгс/см <sup>2</sup> ) и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах		
3.	Манометрические испытания допускаются производить при отрицательной температуре наружного воздуха	Систему заполнить воздухом, пробным избыточным давлением	Величина избыточного давления 0,15 МПа (1,5 кгс/см <sup>2</sup> ). При обнаружении дефектов монтажа на слух следует снизить давление до атмосферного и устранить дефекты, затем систему заполнить воздухом давлением 0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> ), выдержать ее под пробным давлением в течение 5 мин. Система признается выдержавшей испытание, если при нахождении ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа (0,1 кгс/см <sup>2</sup> )		
4.	Тепловое испытание системы	Заполнение системы водой при температуре теплоносителя в подающих	Тепловое испытание проводится в течение 7 часов		

	<p>а) при положительной температуре наружного воздуха</p> <p>б) при отрицательной температуре наружного воздуха</p>	<p>магистралях системы</p> <p>не менее</p>	<p>60 °С</p> <p>Все отопительные приборы должны прогреваться равномерно</p> <p>Соответствуют температуре наружного воздуха во время испытания по отопительному температурного графику, но не менее 50 °С и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации</p>		
5.	Промывка системы отопления	<p>а) наполнение и спуск воды из системы 2-3 раза</p> <p>б) в сочетании с подачей сжатого воздуха (поступивший в систему воздух создает бурное движение воды в трубах и</p>	<p>Давлением не &gt;0,35 МПа (3,5 кгс/см<sup>2</sup>). Спуск воды может осуществляться непрерывно или</p>		

		отопительных приборах, что способствует полной промывке их от грязи)	периодически		
6.	Сдача системы отопления в эксплуатацию	Приемка актов на скрытые работы, испытания, промывка системы, осмотр системы на соответствие проекту, составление акта сдачи-приемки системы отопления в эксплуатацию			

#### 4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

При производстве работ по монтажу систем отопления необходимо соблюдать требования СНиП III-4-80\* "Техника безопасности в строительстве", СНиП 12-03-99 "Безопасность труда в строительстве", правил пожарной безопасности, предусмотренных "Указаниями по пожарной безопасности для рабочих и инженерно-технических работниковстроек и предприятий Главмосстроя" и ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность".

К работам допускаются слесари-сантехники, имеющие профессиональную подготовку и прошедшие обучение безопасным методам и приемам работ. Перед допуском к работе вновь привлекаемых работников проводится вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте согласно ГСО 12.0.004.

Лица, допускаемые к работе с ручными электрическими машинами, строительномонтажным пистолетом и электросварочным оборудованием должны иметь профессиональную подготовку и необходимую степень квалификации по технике безопасности.

Не реже одного раза в три месяца для всех рабочих проводится повторный инструктаж по технике безопасности.

Перед началом производства работ должны быть выполнены требования по организации рабочих мест: обеспечены проходы требуемых размеров к рабочим местам; места производства работ должны быть очищены от мусора и посторонних предметов; помещения, в которых выполняется монтаж санитарно-технических систем в зимнее время, должны быть утеплены, освещены, очищены от снега и защищены от сквозняков; рабочие места и проходы к ним на высоте более 1,3 м должны иметь ограждения.

При выполнении работ по монтажу систем отопления необходимо пользоваться исправным инструментом и оборудованием, выполнять условия его эксплуатации, соблюдать требования техники безопасности, предъявляемые соответствующими нормативными документами.

Необходимо следить за исправностью электросети: по окончании работы должны быть выключены электрорубильники, электроприборы и осветительные точки (за исключением дежурной лампочки).

Каждый объект должен быть обеспечен средствами пожаротушения и противопожарным водоснабжением. Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном состоянии.

Испытания систем отопления следует производить под руководством мастера или прораба. Лица, проводящие испытания, должны находиться в безопасных местах.

При выполнении работ по механической обработке труб необходимо пользоваться защитными очками.

Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

За соблюдением правил, норм и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии отвечают линейные инженерно-технические работники.

Отходы трубных изделий следует собирать для последующего их вывоза в места свалки, согласованные с Мосгорсанэпиднадзором и Москомприродой.

Текст документа сверен по:  
/ Комплекс архитектуры, строительства,  
развития и реконструкции города. - М., 2001

**ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**ОАО ПКТИпромстрой**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

**НА МОНТАЖ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ  
КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ  
В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ  
76-04 ТК**

**2004**



Открытое акционерное общество  
Проектно-конструкторский и технологический  
институт промышленного строительства  
**ОАО ПКТИпромстрой**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Генеральный директор, к.т.н.  
С.Ю. Едличка  
«31» мая 2004

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**  
**НА МОНТАЖ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ**  
**КАНАЛИЗАЦИИ ИЗ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ**  
**В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**  
**76-04 ТК**

**Главный инженер**

\_\_\_\_\_ **А. В. Колобов**

**Начальник лаборатории**

\_\_\_\_\_ **Б.И. Бычковский**

**2004**

Карта содержит организационно-технологические и технические решения на монтаж внутренних систем канализации в жилых и общественных зданиях.

В технологической карте приведены: область применения, организация и технологическая последовательность выполнения работ, требования к качеству и приемке работ, калькуляция затрат труда, график производства работ, потребность в материально-технических ресурсах, решения по безопасности и охране труда и технико-экономические показатели.

Исходные данные и конструктивные решения, применительно к которым разработана карта, приняты с учетом требований строительных норм, правил и стандартов.

Технологическая карта является составной частью ППР и может использоваться при строительно-монтажных работах в составе ППР согласно [СНиП 3.01.01-85\\*](#) и предназначена для инженерно-технических работников строительных организаций, производителей работ, мастеров и бригадиров, связанных с монтажом внутренних систем канализации, а также работников технического надзора заказчика.

В разработке технологической карты участвовали сотрудники ОАО ПКТИпромстрой:

- Артемов А.С. - разработка технологической карты, компьютерная обработка и графика;
- Черных В.В. - общее технологическое сопровождение;
- Холопов В.Н. - проверка технологической карты;



- Бычковский Б.И. -техническое руководство, корректура и нормоконтроль;
- Колобов А.В. - общее техническое руководство разработкой технологических карт;
- к.т.н. Едличка С.Ю. - общее руководство разработкой технологической документации.

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1 Область применения

### 2 Организация и технология выполнения работ

### 3 Требования к качеству и приемке работ

### 4 Требования безопасности и охраны труда, экологической и пожарной безопасности

### 5 Потребность в материально-технических ресурсах

### 6 Техничко-экономические показатели

### 7 Перечень нормативно-технической литературы

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая технологическая карта на монтаж внутренних систем канализации в жилых и общественных зданиях предназначена для использования при выполнении работ по устройству внутренних систем канализации, включающих:

- монтаж трубопроводов систем внутренней канализации укрупненными узлами из пластмассовых канализационных труб и фасонных частей;
- установку санитарно-технических приборов;
- испытание систем внутренней канализации.

1.2 При привязке технологической карты к конкретному объекту уточняются объемы работ, калькуляция затрат труда, потребность в материально-технических ресурсах и продолжительность выполнения работ. Согласно [СНиП 3.01.01-85\\*](#) данная карта может быть использована при строительстве зданий и сооружений в составе ППР.

1.3 Форма использования технологической карты предусматривает обращение ее в сфере информационных технологий с включением в базу данных по технологии и организации строительного производства автоматизированного рабочего места технолога строительного производства (АРМ ТСП), подрядчика и заказчика.

## 2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

2.1. До начала монтажа внутренних систем канализации должны быть выполнены следующие работы:

- смонтированы междуэтажные перекрытия, стены и перегородки;
- устроены траншеи для выпусков канализации до первых от здания колодцев;
- выполнены фундаменты или площадки для установки санитарно-технического оборудования;
- выполнена подготовка под полы с нанесением на внутренних и наружных стенах всех помещений вспомогательных отметок, равных проектным отметкам чистого пола плюс 500 мм;
- устроены опоры под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах и технических подпольях;
- установлены закладные детали в строительных конструкциях в соответствии с рабочими чертежами канализации для крепления оборудования и трубопроводов;
- подготовлены подмости при необходимости их использования;
- пробиты и подготовлены отверстия, борозды, ниши и гнезда в фундаментах, стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимые для прокладки трубопроводов;
- подготовлены монтажные проемы в стенах и перекрытиях для подачи санитарно-технического оборудования;
- остеклены оконные проемы в наружных ограждениях, утеплены входы и отверстия в наружных стенах (при отрицательных температурах наружного воздуха);
- оштукатурены или облицованы согласно проекту стены и ниши в местах установки санитарных приборов и прокладки трубопроводов;
- оштукатурены поверхности борозд для скрытой прокладки трубопроводов в наружных стенах;

- выполнено искусственное освещение и обеспечена возможность подключения электроинструментов и электросварочных аппаратов в сеть на расстоянии не более 50 м от места производства работ;

- выполнена гидроизоляция перекрытий, оштукатурка стен и устройство чистых полов в санитарных узлах (после прокладки и испытания трубопроводов), а также первая окраска стен и потолков и облицовка плитками (после установки ванн, кронштейнов под умывальники и деталей крепления смывных бачков), вторая окраска стен и потолков (после установки умывальников, унитазов и смывных бачков).

2.2 Кроме того, должно быть выполнено:

- уточнение состава монтажных работ по устройству канализационной сети и последовательности их выполнения;

- согласование с генподрядчиком графика совмещенных работ;

- обеспечение свободного доступа к месту производства санитарно-технических работ;

- установка лесов и подмостей (при необходимости);

- согласование использования грузоподъемных механизмов генподрядчика;

- установка и крепление грузоподъемных механизмов в местах, согласованных с генподрядчиком (при необходимости и невозможности использования грузоподъемных механизмов генподрядчика);

- обеспечение доставки в зону монтажа трубных узлов и деталей (или труб и фасонных частей), изделий, санитарных приборов, средств крепления, вспомогательных материалов и т.п.

2.3. В санитарных узлах, ванных комнатах и ящиках общестроительные, санитарно-технические и другие специальные работы следует выполнять в следующей последовательности:

- подготовка под полы, оштукатуривание стен и потолков, устройство маяков для установки трапов;

- установка средств крепления, прокладка трубопроводов и проведение их гидростатического и манометрического испытаний;

- гидроизоляция перекрытий;

- оштукатурка стен, устройство чистых полов;

- установка ванн, кронштейнов под умывальники и деталей крепления смывных бачков;

- первая окраска стен и потолков, облицовка плитками;

- установка умывальников, унитазов и смывных бачков;

- вторая окраска стен и потолков;

- установка водоразборной арматуры.

2.4 При монтаже санитарно-технических систем и проведении смежных общестроительных работ не должно быть повреждений ранее выполненных работ.

2.5. До начала монтажа трубопроводов канализации из пластмассовых труб должны быть смонтированы трубопроводы водоснабжения из стальных труб (при совместной прокладке) и закончены все электросварочные работы. Пластмассовые трубы и трубозаготовки, доставляемые на объект в зимнее время, до начала монтажа в зданиях должны быть выдержаны при положительной температуре не менее двух часов.

2.6. Устанавливается следующий состав и последовательность выполнения рабочих операций при монтаже трубопроводов систем внутренней канализации из пластмассовых труб и фасонных частей:

- разметка мест установки средств крепления с учетом проектных уклонов. Расстояние между креплениями пластмассовых горизонтальных трубопроводов должно быть не более 10Д, вертикальных - 20Д (Д - наружный диаметр). Неподвижные крепления на стояках устанавливаются под раструбами;

- установка креплений (кронштейнов или подвесок с хомутами) со сверлением отверстий и заделкой цементным раствором или с помощью пристрелки монтажным пистолетом дюбель-гвоздями;

- прокладка трубопроводов из готовых узлов (или отдельных деталей) с соединением стыков в раструб на резиновых кольцах со смазкой их и гладких концов соединяемых труб или фасонных частей мыльным раствором (для канализации из пластмассовых труб) или с

заделкой смоляным канатом; при помощи фланцев с установкой готовых прокладок и с затяжкой болтов.

В санитарно-технических кабинах заводского изготовления прокладка междуэтажных вставок производится путем выдвижения гладкого конца из компенсационного патрубка нижерасположенной кабины и надвигки раструба на гладкий конец вышерасположенной кабины;

- крепление трубопроводов разъемными хомутами с установкой прокладок и затяжкой болтов;

- выверка трубопроводов внутренних систем канализации.

2.7 Пластмассовые трубы и фасонные части следует оберегать от ударов, надрезов и царапин. Конопатки при заделке стыков должны иметь гладкую поверхность и скругленные кромки.

2.8 Соединение гладкого конца пластмассовой трубы или фасонной части с раструбом чугунной трубы следует выполнять с помощью круглого резинового уплотнительного кольца с последующим заполнением зазора расширяющимся цементом.

2.9. При установке санитарно-технических приборов рабочие операции необходимо осуществлять в следующей последовательности:

- разметка мест установки прибора и кронштейнов (при наличии);

- установка кронштейнов при вариантах: на шурупах (разметка мест сверления отверстий - по шаблону, сверление, установка хлорвиниловых втулок и крепление кронштейнов); при помощи монтажного пистолета (пристрелка кронштейнов под приборы или пристрелка подкладок под кронштейны и установка кронштейнов). Пристрелку дюбелями рекомендуется производить к кирпичным (из сплошного кирпича) и бетонным стенам;

- установка выпуска (для приборов со съемным выпуском);

- установка сифона на выпуск прибора или на трубопровод канализации (для приборов без встроенных сифонов);

- установка переливов и переливных труб (для ванн и глубоких душевых поддонов);

- установка санитарно-технических приборов при вариантах:

а) на шурупах (раковины, питьевые фонтанчики, писсуары, унитазы, видуары, биде, ножные ванны). При креплении унитаза шурупами к бетонному полу под основание следует устанавливать прокладку, к тафте резиновая прокладка не требуется;

б) на кронштейнах (умывальники, мойки, высоко расположенные смывные бачки);

в) на кронштейнах с креплением к ним прибора винтами (стальные мойки);

г) на подстоле (мойки);

д) на эпоксидном клее (унитазы, видуары, биде, ножные ванны) с удалением пыли с поверхности пола и подошвы прибора ветошью (при необходимости - обезжиривание ацетоном), разметкой при помощи шаблона или самого прибора площади склеивания, нанесением металлической лопаткой клея слоем не менее 2 мм на склеиваемые поверхности (подошву прибора и пол) при температуре не ниже +5 °С с плотным прижатием прибора к полу и выдержкой без нагрузки в неподвижном положении до набора прочности клеевого соединения не менее 12 ч. Состав клея в процентах по массе мономер ФА - 21,3; эпоксидная смола ЭД-5 или ЭД-6 - 4,25; портландцемент марки не ниже 400 - 70,2; полиэтиленполиамин - 4,25;

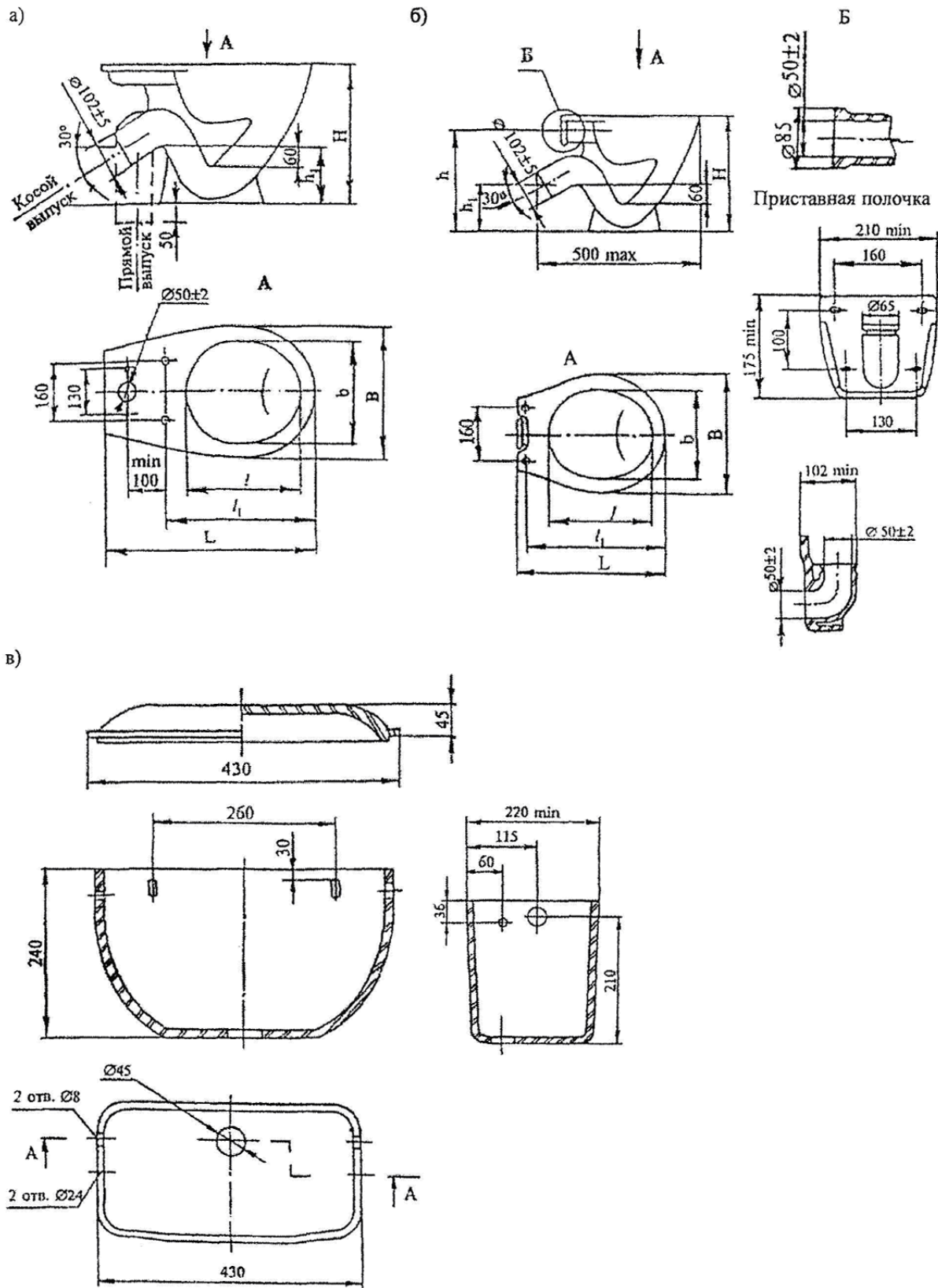
е) на цементно-песчаном растворе марки не ниже М100 на бетонных полах с метлахской плиткой или цементной стяжкой (унитазы, видуары, биде, ножные ванны) с очисткой пола от загрязнения в месте установки прибора (протереть насухо), разметкой при помощи шаблона или самого прибора площади склеивания, покрытием склеиваемых поверхностей (прибора и пола) 5 %-ным раствором соляной кислоты при помощи кисти, нанесением раствора слоем 8 - 10 мм на склеиваемую поверхность прибора при температуре не ниже +5 °С с плотным прижатием прибора к полу и выдержкой без нагрузки в неподвижном положении до набора прочности соединения не менее 72 ч. Составы растворов в процентах по массе: цемент марки 400 - 33,3; песок - 66,7 или цемент марки 500 или 400 (пластифицированный или расширяющийся) - 25,0; песок - 75,0 или цемент марки 500 (пластифицированный или расширяющийся) - 20,0; песок - 80,0;

ж) на ножках или подставках с прокладками (ванны);

- и) на железобетонных подставках или металлическом каркасе (поддоны глубокие);
- к) на основании (поддоны мелкие, писсуары напольные, трапы);
- л) на полочке другого прибора (смывной бачок для унитаза «Компакт»);
- м) на подставках (групповая установка умывальников);
- установка смывных труб к высокорасполагаемым смывным бачкам с присоединением к смывному бачку на резьбовом соединении и унитазу с помощью резиновой муфты;
- присоединение приборов к трубопроводам канализации и водопровода;
- присоединение уравнивателей электрических потенциалов (ванны, поддоны) к приборам и трубопроводам холодного водоснабжения с зачисткой мест присоединения до блеска;
- установка сидений (для унитазов);
- установка козухов на каркас питьевых фонтанчиков.

2.10 Выпуск унитаза следует соединять непосредственно с раструбом отводной трубы или с отводной трубой с помощью чугунного, полиэтиленового патрубка или резиновой муфты. Монтажное положение унитазов представлено на рисунке [1](#), индивидуального гигиенического душа-биде - на рисунке [2](#).

Унитазы следует крепить к полу шурупами или приклеивать клеем. При креплении шурупами под основание унитаза под головки шурупов следует устанавливать шайбу и резиновую прокладку.



Размеры унитазов смотри [ГОСТ 30493-96](http://www.gost.ru/standards/gost_30493-96)

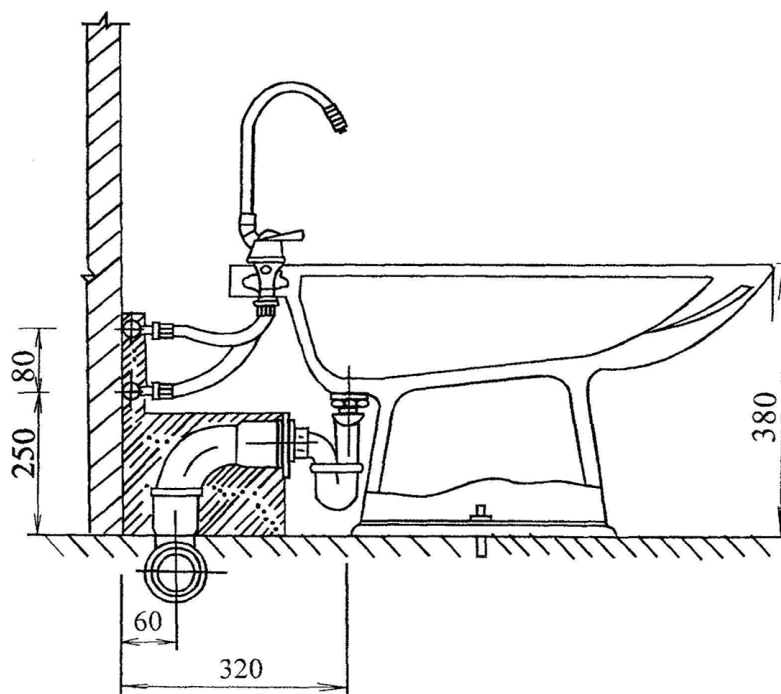
а - унитаз с цельноотлитой полочкой; б - унитаз с приставной полочкой; в - бак сливной с боковым пуском

### Рисунок 1 - Монтажное положение унитазов.

Приклеивание должно производиться при температуре воздуха в помещении не ниже +5 °С.

Для достижения необходимой прочности приклеенные унитазы должны выдерживаться без

нагрузки в неподвижном положении до набора прочности клеевого соединения не менее 12 часов.



**Рисунок 2 - Монтажное положение индивидуального гигиенического душа-биде.**

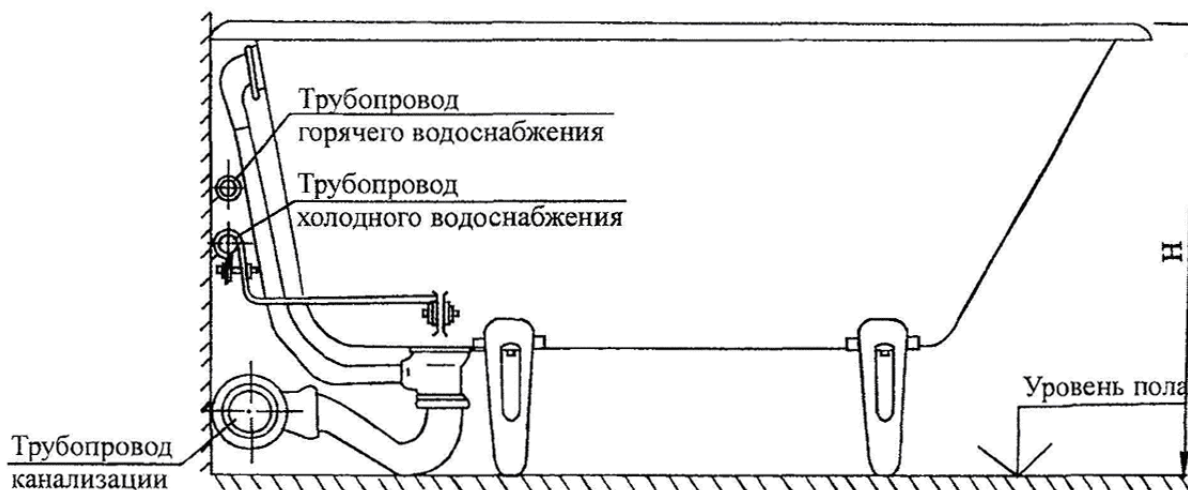
2.11 Высота установки санитарных приборов от уровня чистого пола должна соответствовать размерам, указанным в таблице [1](#).

**Таблица 1 - Высота установки санитарных приборов от уровня чистого пола**

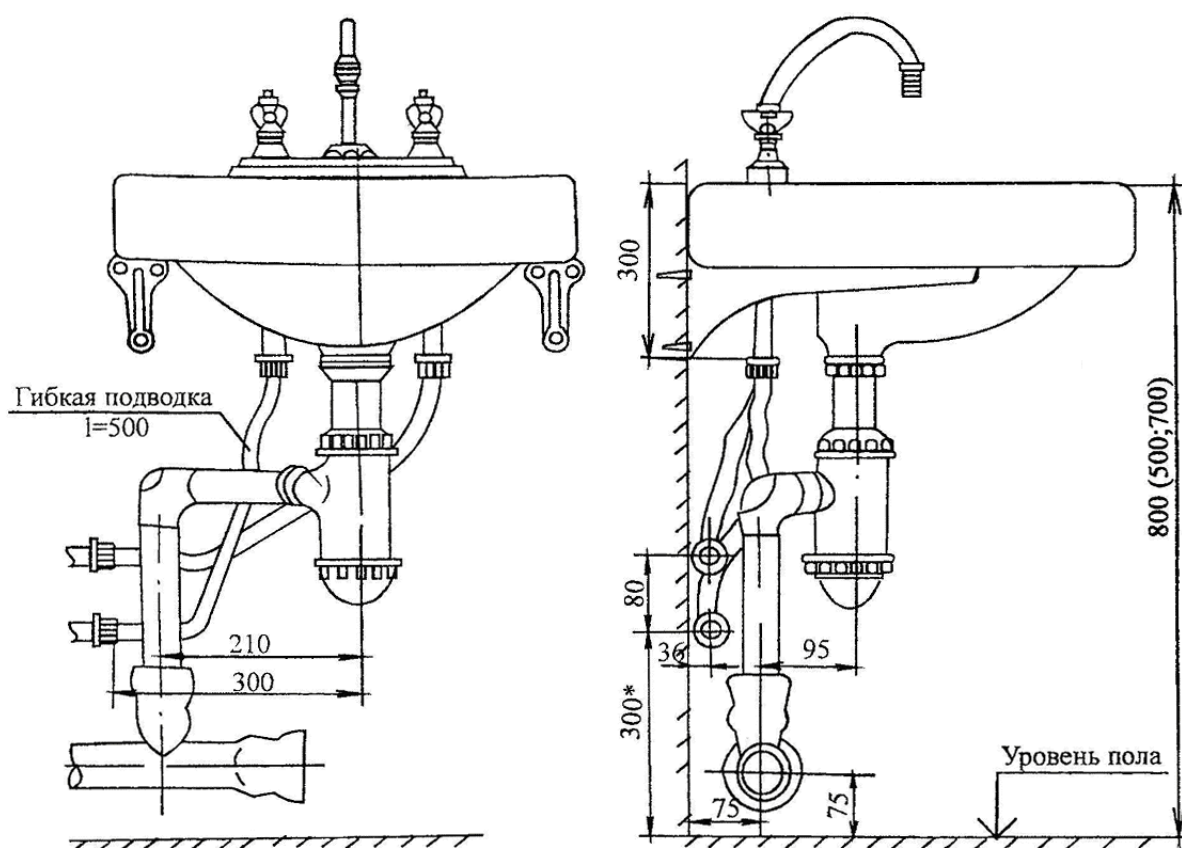
Санитарные приборы	Высота установки от уровня чистого пола		
	в жилых, общественных и производственных зданиях	в школах и детских лечебных учреждениях	в дошкольных учреждениях и в помещениях для инвалидов, передвигающихся с помощью различных приспособлений
Умывальники (до верха борта)	800	700	500
Раковины и мойки (до верха борта)	850	800	500
Ванны (до верха борта)	600	500	500
Писсуары настенные и лотковые (до верха борта)	650	500	400
Душевые поддоны (до верха борта)	400	400	300
Питьевые фонтанчики питьевого типа (до верха борта)	900	750	

2.12 В период монтажа открытые концы трубопроводов и трапов необходимо предохранять от попадания в них строительного мусора с помощью инвентарных заглушек, полиэтиленовой пленки и т.п.

Схемы установки санитарно-технических приборов показаны на рисунках [3](#), [4](#).



**Рисунок 3 - Монтажное положение ванны.**



Примечание - В скобках: 1-ый размер при установке прибора в дошкольных учреждениях, 2-й - в школах.

**Рисунок 4 - Монтажное положение умывальника.**

2.13 Рабочие операции при испытании систем внутренней канализации необходимо осуществлять в следующей последовательности:

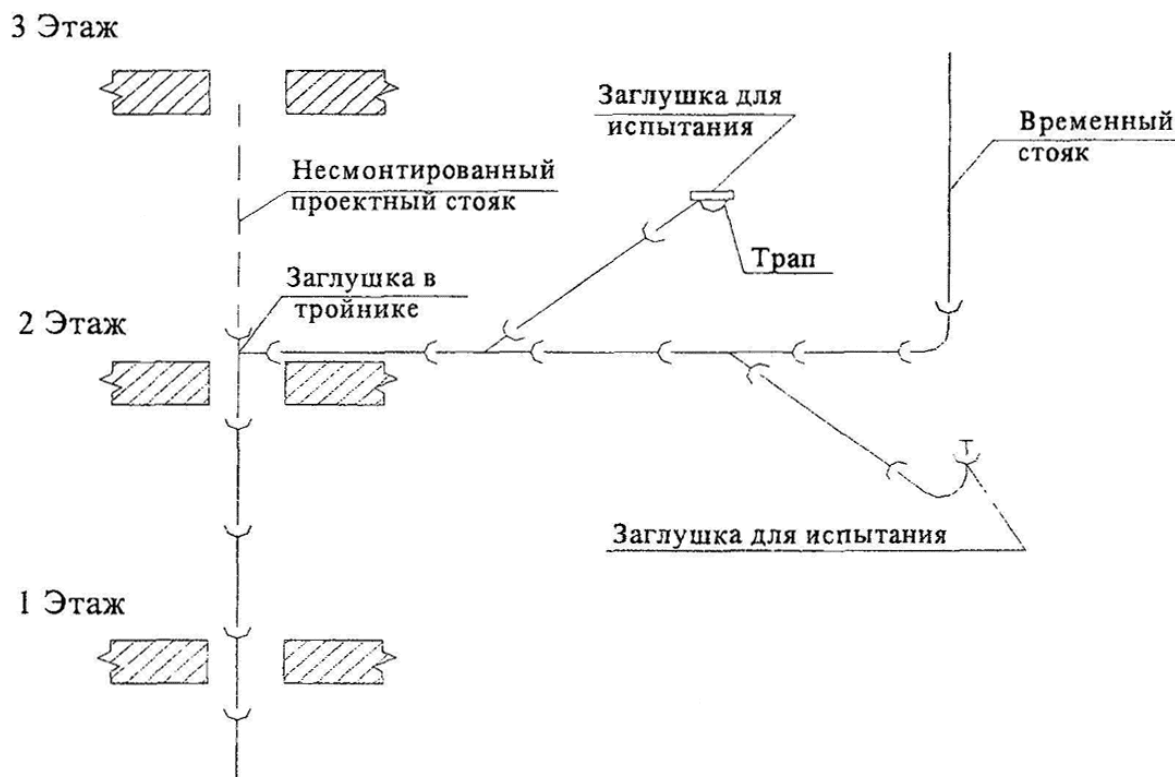
- наружный осмотр трубопроводов и санитарно-технических приборов;
- испытание проливом: наполнение приборов водой и проверка переливных устройств (при наличии); регулировка поплавков (для смывных бачков); спуск воды из прибора; осмотр выпуска прибора, сифона (при наличии), отводящего трубопровода от прибора и участков трубопроводов от нескольких приборов с отметкой мелом мест дефектов (течей). Осмотр участков трубопроводов должен выполняться при одновременном открытии 75 % санитарно-технических приборов, подключенных к проверяемому участку в течение времени, необходимого для его осмотра;
- испытание наполнением: установка заглушек на выпуски систем канализации,



присоединенные к одному стояку и расположенные на более низком уровне; наполнение трубопроводов водой (из системы постоянного или временного холодного водоснабжения или при помощи специального опрессовочного агрегата) до уровня пола первого этажа (при испытании трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах); осмотр трубопроводов с отметкой мелом мест дефектов (течей). Продолжительность испытания систем из пластмассовых труб составляет 20 мин;

- спуск воды через заглушки с вентилем на выпусках систем канализации до уровня нижнего дефектного места (при испытании наполнением);
- устранение дефектов и повторное испытание;
- снятие заглушек и спуск воды (по окончании испытаний наполнением).

2.14 Схема гидростатического испытания отводных трубопроводов, проложенных в конструкциях междуэтажных перекрытий, приведена на рисунке 5.



**Рисунок 5 - Схема гидростатического испытания отводных трубопроводов, проложенных в конструкциях междуэтажных перекрытий.**

2.15 Трубопроводы считаются выдержавшими испытание, если при осмотре не обнаружено течи через стенки трубопроводов и места соединений (при испытании проливом или наполнением), а уровень воды в стояках не понизился (при испытании наполнением).

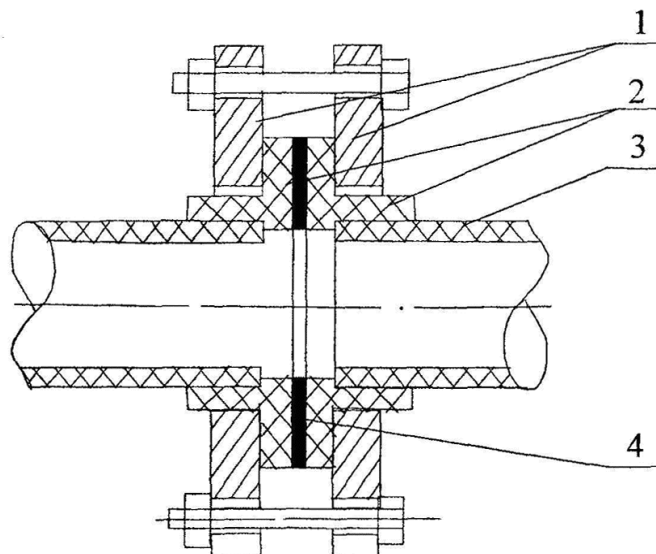
2.16 В зимнее время испытание производится при устойчивой температуре воздуха внутри здания не ниже +5 °С.

2.17 Испытание пластмассовых трубопроводов следует проводить не ранее, чем через 24 ч после выполнения последнего клевого соединения и не ранее, чем через 2 ч после выполнения последнего сварного соединения.

2.18 По окончании испытаний оставляют акт освидетельствования скрытых работ для трубопроводов, скрывааемых при последующих работах (в междуэтажных перекрытиях, в земле и т.п.) согласно обязательному приложению 6 [СНиП 3.01.01-85](#) и акты испытания систем канализации согласно обязательному приложению 4 [СНиП 3.05.01-85](#).

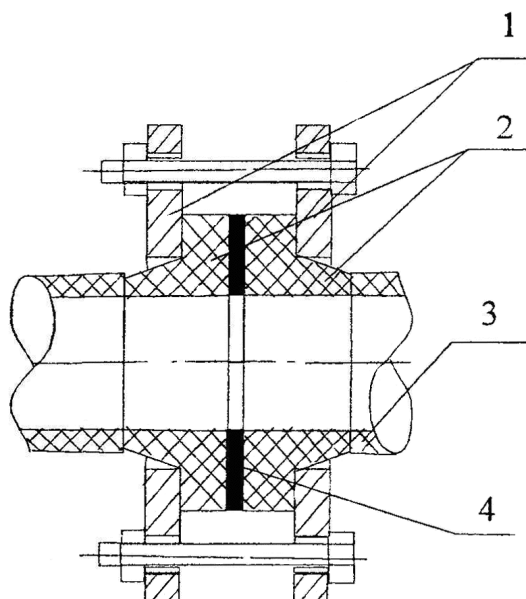
2.19 Схемы узлов соединения и приспособления для крепления трубопроводов канализации даны на рисунках 6 - 10.





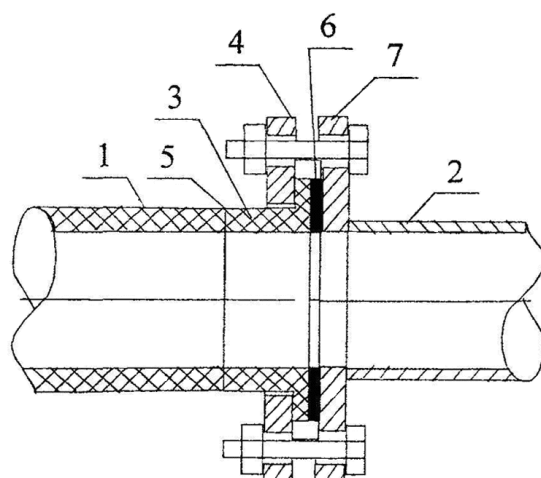
1 - фланцы стальные свободные; 2 - втулки приклеенные ПВХ; 3 - труба ПВХ; 4 - прокладка резиновая

**Рисунок 6 - Схема фланцевого соединения, выполненного с помощью приклеенных втулок под фланцы**



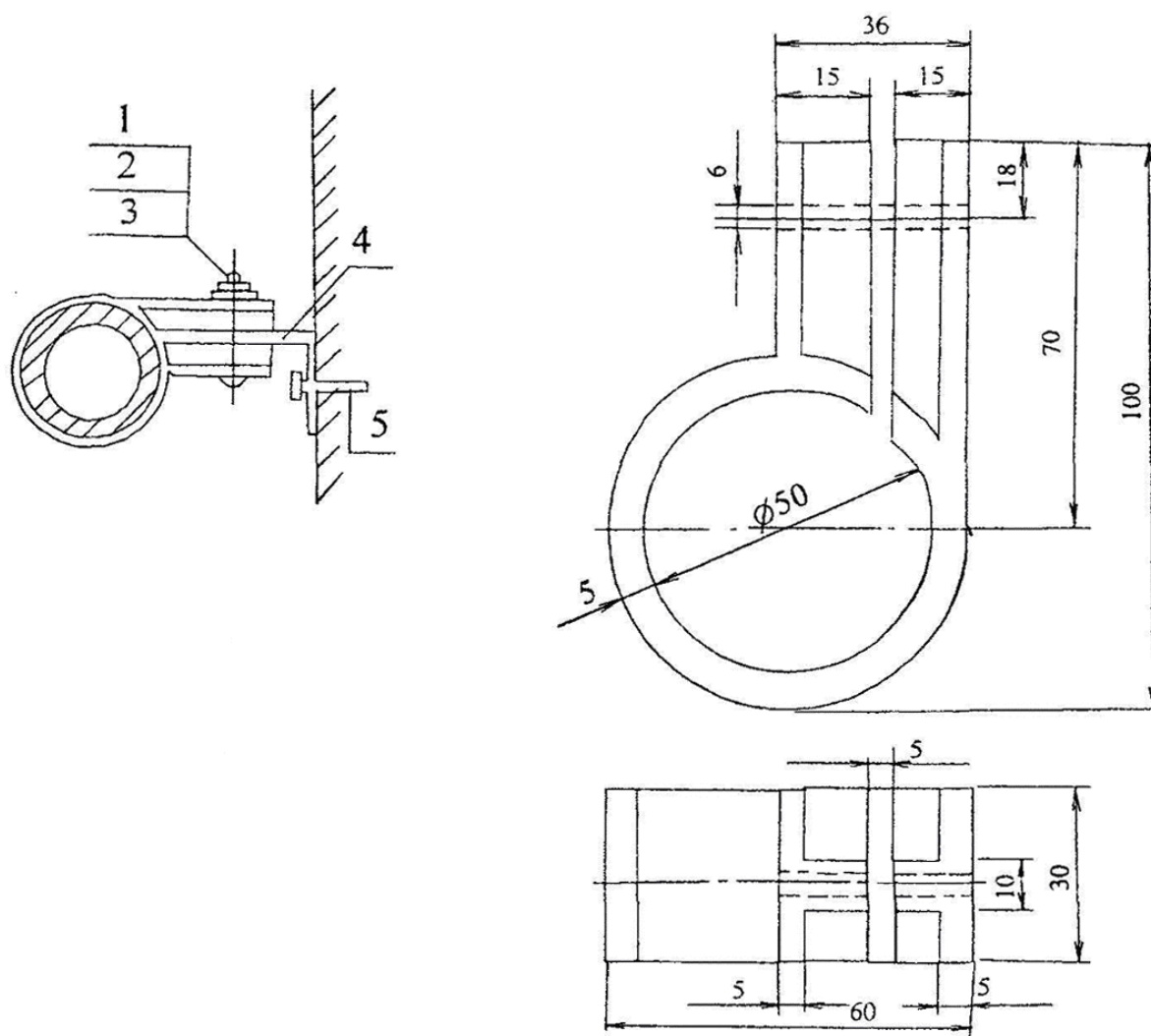
1 - фланцы стальные; 2 - втулки пластмассовые приваренные; 3 - трубка ПВХ; 4 - прокладки резиновые

**Рисунок 7 - Схема фланцевого соединения, выполненного с помощью приваренных втулок под фланцы**



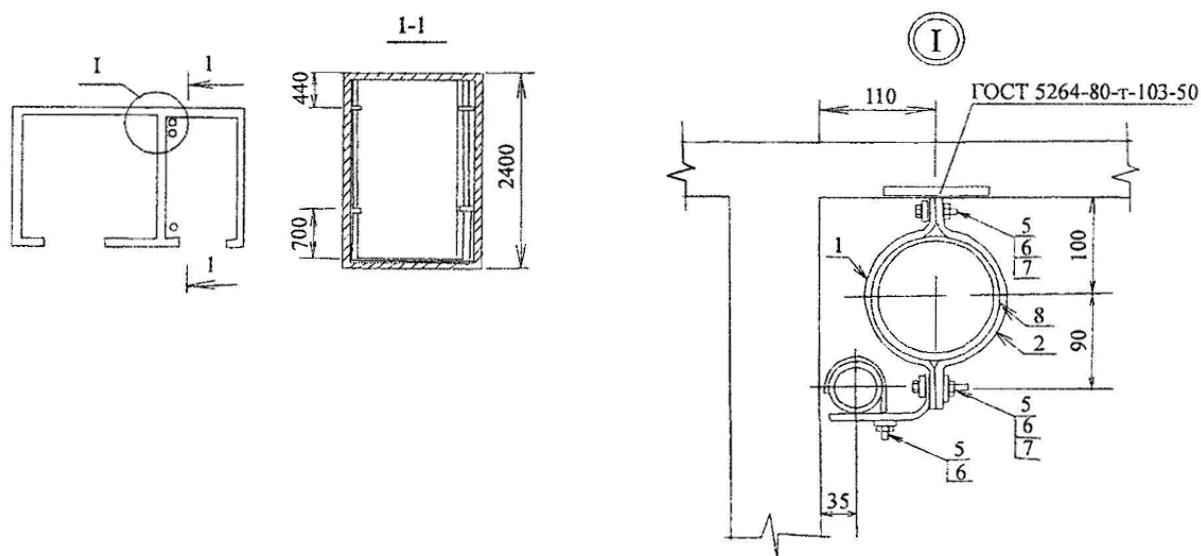
1 - труба пластмассовая; 2 - труба стальная; 3 - патрубок пластмассовый; 4 - фланец стальной, одеваемый на патрубок до выполнения сварного соединения патрубка с трубой; 5 - сварной шов; 6 - резиновая прокладка; 7 - фланец стальной приварной

**Рисунок 8 - Схема фланцевого соединения пластмассовой и металлической труб**



1 - винт; 2 - гайка М5; 3 - шайба 5; 4 - полоса 25×3; 5 - дюбель-гвоздь

**Рисунок 9 - Схема полиэтиленового кронштейна Кр50 для крепления пластмассовых труб Дн50**



1 - 4 - полоса 4×30; 5 - гайка М6; 6 - шайба 6; 7 - болт М6×30; 8 - пластина резиновая толщиной 3 мм; 9 - круг

**Рисунок 10 - Схема крепления пластмассовых трубопроводов канализации к конструкциям здания.**

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ

3.1 При производстве работ по монтажу внутренних систем канализации жилых и общественных зданий необходимо вести строгий контроль качества применяемых материалов, изделий и оборудования, соблюдения технологии выполнения работ и ухода за законченными работами.

3.2 Контроль качества работ по монтажу внутренних систем канализации выполняют в соответствии с требованиями [СНиП 3.01.01-85\\*](#) «Организация строительного производства» и [СНиП 3.05.01-85](#) «Внутренние санитарно-технические системы».

3.3 Производственный контроль качества работ должен включать входной контроль рабочей документации, изделий, материалов и оборудования, операционный контроль отдельных строительных процессов и производственных операций и приемочный контроль работ по монтажу внутренних систем канализации.

3.4 При входном контроле рабочей документации должна производиться проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней технической информации для производства работ.

При входном контроле перед началом монтажа производится контроль качества применяемых материалов, трубных заготовок, сантехприборов, измерительных инструментов, при котором внешним осмотром устанавливается соответствие их требованиям стандартов или других нормативных документов и рабочей документации, а также наличие и содержание паспортов, сертификатов и других сопроводительных документов.

3.6 Результаты входного контроля должны быть занесены в «Журнал входного учета и контроля качества получаемых деталей, материалов, конструкций и оборудования».

3.7 При операционном контроле проверяют все операции по монтажу внутренних систем канализации жилых и общественных зданий в соответствии с требованиями [СНиП 3.05.01-85](#) «Внутренние санитарно-технические системы».

3.8 Трубопроводы должны быть прочно закреплены на строительных конструкциях зданий или плотно лежать на опорах. Сварные стыки трубопроводов не должны находиться на опорах.

3.9 В сварном шве не должно быть трещин, раковин, пор, подрезов, а также пережогов и подтеков наплавленного металла.

3.10 В жилых домах и общественных зданиях расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси неизолированных стояков при их открытой прокладке должно составлять при диаметре труб до 32 мм - 35 мм и при диаметре труб от 40 до 50 мм - 50 мм с допуском отклонением +5 мм.

3.11 Вертикальность стояков пластмассовых трубопроводов устанавливается уровнем и отвесом. Отклонение от вертикали при открытой прокладке допускается не более 2 мм на 1 м длины трубопровода.

3.12 Уклоны трубопроводов должны быть направлены в сторону водоспускных устройств. Трубопроводы водоснабжения разводящие и подводки к приборам прокладываются с уклоном 0,002 - 0,005 для возможности спуска из них воды. В низших точках сети устраиваются спускные устройства.

3.13 Высота установки санитарных приборов от уровня чистого пола должна соответствовать размерам, указанным в таблице 1.

Допускаемые отклонения высоты установки отдельно стоящих санитарно-технических приборов не должны превышать  $\pm 20$  мм, а при групповой установке однотипных приборов  $\pm 5$  мм.

3.14 Раструбы труб и фасонных частей (кроме двухраструбных муфт) должны быть направлены против движения воды.

3.16 Смывная труба для промывки писсуарного лотка должна быть направлена отверстиями к стене под углом  $45^\circ$  вниз.

3.17 При установке общего смесителя для умывальника и ванны высота установки умывальника должна быть 850 мм до верха борта.

3.18 Технические критерии и средства контроля операций и процессов (прокладка и испытание трубопроводов, установка сантехприборов) приведены в таблице 2.

**Таблица 2 - Состав производственного контроля качества работ**

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролер	Технические критерии оценки качества
1	2	3	4	5	6
Разметка мест прокладки трубопроводов и установка креплений	Соблюдение проектных уклонов, соосности трубопроводов, вертикальности стояков	Складной металлический метр, отвес, уровень	После установки креплений	Рабочие, бригадир - самоконтроль. Мастер (бригадир) - выборочный контроль	Проект
	Прочность установки кронштейнов	Визуальный	То же	То же	Внешний осмотр, пробный отрыв
Сборка деталей узлов трубопроводов	Правильность и прочность мест соединений (сварки) стыков, отсутствие перекосов	Визуальный	В процессе выполнения сборки	Рабочие, бригадир - самоконтроль. Мастер (бригадир) - выборочный контроль	Внешний осмотр
Крепление узлов и трубопроводов к кронштейнам хомутами.	Направление раструбов труб и фасонных частей (против тока воды)	Визуальный	После монтажа	Рабочие, бригадир - самоконтроль, мастер (прораб) - выборочный контроль	Проект и <a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 3.12
Разметка мест установки прибора, сверление отверстий под крепление (или пристрелка подкладок под кронштейны)	Высота установки прибора, глубина, диаметр отверстий	Уровень, складной металлический метр	До и после сверления отверстий	Рабочие, бригадир - самоконтроль, мастер (прораб) - выборочный контроль	<a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 3.15
Присоединение выпуска, переливной трубы,	Комплектность, правильность соединения	Визуальный	Во время монтажа	Рабочие, бригадир - самоконтроль,	Внешний осмотр

ножек, уравнивателя потенциалов (для ванн)				мастер (прораб) - выборочный контроль	
	Высота борта, уклон днища в сторону выпуска	Отвес, уровень, складной металлический метр		Рабочие, бригадир - самоконтроль, мастер (прораб) - выборочный контроль	
Установка и крепление прибора	Фиксация положения и крепление прибора	Визуальный	После установки	Рабочие, бригадир - самоконтроль, мастер (прораб) - выборочный контроль	СНиП 5.05.01-85, п. п. 3.14 - 3.15
Присоединение слива к сифону и заделка стыка сифона с отводным раструбом канализации	Плотность, герметичность соединения	Визуальный	После подсоединения	Мастер (прораб) - сплошной контроль	Внешний осмотр <a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п.п. 3.12 - 3.13
Подготовка к испытанию канализации	Утепление в зимнее время наружных проемов и отверстий в ограждающих конструкциях здания	Визуальный	Перед испытанием	Мастер (прораб) - сплошной контроль	Проект, ППР
	Обеспечение температуры в помещениях здания и воды в системе холодного водоснабжения не ниже +5	Термометр	То же	Мастер (прораб) - сплошной контроль	<a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 4.3.
	Наличие водоразборной арматуры	Визуальный	Перед испытанием	Мастер (прораб) - сплошной контроль	Проект
	Установка нижних пробок в двухоборотных и стаканчиков в бутылочных сифонах	Регистрационный	То же	То же	<a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 3.17
	Наличие заглушек на выпусках и на всех нижерасположенных воронках	Визуальный	-«-	-«-	<a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 4.13
Испытание проливом	Наличие 75 % открытых приборов	Визуальный	Во время испытания	Рабочие, бригадир, мастер, прораб - сплошной контроль	<a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 4.13
	Отсутствие течей	То же	То же	То же	То же
Испытание наполнением	Заполнение водой до уровня первого этажа	-«-	-«-	Мастер (прораб) - сплошной контроль	<a href="#">СНиП 3.05.01-85</a> , п. 4.13, п. 4.15
	Отсутствие течей	Визуальный и измерительный (часы)	-«-	То же	То же

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При прокладке канализации и монтаже сантехнического оборудования могут возникнуть следующие опасные и вредные производственные факторы, связанные с

характером работы:

- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях изделий и оборудования.

4.2 Для предупреждения воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов безопасность работ по монтажу внутренних систем канализации должна быть обеспечена соблюдением следующих мероприятий по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием методов и средств для обеспечения вентиляции, пожаротушения, выполнения работ на высоте;
- методы и средства доставки и монтажа трубопроводов, сантехнических изделий и оборудования;
- меры безопасности при выполнении работ в бороздах, нишах, ящиках;
- особые меры безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов.

4.3 К выполнению работ по монтажу внутренних систем канализации допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие профессиональные навыки, прошедшие медицинское освидетельствование и признанные годными, получившие знания по безопасным методам и приемам труда согласно [ГОСТ 12.0.004-90](#) «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения», сдавшие экзамены квалификационной комиссии в установленном порядке и получившие соответствующие удостоверения.

4.4 Перед началом работы с монтажниками внутренних сантехсистем и оборудования проводится первичный инструктаж на рабочем месте по безопасному производству работ с записью результатов инструктажа в «Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте».

Вновь принимаемые на работу должны пройти вводный инструктаж с записью в «Журнал регистрации вводного инструктажа по охране труда».

4.5 К работе с монтажным пистолетом допускаются лица, обученные правилам эксплуатации пистолета и имеющие специальное удостоверение, не моложе 18 лет с образованием не ниже 8 классов и квалификацией не ниже III разряда, проработавшие на монтажных работах не менее двух лет, прошедшие медицинский осмотр и признанные годными к выполнению вышеуказанных работ.

При работе с монтажным пистолетом выполняются требования [ВСН 410-80](#), работы ведутся по наряду-допуску.

4.6 К работе с электрифицированным инструментом допускаются только рабочие, прошедшие специальное обучение согласно [ГОСТ 12.0.004-90](#) «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» и первичный инструктаж на рабочем месте по безопасности и охране труда.

4.7 Рабочие, работающие при повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, должны быть обеспечены индивидуальными и коллективными средствами защиты по [ГОСТ 12.4.011-89](#) «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

4.8 Соединение оцинкованных стальных труб, деталей и узлов сваркой при монтаже и на заготовительном предприятии следует выполнять при условии обеспечения местного отсоса токсичных выделений или очистки цинкового покрытия на длину 20 - 30 мм со стыкуемых концов труб с последующим покрытием наружной поверхности сварного шва и околошовной зоны краской, содержащей 94 % цинковой пыли (по массе) и 6 % синтетических связующих веществ (полистерина, хлорированного каучука, эпоксидной смолы).

4.9 Переносные электроинструменты, электромеханизмы, светильники должны иметь напряжение не выше 42 В.

4.10 Рабочая зона монтажников внутренних сантехсистем и оборудования должна быть освещена в соответствии со [СНиП 23-05-95\\*](#) «Естественное и искусственное освещение» и [ГОСТ 12.1.046-85](#) «ССБТ. Нормы освещения строительных площадок». Освещенность рабочих мест должна удовлетворять нормам. Проект временного освещения должен быть разработан специализированной организацией по заказу подрядчика.

4.11 При работе следует соблюдать требования [ППБ 01-03](#) «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» и [ГОСТ 12.1.004-91\\*](#) «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».



4.12 Заготовка и подгонка труб на подмостях, предназначенных для монтажа трубопроводов, запрещается.

4.13 Работы по обезжириванию трубопроводов должны выполняться в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией. В этих помещениях запрещается пользоваться открытым огнем и допускать искрообразование. Электроустановки в таких помещениях должны быть во взрывобезопасном исполнении.

При выполнении работ по обезжириванию на открытом воздухе работники должны находиться с наветренной стороны.

4.14 Работники, занятые на работах по обезжириванию трубопроводов, должны быть обеспечены соответствующими противогазами, спецодеждой, рукавицами и резиновыми перчатками, а место проведения обезжиривания необходимо оградить и обозначить знаками безопасности.

4.15 Испытания оборудования и трубопроводов должны проводиться согласно требованиям правил Госгортехнадзора России под непосредственным руководством специально выделенного лица из числа специалистов монтажной организации по заранее разработанной методике с соблюдением требований безопасности и охраны труда.

4.16 Осмотр стальных и пластмассовых трубопроводов разрешается производить только после снижения давления до 0,3 МПа, а устранение дефектов производить после снижения давления в трубопроводах до атмосферного.

4.17 При монтаже внутренних систем канализации необходимо строго соблюдать требования безопасности и охраны труда, экологической и пожарной безопасности согласно:

- [СНиП 12-03-2001](#) «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- [СНиП 12-04-2002](#) «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- [ГОСТ 12.0.004-90](#) «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения»;
- [ГОСТ 12.1.004-91\\*](#) «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
- [ППБ 01-03](#) «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»;
- ПОТ РМ-016-2001 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»;
- [СП 12-135-2003](#) «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда».

## 5 ПОТРЕБНОСТЬ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

5.1 Потребность в инструменте, инвентаре и приспособлениях определяется с учетом выполняемых работ, назначения и технических характеристик в соответствии с таблицей 3.

**Таблица 3 - Ведомость потребности в инструменте, инвентаре и приспособлениях**

№ п/п	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Техническая характеристика	Назначение	Количество на звено
1	2	3	4	5	6
1	Ключ трубный рычажный	Тип № 1 <a href="#">ГОСТ 18981-73*</a>		Выполнение соединений	2
2	Ключ трубный рычажный	Тип № 2 <a href="#">ГОСТ 18981-73*</a>		Выполнение соединений	2
3	Молоток слесарный	Тип 2 <a href="#">ГОСТ 2310-77*</a>	Масса, г 800	Слесарные работы	2
4	Зубило слесарное	<a href="#">ГОСТ 7211-86*</a>	Длина, мм 200 20×70°	Слесарные работы	2
5	Отвертка слесарно-монтажная с прямым шлицем	A250×1,4 <a href="#">ГОСТ 24437-93</a>		Ввинчивание шурупов	2
6	Плоскогубцы комбинированные	<a href="#">ГОСТ 5547-93</a>		Слесарные работы	1
7	Ящик инструментальный переносной трехсекционный	ВНИИ МСС	Габарит 408×208×300	Хранение инструмента	2

8	Напильник плоский тупоносый	<a href="#">ГОСТ 1465-80*</a>		Слесарные работы	2
9	Ключ с мягкими губками	СТД 916/4		Соединение трубопроводов	2
10	Ключ комбинированный			Для затяжки выпуска	1
11	Ключ для сифона			-	2
12	Ключ двусторонний для гаек пластмассовых сифонов			-	1
13	Шаблон для разметки отверстий под шурупы для унитазов	Изготовить на месте		-	1
14	Шаблон для разметки мест установки кронштейнов мойки	То же		-	1
15	Шаблон для разметки мест установки кронштейнов умывальника			-	1
16	Кисть			Для нанесения клея	1
17	Металлическая лопата			Для вспомогательных работ	1
18	Ведро			То же	1
19	Перчатки резиновые (пара)			Для защиты рук	1
20	Рулетка измерительная металлическая	<a href="#">ГОСТ 7502-98</a>	Цена деления 1 мм	Измерительные работы	2
21	Метр складной металлический			То же	2
22	Уровень строительный	УС1-300 <a href="#">ГОСТ 9416-83</a>	Длина 300 мм	Проверка вертикальности	2
23	Отвес	Тип О-200 <a href="#">ГОСТ 7948-80</a>		То же	2
24	Шнур		Длина 12 м	- « -	2
25	Ключ гаечный с открытым зевом двухсторонний	Типы 10×12; 13×14; 12×14 М6; М8 <a href="#">ГОСТ 2839-80*</a>		Выполнение соединений	2
26	Ключ гаечный с открытым зевом двухсторонний	Тип 12×13; 14×17 М8; М10 <a href="#">ГОСТ 2839-80*</a>		То же	2
27	Ключ гаечный с открытым зевом двухсторонний	Тип 17×19 М10; М12 <a href="#">ГОСТ 2839-80*</a>		- « -	2
28	Ключ гаечный с открытым зевом двухсторонний	Тип 24×27 М16; М18 <a href="#">ГОСТ 2839-80*</a>		- « -	2
29	Ключ гаечный с открытым зевом двухсторонний	Тип 24×30 М16; М20 <a href="#">ГОСТ 2839-80*</a>		- « -	2
30	Приспособление для монтажа пластмассовых труб	НИИ Мосстроя		Соединение пластмассовых труб	2
31	Ножовка для пластмассовых труб		Высота зубьев 2,5 - 3,0 мм, шаг 2 - 3 мм, развод 0,5 - 0,7 мм	Корректировка длины труб	1
32	Набор инвентарных заглушек			Испытание трубопроводов	1
33	Машина ручная сверлильная электрическая	ИЭ-1023А		Сверление отверстий	1
34	Пистолет монтажный поршневой (комплект)	ПЦ-52-1		Пристрелка кронштейнов к стене	1



35	Набор сверл (комплект) твердосплавных	<a href="#">ГОСТ 17274-71*</a>	Диаметр от 6 до 9 мм	Сверление отверстий	2
----	---------------------------------------	--------------------------------	----------------------	---------------------	---

5.2 Потребность в изделиях и полуфабрикатах для выполнения работ по монтажу, испытанию трубопроводов и установке сантехприборов приведена в таблице 4.

**Таблица 4 - Ведомость потребности в изделиях, оборудовании и полуфабрикатах**

Наименование материала, полуфабриката	Вариант (фасет-код)	Исходные данные			Потребность в материалах
		Ед. изм.	Объем работ в нормативных единицах	Принятая норма расхода материала	
1	2	3	4	5	6
Узлы из труб и фасонных частей диаметром 50 мм <a href="#">ГОСТ 22689.1-89</a> по <a href="#">ГОСТ 22689.2-89</a> Тип 1		м	100	1	100
То же, диаметром 110 мм		м	100	1	100
Кронштейны подвесные <a href="#">ГОСТ 1153-76*</a>		шт. 100 м	200	1,05	210
Пакля ленточная пропитанная		кг кг	100 унитазов 100 моек	0,035 0,02	3,5 2,0
Цемент расширяющийся М400 <a href="#">ГОСТ 11052-74</a>		кг	100 унитазов	0,2	20,0
Дюбель-гвозди ДТП 4,5×40		шт.	200 кронштейнов	2	400
Дюбель-гвозди ДГПШ 4,5×40		шт.	100 умывальников	4	400
Планки СТ4 (сер. 4.904-69)		шт.	100 умывальников	2	200
Ванны чугунные <a href="#">ГОСТ 18297-96</a>		шт.	100	1	100
Мойки чугунные <a href="#">ГОСТ 18297-96</a>		шт.	100	1	100
Умывальники <a href="#">ГОСТ 30493-96</a>		шт.	100	1	100
Унитазы <a href="#">ГОСТ 30493-96</a>		шт.	100	1	100
Бачки смывные типа «Компакт»		шт.	100	1	100
Сиденья для унитаза <a href="#">ГОСТ 15062-83</a>		шт.	100	1	100
Состав клеевой		кг	100 соединений	0,048 кг на 1 соединение	4,8
Раствор цементный М 100		кг	100 унитазов	0,2	20
Ветошь обтирочная		кг	То же	0,1	10
Ацетон технический <a href="#">ГОСТ 2768-84*</a>		кг	- «-	0,06	6
5 %-ный раствор соляной кислоты		кг	- «-	0,06	6
Проволока 1 <a href="#">ГОСТ 3282-74*</a>		кг	- «-	0,006	0,6

## 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

6.1 Затраты труда на монтаж внутренних систем канализации подсчитаны по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы», введенным в действие в 1987 г., и представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Калькуляция затрат труда**

Обоснование (ЕНиР)	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени		Затраты труда	
				рабочих, чел.-ч.	машиниста, маш.-ч. (работа машин, маш.-ч.)	рабочих, чел.-ч.	машиниста, маш.-ч. (работа машин, маш.-ч.)
1	2	3	4	5	6	7	8
Е 9-1-4, табл. 2 № 1а	Прокладка полиэтиленовых трубопроводов канализации диаметром 50 мм	м	100	0,18	-	18,00	-
Е 9-1-4 табл. 2 № 2а	Прокладка полиэтиленовых трубопроводов канализации диаметром 100 мм	м	100	0,16	-	16,00	-
Е 9-1-8 табл.	Испытание и окончательная проверка	100 м	2,0	9,40	-	18,80	-

2	при сдаче системы							
Е 9-1-16 табл. 1	Установка умывальников с креплением кронштейнов с помощью монтажного пистолета	Прибор	100	0,59	-	59,00	-	
Е 9-1-16 табл. 2	Установка ванн чугунных со сборкой переливной трубы на месте	То же	100	2,1	-	210,0	-	
Е 9-1-16 табл. 2	Установка унитазов с креплением эпоксидным кукуерсольным клеем	-«-	100	0,29	-	29,00	-	
Е 9-1-16 табл. 2	Установка смывных бачков для унитазов типа «Компакт»	-«-	100	0,48	-	48,00	-	
Е 9-1-16 табл. 2	Установка сиденья	-«-	100	0,31	-	31,00	-	
Е 9-1-16 п. 10б. Е 9-1-18 п. 10	Установка моек на одно отделение на шкафчике с прокладкой трубопровода внутри шкафчика	-«-	100	0,60	-	60,00	-	
	Итого					489,80		

6.2 Продолжительность работ по представленным операциям определена на основании подсчитанных затрат труда и представлена в календарном графике производства работ согласно таблице [6](#).

6.3 Техничко-экономические показатели по монтажу внутренних систем канализации сведены в таблицу [7](#).

Таблица 6 - Календарный план производства работ

№ п/п	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена	Продолжительность процесса, ч	Рабочие см														
				рабочих, чел.-ч.	машиниста, чел.-ч. (работа машин, маш.-ч.)			Рабочие ч														
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	Прокладка полиэтиленовых трубопроводов канализации диаметром 50 мм	м	100	18,0	—	Монтажники внутренних сантехсистем и оборудования 4 разр. — 2	17															
2	Прокладка полиэтиленовых трубопроводов канализации диаметром 100 мм	м	100	16,0	—	То же																
3	Испытание и окончательная проверка при сдаче системы	100 м	2,0	18,8	—	Монтажники внутренних сантехсистем и оборудования 5 разр. — 1 4 разр. — 1	9,4															
4	Установка умывальников	шт.	100	59,0	—	Монтажники внутренних сантехсистем и оборудования 4 разр. — 2	29,5															
5	Установка ванн	шт	100	210,0	—		105,0															
6	Установка унитазов	шт	100	29,0	—		14,50															
7	Установка смывных бачков типа «Компакт»	шт	100	48,0	—		24,0															
8	Установка сидений	шт	100	31,0	—		15,5															
9	Установка моек	шт	100	60,0	—		30															

**Таблица 7 - Техничко-экономические показатели**

Процессы	Показатели		
	Затраты труда рабочих, чел.-ч.	Продолжительность выполнения работ, смен	Выработка одного рабочего в смену
Прокладка 200 м ПЭ трубопроводов диаметром 50, 100 мм	34,0	2,07	48,3 м/чел.-смена
Испытание и окончательная проверка при сдаче системы (200 м)	18,80	1,15	87 м/чел.-смена
Установка 100 умывальников	59,0	3,6	14 шт./чел.-смена
Установка 100 ванн	210,0	12,8	4 шт./чел.-смена
Установка 100 унитазов, смывных бачков, сидений	108,0	6,6	8 шт./чел.-смена
Установка 100 моек	60,0	3,7	13 шт./чел.-смена

6.4 Для определения затрат труда при выполнении работ по устройству и монтажу внутренних систем канализации (трубопроводов, оборудования) в различных вариантах разработан фасетный классификатор, представленный в таблицах [8](#) - [13](#).

**Таблица 8 - Прокладка 100 м полиэтиленовых трубопроводов****Фасеты 01 - 02**

Наименование фактора	Обоснование	Фасет 01		Фасет 02	
		Диаметром, мм, до			
		25		40	
		Код	Значение фактора Н.вр	Код	Значение фактора Н.вр
С установкой и креплением кронштейнов дюбель-гвоздями с помощью монтажного пистолета	ЕНиР Е 9, в. 1, Е 9-1-4, табл. 2	1	18,0	1	16,0
С установкой и креплением кронштейнов дюбель-гвоздями вручную к гипсобетонным, шлакобетонным и гипсолитовым стенам	То же	2	20,0	2	18,0
С установкой и заделкой кронштейнов в готовые отверстия	««	3	22,0	3	18,0
С установкой и заделкой кронштейнов со сверлением отверстий в бетонных стенах	««	4	31,0	4	19,0
С установкой и заделкой кронштейнов со сверлением отверстий в керамзитобетонных, кирпичных и других стенах	««	5	26,0	5	16,0

## Таблица 9 - Установка санитарных приборов

## Фасеты 03 - 11

Наименование фактора	Обоснование	Фасет 03		Фасет 04		Фасет 05		Фасет 06		Фасет 07		при к		
		Установка 100 санитарных приборов												
		Мойка чугунная без спинки на 2- х кронштейнах на одно отделение		Мойка чугунная без спинки на 2- х кронштейнах на два отделения		Мойка стальная на одно отделение		Умывальник		Умывальник с присоединением к системе канализации				
код	значение фактора Н.вр.	код	значение фактора Н.вр.	код	значение фактора Н.вр.	код	значение фактора Н.вр.	код	значение фактора Н.вр.	код				
с установкой и креплением кронштейнов дюбель-гвоздями с помощью монтажного пистолета	ЕНиР, сб. Е 9, в. 1, § Е 9-1-16, табл. 1 «Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений»	1	89,0	1	158,0	1	96,0	1	99,0	1	59,0	1		
с установкой и креплением кронштейнов дюбель-гвоздями вручную гипсобетонным, шлакобетонным и гипсолитовым стенам		2	94,0	2	160,0	2	100,0	2	100,0	2	64,0	2		
с установкой и заделкой кронштейнов в готовые отверстия		3	100,0	3	170,0	3	95,0	3	110,0	3	70,0	3		
с установкой и заделкой кронштейнов сверлением отверстий в бетонных стенах		4	130,0	4	200,0	4	130,0	4	140,0	4	100,0	4		
с установкой и заделкой кронштейнов сверлением отверстий в керамзитобетонных, кирпичных и др. стенах		5	120,0	5	190,0	5	110,0	5	120,0	5	85,0	5		

**Таблица 10 - Установка 100 санитарных приборов каждого наименования****Фасет 12**

Наименование фактора	Обоснование	Код	Значение фактора, Н.вр.
Ванна чугунная со сборкой переливной трубы на месте монтажа	ЕНиР, Е 9-1-8 Табл. 2	1	По калькуляции
Ванна чугунная с переливной трубой, собранной на заводе		2	190,0
Ванна чугунная сидячая		3	86,0
Ванна чугунная типа глубокого поддона размером 800×800×350		4	100,0
Стальная ванна		5	150,0
Мелкий душевой поддон размером 900×900×150		6	62,0

**Таблица 11 - Установка 100 санитарных приборов каждого наименования****Фасет 13**

Наименование фактора	Обоснование	Код	Значение фактора, Н.вр.
Смывной бачок для унитаза типа «Компакт»	ЕНиР, Е 9-1-8 Табл. 2	1	По калькуляции
Унитаз с креплением эпоксидно-кукерксольным клеем		2	29,0
Унитаз с креплением шурупами к ранее установленной тафте		3	35,0
Унитаз с креплением к полу в готовые отверстия с установкой уплотнителя		4	41,0
Чаша клозетная чугунная		5	91,0
Бидэ		6	200,0

**Таблица 12 - Установка блоков санитарных приборов.****Фасеты 14 - 17**

Наименование фактора	Обоснование	Фасет 14		Фасет 15		Фасет 16		Фасет 17	
		Установка 10 блоков санитарных приборов							
		Блок умывальников с числом приборов							
		2		3		4		5	
Код	Значение фактора Н.вр.	Код	Значение фактора Н.вр.	Код	Значение фактора Н.вр.	Код	Значение фактора Н.вр.		
С установкой и креплением кронштейнов дюбель-гвоздями с помощью монтажного пистолета	ЕНиР Е 9, в. 1, Е 9-1-17	1	10,20	1	10,70	1	11,10	1	13,50
С установкой и креплением кронштейнов дюбель-гвоздями вручную к гипсобетонным, шлакобетонным и гипсолитовым стенам или с установкой и заделкой кронштейнов в готовые отверстия	То же	2	12,0	2	12,00	2	12,00	2	15,00
С установкой и заделкой кронштейнов со сверлением отверстий в бетонных стенах или полу	- « -	3	13,00	3	14,00	3	14,00	3	18,00
С установкой и заделкой кронштейнов со сверлением отверстий в керамзитобетонных, кирпичных и других стенах или полу	- « -	4	13,00	4	13,00	4	13,00	4	16,00

**Таблица 13 - Испытание 100 м трубопроводов канализации****Фасет 18**

Наименование фактора	Обоснование	Код	Значение фактора Н.вр
Первое рабочее испытание отдельных частей системы	ЕНиР, Е 9-1-8 Табл. 2	1	Н.вр = 17,0
Окончательная проверка при сдаче системы		2	Н.вр = 9,4

**7 ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 [СНиП 3.01.01-85\\*](#) «Организация строительного производства».
- 2 [СНиП 3.05.01-85](#) «Внутренние санитарно-технические системы».
- 3 [СНиП 12-03-2001](#) «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
- 4 [СНиП 12-04-2002](#) «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».
- 5 [СНиП 23-05-95\\*](#) «Естественное и искусственное освещение»
- 6 [ГОСТ 12.0.004-90](#) «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».
- 7 [ГОСТ 12.1.004-91\\*](#) «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
- 8 [ГОСТ 12.1.046-85](#) «ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок»
- 9 [ГОСТ 12.4.011-89](#) «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и квалификация»
- 10 [ППБ 01-03](#) «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации». МЧС России, М, 2003.
- 11 ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 «Монтаж внутренних санитарно-технических систем». Выпуск 1. «Отопление, водопровод, канализация и газоснабжение»
- 12 ПОТ РМ-016-2001 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».
- 13 [ВСН 410-80](#) «Инструкция по применению пороховых инструментов при производстве монтажных и специальных строительных работ».
- 14 [СП 12-135-2003](#) «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда».
- 15 [СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов».



ГОССТРОЙ СССР  
Государственный проектный институт  
САНТЕХПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению расчетных расходов  
холодной, горячей воды и стоков в  
системах внутреннего водопровода и  
канализации зданий

БЗ - 73

Москва 1987

Настоящие Рекомендации составлены на основании новых нормативных требований СНиП 2.04.01-85. С вступом данных Рекомендаций аннулируются рекомендации БЗ-58 выпуска 1977 г.

Данная работа утверждена как обязательная в объединении "Союзсаптехпроект" и рекомендуется для применения в других организациях.

Рекомендации составил инж. Ю.Н.Саргин (ИНИ Сантехпроект) при участии Л.А.Шопенского (ЦНИИЭП инженерного оборудования).

#### СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения .....	3
2. Определение расходов воды и стоков .....	4
3. Пример расчета расходов воды и стоков для общественного здания .....	7
4. Пример определения расходов холодной, горячей воды и стоков промышленного предприятия ....	10

© Государственный проектный институт Сантехпроект  
Главстройпроект Госстроя СССР  
(ИНИ Сантехпроект), 1987;

## I. Общие положения

I.1. Настоящие Рекомендации по определению расчетных расходов воды в системах холодного, горячего водоснабжения и стоков в системах канализации производственных и общественных зданий составлены в соответствии со СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий". В Рекомендации включены также дополнительные пояснения, приведенные в журнале "Водоснабжение и санитарная техника", в работах, вышедших МНИИТЭИ, ЦСВИА инженерного оборудования.

Приводятся описания выбора исходных данных, промежуточных и конечных результатов расчета.

I.2. В настоящих Рекомендациях для расчетного суточного (часового) расхода горячей или холодной воды, а также расхода стоков принят общий термин - расчетный расход.

I.3. В соответствии со СНиП 2.04.01-85 и статьями этого СНиП 1565-79 "Буквенные обозначения, нормативно-техническая документация в строительстве" приняты следующие буквенные обозначения:

- $q$  - расход воды;
- $U$  - потребители воды;
- $Q$  - расход теплоты;
- $P$  - вероятность действия приборов;
- $d$  - диаметр трубопровода;
- $T$  - расчетное время потребления;
- $H$  - напор;
- $N$  - количество санитарных приборов.

При необходимости уточнений вводится буквенная индексация обозначений:

- $tot$  - общий расход (воды, тепла и т.д.);
- $h$  - расход горячей воды;
- $c$  - расход холодной воды;
- $s$  - расход оточных вод;
- $hz$  - часовой расход (воды, тепла и т.д.);

$Q$  - норма расхода воды;  
 $i$  - (индекс) порядковый номер и др.

## 2. Средствование расходов воды и стоков

2.1. Секундный расход воды  $q_0$  ( $q_0^{loc}$ ,  $q_0^h$ ,  $q_0^c$ ) водоразборной арматурой следует определять:

отдельным прибором - согласно обязательному приложению 2 СНиП 2.04.01-85;

различными приборами, которые обслуживают одинаковых водопотребителей - согласно обязательному приложению 3 СНиП 2.04.01-85;

различными приборами, которые обслуживают разных водопотребителей по формуле

$$q_0 = \frac{\sum_i N_i P_i q_{0i}}{\sum_i N_i P_i} . \quad (1)$$

2.2. Вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети и для объекта в целом следует определять при одинаковых водопотребителях по формуле

$$\rho = \frac{q_{л,и} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} ; \quad (2)$$

при отличающихся группах водопотребителей по формуле

$$\rho_{\Sigma i} = \frac{\sum_i N_i P_i}{\sum_i N_i} . \quad (3)$$

При отсутствии данных о количестве установленных приборов можно использовать значения  $NP$ .

2.3. Для определения расхода воды для системы в целом или на отдельном участке необходимо:

определить потребителей воды и их количество  $U$ ;

принять или рассчитать значения  $q_0$  по п.2.1;

определить количество установленных санитарных приборов  $N$ ;

определить вероятность действия по п.2.2.

2.4. Секундный расход воды следует определять по формуле

$$q = 5 q_0 \alpha. \quad (4)$$

Величина  $\alpha$  определяется в зависимости от соотношения  $N$  и  $P$  или произведения  $NP$  по табл. 1 и 2 обязательного приложения 4 СНиП 2.04.01-85.

Например, требуется определить общий секундный расход воды гостиницы, имеющей души во всех номерах при числе мест 250. При этом в гостинице установлено 475 санитарных приборов.

Согласно п. 4 приложения 3 СНиП 2.04.01-85 общая норма расхода воды составляет  $q_{н^2, u}^{tot} = 19$  л/ч, расход воды прибором  $q_0^{tot} = 0,2$  л/о. Далее определяют величину  $P$

$$P = \frac{q_{н^2, u}^{tot} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} = \frac{19 \cdot 250}{0,2 \cdot 475 \cdot 3600} = 0,0139.$$

По табл. 2 приложения 4 СНиП 2.04.01-85 определяют, что при значении

$$NP = 0,0139 \times 475 = 6,603 \text{ величина } \alpha = 3,085.$$

По формуле (4) находят общий секундный расход воды

$$q^{tot} = 5 q_0 \alpha = 5 \times 0,2 \times 3,085 = 3,085 \text{ л/с.}$$

Аналогично определяется расход холодной и горячей воды. При расчете участков сети величина вероятности действия  $P$  и значения  $q_0$  остаются постоянными. Меняется только число приборов на расчетном участке.

При устройстве кольцевой сети расчет ее следует производить при едином значении  $q_0$  для всех участков.

2.5. Расход сточных вод определяется, исходя из общего секундного расхода воды с учетом следующих требований. При значениях  $q^{tot} \geq 8$  л/с значения расходов воды и стоков принимаются одинаковыми.

При значениях  $q^{tot} < 8$  л/о расход сточных вод определяется по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (5)$$

где  $q_0^s$  - расход оточных вод прибора с максимальным значением на расчетном участке, принимаемый по рекомендательному приложению 2 СНиП 2.04.01-85.

2.6. Часовой расход воды на участке или для системы в целом определяется по формуле

$$q_{hz} = 0,005 \cdot q_{hz} \cdot \alpha_{hz}, \quad (6)$$

где  $q_{hz}$  ( $q_{0,hz}^i; q_{0,hz}^h; q_{0,hz}^s$ ) - норма расхода воды прибором, л/ч, определяемая:

при наличии в зданиях или сооружениях одинаковых водопотребителей - согласно обязательному приложению 3 СНиП 2.04.01-85;

при отличающихся водопотребителях в здании по формуле

$$q_{0,hz} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hz,i} \cdot q_{0,hz,i}}{\sum N_i P_{hz,i}}, \quad (7)$$

где  $P_{hz,i}$  - вероятность использования приборов, определяемая по формуле

$$P_{hz} = \frac{3500 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hz}}, \quad (8)$$

$\alpha_{hz}$  - величина, определяемая аналогично расчету секундного расхода воды в зависимости от соотношения  $N$  и  $P$  или их произведения  $N \cdot P$  согласно табл. I и 2 обязательного приложения 4 СНиП 2.04.01-85.

Для ранее приведенного примера общий часовой расход воды составляет при

$$q_{hz,u}^{tot} = 19 \text{ л/ч};$$

$$q_{0,hz}^{tot} = 115 \text{ л/ч};$$

$$P_{hz} = \frac{3500 \cdot 0,0139 \cdot 0,02}{115} = 0,087;$$

$$N P_{hz} = 475 \cdot 0,087 = 41,53 \longrightarrow \alpha = 12,28;$$

$$q_{hz} = 0,005 \cdot q_{0,hz} \cdot \alpha_{hz} = 0,005 \cdot 115 \cdot 12,28 = 7,06 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2.7. При наличии в промышленном здании душевых кабин расходы на душевые нужды определяются отдельно по максимальному числу душевых сеток и полученное значение прибавляется к расходу на бытовые нужды.

Например, в здании бытового корпуса установлено 100 душевых сеток. Общий секундный расход воды на них составит  $0,2 \times 100 = 20$  л/с, а общий часовой расход равен  $\frac{100 \times 500}{1000} = 50$  м<sup>3</sup>/ч. Аналогично определяется расход холодной и горячей воды. Расход сточных вод соответствует общему потреблению.

2.8. При наличии в комплексе промышленного предприятия отдельно стоящего бытового корпуса для обслуживания работающих в одном или нескольких близлежащих производственных зданиях рекомендуется принимать норму воды одним потребителем, работающим в цехе, с коэффициентом 0,6 для бытового корпуса и такую же для производственного. При наличии других экспериментальных данных эти величины следует принимать по опытным данным.

### 3. Пример расчета расходов воды и стоков для общественного здания

3.1. Исходные данные. Расчет начинается с выявления всех видов потребителей. Например, в одном здании находятся предприятие общественного питания и продовольственный магазин. Производительность столовой 25000 блюд за 10 ч. Количество посадочных мест 220. Расчетное количество блюд, потребляемых в столовой, 1452 в 1 ч, и продаваемых на дом 928. Количество работающих 250 чел. Количество установленных санитарных приборов к началу расчетов неизвестно.

Продовольственный магазин, находящийся в том же здании, занимает площадь 1000 м<sup>2</sup>, число работающих 250 чел. Число санитарных приборов неизвестно. Характеристики потребителей, согласно обязательному приложению 3 СНиП 2.04.01-85, приведена в таблице.

Потребитель	Измери- тель	Норма расхода воды, л, в час наибольшего водопотребления			Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		общая $q_{нз,и}^{tot}$	горя- чей $q_{нз,и}^h$	холод- ной $q_{нз,и}^c$	общий $q_o^{tot}$ ( $q_o, нз$ )	холод- ной или горячей $q_o^c, q_o^h$ ( $q_o^c, нз, q_o^h, нз$ )
Предприятие общественно- го питания	II услов- ное блицо	16	12,7	3,3	0,3 (300)	0,2(200)
Приготовле- ние пищи, реализуемой в обеденном зале		14	11,2	2,8	0,3 (300)	0,2(200)
Магазины продовольст- венные	I рабо- тающий	37	9,6	27,4	0,3 (300)	0,2(200)

3.2. Расчеты начинают с определения вероятности действия. Так как  $q_o^{tot}, q_o^h, q_o^c$  для всех потребителей в данном случае одинаковы, то преобразуем формулу (3), можно написать

$$NP = \frac{q_{нз,и}^1 \cdot U^1 + q_{нз,и}^2 \cdot U^2 + q_{нз,и}^3 \cdot U^3}{q_o \cdot 3600},$$

$$NP^{tot} = \frac{16 \cdot 1452 + 14 \cdot 928 + 37 \cdot 50}{0,3 \cdot 3600} = 35,25 \rightarrow \alpha = 10,82.$$

Следовательно,

$$q_y^{tot} = 5 \cdot q_o \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 10,82 = 16,23 \text{ л/с},$$



$$NP^h = \frac{12,7 \cdot 1452 + 11,2 \cdot 928 + 9,6 \cdot 50}{0,2 \cdot 3600} = 40,7 \rightarrow \alpha = 12,16,$$

$$Q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 12,16 = 12,16 \text{ л/с},$$

$$NP^c = \frac{3,3 \cdot 1452 + 2,8 \cdot 928 + 27,4 \cdot 50}{0,2 \cdot 3600} = 12,16 \rightarrow \alpha = 4,76,$$

$$Q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 4,76 = 4,76 \text{ л/с}.$$

Так как значение  $Q^{tc}$  более 8 л/с, то количество оточных вод равно водопотреблению, то есть  $Q^s = 16,23 \text{ л/с}$ .

3.3. Для определения часового расхода воды необходимо определить значения  $NP_{Hz}$ .

В данном примере значения  $q_{0,Hz}$  одинаковы для всех потребителей, следовательно, расчеты можно вести по формуле (8)

$$NP_{Hz} = \frac{3600 \cdot NP \cdot q_0}{q_{0,Hz}},$$

$$NP_{Hz}^{tot} = \frac{3600 \cdot 35,25 \cdot 0,3}{300} = 126,9 \rightarrow \alpha = 32,25,$$

$$q_{Hz}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,Hz} \cdot \alpha_{Hz} = 0,005 \cdot 300 \cdot 32,25 = 48,37 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$NP^h = \frac{3600 \cdot 40,7 \cdot 0,2}{200} = 146,5 \rightarrow \alpha = 36,7,$$

$$Q_{Hz}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 36,7 = 36,7 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$NP^c = \frac{3600 \cdot 12,16 \cdot 0,2}{200} = 43,8 \rightarrow \alpha = 12,89,$$

$$Q_{Hz}^c = 0,005 \cdot 200 \cdot 12,89 = 12,89 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3.4. Тепловой поток в течение часа максимального потребления для данного здания  $Q_{нз}^н$  следует определять по формуле (II) СНиП 2.04.01-85

$$Q_{нз}^н = 1,16 \cdot Q_{нз}^н (55 - t^o) + Q^{нс}$$

где  $Q^{нс}$  - теплопотери трубопроводами горячего водоснабжения;

$$Q_{нз}^н = 1,16 \cdot 36,7(55 - 5) + Q^{нс} = 2128,6 \text{ кВт} + Q^{нс}$$

Теплопотери трубопроводами  $Q^{нс}$  определяются по конкретной длине трубопровода в зависимости от его диаметра. Данные по удельным теплопотерям можно принимать по справочным данным, приведенным в Справочнике проектировщика под ред. И.Г.Староверова.

#### 4. Пример определения расходов холодной, горячей воды и стоков промышленного предприятия

4.1. Исходные данные. На предприятии работают 951 чел., в том числе в максимальную смену 709 чел.

Административный персонал составляет 112 чел. (в максимальную смену 90 чел.).

Всего установлено 159 санитарных приборов и 47 душевых сеток в здании административно-бытового корпуса (АБК). Количество санитарных приборов в цехах неизвестно.

В АБК имеется столовая на 240 посадочных мест и буфет на 60 посадочных мест. В максимальный час готовится 1492 блюда. Количество санитарных приборов неизвестно.

4.2. Характеристика потребителей приведена в таблице.

Потребитель	Измери- тель	Норма расхода воды, л, в час наибольшего водопотребления			Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		общая $Q_{\text{общ}}^{\text{от}}$	горячей $Q_{\text{гор}}^{\text{от}}$	холод- ной $Q_{\text{холод}}^{\text{от}}$	общий $Q_{\text{общ}}^{\text{от}}$	холодной $Q_{\text{холод}}^{\text{от}}$
Производ- ственные цеха	II чел/см	9,4	4,4	5	0,14(60)	0,1(40)
Админист- ративные здания	II рабо- тающий	4	2	2	0,14(80)	0,1(60)
Предприя- тия общест- венного питания для приго- товления пищи, реа- лизуемой в обеден- ном зале	II услов- ное блюдо	16	12,7	3,3	0,3(300)	0,2(200)
Кухонные в бытовых помеще- ниях	II душевая сетка в смену	500	270	230	0,2(500)	0,14 (270)

4.3. Расчет начинают с определения вероятности действия по формуле (2)

$$NP_i^{\text{от}} = \frac{9,4 \cdot 619}{0,14 \cdot 3500} = 11,54,$$

$$NP_i^{\text{н}} = \frac{4,4 \cdot 619}{0,1 \cdot 3500} = 7,56,$$

$$NP_i^{\text{с}} = \frac{5,0 \cdot 619}{0,1 \cdot 3500} = 8,5,$$

$$NP_2^{tot} = \frac{4 \cdot 90}{0,14 \cdot 3600} = 0,714,$$

$$NP_2^c = NP_2^h = \frac{2 \cdot 90}{0,1 \cdot 3600} = 0,5,$$

$$NP_3^{tot} = \frac{16 \cdot 1492}{0,3 \cdot 3600} = 22,1,$$

$$NP_3^h = \frac{12,7 \cdot 1492}{0,2 \cdot 3600} = 26,31,$$

$$NP_3^c = \frac{3,3 \cdot 1492}{0,2 \cdot 3600} = 6,84,$$

$$\sum_1^3 NP^{tot} = 11,54 + 0,714 + 22,1 = 34,354 \rightarrow \alpha = 10,58,$$

$$\sum_1^3 NP^h = 7,56 + 0,5 + 26,31 = 34,37 \rightarrow \alpha = 10,58,$$

$$\sum_1^3 NP^c = 8,6 + 0,5 + 6,84 = 15,94 \rightarrow \alpha = 5,82.$$

4.4. Для определения секундного расхода воды необходимо знать общее значение  $q_0$ , которое определяется по формуле

$$q_0 = \frac{\sum_i N_i P_i \cdot q_{0,i}}{\sum_i N_i P_i},$$

$$q_0^{tot} = \frac{11,54 \cdot 0,14 + 0,714 \cdot 0,14 + 22,1 \cdot 0,3}{11,54 + 0,714 + 22,1} = 0,24,$$

$$q_0^h = \frac{7,56 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,1 + 26,3 \cdot 0,2}{7,56 + 0,5 + 26,3} = 0,176,$$

$$q_0^c = \frac{8,6 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,1 + 6,84 \cdot 0,2}{8,6 + 0,5 + 6,84} = 0,143.$$

Секундный расход воды определяется по формуле (Q<sub>г</sub>)

$$q^{tot} = 5 \cdot q_o \cdot \alpha = 5 \cdot 0,24 \cdot 10,50 = 12,7 \text{ л/с},$$

$$q^n = 5 \cdot 0,176 \cdot 10,50 = 9,31 \text{ л/с},$$

$$q^c = 5 \cdot 0,143 \cdot 5,82 = 4,16 \text{ л/с}.$$

Секундный расход воды на душевые нужды определяется по одновременному действию всех душевых сеток

$$q^{tot} = 47 \cdot 0,2 = 9,4 \text{ л/с},$$

$$q^c = q^n = 47 \cdot 0,14 = 6,58 \text{ л/с}.$$

Итого общий расход по предприятию в целом составит:

$$q^{tot} = 12,7 + 9,4 = 22,1 \text{ л/с},$$

$$q^n = 9,31 + 6,58 = 15,89 \text{ л/с},$$

$$q^c = 4,16 + 6,58 = 10,74 \text{ л/с}.$$

Количество сточных вод равно водопотреблению

$$q^s = 22,1 \text{ л/с}.$$

4.5. В связи с тем, что расход воды на бытовые нужды работающих на производстве может расходоваться как в АБК, так и по месту работы, при определении расхода воды в АБК рекомендуется расход воды этими потребителями принимать с коэффициентом 0,6 и аналогично для производственных цехов.

Так для данного примера норму расхода потребителям I в здании АБК следует принять:

$$q_{нз,и}^{tot} = 9,4 \cdot 0,6 = 5,64 \text{ л/с},$$

$$q_{нз,и}^n = 4,4 \cdot 0,6 = 2,64 \text{ л/с},$$

$$q_{нз,и}^c = 5,0 \cdot 0,6 = 3,0 \text{ л/с}.$$

4.6. Для определения часового расхода необходимо распределить значение  $NP_{Hz}$  по формуле (8) каждого из потребителей

$$NP_{Hz,1}^{tot} = \frac{3600 \cdot 11,54 \cdot 0,14}{60} = 96,94,$$

$$NP_{Hz,1}^h = \frac{3600 \cdot 7,56 \cdot 0,1}{40} = 68,04,$$

$$NP_{Hz,1}^c = \frac{3600 \cdot 8,5 \cdot 0,1}{40} = 77,4,$$

$$NP_{Hz,2}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,714 \cdot 0,14}{80} = 4,5,$$

$$NP_{Hz,2}^h = NP_{Hz,2}^c = \frac{3600 \cdot 0,5 \cdot 0,1}{60} = 3,$$

$$NP_{Hz,3}^{tot} = \frac{3600 \cdot 22,1 \cdot 0,3}{300} = 79,56,$$

$$NP_{Hz,3}^h = \frac{3600 \cdot 26,31 \cdot 0,2}{200} = 94,72,$$

$$NP_{Hz,3}^c = \frac{3600 \cdot 6,84 \cdot 0,2}{200} = 24,62,$$

$$\sum_1^3 NP_{Hz}^{tot} = 181,0 \longrightarrow \alpha_{Hz} = 44,4,$$

$$\sum_1^3 NP_{Hz}^h = 165,76 \longrightarrow \alpha_{Hz} = 40,8,$$

$$\sum_1^3 NP_{Hz}^c = 105,02 \longrightarrow \alpha_{Hz} = 27,27.$$

Так как водопотребители имеют разные значения  $q_{g,Hz}$ , то необходимо определить усредненное значение часового расхода воды прибором по формуле (7)

$$q_{0, \text{нз}}^{\text{tot}} = \frac{96,94 \cdot 60 + 4,5 \cdot 80 + 79,56 \cdot 200}{96,94 + 4,5 + 79,56} = 166,0 \text{ л/ч},$$

$$q_{0, \text{нз}}^{\text{н}} = \frac{68,04 \cdot 40 + 3 \cdot 60 + 94,72 \cdot 200}{68,04 + 3 + 94,72} = 131,79 \text{ л/ч},$$

$$q_{0, \text{нз}}^{\text{с}} = \frac{77,4 \cdot 40 + 3 \cdot 60 + 24,62 \cdot 200}{77,4 + 3 + 24,62} = 78,08 \text{ л/ч}.$$

Часовой расход воды определяется по формуле (6)

$$q_{\text{нз}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 166,0 \cdot 44,4 = 36,85 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{нз}}^{\text{н}} = 0,005 \cdot 131,79 \cdot 40,8 = 26,88 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{нз}}^{\text{с}} = 0,005 \cdot 78,08 \cdot 27,27 = 10,65 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Часовой расход воды для душевых сеток составляет

$$q_{\text{нз}}^{\text{tot}} = 500 \cdot 47 = 23,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{нз}}^{\text{н}} = 270 \cdot 47 = 12,69 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{нз}}^{\text{с}} = 230 \cdot 47 = 10,81 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Общий часовой расход воды по предприятию составляет

$$q_{\text{нз}}^{\text{tot}} = 36,85 + 23,5 = 60,35 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход горячей воды

$$q_{\text{нз}}^{\text{н}} = 26,88 + 12,69 = 39,57 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход холодной воды

$$q_{\text{нз}}^{\text{с}} = 10,65 + 10,81 = 21,46 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество сточных вод  $q_{\text{нз}}^{\text{с}} = 60,35 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ  
СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТ ГОССТРОЯ СССР**

---

**ПОСОБИЕ**

**по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения**

**(к СНиП 2.04.02-84)**

*Утверждено*

*приказом СоюзводоканалНИИпроекта от 5 марта 1985 г. №41*

Рекомендовано к изданию техническим советом Союзводоканалпроекта Госстроя СССР.

Содержит сведения об объемах автоматизации, технологического контроля и системах управления водопроводными сооружениями. Для инженерно-технических работников проектных организаций.

*При пользовании Пособием следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале „Бюллетень строительной техники“ Госстроя СССР и информационном указателе „Государственные стандарты. СССР“ Госстандарта.*

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Пособие разработано на основании проведенных исследований, обобщения отечественного и зарубежного опыта проектирования и эксплуатации систем автоматизации водопроводных сооружений, а также „Инструкции по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения“ (СН 516-79).

В Пособии приведены рекомендуемые объемы технологического контроля, автоматизации, диспетчерского управления и телемеханизации в сетях и на сооружениях, обеспечивающих нормальную эксплуатацию систем водоснабжения; освещены основные вопросы проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) водоснабжения; приведена методика расчета экономической эффективности АСУ ТП и системы телемеханизации (как первого этапа) для определения целесообразности их проектирования.

По мере накопления опыта эксплуатации установок автоматизации, а также появления новых разработок и результатов исследований Пособие будет дополнено принципиальными схемами и решениями по автоматизации отдельных механизмов и систем, методикой расчета технико-экономического обоснования выбора регулируемого привода и другими материалами.

Пособие разработано Союзводоканалпроектом — инженеры *П.А. Беленькая, А.Е. Высота, И.М. Хинчин* (разд. 1—4) совместно с ВНИИ ВОДГЕО — д-р техн. наук *Д.Н. Смирнов*, кандидаты техн. наук *Б.С. Лезнов, Я.Н. Гинзбург*, инж. *А.С. Дмитриев* (разд. 1 и 2) и АКХ им. К.Д. Памфилова — кандидаты техн. наук *И.С. Эгильский, Т.А. Урнова, В.В. Финкельштейн* (разд. 5).

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Система автоматического управления предусматривается на всех сооружениях водоснабжения.

1.2. При определении объема автоматизации сооружений водоснабжения учитываются их производительность, режим работы, степень ответственности, требования к надежности, а также перспектива сокращения численности обслуживающего персонала, улучшение условий труда работающих, снижение потребления электроэнергии, расхода воды и реагентов.



1.3. Контролируемые параметры определяются исходя из принятой степени автоматизации сооружений, условий их эксплуатации и требований органов санитарно-эпидемиологической службы к составу и свойствам воды.

1.4. Система автоматизации сооружений водоснабжения должна предусматривать: автоматическое управление основными технологическими процессами в соответствии с заданным режимом или по заданной программе; автоматический контроль основных параметров, характеризующих режим работы технологического оборудования и его состояние; автоматическое регулирование параметров, определяющих технологический режим работы отдельных сооружений и их экономичность.

1.5. При разработке систем автоматизации, телемеханизации и технологического контроля, как правило, необходимо использовать приборы и оборудование, серийно изготавливаемые промышленностью, а также типовые конструкции.

1.6. Для автоматизации сооружений с большим количеством объектов управления или технологических процессов с количеством логических операций свыше 25 целесообразно использовать микропроцессорные контроллеры вместо релейно-контактной аппаратуры.

Применение микропроцессорных контроллеров является прогрессивным направлением развития автоматики.

Контроллер обеспечивает управление объектом или группой объектов, работающих независимо друг от друга или взаимосвязанных одной технологической системой, позволяет осуществлять логические зависимости программным путем без вмешательства в его устройство, а также менять программу в случае необходимости в процессе работы.

1.7. Для измерения параметров, контроль которых еще не автоматизирован, должен быть предусмотрен лабораторный контроль.

1.8. Система автоматического управления должна предусматривать возможность местного управления отдельными устройствами или сооружениями.

## **2. ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

### **ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

2.1. На водозаборах поверхностных вод предусматривается автоматическая промывка вращающихся сеток.

2.2. Автоматическую промывку вращающихся сеток рекомендуется выполнять по перепаду уровней до и после сеток (длительность промывки устанавливается программным реле) и по временной программе, при этом должна быть предусмотрена возможность изменения интервала между промывками, уточняемого в процессе эксплуатации сооружения.

2.3. На водозаборах подземных вод при переменном водопотреблении рекомендуется предусматривать следующие способы управления насосами:

- дистанционное или телемеханическое — по командам из пункта управления (ПУ);
- автоматическое — в зависимости от уровня воды в резервуаре;
- автоматическое — по давлению в сети.

2.4. Технологические параметры, подлежащие контролю на водозаборных сооружениях, приведены в табл. 1.

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
<i>Водозаборные сооружения поверхностных вод</i>		
Уровень воды в водоеме и водоприемном колодце	Измерение	Контроль
Перепад уровней на вращающихся сетках	Сигнализация	Автоматизация промывки
<i>Водозаборные сооружения подземных вод</i>		
Температура в наземном павильоне или заглубленной камере	Сигнализация	Контроль, автоматизация электроотопления
Расход воды от каждого водозаборного сооружения (скважины, шахтного колодца и т.д.)	Измерение	Контроль
Аварийный уровень воды в скважинах, уровень воды в приемных колодцах	Сигнализация	Отключение насоса при аварийном понижении уровня
Давление в напорном трубопроводе каждого водозаборного сооружения	Измерение	Контроль
Открывание дверей	Сигнализация	«

### НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

2.5. Схема автоматизации должна обеспечивать пуск и остановку насоса при поступлении управляющего импульса и аварийное отключение насоса при срабатывании электрических и технологических защит.

Все вспомогательные операции (открывание и закрывание задвижек, заливка насосов, охлаждение подшипников и т.д.), связанные с пуском и остановкой насосов, а также включением резервных насосных агрегатов, за исключением агрегатов станций третьей категории надежности действия, должны выполняться автоматически.

2.6. При аварийном отключении насоса в результате действия защитных устройств схемы управления насосами с пуском и остановкой на закрытую задвижку должны обеспечивать последующее автоматическое закрывание задвижки. При неисправности задвижки в процессе пуска насос следует отключить.

2.7. Для упрощения схемы автоматизации и повышения ее надежности насосы, как правило, рекомендуется устанавливать под заливом.

При необходимости применения принудительного залива его следует контролировать с помощью датчиков, исключающих возможность включения незалитого насоса.

2.8. Схема автоматизации пуска насоса при принудительном заливе. зависит от принятого способа залива:

в случаях поагрегатного оборудования насосов вакуум-насосами при подаче импульса на включение насосного агрегата схема автоматизации должна обеспечивать включение вакуум-насоса, контроль залива, включение насосного агрегата и отключение вакуум-насоса после пуска насосного агрегата;

в случае залива насосов от общей вакуум-установки при подаче импульса на включение насосного агрегата схема автоматизации должна обеспечивать включение вакуум-насоса, подключение насоса к вакуумной линии, контроль залива, включение насосного агрегата с последующим отключением его от вакуумной линии и отключение вакуум-насоса.

На случай срыва вакуума необходимо предусматривать автоматическое повторное включение вакуум-насоса или автоматическое включение резервного вакуум-насоса.

2.9. При заливе насосов с помощью вакуум-котла предусматривается автоматическая работа вакуум-насосов в зависимости от уровня воды в вакуум-котле. При подаче импульса на включение насосного агрегата необходимо предусматривать автоматическое отключение его от вакуум-котла.

2.10. На автоматизированных насосных станциях должно быть предусмотрено автоматическое отключение рабочих насосов при затоплении машинного зала.

2.11. Для насосных установок с переменным режимом работы необходимо предусматривать возможность регулирования выходных параметров (давления, подачи) насосных агрегатов.

Режим работы установки рекомендуется регулировать изменением количества работающих агрегатов, дросселированием потока воды в напорных коммуникациях станции, изменением частоты вращения насосов.

2.12. Регулирование частоты вращения насосов требует применения специальных видов электропривода, а именно: привода с многоскоростными электродвигателями — двух- и многоскоростных асинхронных короткозамкнутых электродвигателей переменного тока;

привода с индукторными муфтами скольжения — асинхронных короткозамкнутых электродвигателей переменного тока;

привода по схеме асинхронно-вентильного каскада — асинхронных электродвигателей переменного тока с фазным ротором;

частотного привода — асинхронных короткозамкнутых электродвигателей переменного тока;

привода на базе вентильного электродвигателя — синхронных электродвигателей переменного тока.

2.13. Применение регулируемого привода, с одной стороны, стабилизирует давление в водопроводной сети, и за счет этого обеспечивается экономия электроэнергии на подачу воды, сокращаются утечки и непроизводительные расходы воды, появляется возможность уменьшить площадь насосных станций путем увеличения единичной мощности насосных агрегатов и уменьшения их количества. С другой стороны, регулируемый привод усложняет эксплуатацию оборудования, требует более квалифицированного обслуживания, приводит к увеличению капитальных затрат. При разработке технико-экономического обоснования эти факторы должны быть учтены и сопоставлены по приведенным затратам согласно существующим методикам.

Применение системы автоматического регулирования (САР) с регулируемым приводом, как правило, обеспечивает экономию электроэнергии на 5—15 %, а в отдельных случаях — на 20 %. Расход воды за счет сокращения утечек и непроизводительных расходов уменьшается на 3—4 %.

2.14. Обычно САР с регулируемым приводом целесообразно применять в насосных установках сравнительно большой мощности (75-100 кВт и выше), характеризующихся существенной неравномерностью подачи и большой динамической составляющей высоты водоподъема, т.е. большой крутизной характеристики сети. Крутые характеристики сети обычно соответствуют протяженным водоводам и расположению насосной станции на тех же или более высоких геодезических отметках, что и потребитель. Неравномерность подачи воды характеризуется параметром  $\lambda$  и равна:

$$\lambda = \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}},$$

где  $Q_{\min}$  — минимальное значение секундной подачи в течение расчетного периода, например года;

$Q_{\max}$  — максимальное значение секундной подачи за тот же период.

Крутизна характеристики сети  $H'_n$  определяется соотношением

$$H'_n = \frac{H_n}{H_{\max}},$$

где  $H'_n$  — противодавление, определяемое статической составляющей высоты водоподъема или работой других насосов, подающих воду в ту же сеть;

$H_{\max}$  — полная высота водоподъема, соответствующая подаче  $Q_{\max}$ .

Применение САР с регулируемым приводом обычно экономически оправдано в насосных установках с агрегатами мощностью 75 кВт и выше с параметрами  $\lambda$  и  $H_n$  не более 0,8—0,85.

В менее мощных установках регулирование целесообразно осуществлять дросселированием потока воды в напорных коммуникациях станций. Для дросселирования целесообразно применять дроссельные затворы, а не задвижки, являющиеся запорными устройствами и не предназначенные для регулирования. Дросселирование хотя и не является оптимальным способом регулирования по энергозатратам, но препятствует распространению повышенного давления в сети и, следовательно, уменьшает утечку и непроизводительные расходы воды.

2.15. При построении САР в качестве регулируемого параметра рекомендуется использовать давление в диктующей точке (диктующих точках) сети, а в отдельных случаях — на коллекторе насосной станции. Последнее возможно, когда станция расположена вблизи потребителей, например станция подкачки городского (промышленного) водоснабжения, или когда расчетами либо экспериментами установлено соответствие между изменениями давления в напорном коллекторе и диктующей точке.

В ряде случаев в качестве регулируемого параметра может быть использован уровень воды в резервуаре или расход воды в водоводе. Рекомендации по выбору контролируемых параметров сети, водоводов и емкостей приведены в пп. 2.58-2.65.

2.16. Выбор типа регулируемого привода должен обосновываться технико-экономическим расчетом.

2.17. Многоскоростные электродвигатели рекомендуется использовать в тех случаях, когда применение плавно регулируемых приводов экономически не оправдано, например при ступенчатом изменении водопотребления, а также в тех случаях, когда отсутствуют подходящие по своим параметрам плавно регулируемые приводы. Двух- и многоскоростные двигатели позволяют увеличивать число напорных характеристик насосной установки без увеличения числа насосных агрегатов.

2.18. Регулируемым приводом из экономических соображений оборудуется, как правило, один агрегат в группе из двух-трех рабочих. В качестве регулируемого принимается наиболее крупный агрегат с наиболее пологой характеристикой. Эта мера препятствует образованию „мертвых зон“. Оборудовать регулируемым приводом все работающие агрегаты следует в тех случаях, когда изменение частоты вращения регулируемого агрегата выводит остальные агрегаты в ненормальный режим работы, например в зону низких КПД или кавитации.

2.19. Технологические параметры, подлежащие контролю на насосных станциях, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
Давление в напорных водоводах	Измерение	Контроль, регулирование подачи насосной станции
Расход воды по каждому напорному водоводу	»	Контроль
Давление на насосном агрегате	Измерение и сигнализация	Контроль, отключение
Вакуум во всасывающих линиях насосов и в вакуум-установках	Измерение	Контроль
Уровень воды в резервуарах и приемных камерах	Измерение и сигнализация	Контроль, отключение насосов
Уровень воды в дренажном приемке	Сигнализация	Автоматизация работы дренажных насосов
Температура подшипников агрегатов (если предусмотрена установка датчиков)	»	Отключение агрегата при перегреве
Температура обмотки статора электродвигателя (при необходимости)	Измерение	Контроль
Температура помещений необслуживаемых насосных станций	в Сигнализация	Контроль, автоматизация электроотопления и вентиляции
Уровень воды в вакуум-котле	»	Автоматизация работы вакуум-насосов
Давление в баке-ресивере	Измерение	Автоматизация работы насосов и компрессоров в гидро-пневматических насосных станциях
Уровень воды в баке-ресивере	Сигнализация	Контроль
Затопление машинного зала	»	»
Аварийный уровень затопления	»	Контроль, автоматическое отключение всех насосов

2.20. Электрические и трубные проводки, монтаж и установку контрольно-измерительных приборов следует выполнять в соответствии с руководящими материалами (РМ 4), типовыми чертежами и нормами Главмонтажавтоматики.

2.21. Расход воды, подаваемой по водоводам насосных станций, следует измерять расходомерами переменного перепада с диафрагмами или трубами Вентури, ультразвуковыми или электромагнитными расходомерами. На насосных станциях с подачей воды до 100 м<sup>3</sup>/ч по каждому водоводу допускается использовать турбинные водосчетчики для измерения объема поданной воды.

## **ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

### **Реагентное хозяйство**

2.22. Для уменьшения трудоемкости, исключения контакта людей с реагентами и экономного расходования реагентов все операции, связанные с использованием химических реагентов на водоочистных станциях, максимально автоматизируются.

Для упрощения автоматизации технологическая схема реагентного хозяйства должна быть построена по блочному принципу, без усложняющих переключений оборудования.

2.23. В качестве дозирующих устройств растворов коагулянтов и других реагентов в автоматизированных системах рекомендуется применять насосы-дозаторы, регулирующие клапаны и бункерные дозаторы.

При использовании плунжерных насосов-дозаторов необходимо предусматривать полную очистку раствора от абразивного шлама в отстойниках, гидроциклонах или других устройствах.

Применение плунжерных насосов-дозаторов для дозирования известковой суспензии не рекомендуется. Для дозирования известковой суспензии рекомендуется применять бункерные дозаторы.

Плунжерные насосы-дозаторы предусматриваются, как правило, при постоянных расходах обрабатываемой воды.

Регулирующие клапаны должны записываться из баков постоянного уровня или через регуляторы напора.

Бункерные дозаторы следует устанавливать выше расходных баков. При дозировании в напорный трубопровод растворы реагентов подаются во всасывающую линию насосов.

2.24. Системы автоматического дозирования раствора коагулянта в обрабатываемую воду рекомендуется выполнять:

по соотношению расходов обрабатываемой воды и раствора коагулянта;

по заданному приращению удельной электрической проводимости (УЭП) воды, смешанной с коагулянтом.

При всех системах дозирования оптимальную дозу коагулянта следует устанавливать пробным коагулированием.

2.25. Системы автоматического дозирования по заданному соотношению расходов обрабатываемой воды и раствора коагулянта строятся на базе расходомеров воды (обычно существующих на водоочистных станциях для учета воды), электромагнитных и иных расходомеров раствора коагулянта с преобразователем, футерованных эмалью или фторопластом.

Системы дозирования, построенные по соотношению расходов обрабатываемой воды и раствора коагулянта, требуют постоянной стабилизации концентрации рабочего раствора коагулянта.

2.26. Системы дозирования коагулянта, действующие по заданной УЭП воды, строятся на базе узкопределенных кондуктометрических концентратомеров повышенной чувствительности с дифференциальной измерительной схемой.

Кондуктометры, предназначенные для этой цели, должны быть рассчитаны на измерение приращения УЭП воды в диапазоне 0,5—35 мСм/см и иметь чувствительность не менее 0,0025 мСм/см. Кондуктометры с указанными данными практически пригодны для контроля процессов коагуляции природных вод бассейнов рек на всей территории СССР.

В качестве кондуктометров для измерения приращения УЭП воды за счет введенного коагулянта могут использоваться приборы, разрабатываемые на базе серийных приборов КК-1.

При колебаниях расходов обрабатываемой воды, не превышающих 5 % среднего часового расхода, можно применять одноконтурные САР потока коагулянта, не связывая их с расходом обрабатываемой воды.

2.27. Систему стабилизации концентрации рабочего раствора коагулянта рекомендуется строить на базе бесконтактных (индукционных), кондуктометрических концентратомеров и запорных задвижек с электрическим приводом.

Кондуктометры должны быть рассчитаны на диапазон измерения  $1-6 \cdot 10^{-2}$  См/см [растворы коагулянта с концентрацией 3-15 %  $Al_2(SO_4)_3$ ].

В качестве кондуктометрических концентратомеров для рабочих растворов коагулянта на указанные пределы измерения разрабатываются приборы на базе приборов КК-8,9.

Подача в обрабатываемую воду растворов полиакриламида, кремниевой кислоты и других флокулянтов ввиду их весьма малых расходов может строиться по упрощенным схемам без применения кондуктометрии, с использованием дистанционно управляемого клапана, регулирующего подачу раствора. При необходимости может быть применена схема пропорционального дозирования по расходу.

2.28. Подача щелочного реагента (известкового молока) в процессе коагуляции воды автоматизируется по величине рН (характеризующей в данном случае гидратную щелочность). Ввиду медленного изменения щелочности в природных водах следует ограничиться одноконтурной САР, действующей по отклонению от заданного значения величины рН, реализующей законы ПИ-регулирующего. Датчик рН-метра рекомендуется устанавливать в створе полного перемешивания реагента с обрабатываемой водой (на выходе из смесителя или вблизи него).

При выборе электродов следует руководствоваться техническими данными на них и технологической характеристикой контролируемой среды.

2.29. При фторировании воды автоматическое дозирование фторсодержащих реагентов следует производить при помощи САР, построенных с применением ионоселективных фторидных электродов. В паре с электродом на фтор-ионы применяются вспомогательные электроды ЭХСВ-1 или ЭВП-ЛЗ. В качестве первичных и вторичных преобразователей при измерении концентрации фтор-ионов рекомендуется менять датчики и преобразователи промышленных иономеров (рН-метров).

Необходимо обеспечить постоянный расход контролируемой среды через датчик.

САР подачи фторсодержащих реагентов рекомендуется проектировать одноконтурными, действующими по принципу отклонения от заданной концентрации фтор-ионов в обработанной воде.

Процесс обезфторивания рекомендуется контролировать теми же средствами.

2.30. Все САР процесса обработки воды газообразным (жидким) хлором для обеззараживания и иных целей строятся на базе автоматизированных вакуумных дозаторов (хлораторов).

В качестве автоматизированных хлораторов рекомендуется применить дозаторы хлора комплексной системы „Аквахлор” НИКТИ ГХ УССР.

Дозаторы системы „Аквахлор” выпускаются производительностью от 5 до 150 кг/ч. Автоматизированный дозатор входит в состав комплексной системы „Аквахлор”, состоящей из автоматически управляемых испарителей, эжекторов, анализаторов хлора, панелей управления и сигнализации.

Лучшими дозаторами хлора признаны хлораторы Таллинского водопровода. Они имеют две модификации: с ручным (С-0277) и с автоматическим (С-0378) управлением.

Хлораторы Таллинского водопровода серийно не выпускаются, однако на указанные хлораторы эстонским институтом Коммуналпроект разработаны техническая документация и рабочие чертежи.

2.31. Современные САР процесса хлорирования воды относятся к типу стабилизационных, действующих по отклонению от заданных концентраций

остаточного хлора в обработанной воде, с автоматическим анализатором в канале обратной связи. САР хлора должна обеспечивать содержание хлора в обработанной воде с отклонением от норм  $\pm 0,05$  мг/л.

Характерной особенностью САР процесса обеззараживания воды хлором является большое запаздывание сигнала, поступающего на регулятор и исполнительный механизм от анализатора хлора.

Продолжительность контакта свободного активного хлора с водой должна быть не менее 30 мин, связанного хлора - не менее 1 ч. Такая продолжительность контакта определяет расстояние между точкой ввода хлора в воду и точкой отбора хлорированной воды на анализ, т.е. основное время транспортного запаздывания.

Указанные неблагоприятные динамические свойства объекта регулирования требуют применения в САР процесса хлорирования воды регулирующих устройств с высокими динамическими качествами (например, регуляторов Р27, системы „Каскад-2" или РБИЗ-П системы АКЭСР) и динамических преобразователей с памятью (например, Д07 или БДП-П).

Динамические качества САР процесса хлорирования воды можно повысить, уменьшив время запаздывания путем приближения точки отбора хлорированной воды к точке ввода хлора. В этом случае для контроля за содержанием остаточного хлора устанавливается второй анализатор в створе, где обеспечивается нормированная продолжительность контакта хлора с водой.

Наиболее распространенный способ улучшения динамических свойств САР процесса хлорирования воды заключается в устройстве двухконтурной (двухкаскадной) САР.

Первый контур обеспечивает заданное соотношение между расходом хлор-газа и расходом обрабатываемой воды, второй корректирует эти соотношения по отклонению от нормы количества остаточного хлора в обработанной воде.

Если надежность автоматического анализатора хлора недостаточно высокая, в длительном режиме работы ограничиваются устройством первого контура, т.е. строят САР стабилизации принятой дозы хлора в зависимости только от расхода обрабатываемой воды, корректируя эту дозу вручную по данным лабораторных измерений или по показаниям анализаторов.

2.32. При обработке воды хлором с целью ее обесцвечивания или борьбы с биологическими отложениями, когда оптимальная доза хлора устанавливается по опытным данным, системы управления хлораторами строятся также по схемам стабилизации с коррекцией дозы хлора по концентрации остаточного хлора.

2.33. При проектировании и устройстве систем автоматизации и технологического контроля процесса хлорирования воды следует иметь в виду, что современные анализаторы хлора в воде построены по амперметрическому методу измерения. В режиме работы с применением реагентов (йодистого калия — для перевода хлора в эквивалентное количество йодида и буферного раствора — для создания кислой среды с  $pH = 4,5$  в пробе воды, поступающей в электрохимическую ячейку анализатора) анализаторы амперметрического типа измеряют содержание общего активного хлора (свободного + связанного). В режиме работы без применения йодистого калия анализатор измеряет только содержание свободного активного хлора.

### **Отстойники, осветлители**

2.34. В отстойниках и осветлителях предусматривается устройство для автоматического контроля предельного уровня осадка. Автоматизации выпуска осадка должна осуществляться в тех случаях, когда предусмотренная проектом частота выпуска осадка из каждой секции больше одного раза в сутки.

2.35. Автоматизацию выпуска осадка следует осуществлять по достижении предельного уровня, при котором сигнал от датчика уровня осадка должен подаваться на привод выпускной задвижки, или при механизированном удалении осадка на привод соответствующего оборудования, например скребков.



Возможно дистанционное управление выпуском осадка из ПУ по сигналу о достижении предельного уровня. Продолжительность выпуска осадка должна уточняться в процессе эксплуатации.

2.36. При автоматическом выпуске осадка вводится блокировка, исключающая, как правило, возможность одновременного выпуска осадка из нескольких отстойников или осветлителей.

### **Фильтры, контактные осветлители**

2.37. На фильтрах регулирование скорости фильтрования осуществляется по расходу фильтрованной воды или по уровню воды в фильтре.

При регулировании по уровню воды в фильтрах должно быть обеспечено равномерное распределение ее между фильтрами, находящимися в работе.

2.38. В качестве дросселирующего устройства в регуляторах скорости фильтрования рекомендуется применять дисковые затворы и дроссельные поворотные заслонки. Допускается применение простейших поплавковых клапанов.

2.39. В тех случаях, когда скорость фильтрования необходимо изменять, применяются управляемые регуляторы скорости фильтрования, позволяющие регулировать режим работы фильтров дистанционно с пульта управления.

2.40. Вывод фильтров на промывку рекомендуется осуществлять по потере напора в загрузке или по положению дросселирующего органа, установленного на трубопроводе фильтрованной воды.

Допускается вывод фильтров на промывку по сигналу о повышении уровня в фильтре или по временной программе.

2.41. На станциях очистки воды с числом фильтров свыше 10 автоматизируется процесс промывки. При числе фильтров до 10 предусматриваются сигнализация о необходимости вывода фильтра на промывку и полуавтоматическое сблокированное управление промывкой с пультов или щитов.

2.42. Схема автоматизации процесса промывки фильтров и контактных осветлителей должна обеспечивать выполнение в определенной последовательности следующих операций: управления по заданной программе затворами и задвижками на трубопроводах, подводящих и отводящих обрабатываемую воду, пуска и остановки насосов промывной воды и воздуходувок при воздуховоздушной промывке.

2.43. В схемах автоматизации следует предусматривать блокировку, допускающую, как правило, промывку только одного фильтра.

2.44. Насосы промывной воды, как правило, принимаются с низковольтными приводными электродвигателями. При установке насосов с высоковольтными двигателями необходимо обеспечить такую последовательность промывки фильтров, при которой число включений насосов будет минимальным.

2.45. При подаче промывной воды из бака должна быть обеспечена возможность стабилизации ее расхода.

2.46. Автоматический вывод фильтров на промывку возможен при наличии запаса промывной воды в резервуаре.

2.47. При подаче промывной воды насосами перед промывкой фильтров рекомендуется предусматривать автоматический выпуск воздуха из трубопровода промывной воды.

2.48. Продолжительность промывки следует устанавливать по времени или по мутности промывной воды в отводящем трубопроводе.

2.49. На ионитовых фильтрах процесс регенерации рекомендуется автоматизировать. Вывод на регенерацию катионитовых фильтров рекомендуется предусматривать по остаточной жесткости обработанной воды, анионитовых фильтров — по электропроводности воды.

Допускается полуавтоматический режим управления фильтрами, при котором вывод фильтра на регенерацию осуществляется по команде дежурного.

2.50. Процесс регенерации фильтров автоматизируется: взрыхление загрузки — по времени; подача регенерационного раствора — по его объему или по времени; отмывка

загрузки — по времени; включение фильтра в работу — по окончании процесса регенерации.

2.51. Смешивание воды, прошедшей Na-катионитовые и H-катионитовые фильтры, осуществляется по заданному значению рН смешанной воды или по ее щелочности.

2.52. Технологические параметры, подлежащие контролю на станциях очистки и подготовки воды, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
<i>Общие параметры для площадки очистных сооружений</i>		
Расход исходной воды	Измерение	Автоматизация дозирования реагентов, контроль
рН исходной и обработанной воды	«	Контроль
Концентрация остаточного хлора в обработанной воде	«	Контроль, автоматизация дозирования
Концентрация фтора в обработанной воде	«	То же
Мутность исходной воды	«	Контроль
<i>Реагентное хозяйство</i>		
Расход реагентов (хлора, коагулянта, извести и др.) - при необходимости	Измерение	Контроль, автоматизация дозирования
Уровень в баках раствора реагентов	Сигнализация	Контроль, автоматизация приготовления
Предельная концентрация хлора или озона в помещении	«	Контроль, автоматическое включение вентиляции
Концентрация раствора реагентов	Измерение	Контроль, автоматизация приготовления и дозирования
Давление в воздуходувных и компрессорных установках	«	Контроль
<i>Отстойники и осветлители</i>		
Расход воды, проходящей через каждый осветлитель, отстойник	Измерение	Контроль распределения воды между осветлителями, отстойниками
Уровень осадка	Сигнализация	Контроль, автоматизация выпуска осадка

Мутность отстоянной воды	Измерение	Контроль
<i>Фильтры, контактные осветители</i>		
Уровень воды в фильтрах, контактных осветителях	Сигнализация	Контроль, регулирование уровня, вывод на промывку
Потери напора в фильтре, контактном осветителе	Измерение	Контроль, вывод на промывку
Скорость фильтрования	«	Контроль, регулирование производительности
Расход промывной воды	«	Контроль
Давление промывных насосов	«	«
Уровень, в баках промывной воды.	Сигнализация	Контроль, автоматизация заполнения бака
Мутность фильтрованной воды	Измерение	Контроль
Расход воздуха в воздуходувных и компрессорных установках	«	«
Цветность фильтровальной воды	«	«
<i>Ионитовые фильтры</i>		
Жесткость воды	Измерение	Вывод на регенерацию
Солесодержание	«	То же
Расход воды на каждом фильтре	«	Контроль

## СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

2.53. Для оборотных систем с переменным расходом воды, как правило, предусматривается регулирование подачи воды насосными станциями.

2.54. На насосных станциях оборотного водоснабжения автоматизируются: включение резервных насосов охлажденной и нагретой воды; включение и отключение насосов нагретой воды в зависимости от уровня воды в приемных камерах (при наличии перепускной трубы между камерами нагретой и охлажденной воды); регулирование подачи насосов нагретой воды; отключение одного или нескольких насосов при аварийном снижении уровня воды в приемной камере (при отсутствии перепускной трубы).

2.55. Управление вентиляторами градирен рекомендуется осуществлять из насосной станции оборотного водоснабжения. В автоматическом режиме принимается работа не более 50 % вентиляторов. Число вентиляторов, работающих в автоматическом режиме, принимается в соответствии с возможными колебаниями температуры охлажденной воды.

Необходимо предусматривать возможность работы каждого вентилятора в режимах дистанционного и автоматического управления.

2.56. Целесообразность регулирования системы оборотного водоснабжения должна подтверждаться технико-экономическим расчетом, учитывающим экономию электроэнергии, потребляемой насосными агрегатами и электродвигателями вентиляторных градирен, обеспечение заданного перепада температуры охлажденной воды, снижение расхода воды.

2.57. Технологические параметры, подлежащие контролю в системах оборотного водоснабжения, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
<i>Сооружения систем оборотного водоснабжения</i>		
Уровень в приемной камере охлажденной воды	Измерение и сигнализация	Контроль, автоматизация добавки свежей воды, блокировка насосов по уровню
Уровень в приемной камере нагретой воды	То же	Контроль, регулирование работы насосов, автоматизация включения и отключения насосов по уровню (при наличии перепускного трубопровода, соединяющего камеры охлажденной и нагретой воды)
Расход и давление в трубопроводах охлажденной воды	Измерение	Контроль, регулирование подачи насосной станции
Температура в трубопроводах охлажденной воды	«	Контроль, автоматизация работы градирен
Значение pH в трубопроводах охлажденной воды	«	Контроль, автоматизация дозирования реагентов
Концентрация остаточного хлора в трубопроводах охлажденной воды	«	Контроль
Расход и давление в трубопроводах нагретой воды	«	«
Концентрация солей в трубопроводах нагретой воды	«	«

Температура в трубопроводах нагретой воды	«	«
Расход в трубопроводах свежей воды	«	«
Уровень воды в дренажном приемке	Сигнализация	Контроль и автоматическое включение дренажных насосов
<i>Условия для обработки оборотной воды</i>		
Уровень в мерниках серной кислоты	Сигнализация	Автоматизация заполнения
Уровень в баке хлорной воды	«	Автоматизация выпуска в резервуар охлажденной воды
Концентрация токсичных паров и газов в помещении	«	Включение вентиляции

### **ВОДОВОДЫ, СЕТИ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЕМКОСТИ**

2.58. Регулирование режима работы водопровода в зависимости от его назначения, схемы управления и состава сооружений осуществляется за счет изменения режима работы насосов: по давлению в напорном коллекторе насосной станции, расходу воды в водоводе, давлению в диктующих точках и уровню воды в регулирующих резервуарах.

2.59. При регулировании по давлению в диктующих точках сети их число и ориентировочное расположение определяются гидравлическим расчетом сети. Дальнейшее уточнение производится в процессе эксплуатации водопровода.

2.60. При наличии нескольких точек, каждая из которых может при соответствующем режиме водопотребления оказаться диктующей, система автоматического контроля должна обеспечивать возможность определения давления во всех точках, при этом диктующей должна быть выбрана точка, в которой давление равно заданному или ниже его.

2.61. При давлении в нескольких контролируемых точках сети выше (ниже) требуемого диктующей следует считать точку, в которой разность между фактическим и заданным давлением будет наименьшей (наибольшей).

2.62. При разработке системы автоматического контроля давления в диктующих точках необходимо учитывать, что сигнал о необходимости понизить давление должен включаться только в случаях:

если давление превысит заданное во всех контролируемых точках, при этом сигнал должен быть включен до тех пор, пока давление в одной из этих точек не станет равным заданному;

если давление по сравнению с заданным снизилось хотя бы в одной из контролируемых точек, при этом сигнал должен быть включен до тех пор, пока давление в этой точке не повысится до заданного, а в других точках — не станет равным заданному или больше его.

2.63. При наличии нескольких водоисточников система автоматизации должна обеспечивать заданное давление в диктующих точках, а также условия работы сети и сооружений, при которых их эксплуатационные показатели будут наиболее высокими (минимальные суммарные энергозатраты на подачу воды, максимальные значения КПД насосов и др.). Для каждого конкретного случая режим работы следует устанавливать исходя из условий работы системы.

2.64. В водопроводной сети и связанных с ней сооружениях в качестве основных средств регулирования используются: для распределения потоков воды —

электрифицированная запорная арматура, для регулирования давления или расхода — насосы с регулируемым приводом.

2.65. Целесообразность и способ регулирования режима работы водопровода рекомендуется определять в соответствии с пп. 2.13 и 2.14.

2.66. Технологические параметры, подлежащие контролю на водоводах, сети и регулирующих емкостях, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
Давление и расход в водоводах.	Измерение	САР работы сети и сооружений
Повреждение водоводов	Сигнализация	Автоматический контроль целостности водоводов
Уровень воды в водонапорных башнях и резервуарах	«	САР работы сети и сооружений
Давление в диктующих точках	«	То же
Расход в линиях сети (при необходимости)	Измерение	«

### 3. ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

3.1. Для систем водоснабжения, сооружения которых территориально разобщены, следует предусматривать диспетчерское управление.

3.2. При разработке системы диспетчерского управления необходимо предусматривать:

оперативное управление и контроль технологических процессов и работы оборудования;

поддержание необходимых режимов работы системы водоснабжения и отдельных ее сооружений и их оптимизацию;

своевременное обнаружение, локализацию и устранение аварий;

полное или частичное сокращение дежурного персонала на отдельных сооружениях;

экономия энергоресурсов, воды и реагентов.

3.3. Структуру диспетчерского управления системами водоснабжения следует предусматривать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

3.4. Функции центрального пункта управления (ЦПУ) при двух- или многоступенчатой структуре диспетчерского управления заключаются в управлении всей системой водоснабжения как единым комплексом и координации работы всех ПУ.

Функции ПУ ограничиваются управлением сооружениями подчиненного ему технологического узла.

3.5. В отдельных случаях при двухступенчатой структуре ЦПУ может выполнять функции ПУ для одного из технологических узлов или сооружений.

3.6. При управлении одиночными сооружениями водоснабжения из ПУ энергохозяйством промышленного предприятия допускается применение общего для всех отраслей энергетики диспетчерского щита и пульта.

3.7. Операторские пункты на сооружениях водоснабжения следует предусматривать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

3.8. Технические средства диспетчерского управления должны обеспечивать ПУ водоснабжения телефонной связью (в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84), а также радиосвязью с удаленными объектами и аварийными автомашинами и давать

возможность непосредственно управлять технологическим процессом и оборудованием и контролировать их работу.

3.9. Прямая телефонная связь ПУ водоснабжения или, для коммунальных водопроводов, абонируемая у АТС должна осуществляться с подчиненными ПУ сооружениями, ЦПУ водоснабжения, службами управления по эксплуатации сооружений водоснабжения (аварийно-ремонтной, электротехнической, автоматики и КИП), начальником, главным инженером и главным энергетиком управления, вышестоящими диспетчерами энергетического хозяйства промышленного предприятия или города, диспетчером системы электроснабжения, от которой получают электропитание сооружения водоснабжения.

3.10. ПУ следует включать в административно-хозяйственную связь системы водоснабжения предприятия или города для решения служебных вопросов и создания обходных телефонных связей при повреждении прямой связи.

3.11. Объем и структуру телефонной связи (радиосвязи) диспетчерского управления необходимо определять исходя из общей схемы водоснабжения.

3.12. Технические средства диспетчерского управления и контроля позволяют диспетчеру:

непосредственно управлять технологическим процессом путем посылки команд, изменяющих состояние технологических агрегатов (включить-отключить, открыть-закрыть, больше-меньше) и устанавливающих или меняющих режим работы сооружений и программы автоматических устройств;

получать на ПУ отображение состояния технологической схемы и работы агрегатов в виде сигнализации на щите управления или мнемонической схеме с символами технологических агрегатов или других средств отображения информации;

иметь на ПУ визуальный и документальный контроль технологических параметров в системе водоснабжения.

3.13. В системах диспетчерского управления и контроля для передачи распределительной и инвестительной информации рекомендуется применять как телемеханические, так и дистанционные технические средства.

3.14. Телемеханизация диспетчерского управления является основным техническим средством диспетчеризации, позволяющим:

наиболее полно, непрерывно и в компактной форме отображать на ПУ технологический процесс;

быстро и на значительные расстояния передавать между ПУ и контролируемыми пунктами (КП) большие объемы распорядительной и известительной информации;

кроме оперативной информации передавать диспетчеру производственно-статистическую информацию, а также интегральные значения технологических параметров;

обеспечивать передачу в АСУ ТП водоснабжения необходимого объема информации;

осуществлять телеавтоматическую работу сооружений и агрегатов, удаленных на значительные расстояния;

использовать минимальное количество линий связи;

регистрировать и документировать значения технологических параметров и события в технологическом процессе.

3.15. Дистанционные средства управления могут быть сильноточными и слаботочными.

3.16. Сильноточное дистанционное диспетчерское управление на напряжение 110, 220, 380 В с использованием контрольных кабелей для связи объектов управления с операторским пунктом (ОП) или ПУ рекомендуется применять:

на одиночных сооружениях водоснабжения;

при небольших (до 200 м) расстояниях между ОП или ПУ и управляемыми сооружениями;

если нет необходимости подробно отображать технологический процесс в виде мнемонической схемы и достаточно иметь ограниченный объем сигнализации и измерений.

3.17. Слаботочное дистанционное управление на напряжение до 60 В и с использованием телефонных кабелей для связи объектов управления с ОП или ПУ рекомендуется применять:

для одиночных или нескольких рассредоточенных объектов с малым объемом информации, удаленных от ОП или ПУ на расстояние свыше 200 м, когда телемеханизация является нерациональной, а сильноточное управление нельзя осуществить из-за большой дальности;

когда на ПУ необходимо совместить телемеханические и дистанционные средства и выполнить условие однотипности операций управления и отображения информации.

3.18. В ряде случаев вместо средств телемеханики и дистанционного управления для обмена информацией между ПУ и КП рекомендуется использовать микропроцессорные контроллеры. Их применение целесообразно, когда:

могут быть использованы блоки для связи с удаленными объектами;

КП расположены в радиусе дальности действия контроллеров;

сооружения, в которых расположены КП, автоматизируются с применением контроллеров.

3.19. Для одного ПУ допускается одновременно применять разные способы диспетчерского управления при условии идентичности операций, выполняемых диспетчером, и однотипности отображения поступающей информации.

3.20. Способ диспетчерского управления и контроля следует выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов.

3.21. При включении системы водоснабжения в комплекс автоматизированной системы управления производством (АСУП) или АСУ ТП способ диспетчерского управления рекомендуется выбирать исходя из требований автоматизированной системы управления. При этом, как правило, применяется телемеханизация диспетчерского управления.

## **4. ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

### **ОБЪЕМ ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ**

4.1. Объем телемеханизации рекомендуется определять в каждом конкретном случае с учетом задач, поставленных перед диспетчерской службой, и устанавливать совместно с объемом автоматизации, при этом предпочтение следует отдавать автоматизации.

4.2. С помощью принятого объема телеуправления диспетчеру должна предоставляться возможность для принятия мер по локализации и устранению аварийных ситуаций, изменению и установлению режимов работы, оперативному включению и отключению отдельных агрегатов или сооружений, если эти операции невозможно или нецелесообразно выполнять средствами автоматики.

В особо ответственных случаях телеуправление рекомендуется применять в качестве средства, дублирующего устройства автоматики.

4.3. Операции телеуправления для сооружений, работающих без постоянного дежурного персонала, не должны сопровождаться дополнительными оперативными переключениями на управляемом объекте.

4.4. Принятый объем телесигнализации должен позволять диспетчеру правильно оценивать состояние и работу системы водоснабжения и не должен содержать избыточной информации, которая не влияет на эту оценку.

В некоторых случаях объем сигнализации рекомендуется ограничивать аварийными и предупредительными сигналами.

4.5. Телесигнализация должна подтверждать диспетчеру правильность выполнения посланных им команд телеуправления.



4.6. Объем телеизмерений должен обеспечить диспетчера информацией о значениях основных технологических и электрических параметров, характеризующих работу системы водоснабжения в целом и отдельных ее сооружений и агрегатов.

4.7. При определении объема телеизмерений следует рассматривать возможность и целесообразность замены отдельных телеизмерений телесигнализацией предельных значений параметров и их отклонений.

4.8. Телеизмерение с целью сокращения числа каналов связи и приемных приборов следует, как правило, осуществлять по вызову или циклически.

4.9. Измеряемые параметры на телемеханизируемом ПУ следует, как правило, регистрировать в устройствах обработки информации путем периодической регистрации автоматическими регистрирующими устройствами.

При отсутствии средств автоматической обработки информации ее следует регистрировать на ПУ вручную в журналах.

4.10. Примерный объем телемеханического управления, телесигнализации и телеизмерений (соответственно ТУ, ТС, ТИ) следует принимать по табл. 6 (телемеханическое управление и телесигнализация) и табл. 7 (телеизмерения).

Таблица 6

Сооружение или агрегат	Содержание информации	Назначение и объем информации		Примечание
		управление	сигнализация	
Водозаборное сооружение с насосной станцией подъема	АВР насосов	—	1	Общая на группу насосов
	Аварийное состояние	—	1	Общая по сооружению
	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же
	Неисправность вакуум-установки (при ее наличии)	—	1	Общая на установку
	Затопление машинного зала	—	1	Общая на станцию
Насосы	Включить - отключить	—	1	На каждый насосный агрегат
	Управление местное - диспетчерское	—	1	То же
	Режим работы рабочий - резервный	—	1	«
Микро-фильтры и промышленные насосы	Аварийное состояние	—	1	Общая на установку

	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же	
Отстойники	Наличие неисправности	—	1	Общая на отстойник	
Зал фильтров, контактных осветлителей	Аварийное состояние	—	1	Общая по залу	
	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же	
Резервуары разного назначения	Уровни:				
	максимальный	—	1	На резервуар	
	минимальный	—	1	То же	
	промежуточные	—	—	При необходимости	
Насосные станции II и других подъемов	АВР насосов	—	1	На группу насосов	
	Аварийное состояние	—	1	Общая по станции	
	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же	
	Затопление станции	—	1	«	
Насосы	Включить	—	-1	1	На каждый насосный агрегат
	отключить	—	1	То же	
	Режим работы рабочий	—	1	То же	
	резервный	—	1	«	
	Управление местное	—	1	«	
	диспетчерское	—	1	«	
Промывные насосы	Неисправность промывных насосов	—	1	Общая на группу насосов	
Задвижки на напорных линиях	Открыть	—	1	1	На одну задвижку.
	закрыть	—	1	1	То же
	Неисправность	—	1	1	То же
Реагентное хозяйство	Аварийное состояние	—	1	Общая по реагентному хозяйству	

	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же
Насосы подачи раствора реагента	Неисправность	—	1	На группу насосов
Воздуходувные агрегаты	«	—	1	На группу воздуходувных агрегатов
Хлораторная	Аварийное состояние	—	1	Общая по хлораторной
	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же
	Опасная концентрация хлора в воздухе хлораторной	—	1	«
Шламовая насосная станция (перекачка осадка, повторной воды)	Аварийное состояние	—	1	Общая по станции
	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же
	Затопление станции	—	1	«
Площадка сооружений	Включение освещения	1	1	На больших площадках включение освещения может выполняться по группам
РУ 6 и 10 кВ (вводы, секционный выключатель)	Включен отключен	—	—	3 На распределительное устройство
	Аварийное состояние	—	1	Общая на распределительное устройство
	Предупреждение о неисправностях	—	1	То же
Трансформаторная подстанция (вводы, секционный контактор)	Включен отключен	—	—	3 На трансформаторную подстанцию
	Аварийное состояние	—	1	Общая по подстанции

	Предупреждение о неисправностях	—	1	Тоже	
Насосная станция над артезианской скважиной	Включить отключить	—	1	1	На станцию
	Аварийное состояние и предупреждение о неисправностях	—	1	1	Общая по станции
Сетевые задвижки	Открыть закрыть	—	1	—	При необходимости на задвижку
	Открыта закрыта	—	—	1	На задвижку
	Неисправность	—	—	1	Тоже
	Больше меньше	—	1	—	«

Примечание. АВР — автоматическое включение резерва.

Таблица 7

Сооружение или агрегат	Содержание информации	Количество измерений	Примечание
Водохранилище	Уровень	1	—
Насосные станции I, II и других подъемов:	Расход	По количеству водоводов	—
напорные водоводы	Давление	Тоже	—
основные насосные агрегаты	Токи двигателей	По количеству двигателей	Необходимость измерения определяется проектом
резервуары	Уровень	1	На резервуар или группу резервуаров. Необходимость измерения определяется проектом
РУ 6 и 10 кВ	Напряжение на вводах	2	Необходимость измерения определяется проектом

## Устройства телеуправления, телесигнализации, телеизмерения

4.11. При выборе телемеханических устройств необходимо учитывать следующие факторы:

принятый объем телемеханизации и емкость устройства с учетом перспективы расширения;

надежность работы;

однотипность с ранее установленным;

возможность получения в последующем устройства, однотипного с выбранным, при расширении объекта;

быстроту действия;

простоту обслуживания, наладки и ремонта;

требования к питанию;

требования к каналам связи;

промышленное изготовление и комплектность поставки оборудования;

возможность стыковки устройств с датчиками, преобразователями, приемными приборами;

возможность сопряжения с ЭВМ, если предусматривается создание АСУ ТП (см. разд. 5);

возможность сопряжения с микропроцессорными контроллерами, если они применяются для автоматизации объектов на КП;

условия работы (запыленность, влажность, температуру, вибрацию);

технический уровень, соответствие требованиям государственных общесоюзных стандартов и государственной системе приборов;

патентную чистоту;

стоимость.

4.12. При выборе телемеханического устройства, как правило, следует использовать малопроводные многоканальные системы.

4.13. Многопроводные телемеханические или дистанционные системы рекомендуется использовать в тех случаях, когда применение малопроводной многоканальной системы технически и экономически нецелесообразно из-за избыточности ее информационной и аппаратурной емкости.

4.14. Для телемеханизации площадок с сооружениями водоснабжения или отдельных сооружений в качестве одного из вариантов рекомендуется применять микропроцессорные контроллеры.

4.15. При выборе устройств телемеханизации учитывается также стоимость требуемых каналов (линий) связи.

4.16. В одной системе водоснабжения возможно применение разных телемеханических систем, при этом должны быть соблюдены идентичность операций, выполняемых диспетчером, и однотипность отображения информации.

4.17. Возможно объединение в один контролируемый пункт нескольких сооружений. При этом связь между сооружением, на котором устанавливается полукомплект КП устройства телемеханики, и остальными сооружениями данного КП может выполняться по дистанционным схемам или с помощью микропроцессорных контроллеров.

4.18. Для удобства обслуживания устройств телеизмерений разных технологических и электрических параметров целесообразно применять единую систему телеизмерений. Как исключение допускается применять различные системы.

4.19. Датчики и контрольно-измерительные приборы для местного контроля технологических параметров, одновременно используемых и в системах телеизмерений, следует принимать с электрическими выходами сигналов в соответствии с ГОСТ 9895-78 и согласовывать с входами телеизмерений устройств телемеханики.

4.20. Для воспроизведения одноименных технологических параметров с различными пределами измерений допускается использовать один общий приемный прибор, градуированный в процентах.

4.21. Выходные уровни напряжений и токов для нестандартных устройств ТУ, ТС, ТИ, использующих в качестве линии связи каналы телефонной связи, следует принимать в соответствии с нормами технологического проектирования Министерства связи СССР.

### **Пункты управления**

4.22. ПУ систем водоснабжения следует размещать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

4.23. ПУ должен быть расположен по возможности вблизи центра потоков информации, которыми он обменивается с подчиненными ему КП.

4.24. ПУ систем водоснабжения можно располагать в одном здании с ПУ других энергетических систем предприятия или города.

При этом допускается объединение аппаратных и вспомогательных помещений разных ПУ и использование общих телемеханических устройств.

4.25. Размещать ПУ в зонах агрессивных газов, значительной запыленности, значительных шумов, в помещениях с сильной вибрацией не допускается.

4.26. Состав помещений ПУ следует определять в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

4.27. ПУ рекомендуется компоновать в одно- и двухэтажном исполнении. При одноэтажном исполнении аппаратная должна размещаться рядом с диспетчерской, аккумуляторная и другие помещения — рядом или вблизи с аппаратной.

При двухэтажном исполнении аппаратная, как правило, располагается под помещением диспетчерской, аккумуляторная — рядом с аппаратной.

4.28. Диспетчерскую не рекомендуется ориентировать окнами на юг из-за слепящего действия солнечных лучей, ухудшающего наблюдение за сигнальными приборами. При невозможности выполнения этого условия в оконных переплетах следует предусматривать матовые стекла.

4.29. В диспетчерской устанавливаются:

диспетчерский пульт;

диспетчерский щит;

видеотерминальные устройства для отображения информации;

печатающие устройства для регистрации параметров и событий управляемого процесса;

телефонный коммутатор прямой диспетчерской связи и аппараты других видов связи.

4.30. На диспетчерском пульте располагаются ключи и кнопки управления технологическими агрегатами, вызова телеизмерений, коммутации устройств телемеханики, а также приемные приборы телеизмерений и вспомогательные сигнальные приборы контроля технологического процесса и контроля работы устройств телемеханики и линий (каналов) связи.

4.31. На диспетчерском щите располагается мнемосхема с встроенной сигнализацией, отображающая технологическую схему системы водоснабжения.

4.32. Видеотерминальные устройства (дисплеи) устанавливаются на ПУ в тех случаях, когда они входят в состав полукомплекта ПУ устройства телемеханики или когда в составе ПУ имеется вычислительный центр с ЭВМ, комплектуемый видеотерминальными устройствами.

На дисплеи рекомендуется выносить алфавитно-цифровую информацию о значениях технологических параметров, их отклонениях, состоянии оборудования и графическую информацию в виде подробных фрагментов технологических схем с сигнализацией о состоянии элементов этих схем.

С клавиатуры дисплея на экран можно вызывать информацию, хранимую в памяти устройств телемеханики или ЭВМ.

4.33. Мнемонические схемы диспетчерского щита могут быть мимическими (по схеме „темного щита“) и световыми.

4.34. Мимические схемы имеют индивидуальное квитирование сигналов о несоответствии. При квитировании сигнал гаснет, а положение сигнализирующего объекта определяется положением ручки ключа квитирования, который встраивается в мнемосхему.

Мимические схемы применяются для отображения на щите или пульте диспетчера несложных и ненасыщенных технологических схем с редкими оперативными переключениями.

Для отображения информации с помощью мимических схем в диспетчерской обычно достаточно установить щит или пульт.

4.35. Основным видом мнемосхемы является световая, которая обычно выносится на щит, с общим квитированием, выполняемым, как правило, с пульта.

4.36. Световая мнемосхема диспетчерского щита в состоянии покоя не должна светиться.

Символы световой мнемосхемы должны зажигаться при включении диспетчером освещения щита и автоматически при получении любого известительного сигнала.

Автоматическое освещение мнемосхемы щита допускается выполнять по технологическим узлам (сооружениям) или по щиту в целом.

4.37. Для обработки отображаемой на мнемосхеме сигнализации рекомендуется применять микропроцессорные контроллеры, если устройство телемеханики не имеет узлов генерации мигающего света и квитирования сигналов.

4.38. При небольшом количестве приемных аналоговых телеизмерительных приборов, а также при применении для измерений цифровых табло допускается их установка на диспетчерском щите.

4.39. Воспроизведение телеизмерений по вызову должно сопровождаться световыми сигналами, указывающими на мнемосхеме точку, в которой производится измерение.

4.40. При установке в диспетчерской дисплея с подробным отображением отдельных агрегатов, узлов и сооружений мнемосхема может выполняться укрупненной с минимальным количеством основных сигналов, что позволяет резко сократить размеры диспетчерского щита или отказаться от его установки, используя только пульт.

4.41. На диспетчерском пульте кроме телемеханической аппаратуры размещаются телефонный коммутатор диспетчерской связи, аппаратура радиосвязи и отдельные телефонные аппараты.

4.42. Расположение диспетчерского щита и пульта должно обеспечивать диспетчеру хорошее обозрение мнемонической схемы щита.

Расстояние между рабочим местом диспетчера за пультом и щитом из условий обозреваемости должно быть от 3 до 4,5 м, но не более 6 м.

4.43. Расстояние от щитов, шкафов и стоек до стены должно составлять 1 м. Допускаются местные сужения до 0,8 м.

Проходы между двумя рядами щитов, шкафов и стоек должны быть 1,2 м. Допускаются сокращения до 1 м.

Проходы между торцами щитов, шкафов, стоек и стенами должны быть не менее 0,6 м.

Шкафы одностороннего обслуживания допускается ставить вплотную к стене.

### **Электропитание устройств ПУ и КП**

4.44. ПУ по степени надежности электропитания следует относить к потребителям первой категории.

4.45. При наличии на контролируемых пунктах системы водоснабжения технологических агрегатов особой группы электроснабжения, телеуправляемых из ПУ, электроснабжение ПУ осуществляется по той же категории надежности.

4.46. Питанию телемеханических устройств на ПУ и КП следует осуществлять от сети 380/220 В переменного тока или от выпрямительных агрегатов, если этого требуют устройства.

4.47. На ПУ должно быть предусмотрено резервирование электропитания от независимого источника переменного тока 380/220 В и резервирование выпрямительных агрегатов.

4.48. На КП резервирование питания телемеханических устройств, как правило, предусматривать не следует, так как оно предусмотрено на щите переменного тока, от которого эти устройства питаются.

4.49. Для ПУ и КП особой группы электроснабжения следует предусматривать третий источник электроснабжения (аккумуляторную батарею, дизель-генератор и др.).

4.50. Колебания напряжения в сети переменного тока не должны превосходить значений, допустимых для нормальной работы телемеханических устройств.

4.51. Пульсации напряжения после выпрямительных устройств не должны превышать 5 %.

4.52. На стороне выпрямленного тока на диспетчерском пункте необходимо предусматривать контроль изоляции.

4.53. Символы диспетчерского щита и цепи сигнализации на ПУ могут питаться как переменным, так и постоянным током напряжением до 60 В.

### **Заземление телемеханического оборудования**

4.54. Заземление оборудования на ПУ и КП следует выполнять в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), утвержденными Минэнерго СССР.

4.55. Для заземления телемеханического оборудования на ПУ и КП необходимо использовать заземляющую сеть системы электроснабжения и электрооборудования тех сооружений, в которых располагаются ПУ и КП.

4.56. При размещении ПУ в административном или отдельном здании для заземления используются естественные заземлители (металлические конструкции зданий, арматура железобетонных фундаментов, трубопроводы и др.).

### **Каналы связи**

4.57. Для телемеханизации рекомендуется использовать неуплотненные и уплотненные частотными каналами проводные линии связи, линии электропередачи, радиоканалы, радиорелейные линии.

4.58. В качестве каналов телемеханизации для систем водоснабжения, как правило, применяются комплексные кабельные линии, используемые для телефонной связи, пожарной сигнализации и других слаботочных устройств. В этом случае для телемеханизации необходимо выделять требуемое количество пар жил.

Допускается применение кабельных линий только для целей телемеханизации, а в отдельных случаях — также воздушных линий связи.

4.59. Для телемеханизации рекомендуется использовать односторонние (симплексные) и двусторонние (дуплексные) каналы связи.

4.60. По своей конфигурации, в соответствии с характером расположения объектов управления, линии связи могут выполняться радиальными, цепочечными или древовидными.

4.61. Для систем водоснабжения предпочтительнее применять выделенные каналы связи, постоянно включенные между ПУ и КП.

4.62. Линии и каналы связи, используемые для телемеханизации систем водоснабжения, должны удовлетворять требованиям государственных общесоюзных стандартов.

4.63. Исправность линий и каналов связи необходимо постоянно контролировать.

4.64. Каналы связи для телемеханизации, как правило, не требуют резервирования.

4.65. При проектировании комплексной кабельной сети кроме выделяемых для телемеханизации пар жил необходимо предусматривать резерв для возможного расширения системы телемеханизации.

4.66. На контролируемых пунктах следует предусматривать возможность включения соединительных линий телемеханизации в оконечные устройства кабельной сети,



кабельные распределительные шкафы с боксами или телефонные распределительные коробки.

### **Требования к строительной части ПУ**

4.67. Здания, в которых располагаются ПУ, должны иметь степень огнестойкости не ниже II.

4.68. Высота помещения диспетчерской определяется высотой диспетчерского щита, при этом расстояние от верха щита до потолка должно быть не менее 0,7 м (рекомендуется 1—1,5 м).

4.69. Высота помещения аппаратной должна быть не менее 3 м, остальных помещений — в соответствии со строительными нормами и правилами.

4.70. Толщина стен ПУ должна позволять крепить на них электроконструкции.

**Примечание.** Внутри ПУ допускается устройство деревянных оштукатуренных перегородок.

4.71. Помещения ПУ должны быть защищены от проникания в них пыли и газа.

4.72. Уровень шума в диспетчерской в соответствии с требованиями СНиП II-12-77 допускается не более 50 дБ, для чего следует предусматривать звуковую изоляцию диспетчерской от внешних и внутренних шумов.

4.73. Прокладка трубопроводов канализации, газа и воды в помещениях ПУ не допускается.

Помещения ПУ должны быть защищены от возможного протекания воды с верхних этажей.

4.74. Полы и междуэтажные перекрытия ПУ следует рассчитывать на нагрузку не менее 4 кПа (400 кгс/м<sup>2</sup>) и проверять на фактическую нагрузку. К местам установки и транспортирования оборудования необходимо предъявлять аналогичные требования.

4.75. Двери, через которые предусмотрено транспортировать оборудование, должны иметь ширину 1,3 м, высоту — не менее 2,3 м.

4.76. Все двери должны открываться наружу в направлении эвакуации людей.

4.77. Вход в диспетчерскую по возможности должен быть расположен в поле зрения диспетчера, находящегося на своем рабочем месте за пультом.

4.78. Для раскладки кабелей в диспетчерской и аппаратной следует:

при расположении ПУ в нижнем этаже здания предусматривать кабельные каналы глубиной 400-600 мм;

при расположении диспетчерской и аппаратной на верхних этажах предусматривать двойной пол высотой 200—400 мм в чистоте над отметкой черного пола.

Съемные плиты двойного пола должны быть только в местах прокладки кабельных коммуникаций.

При размещении диспетчерской и аппаратной на верхних этажах допускается предусматривать конструкции для кабельных раскладок по потолку нижерасположенного этажа.

4.79. Внутреннюю отделку помещений ПУ следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

4.80. В диспетчерской желательно иметь подвесной потолок, скрывающий его выступающие части (балки, прогоны) и служащий для установки светильников и вентиляции.

### **Требования к освещению ПУ**

4.81. Помещение диспетчерской должно иметь естественное освещение. Устройство световых фонарей в диспетчерской не допускается. В помещениях без постоянного дежурного персонала естественное освещение не обязательно.

4.82. Помещения диспетчерской и аппаратной необходимо обеспечить рабочим, аварийным и ремонтным освещением, прочие помещения ПУ — только рабочим и ремонтным.

4.83. Искусственное освещение диспетчерской должно быть равномерным и отраженным. Поверхность диспетчерского щита должна освещаться без бликов, а

сигналы на щите должны быть хорошо различимы. Освещенность (от общего освещения) поверхности диспетчерского щита должна быть равна 200 лк, за щитом и в проходах — 100 лк в соответствии с требованиями СНиП II-4-79.

4.84. Искусственное освещение аппаратной должно обеспечивать освещенность в проходах между рядами аппаратуры 100 лк (от общего освещения).

4.85. Для искусственного освещения диспетчерской и аппаратной предпочтительнее светильники с люминесцентными лампами.

В диспетчерской светильники должны быть встроены в конструкцию подвесного потолка.

4.86. Освещение аккумуляторной следует выполнять в соответствии с требованиями ПУЭ.

4.87. В помещениях мастерской и лаборатории освещенность на рабочих местах (от комбинированного освещения) должна составлять 1000 лк при люминесцентном освещении и 500 лк при освещении лампами накаливания в соответствии с требованиями СНиП 1М-79.

4.88. Для ремонтного освещения рекомендуется использовать переносные электролампы на напряжение 12—42 В.

### **Требования к вентиляции ПУ**

4.89. В диспетчерских помещениях при объеме на одного человека свыше 40 м<sup>3</sup> и при наличии оков используется естественная вентиляция в соответствии с требованиями СП 245-71.

При необходимости и для условий тропического климата применяется кондиционирование воздуха.

4.90. Вентиляция помещений аппаратной рассчитывается с учетом тепловых потерь от установленного оборудования.

4.91. ПУ должны быть оборудованы пожарной сигнализацией.

## **5. АСУ ТП ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

### **5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

АСУ ТП представляют собой высший этап автоматизации водопроводных сооружений и призваны обеспечивать оптимальное ведение технологических процессов водоснабжения.

В технологическом процессе водоснабжения можно выделить два подпроцесса — подъем и обработку воды, подачу и распределение воды. В соответствии с этим под АСУ ТП водоснабжения следует понимать комплекс систем, состоящий из:

АСУ ТП подъема и обработки воды (АСУ ТП ПОВ), осуществляющей управление насосными станциями I подъема и водоочистными сооружениями (фильтровальными станциями, отстойниками, дозированием химических реагентов и др.);

АСУ ТП подачи и распределения воды (АСУ ТП ПРВ), охватывающей резервуары чистой воды, насосные станции II и последующих подъемов, водопроводные сети.

АСУ ТП ПРВ создаются на водопроводах с поверхностными и подземными водоисточниками, АСУ ТП ПОВ — на крупных водоочистных станциях с поверхностными водоисточниками.

Целью управления при функционировании АСУ ТП водоснабжения является обеспечение надежного водоснабжения населения и промышленности города с минимальными эксплуатационными затратами.

Переменная часть эксплуатационных затрат, зависящая от режима работы сооружений, включает расход электроэнергии на насосных станциях, утечки и нерациональные расходы воды, расход химических реагентов.

Известно, что в городских водопроводах имеется значительный перерасход электроэнергии (до 10-15 %), обусловленный избыточными напорами воды,

нерациональным распределением нагрузки между насосными станциями, а также работой насосных агрегатов при пониженных значениях КПД.

Водопотребление в жилых зданиях существенно зависит от напоров воды. Поскольку в централизованных системах подачи и распределения воды напор водоисточника (насосной станции или резервуара) выбирается из условия обеспечения требуемых давлений в конечной или наиболее высоко расположенной точке сети (диктующей точке), в большинстве районов сети имеются избыточные напоры. Часть избыточных напоров является неизбежной, так как зависит от конструкции сети, и необходима для подачи воды в более удаленные точки сети, другая часть зависит от режима работы системы. Избыточные напоры в сети вызывают повышенный расход воды.

При оптимизации режимов работы водопроводов необходимо минимизировать не только потребление электроэнергии и потери воды, но также и недоотпуск воды вследствие недостаточных напоров в диктующих точках сети.

Поэтому в качестве критерия оптимальности  $I$  следует рассматривать составную функцию

$$I = I_1 + I_2 + I_3,$$

где  $I_1$  — потери воды и перерасход электроэнергии, вызванные избыточными напорами в сети;

$I_2$  — штраф за недоотпуск воды потребителям при недостаточных напорах в ряде точек сети;

$I_3$  — затраты на управление (повышенный расход электроэнергии при переключениях насосов, потери энергии при дросселировании напора задвижками и др.).

На водоочистных станциях отмечается перерасход химических реагентов (на 20-30 %).

При внедрении АСУ ТП с помощью ЭВМ, телемеханической и другой аппаратуры осуществляются сбор информации о напорах в диктующих точках водопроводной сети и параметрах работы насосных станций (подаче, напоре, расходе электроэнергии, значениях уровня воды в резервуарах) и контроль за расходом реагентов и работой фильтров, производится анализ этой информации и выполняются расчеты по определению оптимальных условий эксплуатации.

АСУ ТП водоснабжения представляет собой систему, в которой человек (диспетчер) с помощью различных технических средств осуществляет управление, используя рекомендации по оптимальному ведению технологического процесса водоснабжения, а ЭВМ производит первичную обработку информации, необходимые расчеты и выполняет функции „советчика" диспетчера.

Участие человека в управлении необходимо из-за сложности систем водоснабжения, наличия ряда неформализованных факторов, влияющих на принятие решений, а также из-за отсутствия ряда автоматических регуляторов и других устройств, необходимых для комплексной автоматизации сооружений. Включение человека в контур управления требует использования специальных технических средств отображения информации и ввода команд управления (мнемошитов, дисплеев, диспетчерских пультов и др.).

Таким образом, АСУ ТП водоснабжения является системой информационно-советующего типа. Для отдельных локальных технологических процессов рекомендуется осуществлять автоматическое управление без участия человека (управление группой насосов, работающих на резервуар, управление артезианскими скважинами, дозирование химических реагентов, управление (фильтрами и др.). В таких случаях автоматическое управление осуществляется по определенной, заранее разработанной программе.

Управление процессами подъема, очистки, подачи и распределения воды производится в условиях функционирования АСУ ТП по принципу «оптимизации прогноза». Это означает, что ЭВМ производит расчет прогнозируемого оптимального режима работы сооружений на предстоящий период (обычно на 24 ч), а затем оперативно контролирует напоры в сети, корректируя при необходимости расчетный

режим. Таким образом может осуществляться управление в нормальных условиях эксплуатации.

Однако на водопроводах нередки аварийные ситуации, связанные с разрывом труб или выходом из строя насосных агрегатов, необходимостью подачи больших количеств воды при тушении пожаров и т.п. В таких случаях диспетчер должен с помощью ЭВМ выбрать наиболее эффективный вариант действия по локализации аварий, т.е. определить, какие задвижки должны быть переключены и какие напоры должны развивать насосные станции для обеспечения водой в создавшихся условиях наибольшего числа потребителей.

АСУ ТП водоснабжения включает в свой состав устройства локальной автоматики, системы централизованного сбора информации о технологических параметрах и состоянии оборудования, средства вычислительной техники и аппаратуру диспетчеризации. Поэтому АСУ ТП можно рассматривать как дальнейший этап развития автоматизации водоснабжения.

Основной характерной чертой АСУ ТП водоснабжения, отличающей ее от системы диспетчерского управления, является использование вычислительной техники для расчетов оптимальных режимов работы водопроводных сооружений.

При проектировании АСУ ТП водоснабжения необходимо разработать:

- организационную структуру диспетчерского управления;
- функциональную структуру, т.е. состав автоматизируемых функций управления и алгоритмы решения задач;
- программное обеспечение, т.е. программы выполнения на ЭВМ расчетов по задачам АСУ ТП;
- техническое обеспечение, т.е. комплекс технических средств, необходимых для реализации функций АСУ ТП. Проект должен включать также расчет экономической эффективности создаваемой АСУ ТП.

## **5.2. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

В условиях АСУ ТП требуется перестройка организационной структуры диспетчерского управления, которая учитывала бы технологическую взаимосвязь объектов водоснабжения, их территориальное расположение, технические возможности современных систем сбора и передачи информации.

В условиях функционирования АСУ ТП водоснабжения, как правило, должна создаваться одноступенчатая диспетчерская служба, но допускается двух- и трехступенчатая организационная структура оперативного управления.

Верхней иерархической ступенью оперативного управления является центральный пункт управления (ЦПУ) или центральный диспетчерский пункт (ЦДП). Следующие ступени управления — пункт управления (ПУ) или местный диспетчерский пункт (МДП) и операторский пункт (ОП).

В условиях АСУ ТП в составе диспетчерской службы необходимо создавать специализированное подразделение — отдел АСУ. Помимо решения задач оперативного управления режимом работы сооружений диспетчерская служба должна также руководить работами по текущей эксплуатации водопроводных сетей, насосных станций подкачки, водоводов. Эти функции выполняет диспетчерский пункт распределительных сетей, который функционально подчинен диспетчеру ЦДП.

ЦДП предназначается для контроля и оперативного управления ходом выполнения плановых заданий всей системы водоснабжения (включая станции и распределительные сети), сбора и предварительной обработки информации о ходе технологических процессов с фиксацией отклонений фактического выполнения заданий от плановых показателей. При этом обеспечивается координация работы всех сооружений водопровода, участвующих в технологическом процессе.

Главному диспетчеру ЦДП функционально подчинены диспетчеры местных диспетчерских, операторы ОП и начальник отдела АСУ.

МДП предназначается для осуществления непрерывного контроля работы и управления технологическим процессом на группе водопроводных сооружений

(водопроводной станции, кусте артезианских скважин и др.), сбора и предварительной обработки информации о состоянии технологического процесса с фиксацией отклонений выполнения заданий от плановых показателей. Решение указанных задач возложено на диспетчера МДП.

Непосредственным административным руководителем диспетчера МДП является начальник указанной группы сооружений.

Функционально диспетчер МДП подчиняется главному диспетчеру водопровода.

Диспетчеру МДП водопроводной станции функционально подчинены оператор ОП станции I подъема, оператор очистных сооружений, оператор насосной станции II подъема, эксплуатационный персонал реагентного хозяйства, оператор котельных установок, дежурный электрик, дежурные лаборанты цеховой химической лаборатории.

Диспетчер МДП следит за ходом технологического процесса обработки воды, осуществляет связь с ЦДП и управляющим вычислительным комплексом для решения задач оптимального управления технологическим процессом и руководит работой ОП.

ОП предназначены для управления отдельными сооружениями и оборудованием, участвующими в технологическом процессе. ОП — нижняя ступень системы сбора и передачи производственно-технологической информации и управления объектом. На ОП решаются задачи поддержания заданного технологического режима, устранения отклонений и нарушений производственного процесса и ликвидации аварийных ситуаций.

ОП оснащается приборами контроля, аппаратурой дистанционного управления и сигнализации, средствами связи. Информация на ОП поступает от датчиков, установленных на водопроводных сооружениях, от блок-контактов пусковой электроаппаратуры насосов, задвижек и др. и воспроизводится на мнемосхеме и щитах контроля. Непосредственным административным руководителем оператора ОП является начальник указанного объекта. Функционально оператор подчинен диспетчеру МДП.

Отдел АСУ включает информационно-вычислительный центр (ИВЦ) и службы технической эксплуатации телемеханики и средств связи.

ИВЦ состоит из группы обслуживания ЭВМ и группы сопровождения задач, решаемых на ЭВМ.

В зависимости от состава комплекса технических средств АСУ ТП и количества решаемых задач численность подразделений отдела АСУ может быть различной.

Диспетчерский пункт распределительных сетей (ДПРС) предназначен для оперативного управления технической эксплуатацией водопроводных сетей, насосных станций подкачки, работами по ремонту, включению и отключению трубопроводов, ликвидации аварий.

Диспетчеру функционально подчинены дежурная бригада по ремонту и эксплуатации станций подкачки, дежурные бригады по эксплуатации и ремонту водопроводов и водопроводных сетей.

В крупных городах создается двухуровневый ДПРС, в состав которого могут быть включены подчиненные диспетчерские пункты отдельных участков водопроводной сети (ДПУВС).

### **5.3. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА**

Основными функциями АСУ ТП являются:

#### *5.3.1. Централизованный контроль состояния технологического объекта управления (ТОУ)*

В подсистеме ПОВ эта функция реализуется 3-4 раза в 1 ч следующим комплексом задач:

- а) периодический контроль значений технологических параметров: качества исходной воды; качества воды на очистных сооружениях; расхода воды через очистные сооружения;

- расхода воды на собственные нужды;
- расхода электроэнергии станций I подъема;
- состояния насосных агрегатов станции I подъема
- работы фильтров;
- б) периодическое измерение технических параметров и показателей состояния оборудования;
- в) оперативное отображение значений технологических параметров (по вызову);
- г) обнаружение, оперативное отображение и сигнализация отклонений значений технологических параметров от установленных пределов;
- д) обнаружение, оперативное отображение и сигнализация изменения показателей состояния оборудования;
- е) обнаружение, оперативное отображение и сигнализация об аварийных состояниях (при возникновении аварии);
- ж) периодическая регистрация значения технологических параметров и состояния оборудования;
- з) периодическая регистрация (отклонений значений технологических параметров;
- и) оперативное отображение и регистрация результатов математических и логических операций;
- к) ручной ввод информации.

В подсистеме ПРВ эта функция реализуется тем же комплексом задач, но для других значений технологических параметров:

- подачи воды по водоводам;
- подачи воды по станциям;
- напора на выходе станции;
- уровня воды в резервуарах;
- расхода электроэнергии станции;
- состояния насосных агрегатов станции;
- давления в контрольных точках сети.

### *5.3.2. Оперативный учет*

В подсистеме ПОВ эта функция реализуется один раз в смену решением задач учета следующих параметров:

- расхода реагентов;
- подачи воды очистными сооружениями;
- расхода воды на собственные нужды;
- расхода электроэнергии станций I подъема;
- времени работы оборудования.

Эти задачи решаются для каждой технологической линии обработки воды и для станции в целом.

В подсистеме ПРВ эта функция реализуется один раз в смену решением задач учета следующих параметров:

- подачи воды по водоводам, станциям и по сети в целом;
- запаса воды в резервуарах;
- расхода электроэнергии по водопроводным сооружениям;
- времени работы оборудования.

### *5.3.3. Расчет технико-экономических показателей*

В подсистеме ПОВ эта функция реализуется один раз в сутки решением задач расчета следующих показателей:

технологической себестоимости по каждой технологической линии и по станции в целом;

- фактической расхода электроэнергии на станции I подъема;
- фактического расхода реагентов;
- удельного расхода реагентов;
- фактической подачи воды;

удельного расхода электроэнергии на собственные нужды;  
удельного расхода воды на собственные нужды.

В подсистеме ПРВ эта функция реализуется решением задачи «Расчет фактического удельного расхода электроэнергии по станциям» (один раз в сутки).

#### *5.3.4. Диагностика технологического процесса*

В подсистеме ПРВ эта функция реализуется решением задач анализа следующих отклонений от заданных условий:

фактических напоров в диктующих точках (задача решается при возникновении отклонений);

фактических расходов электроэнергии (задача решается один раз в сутки).

#### *5.3.5. Прогнозирование хода технологического процесса*

В подсистеме ПОВ эта функция реализуется один раз в сутки решением задач расчета:

графика работы насосной станции I подъема;  
распределения воды по технологическим линиям;  
оптимальных доз реагентов;  
графика вывода фильтров на промывку.

В подсистеме ПРВ эта функция реализуется один раз в сутки решением задач расчета:

прогнозируемого графика подачи воды станциями II подъема;  
требуемых напоров станций II подъема;  
оптимального графика работы насосных агрегатов статей II подъема;  
графика заполнения и срабатывания резервуаров;  
оптимальных графиков работы групп артезианских скважин;  
оптимальных режимов работы систем дальнего транспортирования воды;  
распределения воды между основными пользователями общего водосточника группового водопровода.

#### *5.3.6. Определение рационального режима технологического процесса*

В подсистеме ПОВ эта функция реализуется один раз в 1 ч решением задач коррекции:

режима работы станции I подъема;  
распределения воды по технологическим линиям.

В подсистеме ПРВ эта функция реализуется решением задач расчета коррекции:  
режима работы станции II подъема (задача решается по инициативному сигналу);  
режима заполнения и срабатывания резервуаров (задача решается один раз в 1 ч).

На первых этапах создания АСУ ТП расчет оптимальных режимов работы насосных станций предусматривается производить для нормальных условий эксплуатации. В дальнейшем состав задач АСУ ТП водоснабжения должен также включать расчет режимов работы насосных станций и водопроводных сетей в аварийных ситуациях (при отключении отдельных участков водоводов или сети, отключении некоторых насосов и т.д.).

### **5.4. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Для АСУ ТП ПОВ и АСУ ТП ПРВ сбор и обработка информации предусматриваются следующим образом:

измерение, контроль и учет текущих значений параметров — путем циклического опроса датчиков с последующей фильтрацией полученных показаний (для устранения резких случайных выбросов), сравнением сигнала, полученного после фильтрации, с границами допуска и выдачей сигнала диспетчеру в случае выхода показаний за допустимые пределы;

измерение, контроль и учет интегральных значений параметров — путем запоминания количества импульсов с выходов счетчиков и накопления их в интегрирующих устройствах телемеханики;

решение задач контроля и учета параметров, полученных с помощью телесигнализации, — методом логического анализа.

В задачах оперативного учета и расчета технико-экономических показателей используется метод прямого счета.

Критерием при решении задач оптимизации работы станций I подъема и очистных сооружений является технологическая себестоимость воды, поданной потребителям.

Задача расчета графика работы насосной станции I подъема, работающей на резервуар, решается методами нелинейного программирования. Для упрощения решения ее можно свести к задаче, решаемой методом прямого счета при выполнении следующих условий: на участке нарастания водопотребления в момент равенства подачи и потребления воды объем ее в резервуаре должен быть максимальным; на участке спада водопотребления в момент равенства подачи и потребления воды объем воды в резервуаре должен быть минимальным. Исходя из этих условий определяются моменты включения дополнительных насосных агрегатов.

Задача распределения воды по технологическим линиям заключается в определении подачи воды каждой линией так, чтобы минимизировать общую технологическую себестоимость обработки воды на станции при заданной общей подаче воды станцией и заданных технологических ограничениях на пропускную способность линии. Эта задача решается методом проекции градиента. Исходные данные получаются из решений задачи расчета оптимальных доз реагентов при различных величинах подачи воды.

Расчет оптимальных доз реагентов заключается в нахождении доз реагентов, обеспечивающих минимальное значение технологической себестоимости обработки воды при условиях, которые определяют связь между входами технологических звеньев, и учете технологических ограничений на производительность сооружений и качество обработанной воды. Задача решается методом линейного программирования. Для корректировки модели применен релаксационный алгоритм идентификации (алгоритм Качмажа).

Расчет оптимального режима работы фильтров заключается в определении подачи воды каждым фильтром так, чтобы суммарный расход воды на нужды станции за заданное время был минимальным при заданных технологических ограничениях и общей подаче воды станцией. Задача решается методом проекции градиента. Расчет производится по математическим моделям фильтров. Коэффициенты моделей корректируются с помощью алгоритма Качмажа.

Решение задачи прогнозирования суточного графика водопотреблений в различных проектах ЛСУ ТП может осуществляться несколькими методами: построением моделей авторегрессии или проинтегрированного скользящего среднего, методом „предельных циклов" и др.

Для расчета оптимальных режимов работы насосных станций используются математические модели, связывающие напор и подачу насосных станций и давления в диктующих точках сети. Такие модули имеют вид полиномов, коэффициенты которых определяют на основе статистической обработки данных о параметрах работы системы за прошедшие две-три недели.

Для расчета оптимальных режимов работы систем с несколькими насосными станциями могут быть использованы методы линейного программирования.

Задача оптимального управления группами артезианских скважин (колодцев) предусматривает расчет для каждого часа суток необходимого числа работающих артезианских скважин с учетом их экономичности, длительности работы и уровня воды в скважинах. При увеличении водопотребления предусматривается включение наиболее экономичных скважин, а при уменьшении — отключение наименее экономичных. Задача решается методом логического анализа.



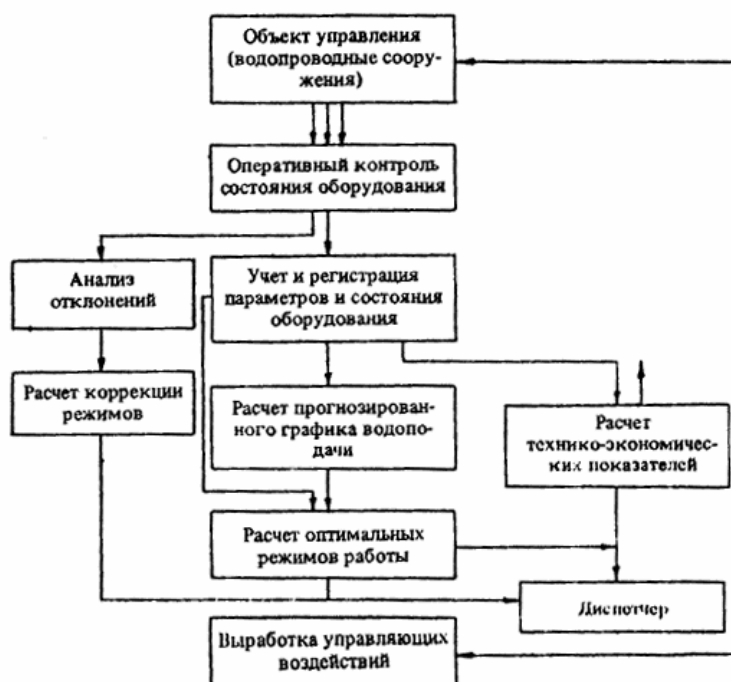
Взаимосвязь задач АСУ ТП, последовательность, периодичность и обусловленность их решения определяются общим алгоритмом функционирования, который отражает принятую стратегию оперативного управления.

Задачи централизованного контроля должны решаться круглосуточно-непрерывно. Учетные задачи, как правило, решаются ежечасно, тогда как расчет технико-экономических показателей должен проводиться один раз в смену или один раз в сутки.

Оперативное планирование режимов производится один раз в сутки, а также при резком изменении водопотребления или условий работы водопровода. Задачи коррекции режимов решаются по мере возникновения необходимости изменения расчетного плана работы сооружений.

Управление сооружениями производится в соответствии с расчетным оперативным планом-графиком оптимального режима или в результате решения задач коррекции режима.

На блок-схеме общего алгоритма функционирования АСУ ТП водоснабжения показана взаимосвязь задач.



#### 5.4.1. Задачи централизованного оперативного контроля

Комплекс этих задач предусматривает непрерывный контроль технологических параметров и состояния оборудования на насосных станциях, водоочистных сооружениях и на водопроводной сети с помощью датчиков и телемеханической аппаратуры или других средств сбора и передачи информации.

Алгоритмы решения задач достаточно просты и во многом зависят от характеристик используемых технических средств передачи данных. Общей чертой этих алгоритмов являются использование операций усреднения, линеаризации или интегрирования измеряемых величин, сравнение контролируемых параметров с предельно допустимыми значениями и т.д.

#### 5.4.2. Задачи оперативного учета

Оперативный учет контролируемых параметров осуществляется путем их регистрации с заданной периодичностью, формирования в виде массивов данных, хранимых в памяти ЭВМ, и выдачи диспетчеру выходных документов, содержащих учитываемые данные в часовом, сменном и суточном разрезах.

#### *5.4.3. Задачи расчета и анализа основных технико-экономических показателей*

В объеме этих задач предусматриваются ежесменный и ежесуточный расчеты следующих технико-экономических показателей эксплуатации по насосным станциям:

- фактических значений удельных расходов электроэнергии;
- фактических значений удельных расходов химических реагентов;
- водоподачи отдельными насосными станциями;
- процента расхода воды на собственные нужды;
- фактических значений технологической себестоимости воды по насосным станциям и водопроводу в целом

Анализ технико-экономических показателей производится сравнением фактических значений с планируемыми. Результаты расчетов регистрируются, индицируются и представляются в виде сменных и суточных рапортов дежурному диспетчеру.

#### *5.4.4. Алгоритм управления подземными водоисточниками*

Управление подземными водоисточниками (артезианскими скважинами, шахтными колодцами, лучевыми водозаборами и др.) имеет ряд особенностей и должно учитывать следующие факторы:

- эксплуатационные особенности скважин (колодцев);
- гидравлические условия скважин (колодцев) и аспекты совместной работы группы скважин (колодцев);
- экономические показатели скважин (колодцев).

Эксплуатационные особенности накладывают ряд ограничений на работу скважин (колодцев). Необходимо избегать частых „рывков“, т.е. включений и выключений скважин, так как это может привести к сыпке песка (пескованию скважин). Во многих случаях пуск скважин связан с необходимостью кратковременного выпуска воды с примесью песка. Скважины необходимо периодически останавливать для профилактического осмотра или ремонта насоса.

Во избежание перегрузок сборного водовода и энергетических линий необходимо осуществлять пуск нескольких скважин постепенно через определенные временные интервалы (например, через 10 мин). Скважины, работающие на специальных потребителей, отключать нельзя. В шахтных колодцах, имеющих два насоса, целесообразно, чтобы один насос постоянно находился в работе, а второй включался и отключался по мере необходимости.

Необходимо обеспечить контроль уровня воды в скважинах и не допускать его снижения ниже предельно допустимого значения.

Алгоритмы управления артезианскими скважинами предусматривают разделение их на три группы:

- первая (группа А) — скважины, работающие в настоящий момент;
- вторая (группа В) — скважины, находящиеся в резерве;
- третья (группа С) — скважины, находящиеся в простое (готовые к работе).

Массивы номеров скважин упорядочиваются в памяти ЭВМ по величине удельного расхода электроэнергии. При необходимости уменьшения подачи воды от водозабора необходимо исключить из массива А скважину, имеющую наибольший удельный расход электроэнергии. Номер этой скважины следует перенести из массива А в массив С. Обратные действия следует производить при необходимости увеличения подачи воды. Одновременно необходимо контролировать продолжительность работы каждой скважины с целью своевременного проведения профилактического осмотра или ремонта. При этом номер выведенной из работы скважины следует перевести из массива А в массив В.

#### *5.4.5. Координированное управление несколькими водоисточниками групповой системы водоснабжения*

В последние годы все большее распространение получают групповые системы водоснабжения, обеспечивающие водой несколько городов, поселков, предприятий,

рассредоточенных на значительной территории. Обычно в таких системах водоснабжения используются один общий источник (водозабор) и несколько местных источников. Управление такими водоисточниками представляет сложную проблему.

В задачи оперативного управления здесь входят помимо стабилизации давлений в диктующих точках каждой водопроводной сети также координация работы водоисточников, распределение воды общего водоисточника между населенными пунктами, оптимизация режимов работы сооружений центрального и локальных водоисточников и др. Общий алгоритм функционирования системы оперативного оптимального управления включает следующие расчеты:

- прогнозирование почасовой и суточной потребностей в воде населенных пунктов, питаемых групповой системой водоснабжения;

- определение максимально возможной суточной подачи воды общего и локальных водоисточников;

- определение потребностей в воде от общего водоисточника каждого населенного пункта;

- распределение подачи воды от общего водоисточника к каждому населенному пункту;

- определение оптимальных условий работы сооружений общего водоисточника;

- определение оптимальных режимов сооружений локальных водоисточников;

- контроль и регистрацию параметров работы сооружений водоисточников и водопроводных сетей населенных пунктов;

- расчет и анализ технико-экономических показателей работы групповой системы водоснабжения в целом и сооружений общего и локальных водоисточников.

Наиболее сложным является координированное управление общим и местными водоисточниками. При этом целесообразно в общем случае принять общий водоисточник в качестве базового и покрывать пики водопотребления за счет местных источников. Однако в ряде конкретных случаев может оказаться необходимым принять в качестве базовых некоторые местные водоисточники.

В отдельных случаях (например, в периоды летнего водопотребления) производительность водоисточников может оказаться недостаточной для удовлетворения потребности в воде всех потребителей групповой системы водоснабжения. Для этого используется алгоритм распределения воды общего водоисточника между всеми потребителями (городами, населенными пунктами, предприятиями и др.) пропорционально их потребности и с учетом приоритетов.

#### *5.4.6. Оперативное управление системами подачи распределения воды*

Структура системы подачи и распределения воды зависит от планировки города, месторасположения водоисточников, рельефа местности и других факторов. Несмотря на разнообразие схем водопроводных сетей городов, можно выделить ряд типовых элементов, из которых складывается структура большинства систем подачи и распределения воды:

- а) насосная станция питает изолированную зону;

- б) несколько насосных станций питают общую зону;

- в) насосная станция подает воду в сеть и резервуар;

- г) насосная станция питает сеть и несколько резервуаров;

- д) насосная станция питает сеть, резервуар и насосную станцию следующей зоны.

Алгоритм расчета оптимального режима работы каждой конкретной системы подачи и распределения воды имеет индивидуальный характер и строится на сочетании алгоритмов управления типовыми элементами, входящими в состав данного водопровода.

Наиболее сложными и важными являются задачи оперативного планирования оптимальных режимов. Трудность таких расчетов связана с необходимостью построения математических моделей системы подачи и распределения воды и прогнозирования колебаний водопотребления на предстоящий период.

Анализ задач оперативного управления показал, что для расчета оптимальных режимов работы насосных станций в большинстве случаев нецелесообразно производить гидравлический расчет водопроводных сетей и использовать принятые при проектировании традиционные модели потокораспределения — расчетные схемы сетей. Это объясняется трудностью получения данных о фактических и требуемых значениях узловых расходов для каждого часа предстоящих суток, а также чрезмерно большими для оперативного управления затратами машинного времени на проведение расчетов даже при использовании мощных современных ЭВМ.

Гидравлический расчет следует производить при анализе нагруженности различных магистралей водопроводной сети, при поиске наиболее выгодных вариантов развития сетей, перераспределения водопотоков при использовании управляемых задвижек или поворотных затворов на магистралях, а также при анализе аварийных ситуаций на сети и поиске вариантов локализации аварий или минимизации недоотпуска воды при отключении аварийных участков и др.

Для выбора оптимальных режимов работы насосных станций требуются только данные о напорах на насосных станциях и в диктующих точках сети. В то же время основная часть информации, получаемой при гидравлическом расчете (о потерях напора и расходах по участкам), при этом не используется и является избыточной.

В связи с этим для расчета оптимальных режимов работы насосных станций рекомендуется использовать обобщенные математические модели, выражающие взаимосвязь напора  $H_{н.см}$  и подачи  $Q_{н.см}$  воды насосной станции с давлением в диктующей точке сети  $H_{д.м}$ :

$$H_{н.см} = H_{д.м} + a + b Q_{н.см} + c Q_{н.см}^2,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — коэффициенты, полученные в результате статистической обработки данных о параметрах работы насосных станций и водопроводной сети.

В ряде случаев характеристика сети достаточно хорошо описывается простой линейной моделью:

$$H_{н.см} = H_{д.м} + a + b Q_{н.см}.$$

Использование математических моделей указанного вида существенно облегчает расчет оптимальных режимов насосных станций при достаточной для практических целей точности решения. В целях повышения точности целесообразно производить периодическое уточнение моделей, т.е. программа расчета должна включать блок идентификации параметров модели.

Важной особенностью оперативного планирования является необходимость учета колебаний водопотребления в течение предстоящих суток. Водопотребление носит случайный характер, поэтому при планировании режимов необходимо осуществлять расчет по прогнозированию этого процесса на основе данных о подаче воды насосными станциями за прошедший период.

Оперативное планирование режимов работы насосной станции рекомендуется осуществлять путем декомпозиции этой задачи на ряд последовательно решаемых подзадач. При этом планируемый период разделяется на отрезки времени, в течение которых водопотребление принимается неизвестным и непрерывный график водопотребления заменяется дискретным (например, почасовым).

Оперативное планирование производится в такой последовательности:

расчет прогнозируемого почасового графика водопотребления на предстоящие сутки;

расчет оптимальных параметров работы насосных станций (подачи, напора) для каждого часа предстоящих суток;

выбор оптимального состава работающих насосов для каждого часа суток.

В настоящее время разработаны алгоритмы и программы решения задач прогнозирования, выбора оптимального состава насосов, а также расчета оптимальных параметров работы насосных станций для ряда характерных структур систем подачи и

распределения воды, сетей с одной или несколькими насосными станциями, сетей с насосными станциями и резервуарами, сетей с резервуарами и др.

В некоторых алгоритмах предусматривается одновременное решение задач расчета оптимальных параметров работы насосных станций и выбора оптимального состава работающих насосов.

## **5.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АСУ ТП**

Эффективность системы управления во многом зависит от рационального выбора комплекса технических средств (КТС), позволяющего своевременно получать и обрабатывать информацию в АСУ ТП и обеспечивать выполнение задач технологического управления.

Выбор технических средств должен производиться с учетом совместимости технических средств, модульности, надежности, максимальной эффективности и системного подхода.

Решение задач управления в АСУ ТП характеризуется интеграцией управления технологическим оборудованием и оперативно-производственного управления в единую систему при наличии тесного логического и информационного взаимодействия между ними. В соответствии с этим выбор КТС определяется функциональной структурой АСУ ТП, организационной структурой управления и информационной структурой, устанавливающей содержание и последовательность этапов обработки информации в системе.

КТС АСУ ТП должен выполнять следующие функции: связь с объектом и сбор информации, передачу информации, связь с оператором и отображение информации, обработку информации в соответствии с принятыми алгоритмами, накопление и хранение информации.

В соответствии с изложенным КТС АСУ ТП водоснабжения должен включать следующие основные виды аппаратуры: датчики, исполнительные механизмы, аппаратуру регулирования, средства связи и аппаратуру телемеханики, ЭВМ, диспетчерское оборудование.

Основой для получения первичной информации и технологических параметров процесса подачи, обработки и распределения воды являются датчики: расходомеры, манометры, уровнемеры, измерители и сигнализаторы динамического уровня воды в скважинах, измерители тока или потребляемой электроэнергии, качественных параметров воды и др.

В число исполнительных механизмов входят станции автоматического управления насосными агрегатами, электроприводы задвижек и поворотных затворов, механизмы управления электрооборудованием насосных станций, дозаторы химических реагентов. Некоторые виды исполнительных механизмов (например, герметичные, взрывобезопасные электроприводы для управления задвижками или затворами, установленными в затапливаемых или загазованных камерах на сети) пока еще не изготавливаются, и это затрудняет автоматизацию водоснабжения. В АСУ ТП необходимо предусматривать применение на насосных станциях аппаратуры регулирования частоты вращения насосов (асинхронно-вентильных установок, частотных преобразователей, индукторных муфт скольжения и др.).

Так как городские водопроводные сооружения (насосные станции, резервуары, водоводы и распределительная сеть) рассредоточены на значительной территории, необходимой частью управления являются средства связи, с помощью которых осуществляется передача информации от сооружений в диспетчерские пункты и в обратном направлении. Для этих целей используются телемеханические комплексы, аппаратура управления и передачи информации.

Для передачи и первичной обработки информации рекомендуется также использовать микропроцессорные устройства, связанные между собой с помощью модемов и линий связи.

В качестве каналов связи используются, как правило, выделенные линии связи городской телефонной сети или радиоканалы. Ввиду трудности обеспечения такими

каналами связи в условиях современных крупных городов целесообразно использовать для этих целей коммутируемые линии связи городской телефонной сети и соответствующую аппаратуру автоматического вызова и контроля передачи информации.

Для обработки поступающей информации и расчета оптимальных режимов работы водопроводных сооружений в АСУ ТП рекомендуется использовать мини- и микро-ЭВМ и построенные на их базе управляющие вычислительные комплексы.

Современные тенденции развития технических средств контроля и управления предусматривают ориентацию на использование программируемых микропроцессорных устройств, позволяющих совмещать функции первичной обработки, контроля и регистрации информации (ведение рабочих журналов эксплуатации) с функциями расчета режимов работы и технико-экономических показателей, а также с управлением по заданной программе.

Диспетчерское оборудование должно включать средства отображения и регистрации информации, аварийной связи с сооружениями и т.п. (дисплейные модули, диспетчерские щиты, мнемосхему водопроводной сети, электроуправляемые пишущие машинки, средства телефонной и радиосвязи).

## 5.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АСУ ТП ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Внедрение АСУ ТП водоснабжения позволяет значительно улучшить водоснабжение городов, получить экономию электроэнергии на подъем и транспортирование воды, снизить потери воды и уменьшить число аварий, сократить численность обслуживающего персонала.

Вместе с тем создание АСУ ТП связано с большими затратами на проектирование системы, приобретение и монтаж средств вычислительной техники, телемеханики, автоматики и контрольно-измерительной аппаратуры. При планировании работ по созданию АСУ ТП водоснабжения и анализе их работы необходимо правильно оценить показатели экономической эффективности АСУ ТП водоснабжения и определить пути их повышения.

Изложенные ниже методы позволяют оценить экономическую эффективность АСУ ТП, а также систем диспетчерского управления водоснабжением.

Внедрение АСУ ТП и систем диспетчерского управления водоснабжением позволяет получить экономию в сфере управления за счет частичного или полного высвобождения производственного персонала автоматизированных водопроводных сооружений.

Величину этой экономии  $\Delta\Delta_{\text{ч}}$ , руб., рекомендуется определять по формуле

$$\Delta\Delta_{\text{ч}} = \Delta\text{ч} \Phi_{\text{н.н}} / \text{ч}_{\text{н.н}}$$

где  $\Delta\text{ч}$  — число высвобожденных работников, чел.;

$\Phi_{\text{н.н}}$ ,  $\text{ч}_{\text{н.н}}$  — соответственно фонд зарплаты, руб., и численность производственного персонала, чел.

Экономия в сфере производства достигается за счет автоматизации, телемеханизации сооружений, а также решения задач контроля, оперативного оптимального планирования, управления оборудованием и анализа режимов работы сооружений.

Рассмотрим вначале факторы, влияющие на производственные затраты. К их числу относятся:

расход электроэнергии на подъем и транспортирование воды;

расход химических реагентов на обработку воды;

стоимость аварийно-восстановительных работ вследствие сокращения числа аварий.

Уменьшение стоимости электроэнергии  $\Delta C_{\text{эл.эн}}$ , руб., потребляемой насосными станциями, обеспечивается за счет оптимизации режима работы насосов (уменьшения напора на выходе станций, уменьшения потерь электроэнергии при выборе оптимальной комбинации насосов и их работой при максимальных КПД и др.) и подсчитывается по формуле

$$\Delta C_{\text{эл.эн}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{Q_0} C_{\text{о.эл.эн}} (\beta_1 + \beta_2),$$

где  $C_{\text{о.эл.эн}}$  — стоимость израсходованной насосной станцией электроэнергии в год обследования;

$Q_{\text{пл}}, Q_0$  — подача воды соответственно в планируемом году внедрения АСУ ТП и в год обследования, тыс. м<sup>3</sup>;

$\beta_1, \beta_2$  — коэффициенты влияния АСУ ТП соответственно на сокращение потерь электроэнергии внутри насосной станции и на уменьшение расхода электроэнергии насосами на подачу воды в сеть.

Уменьшение стоимости расхода химических реагентов  $\Delta C_{\text{x.p.}}$ , руб., подсчитывается по формуле

$$\Delta C_{\text{x.p.}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{Q_0} C_{\text{о.х.p.}} a_p,$$

где  $C_{\text{о.х.p.}}$  — стоимость затрат химических реагентов в год обследования, руб.;

$a_p$  — коэффициент влияния АСУ ТП на сокращение расхода химических реагентов.

Снижение стоимости аварийно-восстановительных работ  $\Delta C_{\text{а-в.р.}}$ , достигаемое вследствие уменьшения числа аварий при оптимизации режимов работы насосных станций и сети, подсчитывается по формуле

$$\Delta C_{\text{а-в.р.}} = \frac{L_{\text{пл}}}{L_0} N_0 C_{\text{о.а-в.р.}} \gamma,$$

где  $L_{\text{пл}}$  — планируемая протяженность водопроводной сети на год внедрения АСУ ТП, км;

$L_0$  — то же, в год обследования;

$N_0$  — число аварий на сети в год обследования;

$C_{\text{о.а-в.р.}}$  — средняя стоимость аварийно-восстановительных работ на одну аварию, руб.;

$\gamma$  — коэффициент влияния АСУ ТП на уменьшение числа аварий.

При внедрении АСУ ТП уменьшаются различные виды потерь воды (утечки из сети, потери воды при авариях, заводомерные утечки за счет уменьшения избыточных напоров в сети и др.).

Уменьшение потерь воды влияет на экономические показатели работы водопроводно-канализационных предприятий.

Поскольку водопроводы обычно действуют в условиях постоянного роста потребности в воде, уменьшение потерь воды приводит к соответствующему увеличению объема ее реализации.

Экономия за счет роста реализации воды  $\Delta \mathcal{E}_{\text{р.в.}}$ , руб., подсчитывается по формуле

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{р.в.}} = Q_{\text{пл}} (a_{\text{ут.с}} + a_{\text{с.н}} + a_{\text{ав}}) T_{\text{в.ср}},$$

где  $a_{\text{ут.с}}, a_{\text{с.н}}, a_{\text{ав}}$  — коэффициенты влияния АСУ ТП соответственно на уменьшение расхода воды на утечки из сети, потери воды при авариях и на собственные нужды;

$T_{\text{в.ср}}$  — средний тариф на воду в год внедрения АСУ ТП, руб/м<sup>3</sup>.

Увеличение объема реализации воды будет сопровождаться увеличением объема воды, поступающей в канализацию, и соответствующим ростом прибыли по системе канализации  $\Delta \Pi_{\text{кан}}$ , равным:

$$\Delta \Pi_{\text{кан}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{Q_0} \Pi_{\text{кан.о}} (a_{\text{ут.с}} + a_{\text{с.н}} + a_{\text{ав}}),$$

где  $\Pi_{\text{кан.о}}$  — прибыль по системе канализации в год обследования, руб.

Уменьшение потерь воды дает также народнохозяйственную экономию капитальных вложений, которые потребовались бы при отсутствии АСУ ТП для соответствующего развития мощностей водопровода и канализации.

Приведенная народнохозяйственная экономия капитальных вложений  $\Delta \mathcal{E}_{\text{кан}}$ , руб., подсчитывается по формуле

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{кан}} = E_n \frac{Q_{\text{пл}}}{Q_o} [(a_{\text{ум.с}} + a_{\text{с.н}} + a_{\text{ав}} + a_{\text{зав}}) B_{\text{в.ф}} + a_{\text{зав}} B_{\text{к.ф}}],$$

где  $T_n$  — нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений в отрасли;  $B_{\text{в.ф}}$ ,  $B_{\text{к.ф}}$  — стоимость основных фондов водопровода и канализации в год обследования, руб.;

$a_{\text{зав}}$  — коэффициент влияния АСУ ТП на уменьшение заводомерных утечек.

Кроме этого, решение задач анализа работы водопроводных сетей и расчета оптимальных путей строительства новых линий позволит уменьшить потребность в капитальных вложениях на развитие водопровода. Приведенная годовая народнохозяйственная экономия  $\Delta \mathcal{E}_{\text{стр}}$ , руб., подсчитывается по формуле

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{стр}} = E_n K_{\text{стр}} a_{\text{стр}},$$

где  $K_{\text{стр}}$  — среднегодовые затраты на строительство новых линий, руб.;

$a_{\text{стр}}$  — коэффициент влияния АСУ ТП на уменьшение стоимости строительства.

Определенный народнохозяйственный и социальный эффект достигается за счет уменьшения расхода электроэнергии, которая может быть использована в других отраслях народного хозяйства, а также за счет улучшения водоснабжения населения и промышленности, однако численная оценка этих факторов затруднительна. С учетом сказанного общая экономия  $\mathcal{E}$ , руб., от внедрения АСУ ТП будет равна:

$$\mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_q + \Delta C_{\text{эл.эн}} + \Delta C_{\text{х.р}} + \Delta C_{\text{а-в.р}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{р.в}} + \Delta \mathcal{P}_{\text{кан}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{кан}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{стр}}.$$

Характерной чертой приведенных расчетов является экспертная оценка влияния АСУ ТП на ожидаемую экономию электроэнергии, реагентов, воды и другие факторы.

Рекомендуемые значения коэффициентов влияния автоматизации управления на показатели экономии приведены в табл. 8.

Таблица 8

Факторы экономии	Коэффициент влияния АСУ	Рекомендуемый диапазон изменения коэффициентов	Задачи АСУ ТП, влияющие на факторы экономии	Коэффициент $K_{\mathcal{E}}$
1	2	3	4	5
Химические реагенты	$a_{\text{р.ср}}$	0,05-0,1	Расчет оптимальных доз реагентов	0,6
			Централизованный контроль дозирования	0,15
			Оперативный учет расхода реагентов	0,05
			Расчет удельных расходов реагентов	0,1
			Оперативное управление дозированием реагентов	0,1
Электроэнергия	$\beta_1$	0,015-0,025	Расчет оптимальных комбинаций насосов	0,4



внутри насосной станции			Централизованный контроль параметров работы насосной станции	0,2			
			Оперативное управление насосной станцией	0,1			
			Учет расхода электроэнергии	0,1			
			Учет времени работы насосов	0,1			
			Расчет удельных норм расхода электроэнергии	0,1			
			Электроэнергия на подачу воды	$\beta_2$	0,05-0,15	Прогнозирование водопотребления	0,1
						Расчет оптимальных параметров работы насосных станций	0,2
						Централизованный контроль параметров работы насосных станций в сети	0,2
						Оперативное управление, включая коррекцию режимов	0,2
						Учет параметров работы насосных станций, резервуаров и сети	0,1
Затраты на аварийно-восстановительные работы	$\gamma$	0,06-0,25	Анализ частоты коррекций режимов	0,05			
			Расчет удельных расходов электроэнергии	0,05			
			Анализ гидравлических режимов сети	0,1			
			Прогнозирование водопотребления	0,1			
			Расчет оптимальных параметров работы насосных станций	0,2			
			Расчет графиков заполнения и срабатывания резервуаров	0,1			
			Централизованный контроль параметров работы насосных станций, резервуаров и сети	0,2			
			Оперативное управление насосными станциями	0,2			
			Оперативное управление задвижками на сети	0,2			
			Расход воды на собственные нужды	$a_{сн}$	0,003-0,015	Расчет оптимальных скоростей фильтрации	0,3
Расчет графика вывода фильтров на промывку	0,15						
Расчет режима работы насосных станций I подъема	0,1						
Расчет распределения воды по технологическим линиям	0,05						
Централизованный контроль работы фильтров	0,1						
Оперативное управление фильтрами	0,3						

Потери воды (утечки): из сети	$a_{ут.с}$	0,005-0,015	Прогнозирование водопотребления	0,1
			Расчет оптимальных параметров работы насосных станций	0,2
при аварии	$a_{ав}$	0,005-0,01	Расчет оптимальных режимов заполнения и срабатывания резервуаров	0,1
заводомерные	$a_{зав}$	0,01-0,04	Централизованный контроль параметров работы насосных станций, резервуаров, сети	0,2
			Оперативное управление, включая коррекцию режимов	0,2
			Учет параметров работы насосных станций, резервуаров, сети	0,1
			Построение пьезометрических графиков	0,1
Капитальные вложения в новое строительство	$a_{стр}$	0,03-0,1	Анализ гидравлических режимов сетей	0,1
			Расчеты по замене насосного оборудования	0,2
			Расчеты по изменению структуры зонирования	0,2
			Расчеты по строительству новых линий сети	0,5

Для каждого водопровода необходимо установить ожидаемые средние значения коэффициентов влияния АСУ ТП или системы диспетчерского управления. Поскольку автоматизация управления осуществляется, как правило, поэтапно, в этих коэффициентах необходимо также учесть степень охвата автоматизацией объектов водоснабжения  $K_1$  и степень автоматизации задач управления  $K_2$ , например:

$$a_p = K_1 \Sigma K_2 a_{p,ср},$$

где  $a_{p,ср}$  — принимается по гр. 3 табл. 8.

$$\text{При этом } K_1 = \frac{N_a}{N_{общ}},$$

где  $N_a$  — производительность автоматизированных объектов, м<sup>3</sup>/сут;

$N_{общ}$  — общая производительность водопроводного предприятия, м<sup>3</sup>/сут.

При подсчете  $\Sigma K_2$  необходимо иметь в виду, что для систем диспетчерского управления характерны задачи (функции) централизованного контроля, учета и оперативного управления, а для АСУ ТП помимо этих задач нужно учесть коэффициенты  $K_2$ , соответствующие предусмотренным в АСУ ТП задачам.

Ожидаемая годовая экономия от внедрения АСУ ТП составит в среднем 6 руб. на 1000 м<sup>3</sup> годовой подачи водопровода (для систем диспетчерского управления — примерно 3 руб.). Эти данные можно использовать для предварительной экспрессной оценки ожидаемой экономии.

Затраты на создание АСУ ТП во многих случаях резко возрастают из-за недостаточной подготовленности водопроводов к внедрению АСУ ТП, т.е. отсутствия

необходимой аппаратуры для автоматизации насосных станций, средств телемеханики и контрольно-измерительных приборов, линий связи и др.

Эксплуатационные затраты  $\mathcal{E}_{\text{эксн}}$ , руб., включают такие статьи, как заработная плата персонала АСУ ТП, стоимость материалов и электроэнергии на эксплуатацию оборудования, отчисления на ремонт и амортизацию.

Расчет экономической эффективности завершается определением таких обобщенных показателей, как годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_{\text{год}}$ , руб., расчетный коэффициент эффективности затрат  $E_p$  и срок окупаемости  $T_{\text{ок}}$ , год:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{эксн}} - 0,15 (K_{\text{ин}} + K_{\text{об}});$$

$$E_p = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{эксн}}}{K_{\text{ин}} + K_{\text{об}}};$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{ин}} + K_{\text{об}}}{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{эксн}}},$$

где  $K_{\text{ин}}$  — производственные затраты (проектирование), руб.;

$K_{\text{об}}$  — затраты на приобретение и наладку оборудования, строительно-монтажные работы и пр., руб.

Эффективность затрат  $E_p$  на создание АСУ ТП водоснабжения должна быть выше нормативного значения  $E_n = 0,37$  (для систем диспетчерского управления  $E_n = 0,15$ ).



**Republica Moldova**

**AGENȚIA CONSTRUCȚII ȘI DEZVOLTARE A TERITORIULUI AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**ORDIN** Nr. 1  
din 15.06.2006

**cu privire la aprobarea nomenclatoarelor**

Publicat : 15.09.2006 în Monitorul Oficial Nr. 146-149 art Nr : 499

**MODIFICAT**

[OMCDT79 din 28.11.08, MO10-11/23.01.09 art.22](#)

Întru executarea Legii nr. 721-XIII din 2 februarie 1996 "Privind calitatea în construcții" și reglementarea lucrărilor de proiectare și construcții de clădiri, instalații ingineresti, reconstrucții, consolidări, restaurări, care se practică în bază de licență,

**Ordon:**

1. Se aprobă:
  - a) nomenclatorul lucrărilor de proiectare pentru toate categoriile de construcții, urbanism, instalații și rețele tehnico-edilitare, reconstrucții, restaurări, care se practică în bază de licență, conform anexei 1;
  - b) nomenclatorul lucrărilor de construcții de clădiri și/sau construcții ingineresti, instalații și rețele tehnico-edilitare, reconstrucțiile, consolidările, restaurările, care se practică în bază de licență, conform anexei 2.
2. Se abrogă ordinul Agenției pentru Dezvoltare Teritorială nr. 29 din 15 martie 2006.

**Directorul general  
al Agenției Construcții  
și Dezvoltare a Teritoriului**

**Igor SEMENOVCHER**

**Nr. 1. Chișinău, 15 iunie 2006.**

**Nomenclatorul lucrărilor de proiectare pentru toate categoriile  
de construcții, urbanism, instalații și rețele tehnico-edilitare,  
reconstrucții, restaurări, care se practică în bază de licență**

1. Arhitectură
  - 1.1 Planuri urbanistice de detaliu.
  - 1.2 Planuri urbanistice generale și zonale.
  - 1.3 Planuri de amenajare a teritoriului.
  - 1.4 Arhitectura construcțiilor civile.
  - 1.5 Arhitectura construcțiilor industriale.
  - 1.6 Moștenirea arhitectural-istorică.
2. Rezistența construcțiilor
  - 2.1 Construcții civile.
  - 2.2 Construcții industriale și agrozootehnice.
  - 2.3 Construcții drumuri.
  - 2.4 Construcții piste de aviație.
  - 2.5 Construcții poduri.
  - 2.6 Construcții de căi ferate.
  - 2.7 Construcții hidrotehnice și îmbunătățiri funciare.
  - 2.8 Protecție contra proceselor geologice periculoase.
  - 2.9 Consolidarea construcțiilor.
  - 2.10 Construcții metalice speciale (spațiale, galerii, estacade, rezervuare, tip turn și catarg etc.).
  - 2.11 Construcții speciale (porturi maritime, tunele etc.).
3. Instalații și rețele de alimentare cu apă și canalizare
  - 3.1 Sisteme interioare.
  - 3.2 Rețele exterioare.
  - 3.3 Instalații de epurare.
4. Instalații și rețele de alimentare cu gaze.
  - 4.1 Instalații și rețele de alimentare cu gaze cu presiunea sub 0,3 MPa
  - 4.2 Instalații și rețele de alimentare cu gaze cu presiunea sub 1,2 MPa
  - 4.3 Sisteme și instalații de stocare și alimentare cu gaze petroliere lichefiate.
  - 4.4 Instalații și gazoducte magistrale (inclusiv și cu gaze comprimate).
  - 4.5 Instalații și rețele cu presiunea sub 1,6 MPa (gaze lichefiate)
5. Instalații și rețele de încălzire, ventilare și climatizare
  - 5.1 Sisteme interioare.
  - 5.2 Rețele exterioare și puncte termice.
  - 5.3 Centrale termice echipate cu cazane de apă caldă cu temperatura sub 115°C și cazane de abur cu presiunea sub 0,07 MPa.
  - 5.4 Centrale termice echipate cu cazane de apă fierbinte cu temperatura mai sus de 115°C și cazane de abur cu presiunea mai sus de 0,07 MPa.
6. Instalații electrice
  - 6.1 Rețele de înaltă tensiune, transformatoare.
  - 6.2 Rețele de joasă tensiune, echipamente electrice.
7. Instalații de automatizare
8. Instalații de protecție
  - 8.1 Contra incendiului, intruziunilor din exterior.

8.2 Anticorozivă a rețelelor subterane.

9. Instalații de telecomunicații

*[Anexa nr.1 modificată prin OMCDT79 din 28.11.08, MO10-11/23.01.09 art.22]*

Anexa 2  
la ordinul Agenției Construcții  
și Dezvoltare a Teritoriului  
nr. 1 din 15 iunie 2006

**Nomenclatorul lucrărilor de construcții de clădiri și/sau construcții  
ingineresti, instalații și rețele tehnico-edilitare, reconstrucțiile,  
consolidările, restaurările, care se practică în bază de licență**

1. Terasamente și lucrări de teren
  - 1.1 Lucrări de terasiere.
  - 1.2 Consolidarea și compactarea terenurilor.
  - 1.3 Lucrări de drenaj.
  - 1.4 Baraje, diguri, terasamente.
2. Executarea construcțiilor
  - 2.1 Fundații din piloți.
  - 2.2 Construcții din zidărie cu înălțimea limitată la două nivele.
  - 2.3 Construcții din zidărie cu înălțimea peste două nivele.
  - 2.4 Clădiri și edificii cu înălțimea limitată la două nivele din elemente prefabricate din beton și beton armat.
  - 2.5 Clădiri din panouri mari prefabricate.
  - 2.6 Clădiri și edificii din beton armat prefabricat-monolit.
  - 2.7 Clădiri și edificii din cadre monolit și prefabricate.
  - 2.8 Clădiri din beton armat monolit.
  - 2.9 Lucrări de amenajare a teritoriului.
  - 2.10 Construcții rutiere categoriile I...V.
  - 2.11 Construcții de piste de decolare și aterizare.
  - 2.12 Construcții de căi ferate.
  - 2.13 Poduri.
  - 2.14 Construcții de tunele.
  - 2.15 Construcții hidrotehnice din beton și beton armat.
  - 2.16 Construcții metalice portante la obiective cu un singur nivel.
  - 2.17 Construcții metalice portante la obiective cu mai multe nivele.
  - 2.18 Construcții metalice spațiale (tip "Kislovodsk", "Ural", "Moscova" etc.).
  - 2.19 Galerii și estacade metalice.
  - 2.20 Construcții metalice tip turn și catarg.
  - 2.21 Coșuri de fum și carcase pentru conducte de aspirație.
  - 2.22 Buncăre și silozuri metalice.
  - 2.23 Rezervoare metalice cu volumul sub  $60 \text{ m}^3$ .
  - 2.24 Rezervoare metalice cu volumul peste  $60 \text{ m}^3$ .
  - 2.25 Construcții din lemn.
  - 2.26 Consolidarea structurilor portante.
  - 2.27 Produse și elemente din profile de aluminiu și policlorură de vinil.
3. Lucrări de protecție a construcțiilor și utilajelor
  - 3.1 Înelitori și șarpante, izolații hidrofuge.
  - 3.2 Izolații termice.
  - 3.3 Izolații anticorozive.
4. Lucrări de finisare a construcțiilor
  - 4.1 Tencuieli, placaje exterioare și interioare.

- 4.2 Pardoseli.
  - 4.3 Produse de tîmplărie.
  - 4.4 Profile și ornamente decorative.
  - 5. Instalații și rețele interioare
    - 5.1 Instalații și rețele de alimentare cu apă și canalizare.
    - 5.2 Instalații și rețele termice.
    - 5.3 Instalații și rețele de gaze cu presiunea joasă.
    - 5.4 Instalații și rețele de alimentare cu energie electrică.
    - 5.5 Instalații și rețele de radiocomunicații și telecomunicații.
    - 5.6 Sisteme de ventilare și condiționare a aerului.
  - 6. Instalații și rețele exterioare
    - 6.1 Instalații și rețele de alimentare cu apă și canalizare.
    - 6.2 Instalații și rețele termice.
    - 6.3 Instalații și rețele de alimentare cu gaze cu presiunea sub 0,3 MPa
    - 6.4 Instalații și rețele de alimentare cu gaze cu presiunea sub 1,2 MPa
    - 6.5 Instalații și gazoducte magistrale (inclusiv și cu gaze comprimate).
    - 6.6 Instalații și rețele cu presiunea sub 1,6 MPa (gaze lichefiate)
    - 6.7 Instalații și rețele de alimentare cu energie electrică.
    - 6.8 Instalații și rețele de radiocomunicații și telecomunicații.
  - 7. Montarea utilajelor și instalațiilor tehnologice
    - 7.1 Contoare de apă.
    - 7.2 Contoare de energie termică.
    - 7.3 Contoare de gaze.
    - 7.4 Automatizări.
    - 7.5 Centrale termice echipate cu cazane de apă caldă cu temperatura sub 115°C și cazane de abur cu presiunea sub 0,07 MPa.
    - 7.6 Centrale termice echipate cu cazane de apă fierbinte cu temperatura mai sus de 115°C și cazane de abur cu presiunea mai sus de 0,07 MPa.
    - 7.7 Utilaje la întreprinderi din industria materialelor de construcție.
    - 7.8 Utilaje la întreprinderi din industria ușoară.
    - 7.9 Utilaje la întreprinderi din industria poligrafică.
    - 7.10 Utilaje la întreprinderi teatrale și cinematografice.
    - 7.11 Utilaje la întreprinderi din industria electronică.
    - 7.12 Utilaje la întreprinderi medicale și întreprinderi din industria medicală.
    - 7.13 Utilaje la întreprinderi de colectare și prelucrare a cerealelor.
    - 7.14 Utilaje la întreprinderi din industria alimentară.
    - 7.15 Utilaje la întreprinderi agrozootehnice.
    - 7.16 Utilaje și instalații la obiective de aprovizionare și epurare a apei.
    - 7.17 Utilaje și instalații termoenergetice.
    - 7.18 Utilaje și instalații electrotehnice.
    - 7.19 Utilaje și instalații frigorifice, de compresiune, transport pneumatic și aspirație.
    - 7.20 Utilaje de purificare a gazelor.
    - 7.21 Utilaje și instalații de stocare și alimentare cu gaze petroliere lichefiate.
    - 7.22 Utilaje la construcții hidrotehnice.
    - 7.23 Utilaje și echipamente de telecomunicații.
- [Anexa nr.2 modificată prin OMCDT79 din 28.11.08, MO10-11/23.01.09 art.22]*

**(АГЕНТСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ)**

**П Р И К А З**  
**об утверждении перечней работ**

**№ 1 от 15.06.2006**

*Мониторул Официал N 146-149/499 от 15.09.2006*

\* \* \*

*Примечание: См. Пост.Прав. N 500 от 04.04.2008 о мерах по реорганизации некоторых центральных отраслевых органов публичного управления (пкт.2 - реорганизовать путем слияния Агентство строительства и развития территории и Агентство "Apele Moldovei" в Министерство строительства и развития территории)*

Во исполнение Закона № 721-XIII от 02.02.1996 г. "О качестве в строительстве" и для регламентирования проектных работ и строительства зданий, инженерных сооружений, работ по реконструкции, реставрации и усилению, для выполнения которых необходимо получение лицензии,

**ПРИКАЗЫВАЮ:**

**1. Утвердить:**

а) перечень проектных работ по всем видам строений, градостроительства, инженерно-технических сооружений и сетей, работ по реконструкции, реставрации, для выполнения которых необходимо получение лицензии, согласно приложению 1.

б) перечень работ по строительству зданий и(или) инженерных строений, инженерно-технических сооружений и сетей, реконструкции, усилению, реставрации, для выполнения которых необходимо получение лицензии, согласно приложению 2.

**2. Отменить приказ Агентства регионального развития № 29 от 15.03.2006 г.**

**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР АГЕНТСТВО**

**СТРОИТЕЛЬСТВА И РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ**

**Игорь СЕМЕНОВКЕР**

**Кишинэу, 15 июня 2006 г.**

**№ 1.**



**ПЕРЕЧЕНЬ**  
**проектных работ по всем видам строений, градостроительства,**  
**инженерно-технических сооружений и сетей, работ по**  
**реконструкции, реставрации, для выполнения**  
**которых необходимо получение лицензии**

**1. Архитектура**

- 1.1 Детальные градостроительные планы.
- 1.2 Генеральные и зональные градостроительные планы.
- 1.3 Планы обустройства территории.
- 1.4 Архитектура гражданского строительства.
- 1.5 Архитектура промышленного строительства.
- 1.6 Архитектурно-историческое наследие.

**2. Несущие конструкции**

- 2.1 Гражданское строительство.
- 2.2 Промышленное и агрозоотехническое строительство.
- 2.3 Дороги.
- 2.4 Взлетно-посадочные полосы.
- 2.5 Мосты.
- 2.6 Железнодорожное строительство.
- 2.7 Гидротехнические и мелиоративные сооружения.
- 2.8 Защита от опасных геологических процессов.
- 2.9 Усиление конструкций.
- 2.10 Специальные металлические конструкции (пространственные, галереи, эстакады, башни и мачты).
- 2.11 Специальные сооружения (морские порты, туннели и т.д.).

**3. Сети и установки водоснабжения и канализации**

- 3.1 Внутренние системы.
- 3.2 Внешние сети.
- 3.3 Очистные сооружения.

**4. Сети и установки газоснабжения**

- 4.1 Установки и сети газоснабжения с давлением до 0,3 МПа.
- 4.2 Установки и сети газоснабжения с давлением до 1,2 МПа.
- 4.3 Оборудование и установки для хранения и заправки жидким газом.
- 4.4 Установки и магистральные газопроводы (в том числе со сжатым газом).
- 4.5 Установки и сети с давлением до 1,6 МПа (сжиженный газ).

**5. Сети и установки отопления, вентиляции и микроклимат**

- 5.1 Внутренние системы.
- 5.2 Внешние сети и теплопункты.
- 5.3 Котельные, оборудованные водогрейными котлами с температурой до 115°C и паровыми котлами с давлением до 0,07 МПа.
- 5.4 Котельные, оборудованные водогрейными котлами с температурой более 115°C и паровыми котлами с давлением более 0,07 МПа.

**6. Электроснабжение**

- 6.1 Высоковольтные сети, трансформаторы.
- 6.2 Низковольтные сети, электрооборудование.

**7. Системы автоматизации**

**8. Системы защиты**

8.1 Пожарная и охранная.

8.2 Антикоррозионная защита подземных сетей.

**9. Оборудование средств связи**

*[Приложение N 1 изменено Приказом Министерства строительства и развития территорий N 79 от 28.11.2008, в силу 23.01.2009]*

Приложение 2  
к Приказу Агентства строительства  
и развития территорий  
№ 1 от 15 июня 2006 г.

**ПЕРЕЧЕНЬ**

**работ по строительству зданий и(или) инженерных строений,  
инженерно-технических сооружений и сетей, реконструкции,  
усилению, реставрации, для выполнения которых  
необходимо получение лицензии**

**1. Земляные работы**

1.1 Разработка грунтов.

1.2 Укрепление и уплотнение грунтов.

1.3 Дренажные работы.

1.4 Плотины, дамбы и насыпи.

**2. Возведение конструкций**

2.1 Свайные фундаменты.

2.2 Здания из кладочных материалов высотой до двух этажей.

2.3 Здания из кладочных материалов высотой более двух этажей.

2.4 Здания и сооружения из сборных бетонных и железобетонных элементов высотой до двух этажей.

2.5 Крупнопанельные здания.

2.6 Здания и сооружения из сборно-монолитного железобетона.

2.7 Здания и сооружения из сборных элементов с каркасом из монолитного или сборного железобетона.

2.8 Здания из монолитного железобетона.

2.9 Работы по благоустройству территории.

2.10 Дорожное строительство категорий I-V.

2.11 Взлетно-посадочные полосы.

2.12 Строительство железных дорог.

2.13 Мосты.

2.14 Тоннели.

2.15 Гидротехнические сооружения из бетона и железобетона.

2.16 Несущие металлические конструкции одноэтажных зданий.

2.17 Несущие металлические конструкции многоэтажных зданий.

2.18 Пространственные металлические конструкции (типа Кисловодск, Урал, Москва и др.)

2.19 Галереи и эстакады металлические.

2.20 Металлические сооружения типа башен, мачт.

2.21 Дымовые трубы и каркасы воздухопроводов.

2.22 Металлические бункера и силосы.

2.23 Металлические резервуары объемом до 60 м<sup>3</sup>.

2.24 Металлические резервуары объемом более 60 м<sup>3</sup>.

2.25 Деревянные конструкции.

- 2.26 Усиление несущих конструкций.
- 2.27 Изделия и конструкции из алюминиевых и поливинилхлоридных профилей.

### **3. Работы по защите конструкций и оборудования**

- 3.1 Стропильные конструкции и кровли, гидроизоляция.
- 3.2 Теплоизоляция.
- 3.3 Защита от коррозии.

### **4. Отделочные работы**

- 4.1 Штукатурка, внутренняя и внешняя облицовка.
- 4.2 Полы.
- 4.3 Столярные работы.
- 4.4 Лепные и декоративные работы.

### **5. Внутренние сети и установки**

- 5.1 Установки и сети водопровода и канализации.
- 5.2 Установки и тепловые сети.
- 5.3 Установки и сети газоснабжения низкого давления.
- 5.4 Установки и сети электроснабжения.
- 5.5 Установки и сети связи, радио и телевидения.
- 5.6 Системы вентиляции и кондиционирование воздуха.

### **6. Внешние сети и установки**

- 6.1 Установки и сети водопровода и канализации.
- 6.2 Установки и тепловые сети.
- 6.3 Установки и сети газоснабжения с давлением до 0,3 МПа.
- 6.4 Установки и сети газоснабжения с давлением до 1,2 МПа.
- 6.5 Установки и магистральные газопроводы (в том числе со сжатым газом).
- 6.6 Установки и сети с давлением до 1,6 МПа (сжиженный газ).
- 6.7 Установки и сети электроснабжения.
- 6.8 Установки и сети связи, радио и телевидения.

### **7. Монтаж оборудования и технологических устройств**

- 7.1 Водомеры.
- 7.2 Счетчики тепловой энергии.
- 7.3 Газовые счетчики.
- 7.4 Автоматизация.
- 7.5 Котельные, оборудованные водогрейными котлами с температурой до 115°C и паровыми котлами с давлением до 0,07 МПа.
- 7.6 Котельные, оборудованные водогрейными котлами с температурой выше 115°C и паровыми котлами с давлением более 0,07 МПа.
- 7.7 Оборудование предприятий стройиндустрии.
- 7.8 Оборудование предприятий легкой промышленности.
- 7.9 Оборудование предприятий полиграфической промышленности.
- 7.10 Оборудование предприятий кинематографии и театров.
- 7.11 Оборудование предприятий электронной промышленности.
- 7.12 Оборудование медицинских учреждений и предприятий медицинской промышленности.
- 7.13 Оборудование предприятий по заготовке и переработке зерна.
- 7.14 Оборудование предприятий пищевой промышленности.
- 7.15 Оборудование агрозоотехнических предприятий.
- 7.16 Оборудование и установки для водоснабжения и очистных сооружений.
- 7.17 Оборудование и установки термоэнергетики.
- 7.18 Электротехническое оборудование и установки.
- 7.19 Оборудование и установки, холодильные, компрессорные, для пневмотранспорта и аспирации.
- 7.20 Оборудование для очистки газов.

7.21 Оборудование и установки для хранения и заправки жидким газом.

7.22 Оборудование гидротехнических сооружений.

7.23 Оборудование и устройства связи.

*[Приложение N 2 изменено Приказом Министерства строительства и развития территорий N 79 от 28.11.2008, в силу 23.01.2009]*