

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,  
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.  
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .  
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.  
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

# Электронный учебник «Водоснабжение и водоотведение»

Руководитель Гринько Е. А.

ИжГТУ

Ижевск 2009

# Оглавление

## **1 Водоснабжение населенных пунктов**

- 1.1 Рациональное использование водных ресурсов
- 1.2 Характеристика природных источников водоснабжения
- 1.3 Системы водоснабжения населенных пунктов
- 1.4 Зоны санитарной охраны поверхностных источников
- 1.5 Водозаборы из поверхностных источников
- 1.6 Водозаборы берегового и руслового типа
- 1.7 Насосная станция первого подъема. Насосная станция второго подъема.
- 1.8 Водонапорные башни
- 1.9 Наружная сеть водоснабжения
- 1.10 Трубы для систем водоснабжения
- 1.11 Арматура для систем водоснабжения. Колодцы на сети.  
Глубина заложения труб и особенности их прокладки
- 1.12 Водоподготовка

## 2 Водоотведение

2.1 Виды сточных вод

2.2 Системы канализации населенных пунктов

2.3 Элементы наружной канализации

2.4 Схемы канализационных сетей

2.5 Трассировка сетей канализации. Глубина заложения уличных сетей

2.6 Сооружения на канализационных сетях

2.7 Трубы для систем водоотведения

2.8 Устройство дождевой канализации

2.9 Канализационные насосные станции



### 3 Очистка сточных вод

- 3.1 Химический анализ загрязнений сточных вод. Методы очистки сточных вод
- 3.2 Технологическая схема полной биологической очистки сточных вод
- 3.3 Сооружение по удалению крупных взвесей и песка из сточных вод
- 3.4 Классификация канализационных отстойников
- 3.5 Биологическая очистка сточных вод
- 3.6 Обеззараживание сточных вод
- 3.7 Условия спуска сточных вод в водоемы. Конструкции выпусков очищенных сточных вод
- 3.8 Сооружения по обработке осадков сточных вод при биологической очистке
- 3.9 Сооружения для обезвоживания осадков сточных вод

## **4 Внутренний водопровод и канализация зданий**

4.1 Устройство внутреннего водопровода зданий

4.2 Система внутреннего водоснабжения зданий

4.3 Насосные и гидропневматические установки

4.4 Схемы внутреннего водопровода

4.5 Устройство вводов

4.6 Конструирование внутренней водопроводной сети

4.7 Конструирование внутренней канализации здания

4.8 Конструирование дворовой системы канализации



# 1 Водоснабжение населенных пунктов



# 1.1 Рациональное использование водных ресурсов

Водоснабжение основано на использовании природного сырья — воды.

Рациональное использование природных водных ресурсов и охрана окружающей среды были и остаются одной из важнейших задач.

Человечество в день потребляет 7 млрд. т воды. Основные её потребители:

- Промышленный комплекс;
- Сельскохозяйственный комплекс;
- Население.



## Рационально использование воды – это:

1. Упорядочение объема потребления воды непосредственно на предприятиях;
2. Создание систем повторного и оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях;
3. Разработка бессточных схем канализации;
4. Разработка новых технологий с целью сокращения водоемких процессов производства и исключение из технологических процессов канцерогенных веществ;
5. Интенсификация уже известных методов очистки сточных вод;
6. Более широко использование способов доочистки биологически очищенных стоков;
7. Создание новых эффективных очистных комплексов.

## 1.2 Характеристика природных источников водоснабжения

**Источник водоснабжения определяет:**

- Характер системы водоснабжения;
- Технологическую схему водоснабжения и состав сооружений входящих в неё;
- Экологическую стабильность объектов водоснабжения (не нарушать экологического равновесия);
- Строительную и эксплуатационную стоимость систем водоснабжения.

## Существует две группы природных источников:

### 1. Поверхностные (реки, озера, водохранилища)

Поверхностные источники характеризуются значительными колебаниями качества воды и количества загрязнений в разные периоды года.

Вода рек и водохранилищ обладает значительной мутностью и цветностью, высоким содержанием органических веществ и низкой жесткостью.

Вода озер отличается малым содержанием взвешенных веществ, малой мутностью, значительной минерализацией, цветностью.

### 2. Подземные (грунтовые воды, артезианские воды, родники)

Подземные воды как правило бесцветны обладают высокими санитарными качествами, то есть не требуют глубокой очистки, кроме того, подземные источники часто содержат много железа и фтора, что требует специальных установок по их удалению.

## Источник водоснабжения должен отвечать следующим основным требованиям:

- Обеспечивать бесперебойное поступление требуемого количества и качества воды с учетом роста потребности водоснабжения;
- Обладать достаточной мощностью (и в тоже время не нарушает экологическое состояние жизнедеятельности водоема);
- Находится на кратчайшем расстоянии от объекта водоснабжения.

## 1.3 Системы водоснабжения населенных пунктов

Система водоснабжения населенного пункта – это комплекс инженерных сооружений предназначенный для забора воды из источника водоснабжения её очистки, хранения и подачи потребителю.



# Классификация систем водоснабжения

По территориальному признаку

Локальные

Групповые или районные

По качеству воды

С устройствами для улучшения качества воды

Без устройств для улучшения качества воды

По назначению

Железнодорожные

Производственные

Сельскохозяйственные

Коммунальные: Городские, поселковые

По виду природного источника

Поверхностный

Подземный

Смешанного питания

По способу подачи воды

С механической подачей (насосами)

Гравитационные (самотечные)

По технико-экономическим показателям

Хозяйственно-противопожарные

Города, поселки, промпредприятия

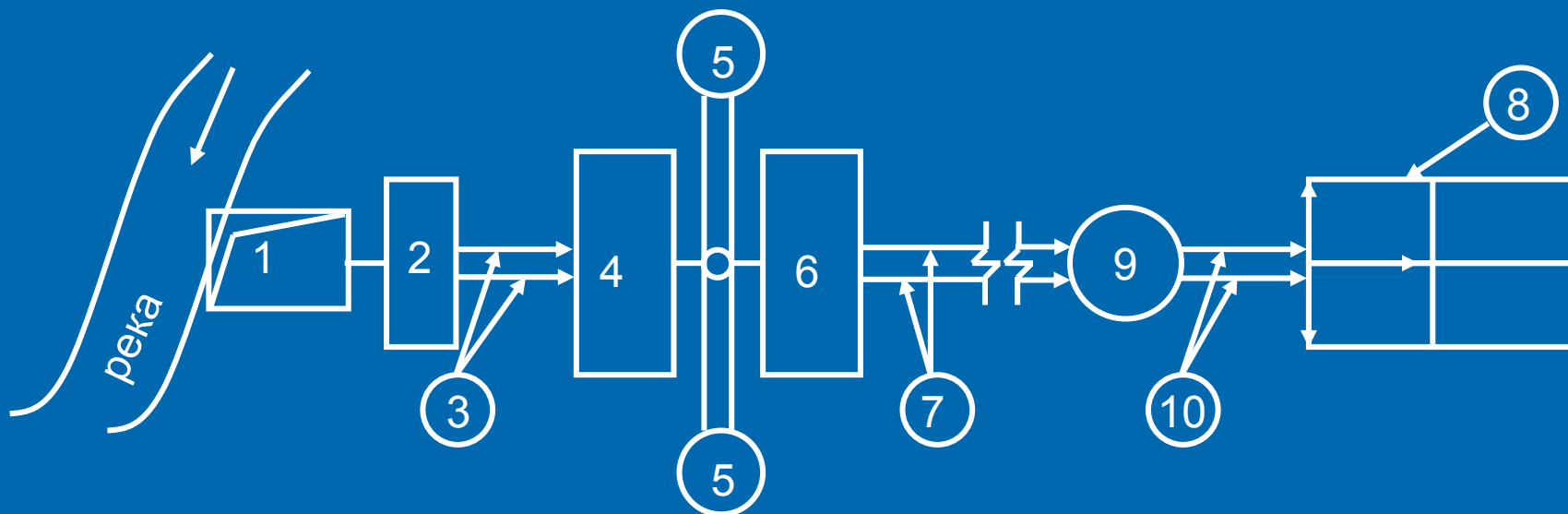
Производственные

промпредприятия

Хозяйственно-производственно-противопожарные

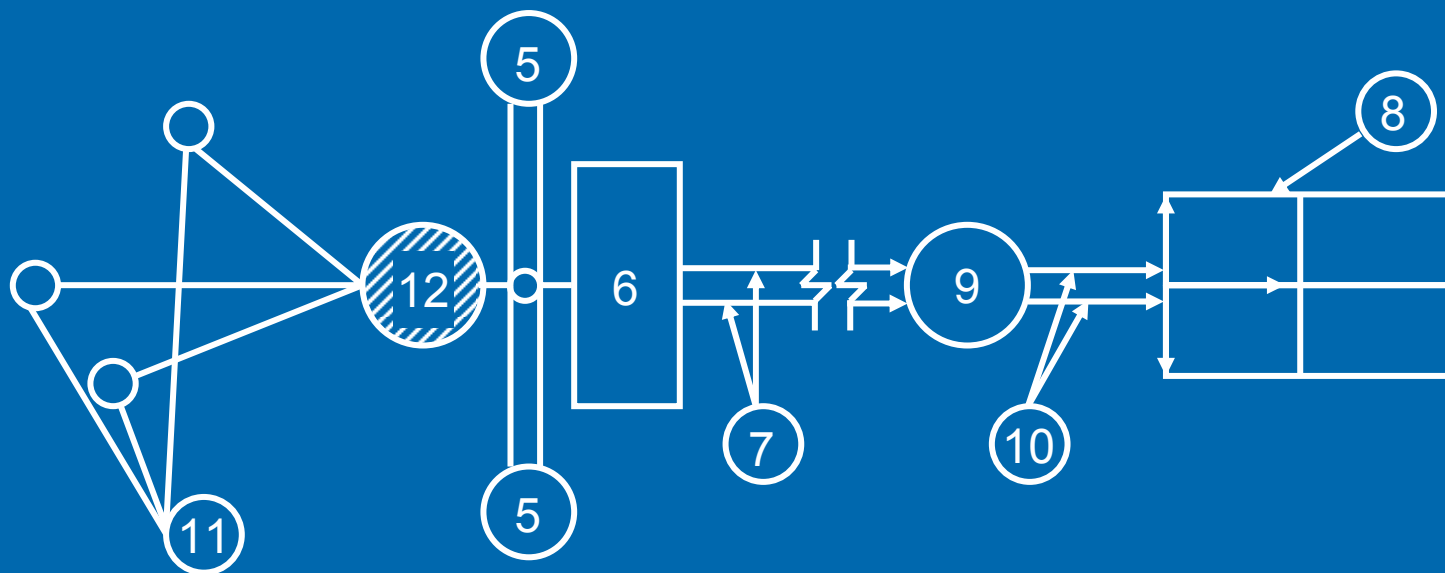
На предприятиях с особой технологией

## Водоснабжение населенного пункта из поверхностного источника



- 1 – водозаборные сооружения;
- 2 – насосная станция первого подъема;
- 3 – водоводы первого подъема;
- 4 – очистные сооружения по очистке воды;
- 5 – резервуар чистой воды;
- 6 – насосная станция второго подъема;
- 7 – водоводы второго подъема;
- 8 – наружная водопроводная сеть;
- 9 – водонапорная башня;
- 10 – водоводы, соединяющие водонапорную башню с сетью города.

## Водоснабжение населенного пункта из подземного источника



- 6 – насосная станция второго подъема;
- 7 – водоводы второго подъема;
- 8 – наружная водопроводная сеть;
- 9 – водонапорная башня;
- 10 – водоводы, соединяющие водонапорную башню с сетью города;
- 11 – водозаборные скважины;
- 12 – сборный резервуар.

## Сравнительная характеристика

Виды систем	Достоинства	Недостатки
С поверхностным источником	Обеспечивает подачу практически любого количества воды, с учетом перспективного роста городов. Надежно.	Большая строительная и эксплуатационная стоимости. Громоздкость. Экологическое несовершенство.
С подъемным источником	Обеспечивает высокое санитарное качество воды. Не нарушает экологию окружающей среды.	Ограниченность применения из-за недостаточной мощности водоносных горизонтов. Возможность нарушения несущей способности грунтов.

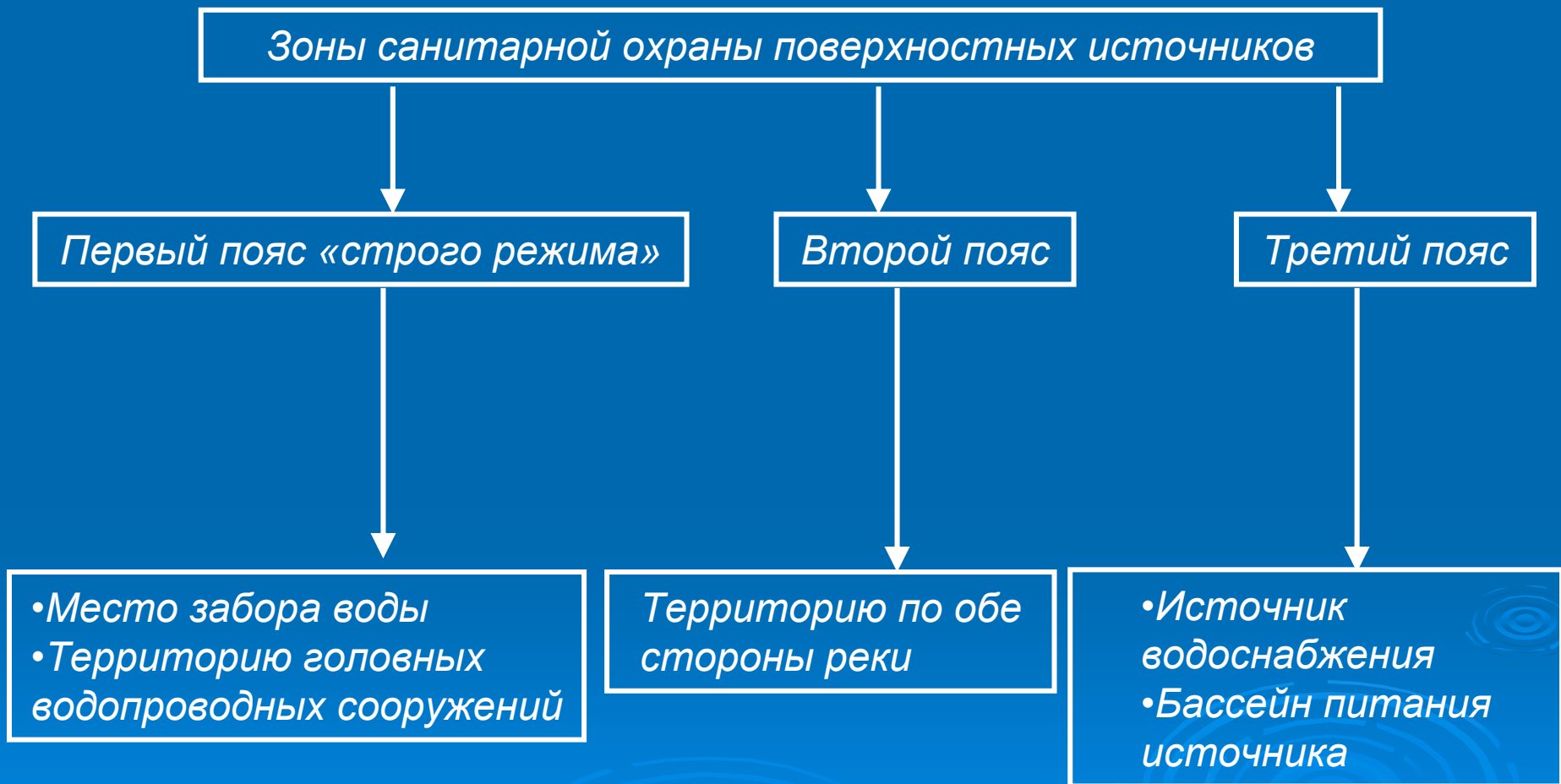
## 1.4 Зоны санитарной охраны поверхностных ИСТОЧНИКОВ

Зона санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения - это специально выделенная территория, охватывающая используемый водоем и частично бассейн его питания, на этой территории устанавливается режим, обеспечивающий надежную защиту источника водоснабжения от загрязнения и сохранения требуемых качеств воды.

Зона санитарной охраны источника водоснабжения включает в себя три пояса, имеющие установленные границы (СНиП 2.04.03-85\*, таблица 1).



# Классификация зон санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения



## ГРАНИЦЫ ПОЯСОВ (РЕКИ)

- Территория от водозабора: вверх по течению – не менее 200 м  
вниз по течению – не менее 100 м
- По прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды
- Территория в направлении к противоположному берегу зависит от ширины реки

- Территория от водозабора: вверх по течению, расположенная на расстоянии, достаточном для самоочищения воды  
вниз по течению – не менее 100 м
- Боковые границы устанавливаются исходя из рельефа местности от уреза воды

- Такие же, как и для второго пояса, верх и вниз по течению реки и во все стороны по акватории водохранилища
- Боковые по водоразделу не более 3-5 км

## ГРАНИЦЫ ПОЯСОВ (ВОДОХРАНИЛИЩА)

- По акватории во всех направлениях – не менее 100 м
- Территория по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды (при нормальном уровне воды)

- По акватории (включая притоки) от водозабора во всех направлениях на расстоянии 3 км при количестве ветров до 10% в сторону водозабора и 5 км при количестве ветров более 10 км
- Боковые границы от уреза воды (при нормальном уровне воды) такие же, как и для рек

## 1.5 Водозаборы из поверхностных источников

Выбор типа водоприемных сооружений зависит от местных природных условий:

- Гидрогеологических характеристик водоемов;
- Характеристика самого источника водоснабжения;

Разнообразие местных природных условий в сочетании с различными количествами забираемой воды обуславливает и разнообразие типов и конструкций водоприемных сооружений.



# Классификация водоприемных сооружений из поверхностных источников

## По типу водоема

Речные

Озерные

Морские

Водохранилищные

## По длительности эксплуатации

Постоянные

Временные

## По назначению

Хоз.-питьевые

Технические

Ирригационные

## По степени стационарности

Стационарные

Не стационарные

Передвижные

Плавучие

## По производительности

Малые (до 1 м³/с)  
Средние (1-6 м³/с)  
Крупные (более 6 м³/с)

## По месту расположения водоприемника

Русловые  
Береговые  
Приплотинные

## По конструктивным и технологическим особенностям

Совмещенные  
Раздельные  
Ковшовые и пр.

## По требуемой категории надежности

В соответствии с указаниями СНиП

## Правила установки водоприемных сооружений:

- кратчайшее расстояние до потребителя (гарантия бесперебойного получения воды наилучшего качества и требуемого количества);
- устойчивость участка берега и дна водоема;
- установка вне очагов образования ледяных заторов и донных наносов;
- установка вне зоны работы ГЭС и гидроузлов;
- установка вне зоны интенсивного движения судов;
- установка выше по течению от населенных мест, промпредприятий и мест возможно сброса сточных вод в водоем (на расстоянии  $L > 300$  м);
- установка с учетом организации зон санитарной охраны.

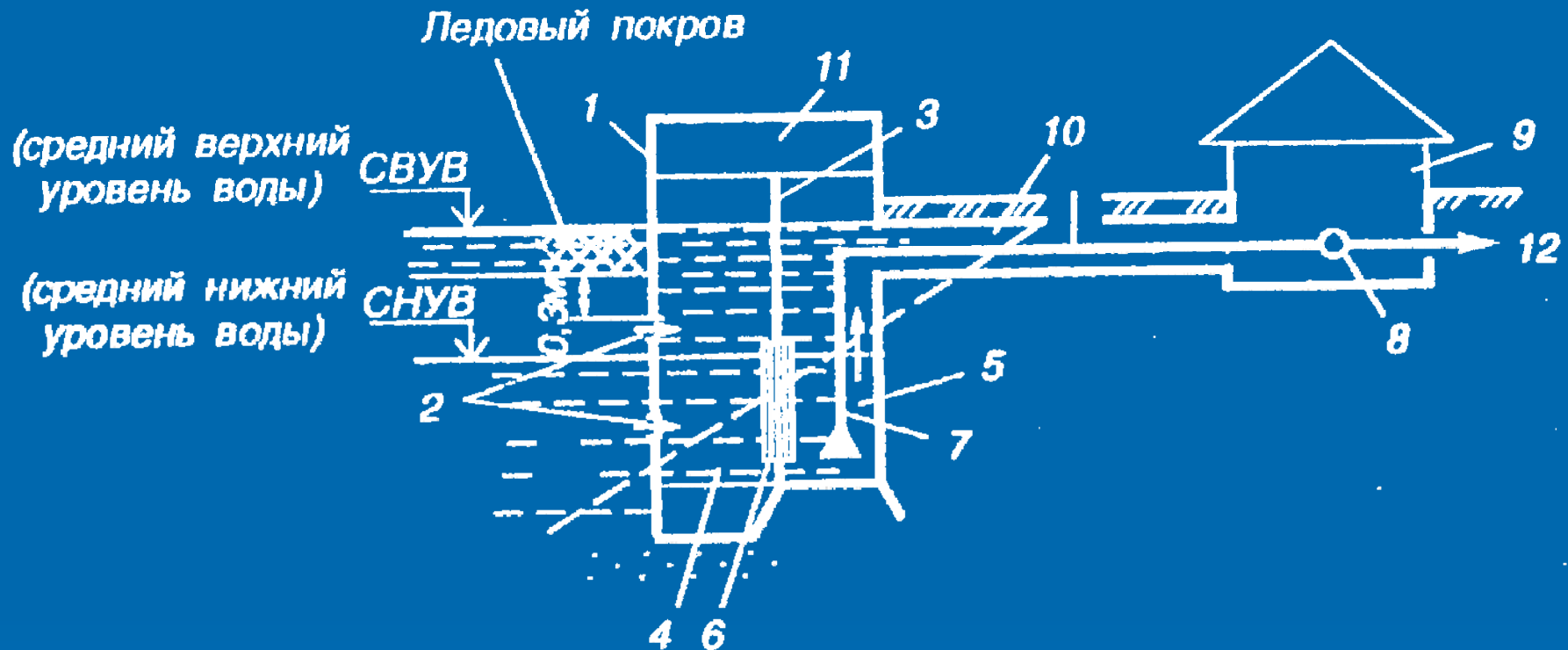


## 1.6 Водозаборы берегового и руслового типов

**Водозаборные сооружения берегового типа устраиваются с учетом следующих геологических и гидрологических условий:**

- Крутой берег;
- Значительная (более 10 м) глубина водоема;
- Устойчивые плотные грунты в основании берега;
- Амплитуда колебания уровней воды в водоеме более 6 м;
- Благоприятные ледовые условия;
- Незначительные образования донных наносов.

# Принципиальная схема водозабора берегового раздельного типа



1 – береговой колодец;  
2 – приемные окна;  
3 – перегородка;  
4 – приемная камера;  
5 – всасывающая камера;  
6 – съемная сетка;

7 – всасывающий патрубок центробежного насоса;  
8 – центробежный насос;  
9 – насосная станция первого подъема (НС-I);  
10 – галерея для размещения всасывающих труб;  
11 – служебный павильон;  
12 – напорные водоводы.

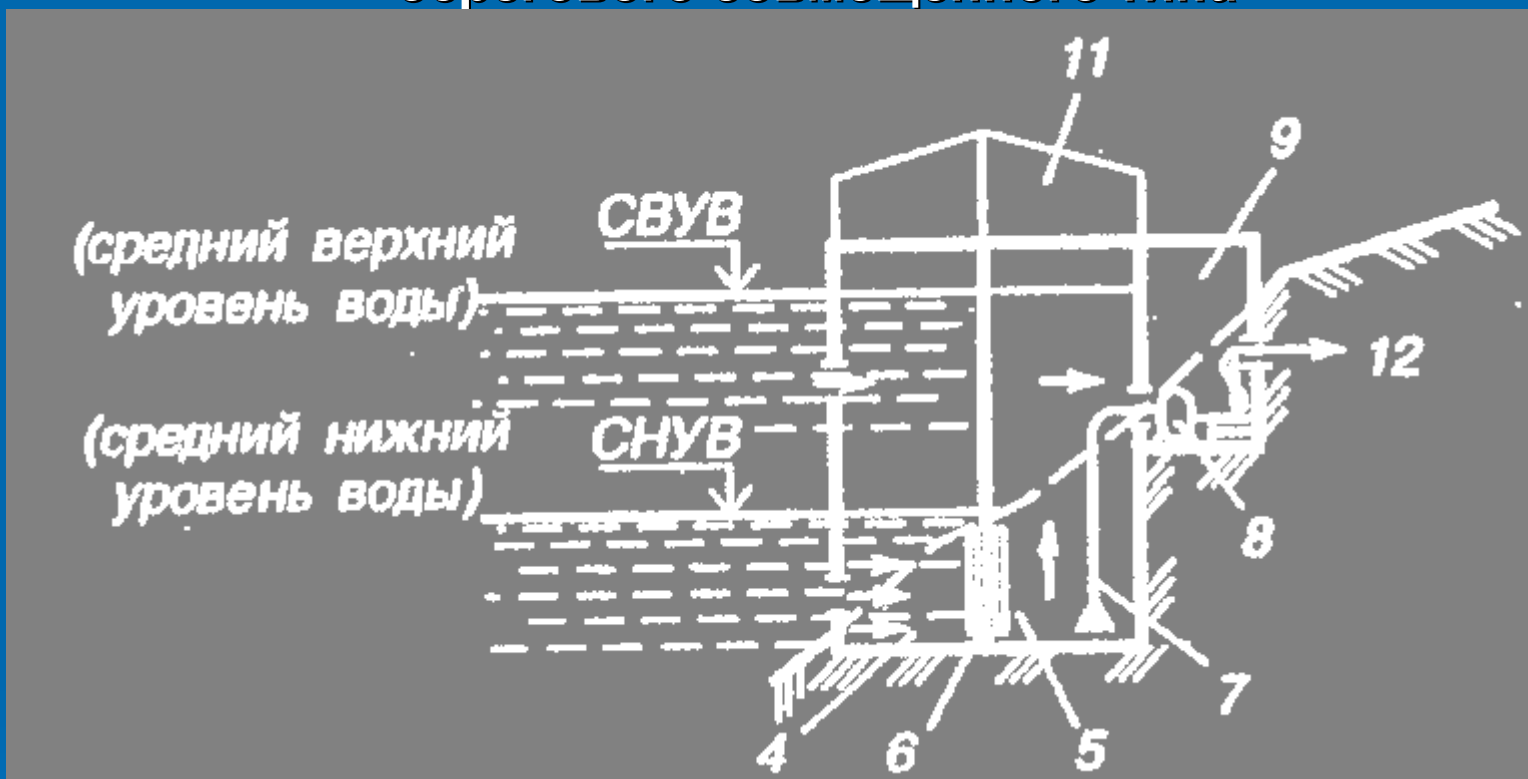
Для защиты водозаборов от глубинного льда рекомендуется осуществлять следующие основные мероприятия:

- Уменьшать скорость течения воды через приёмные окна водозаборов;
- Обогревать решётки приёмных окон;
- Устраивать плавучие запани и коробки;
- Устраивать водоприемные ковши.

Для водозаборов средней производительности при малой высоте всасывания насосов и наличии неплотных грунтов в основании берега устраивают береговые колодцы совмещённого типа.



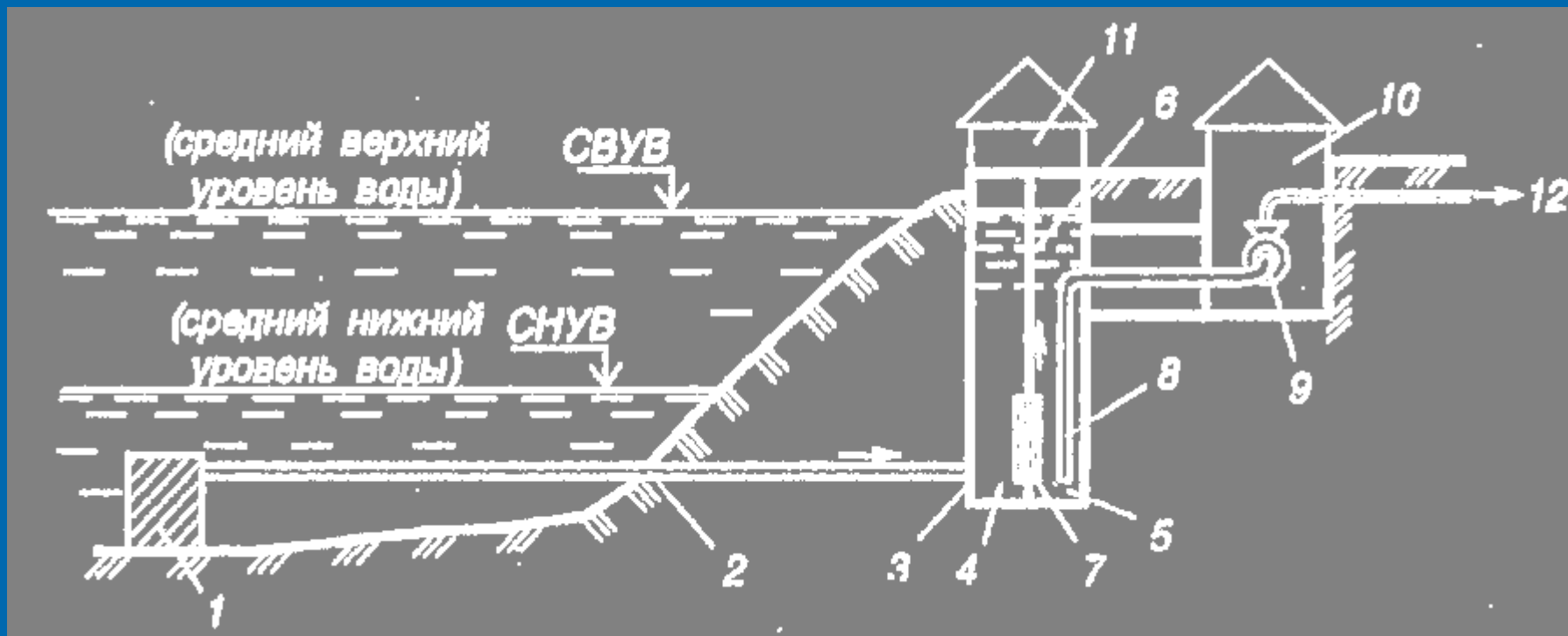
## Принципиальная схема водозабора берегового совмещенного типа



4 – приемная камера;  
5 – всасывающая камера;  
6 – съемная сетка;  
7 – всасывающий патрубок  
центробежного насоса;

8 – центробежный насос;  
9 – насосная станция первого подъема (НС-I);  
10 – галерея для размещения всасывающих труб;  
11 – служебный павильон;  
12 – напорные водоводы.

## Принципиальная схема водозабора руслового типа



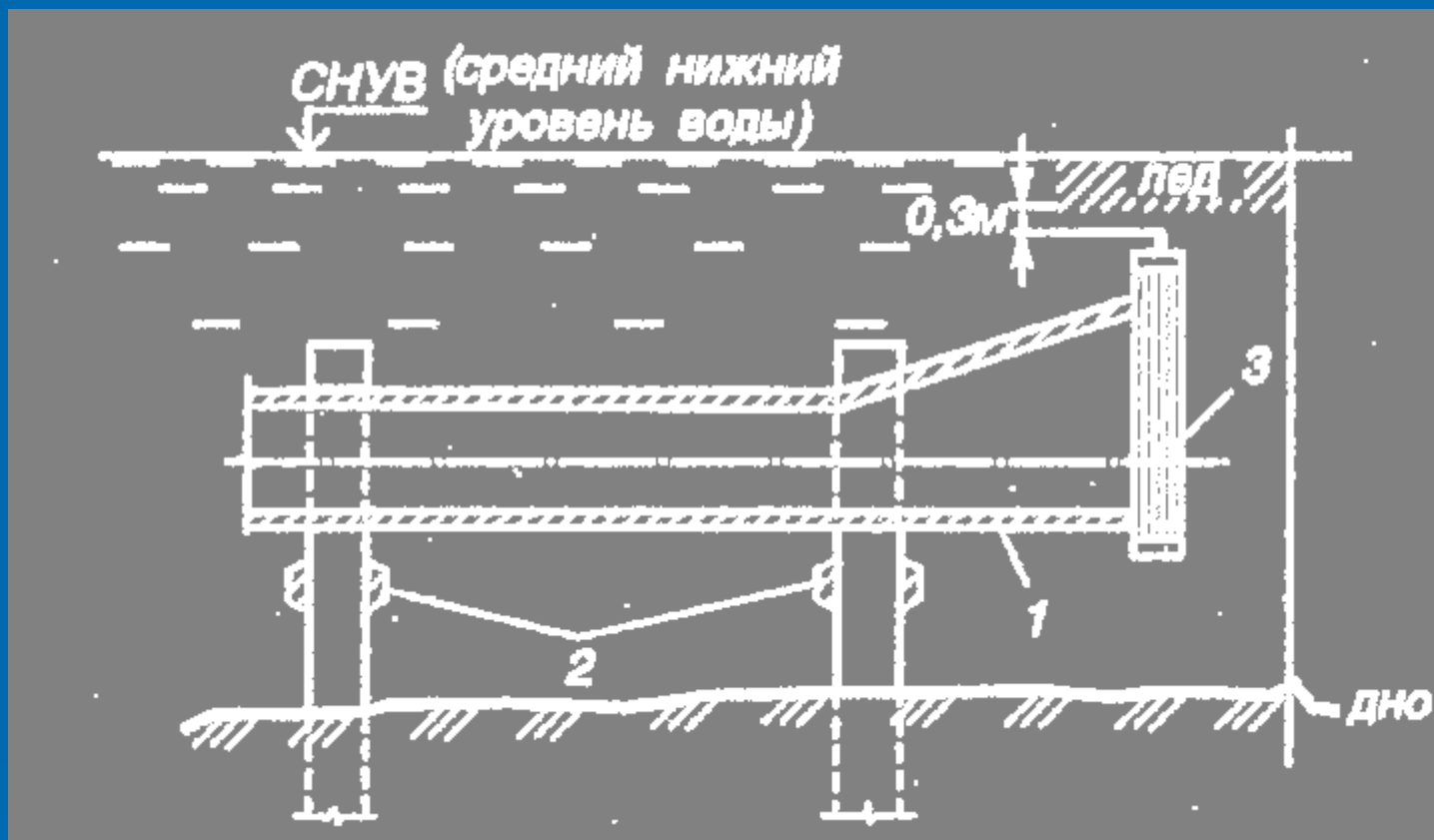
1 – оголовок;  
2 – самотечные линии;  
3 – береговой колодец;  
4 – приемная камера;  
5 – всасывающая камера;  
6 – перегородка;

7 – съемная сетка;  
8 – всасывающий патрубок центробежного насоса;  
9 – центробежный насос;  
10 – насосная станция первого подъема (НС-I);  
11 – павильон;  
12 – напорные водоводы.

**Водозаборные сооружения руслового типа устраиваются с учетом следующих геологических и гидрологических условий:**

- Пологий берег;
- Малая (до 10 м) глубина водоема;
- Не устойчивые грунты в основании берега;
- Амплитуда колебания уровней воды в водоеме менее 6 м;
- Благоприятные ледовые условия;
- Незначительные образования донных наносов.

## Схема устройства затопленного оголовка



1 – береговой колодец;  
2 – приемные окна;  
3 – перегородка;  
4 – приемная камера;  
5 – всасывающая камера;  
6 – съемная сетка;

7 – всасывающий патрубок центробежного насоса;  
8 – центробежный насос;  
9 – насосная станция первого подъема (НС-I);  
10 – Галерея для размещения всасывающих труб;  
11 – служебный павильон;  
12 – напорные водоводы.

Оголовки русловых водозаборов бывают:

- Постоянно затопленные
  - I тип** - только для укрепления и защиты приемных концов самотечных линий, забирающих воду из реки;
  - II тип** - образующие водоприемную камеру, куда поступает вода, и к которой присоединяются концы самотечных труб
- Затопляемые высокими водами;
- Незатопляемые.

Оголовки классифицируются:

- Деревянные (свайные и ряжевые);
- Бетонные;
- Железобетонные.

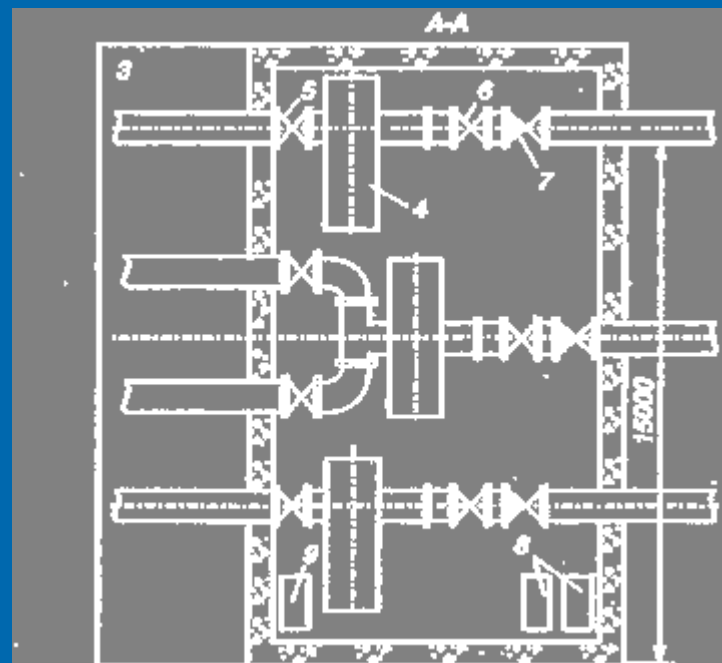
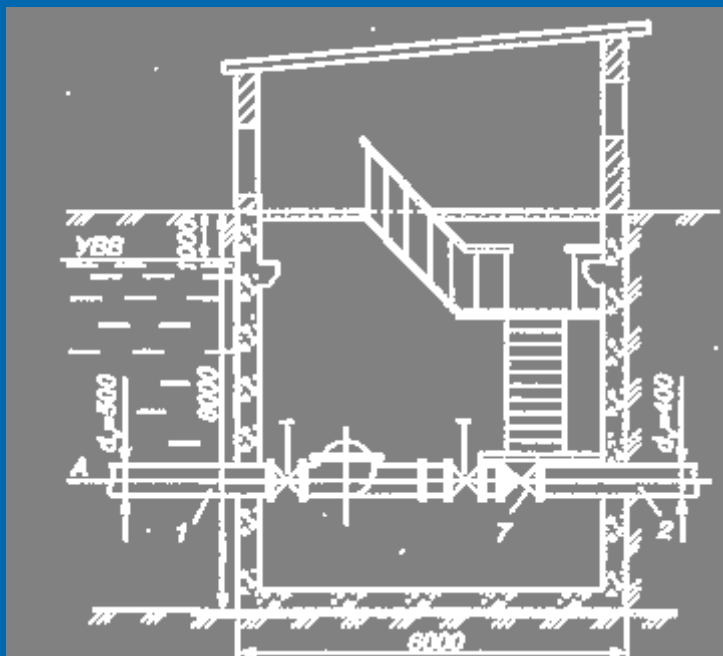
# 1.7 Насосная станция первого подъема. Насосная станция второго подъема

Подача воды насосными станциями первого подъема осуществляется по трем схемам:

- на очистные сооружения;
- в резервуары чистой воды;
- без очистки непосредственно потребителям.



## Насосная станция первого подъема раздельного типа



1 – всасывающий трубопровод;  
2 – нагнетательный трубопровод;  
3 – водосборный резервуар;  
4 – насос типа Д630-90 двойного всасывания

5, 6 – всасывающая и нагнетательная задвижка;  
7 – обратный клапан;  
8 – дренажные насосы;  
9 – вакуум-насосы.

Насосы второго подъема подают воду прямо в сеть и поэтому режим работы станции определяется потребителем.

Режимы работы насосов может быть:

- Равномерный (при расходе меньше 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут).  
Объем аккумулирующей емкости 8-15%.
- Ступенчатый.  
Объем аккумулирующей емкости 2-6%.

Расчетный режим насосной станции второго подъема зависит от схем подачи воды в город.

Различают три схемы:

- безбашенную;
- с башней в начале сети;
- с контррезервуаром (башня за сетью).

## Безбашенная схема

В безбашенной схеме требуется установка большего числа насосов, так как нет напорного аккумулятора.

Число насосов включенных параллельно определяется по формуле:

$$Z=Q_{\max}/Q_H$$

где  $Q_{\max}$  – максимальная подача по графику;

$Q_H$  – подача насоса.

## Схема с напорным аккумулятором

В аккумуляторной схеме при минимальном водопотреблении вода запасается в аккумулирующей емкости и расходуется в часы с максимальной подачей, а станция рассчитывается на среднюю подачу.

## Проверка работы насосной станции на случай возникновения пожара.

Насосная станция второго подъема должна обеспечивать подачу полного расчетного расхода воды для тушения пожара в час максимального водозабора, то есть подача насосной станции:

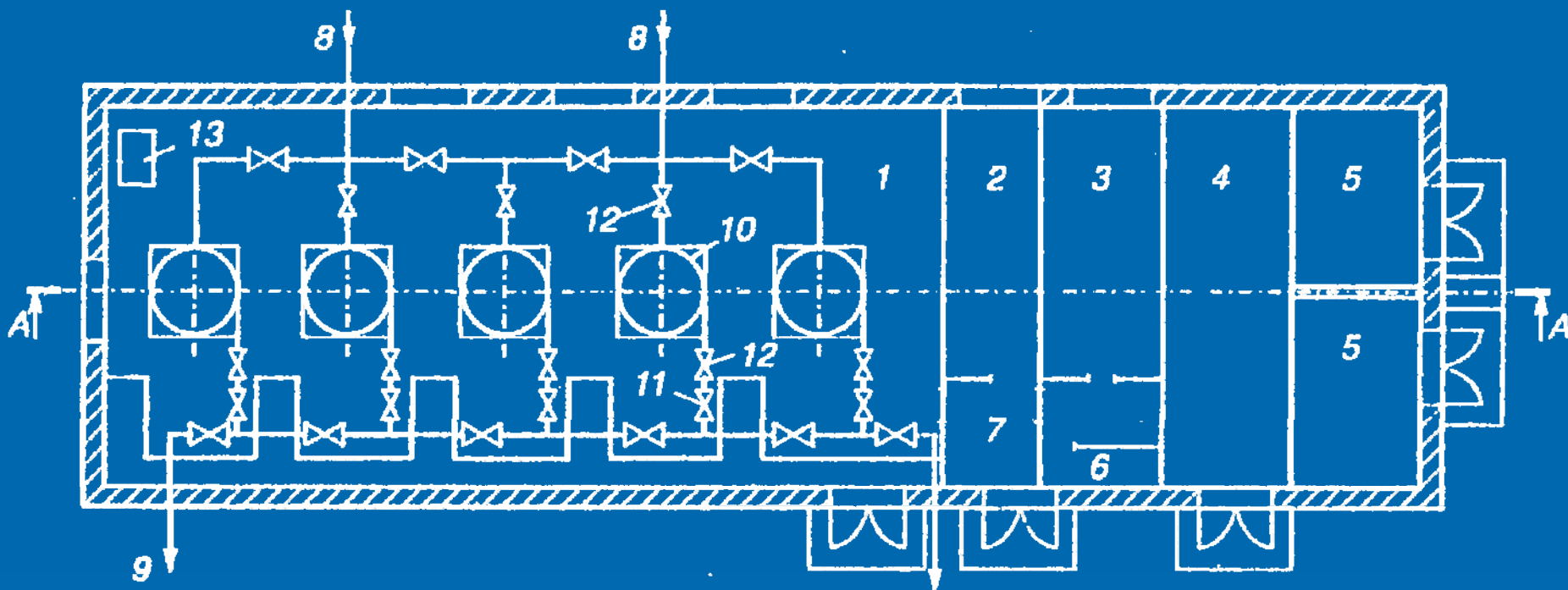
$$Q = Q_{\max} + Q_{\text{НОМ}}$$

где  $Q_{\text{НОМ}}$  – расчетный расход воды для тушения пожара.

Насосные станции второго подъема могут быть:

- заглубленными;
- не заглубленными.

## Насосная станция второго подъема



1 – машинный зал;  
 2 – помещение обл. персонала;  
 3 – мастерская;  
 4 – помещения РУ;  
 5 – камеры трансформаторов;  
 6,7 – хоз.помещения;

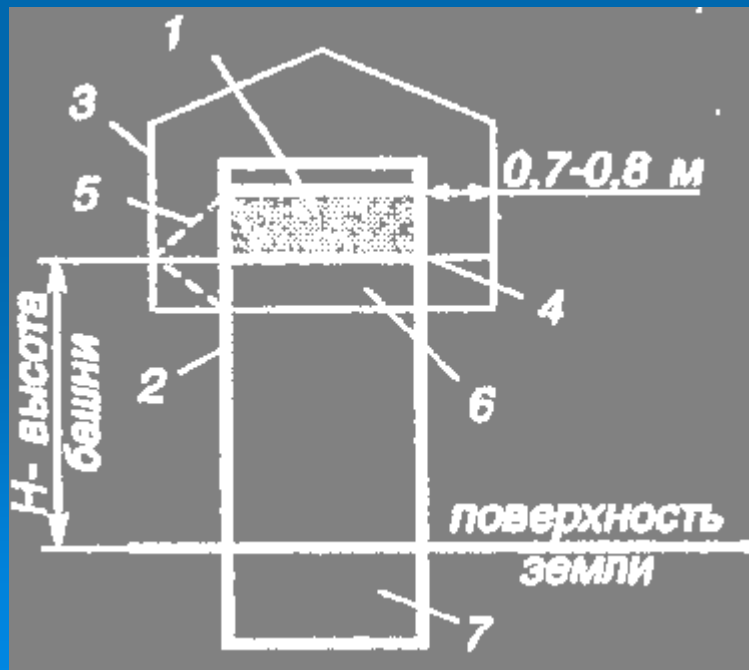
8 – всасывающие трубопроводы;  
 9 – нагнетательные трубопроводы;  
 10 – насосы типа КМ160/30;  
 11 – обратный клапан;  
 12 – задвижки;  
 13 – насос ЦВ-4/85 дренажный.

## 1.8 Водонапорные башни

Функции водонапорных башен:

- Обеспечивать равномерную работу насосных станций;
- Уменьшать диаметр (стоимость) городских водопроводных магистралей;
- Повышать надежность систем водоснабжения.

### Основные элементы водонапорной башни



- 1 – бак башни;
- 2 – ствол;
- 3 – шатер;
- 4 – легкое перекрытие;
- 5 – лестница;
- 6 – подбаковая камера;
- 7 – подвальное помещение.

Водонапорные башни бывают:

1. Железобетонные

- со стволом в виде стакана;
- со стволом в виде опорных колец;
- с баком из железобетона.

2. Кирпичные

- со стволом в виде цилиндра;
- со стволом в виде многогранника;
- с баком из стали.

3. Металлические (только на сельских водопроводах).



The diagram shows a vertical water supply system. At the bottom, a horizontal pipe labeled 'К сети' (To network) enters from the left. A vertical pipe labeled '1' goes up from this point. A horizontal pipe labeled '13' branches off to the left, labeled 'В водосток' (To sewer). The main vertical pipe '1' has an upward arrow. At the top of pipe '1', there is a pump assembly labeled '5'. Above the pump is a tank labeled '6'. Inside the tank, there are horizontal lines representing water levels, labeled '7' and '8'. A vertical pipe labeled '12' goes down from the pump assembly. It has a downward arrow. At the bottom of pipe '12', there is a valve labeled '9' and a meter labeled '10'. The pipe then continues down to the sewer connection labeled '13'.

- 1 – подающе-разводящая труба;
- 2 – обратный клапан;
- 3 – труба отводящая воду;
- 4 – сетка;
- 5 – поплавковый клапан;
- 6 – шатер;
- 7 – переливная воронка;
- 8 – бак башни;
- 9 – грязевая труба;
- 10 – задвижка на грязевой трубе;
- 11 – переливная труба;
- 12 – ствол башни;
- 13 – задвижки для отключения башни от сети.

Объем бака водонапорной башни определяется по формуле:

$$V = V_p + V_{\Pi}$$

где  $V_p$  - регулирующий объем бака башни;

$V_{\Pi}$  - запас воды для тушения одного внутреннего и одного наружного пожара в течении 10 мин (хранится в баке башни постоянно).

## 1.9 Наружная сеть водоснабжения

Водопроводная наружная сеть должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечивать подачу заданного количества и качества воды потребителям под требуемым напором;
- обеспечивать экологическую надежность и бесперебойность снабжения водой потребителей (с учетом перспектив их роста);
- быть экономичной.

Наружная водопроводная сеть состоит из :

- *системы магистральных трубопроводов*, транспортирующих воду в районы и кварталы населенного пункта;
- *распределительные сети*, подающие воду к отдельным дымовым ответвлениям и пожарным гидрантам (диаметры труб принимаются по величине пропускаемого пожарного расхода).

В практике водоснабжения используют два основных вида сетей:

- разветвленные (тупиковые);
- кольцевые (система замкнутых контуров или колец).

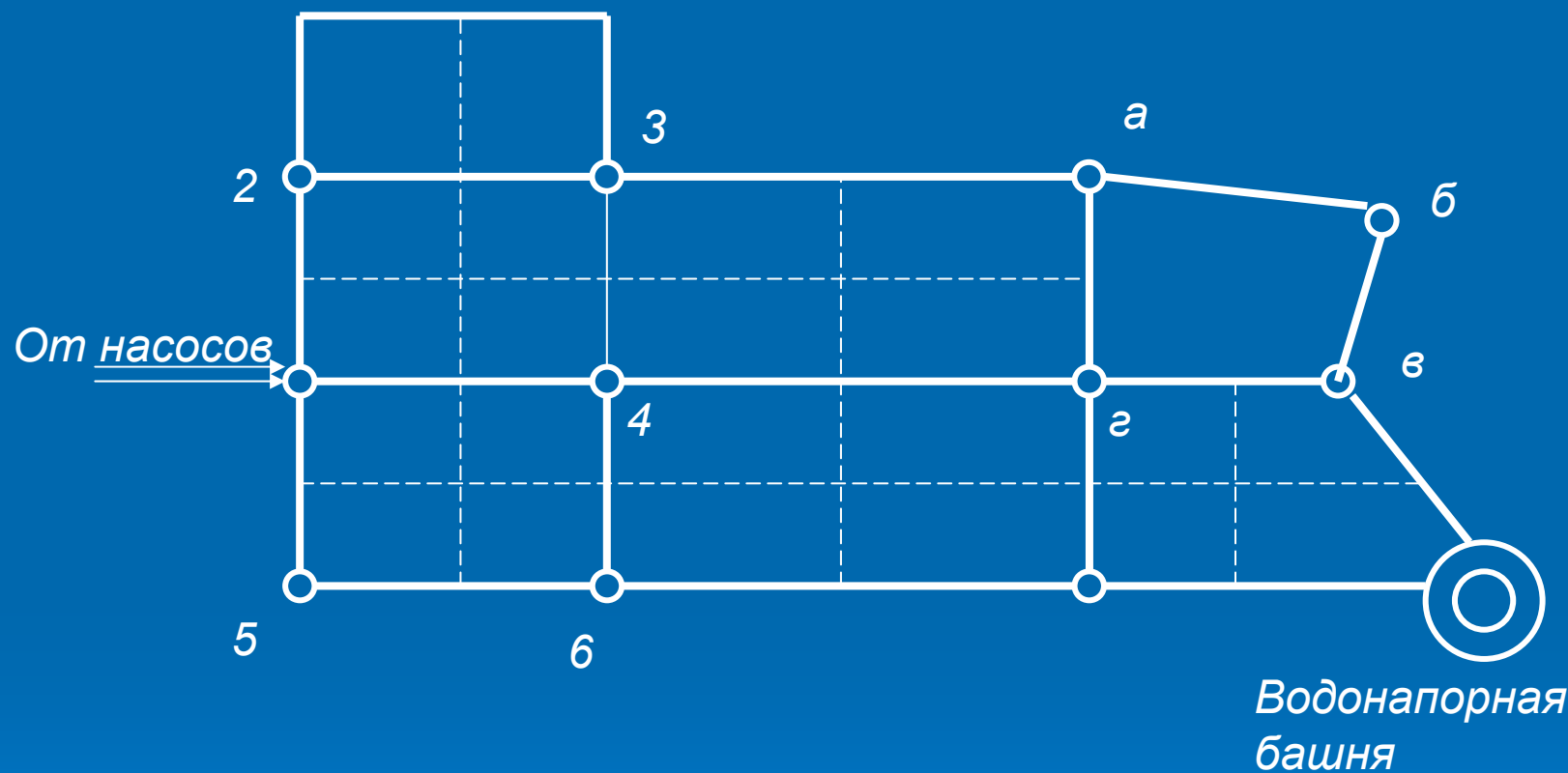


# Тупиковые водопроводные сети



— — магистральные трубопроводы.

# Кольцевые водопроводные сети



- — — — — магистральные трубопроводы;
- - - - - распределительная сеть.

В соответствии с требованиями предъявляемыми к надежности систем водоснабжения, в населенных пунктах устраивают кольцевые сети.

Условия трассировки магистралей:

- подача воды должна происходить кратчайшим путем;
- трассировку производить с учетом рельефа местности (прокладывать по наиболее возвышенным точкам рельефа).



## 1.10 Трубы для систем водоснабжения

На выбор типа материала труб существенное влияние оказывают следующие факторы:

- *экология района прокладки:* Сейсмичность района прокладки, санитарные условия, агрессивность грунтов и воды, климатические условия, гидрогеология грунтов, их механическая прочность;
- *сроки эксплуатации труб;*
- *статические размеры:* Внутреннего гидростатического давления в трубах, массы грунта и временных нагрузок, возможности образования вакуума в трубах.

## **Чугунные раструбные трубы (ГОСТ 9583-75\*)**

- широко применяются при устройстве наружных водопроводов;
- долговечны;
- плохо сопротивляются динамическим нагрузкам;
- требуют большой расход металла.

## **Асбестоцементные трубы (ГОСТ 539-80\*)**

- прочны;
- стойки к коррозии;
- малотеплопроводны;
- имеют малую массу;
- плохо сопротивляются ударам, динамическим нагрузкам;
- не экологичны.

## **Железобетонные напорные трубы (ГОСТ 12586.01-83\*)**

- широко применяются для прокладки магистральных водопроводов и водоводов;
- большой диапазон диаметров на различные внутренние давления.

## **Полиэтиленовые трубы (ГОСТ 18599-83\*)**

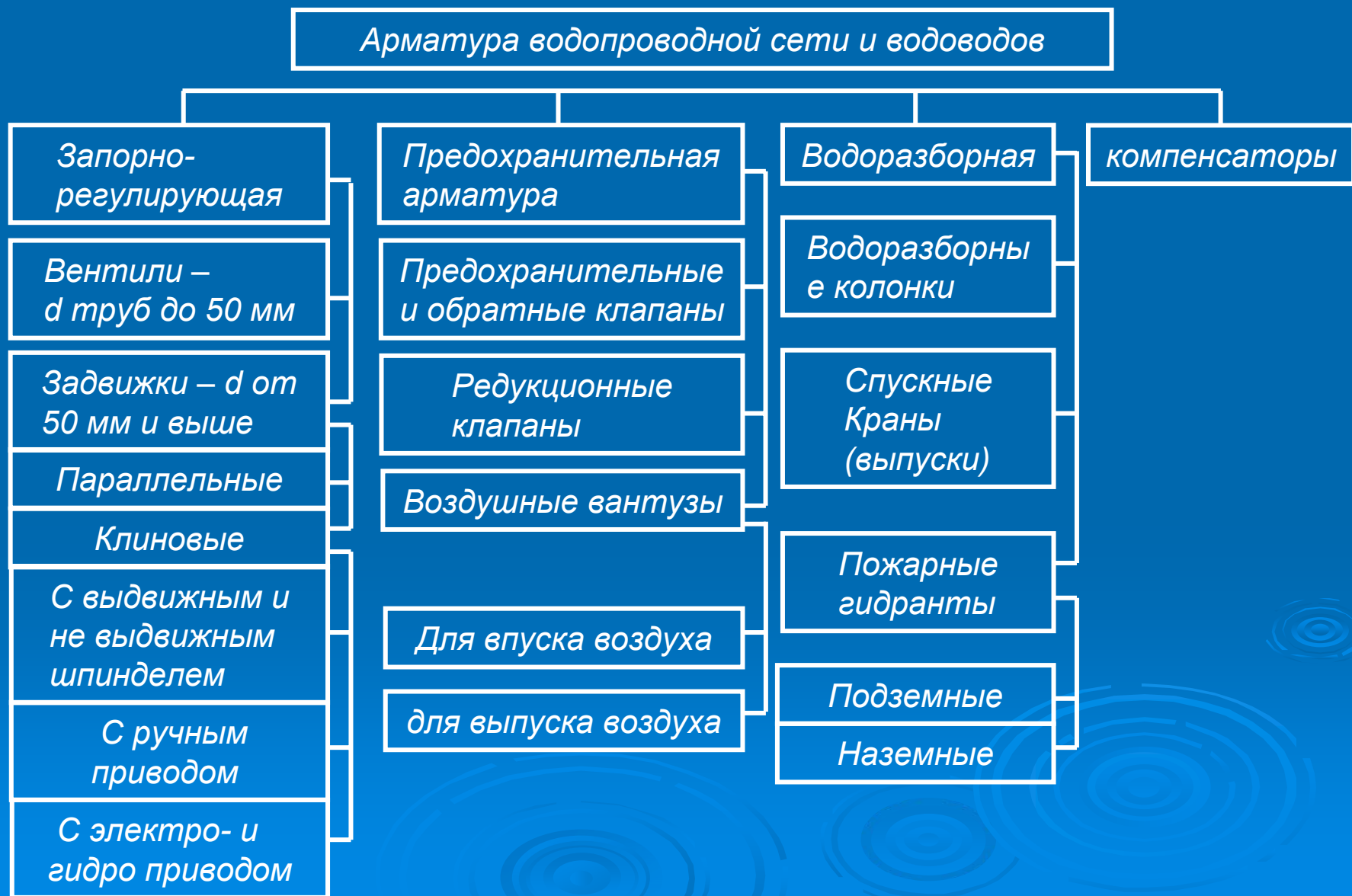
- коррозионностойкие;
- обладают небольшой массой;
- достаточно механически прочны;
- долговечны;
- большой коэффициент линейного расширения.

## **Стальные трубы электросварные (ГОСТ 10704-91\*, 8696-74\*)**

Применяются:

- для водоводов в системах водоснабжения, работающих при значительных внутренних давлениях;
- для укладки водопроводных линий в сейсмических районах;
- при устройстве дюкеров.

# 1.11 Арматура для систем водоснабжения. Колодцы на сети. Глубина заложения труб и особенности их прокладки



### *Водоразборные колонки*

устраивают для разбора воды из водопроводной сети жителями проживающими в домах, не оборудованными внутренним водопроводом.

### *Пожарные гидранты*

устанавливаются на наружной водопроводной сети для целей пожаротушения. Более широкое применение имеют подземные гидранты.

### *Предохранительные клапаны*

не допускают повышения давления, в сети сверхдопустимого.

### *Обратные клапаны*

допускают движения воды только в одном направлении, они применяются, в основном для оборудования напорных патрубков, на водоводах и трубах специального назначения.

### *Редукционные клапаны*

служат для понижения давления на отдельных участках сети , или на вводе водопроводе в здание.

## *Компенсаторы*

Устройство воспринимающие температурные удлинения металлических трубопроводов.

## *Спускные краны (выпуски)*

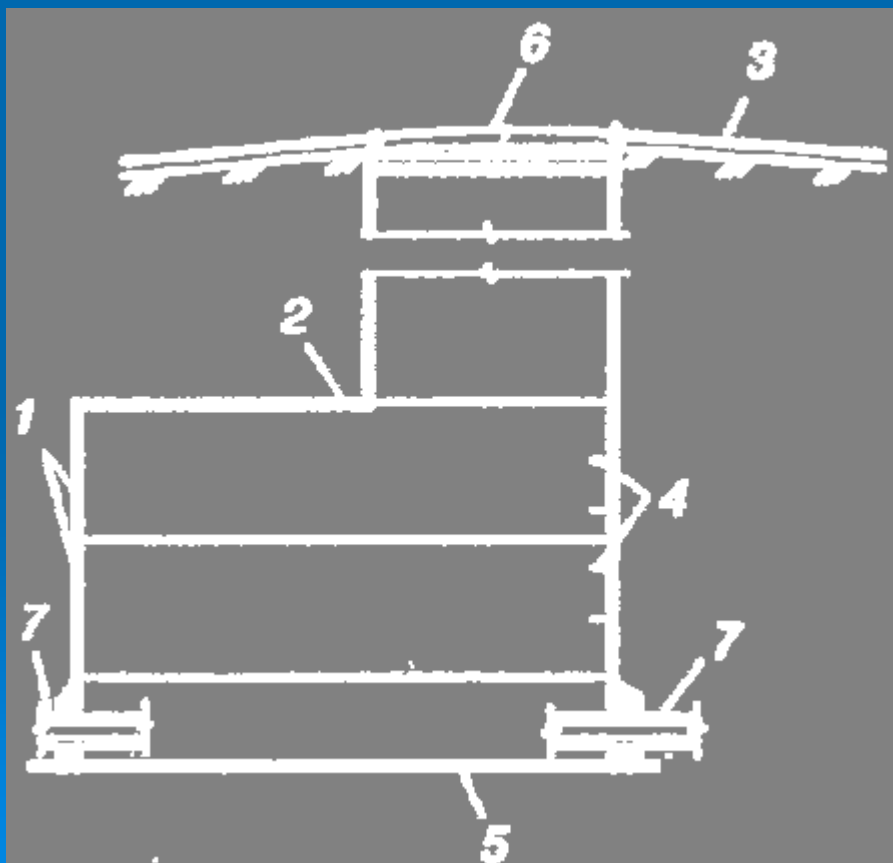
Представляет собой патрубок с задвижками примыкающий к нижней части трубы, устанавливают на пониженном участке сети для их опорожнения, отключения на ремонт или промывки.

## *Воздушные вантузы*

Устанавливают для удаления воздуха, скапливающегося в возвышенных точках водоводов и магистральной сети, в особенности при пересечениях ими водоразделов.

## Колодцы на сети

Колодцы на сети проектируются из монолитного и сборного железобетона. Наиболее совершенны и экономичны при массовом строительстве сборные железобетонные колодцы круглой формы.



- 1 – кольца;
- 2 – плита перекрытия;
- 3 – каменная отсыпка;
- 4 – ходовые скобы;
- 5 – плита днища;
- 6 – чугунный люк с крышкой;
- 7 – трубопроводы.

## Глубина заложения водопроводных труб и особенности их прокладки

Во избежание замерзания воды в трубах глубина их заложения (до низа трубы) должна быть больше глубины промерзания.

Диаметр труб, мм	$d < 300$	$d = 300-600$	$d > 600$
Глубина заложения труб, м	$H_{\text{пром}} + 0,2d$	$H_{\text{пром}} + 0,5d$	$H_{\text{пром}} + 0,7d$

Но минимальная глубина заложения должна обеспечивать их защиту динамических нагрузок, и составлять не менее одного метра до верха трубы.

В местах поворотов водопроводной сети тройниках, и тупиковых концах для защиты от внутреннего давления устанавливаются упоры.

## Прокладка водопроводных труб

При пересечении с железными и автомобильными дорогами трубопроводы следует прокладывать:

- в водопропускных трубах под насыпями;
- в путепроводах;
- в футляре (труба диаметром на 300 мм больше диаметра трубопровода).

При пересечении с форваторами судоходных рек трубопроводы заглубляют на один метр ниже дна.



## 1.12 Водоподготовка

Анализ качества природных источников показал, что их применение для целей водоснабжения возможно только после проведения комплексных мероприятий по их очистке.

Выбор методов очистки и состав очистных сооружений зависит от ряда факторов:

- качество воды в источнике водоснабжения;
- назначение водопровода;
- производительность станции очистки;
- местных условий;
- экологической и технико-экономической целесообразности применения способов очистки.

# Основные методы и сооружения по обработке питьевой воды

## ОСВЕТЛЕНИЕ

Коагуляция

В свободном  
объеме в

смесителях,  
камерах  
хлопьяобразования

Контактная в

осветлителях со  
взвешенным  
осадком в скорых  
фильтрах

Отстаивание

в отстойниках

Фильтрация

на фильтрах

## ОБЕЗЗОРАЖИВАНИЕ

Хлорирование

в хлораторах вакуумных,  
напорных

Озонирование

в озонаторных установках

Бактерицидное облучение

Ртутно-кварцевыми  
лампами высокого и  
низкого давления

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ

Умягчение (для ТЭЦ)

в реагентных и катионовых установках

Обезжелезивание

в аэрационных и катионных установках

стабилизация

подкислением, рекарбонизацией,  
фосфотированием

Обессоливание

ионным обменом, электролизом,  
дистилляцией замораживанием

Охлаждение

в охлаждающих прудах, брызгательных  
бассейнах, градирнях

*Осветление* – это процесс, с помощью которого из воды удаляются содержащиеся в ней взвешенные вещества.

*Фильтрация* – это процесс, при котором вода проходит через слой фильтрующего материала фильтра для более глубокого осветления.

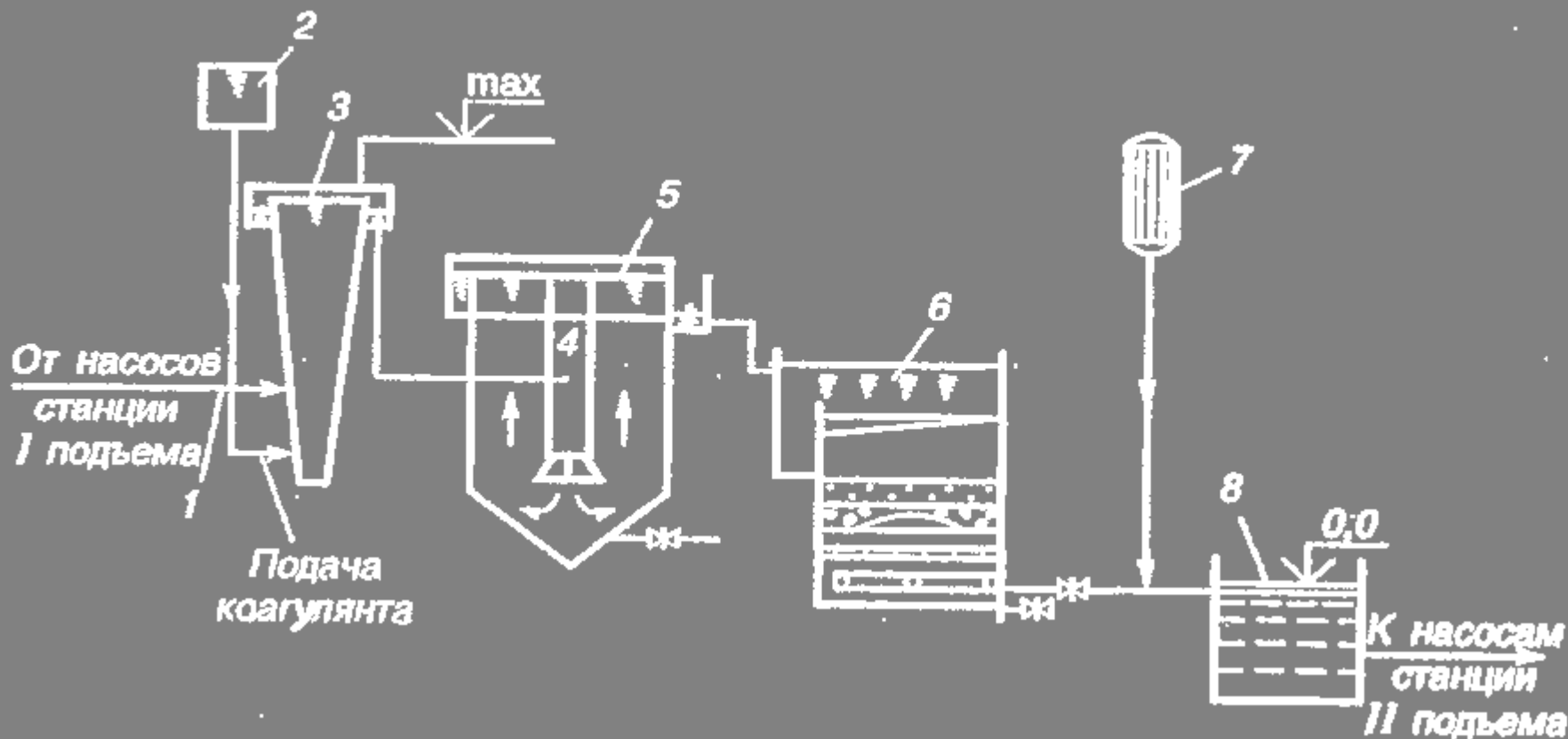
*Обеззараживание* – это уничтожение в воде болезнетворных (патогенных) бактерий.

*Стабилизация* – это добавление в воду химических реагентов для предотвращения коррозии трубопроводов, арматуры, а также от выпадения в трубах солей.

*Специальная обработка воды:*

- обезжелезивание (для подземных вод);
- умягчение для котельных установок и ТЭЦ;
- обессоливание (до подачи её потребителям).

## Высотная схема расположения основных очистных сооружений, по обработке воды из поверхностных источников



- 1 – подача воды;
- 2 – реагентное хозяйство;
- 3 – вертикальный смеситель;
- 4 – камера хлопьеобразования водоворотного типа;

- 5 – вертикальный водопроводный отстойник;
- 6 – фильтр;
- 7 – хлораторная;
- 8 – резервуар чистой воды.

## 2 Водоотведение



## 2.1 Виды сточных вод

Сточная жидкость — это вода, которая в процессе использования получила дополнительные загрязнения, изменившая её состав или физические свойства, а также вода, стекающая с территории населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения осадков или поливки улиц.

Сточные воды разделяются на следующие категории:

- бытовые или хозяйственно - фекальные (от жилых, административных и общественных зданий; от производственных зданий);
- производственные (от различных технологических процессов промпредприятий).

Степень загрязнения сточных характеризуется количеством загрязнений содержащихся в единице их объема концентрации мг/л или г/м<sup>3</sup>.

Концентрация зависит от:

- нормы водопотребления (для бытовых сточных вод);
- характера производства и вида выпускаемой продукции (для производственных сточных вод);
- места образования осадков, продолжительности и интенсивности осадков (для атмосферных осадков).

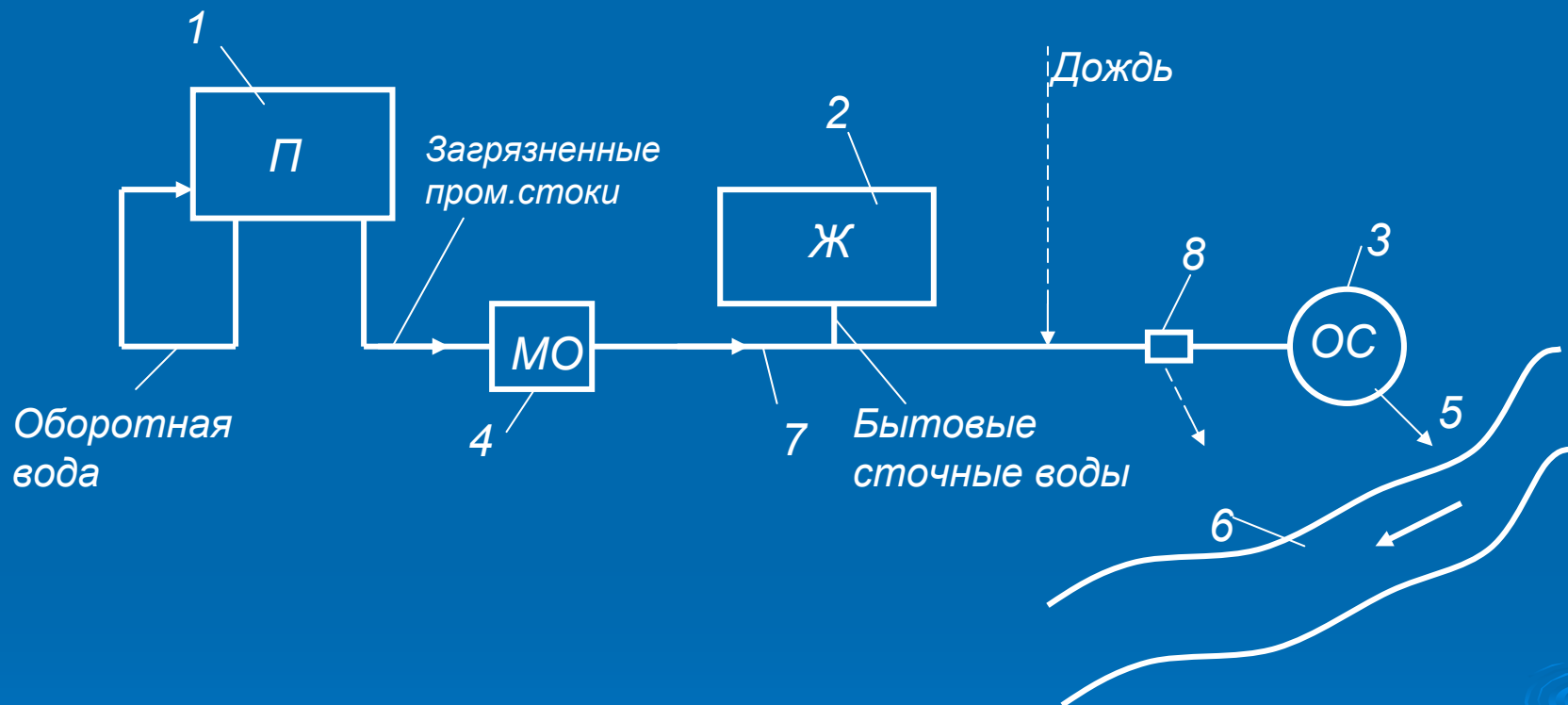
**Канализация** представляет собой комплекс инженерных сооружений и мероприятий, обеспечивающих:

- прием сточных вод всех видов в местах их образования;
- транспортировку сточных вод на очистные сооружения;
- очистка и обеззараживание сточных вод;
- утилизацию полезных веществ, содержащихся в сточной воде и их осадках;
- спуск очищенных сточных вод в водоем.



## 2.2 Системы канализации населенных пунктов

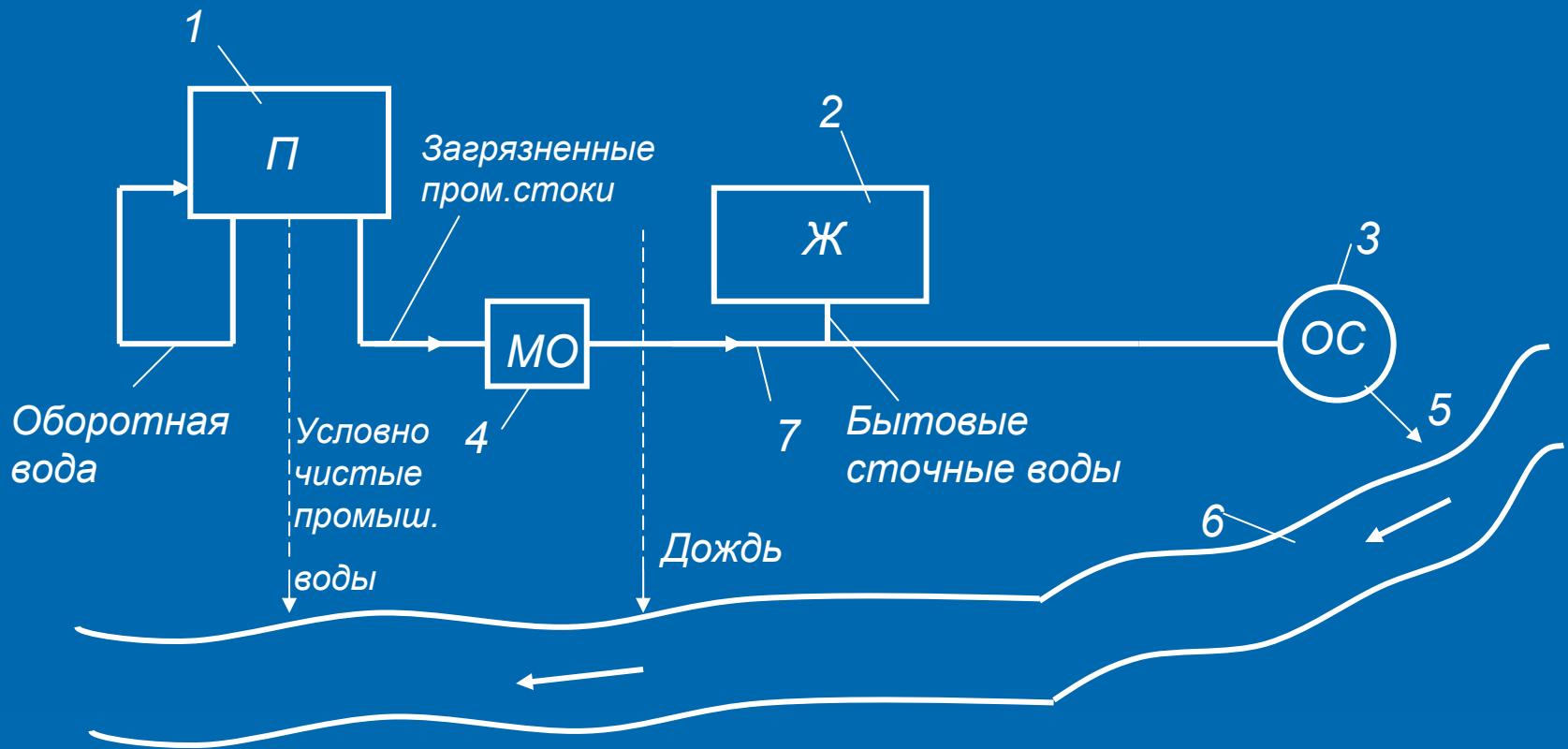
### Общесплавная система канализации



1 – промпредприятия (П);  
2 – жилые административные здания (Ж);  
3 – очистные сооружения (О.С.);  
4 – местные очистные сооружения на промпредприятиях (МО);

5 – выпуск сточных вод в водоем;  
6 – река;  
7 – коллектор хоз-бытовой канализации;  
8 – ливнепуск.

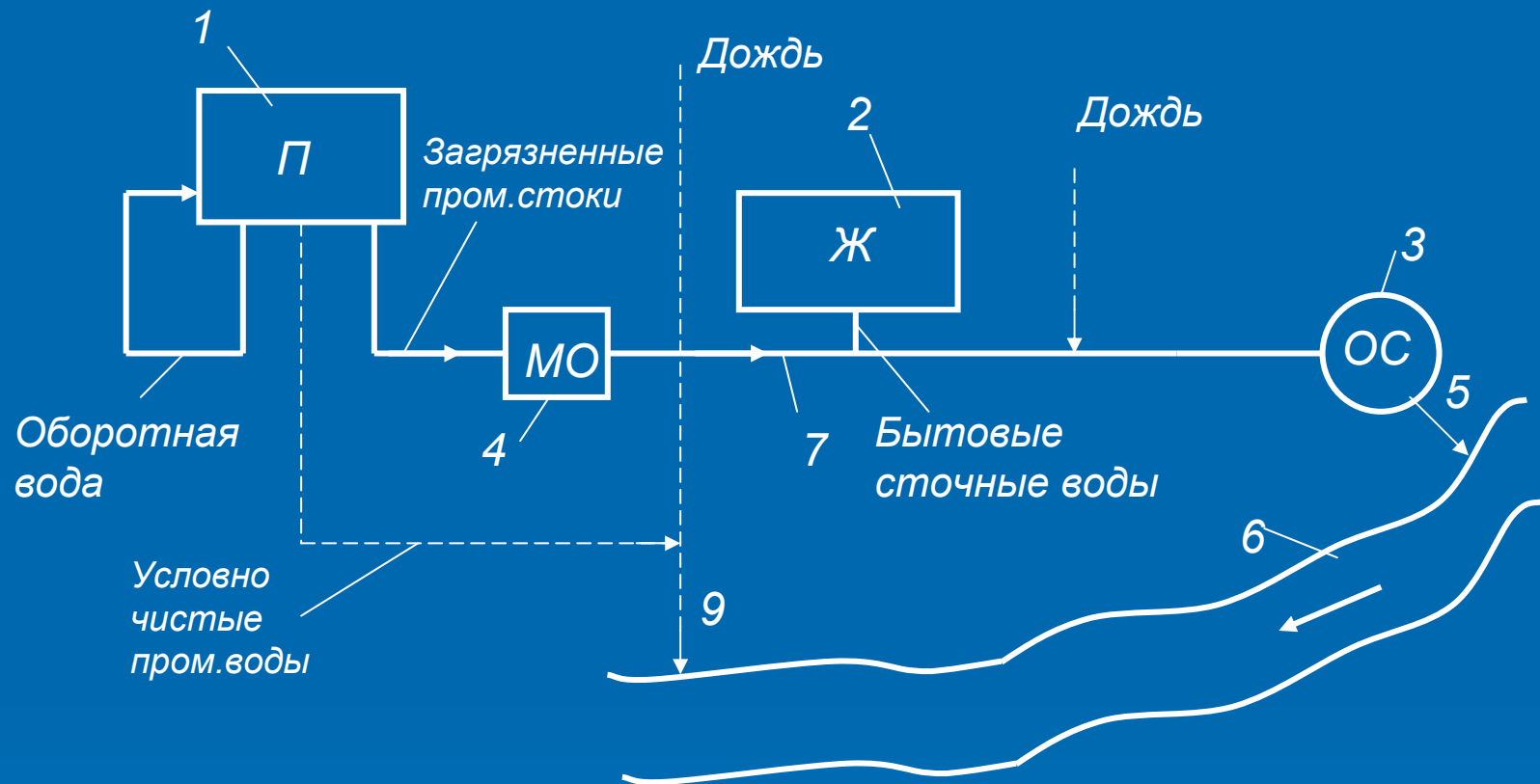
# Неполная раздельная система канализации



1 – промпредприятия (П);  
2 – жилые административные здания (Ж);  
3 – очистные сооружения (О.С.);  
4 – местные очистные сооружения на промпредприятиях (МО);

5 – выпуск сточных вод в водоем;  
6 – река;  
7 – коллектор хоз-бытовой канализации;  
10 – лотки.

# Полная раздельная система канализации



1 – промпредприятия (П);

2 – жилые административные здания (Ж);

3 – очистные сооружения (О.С.);

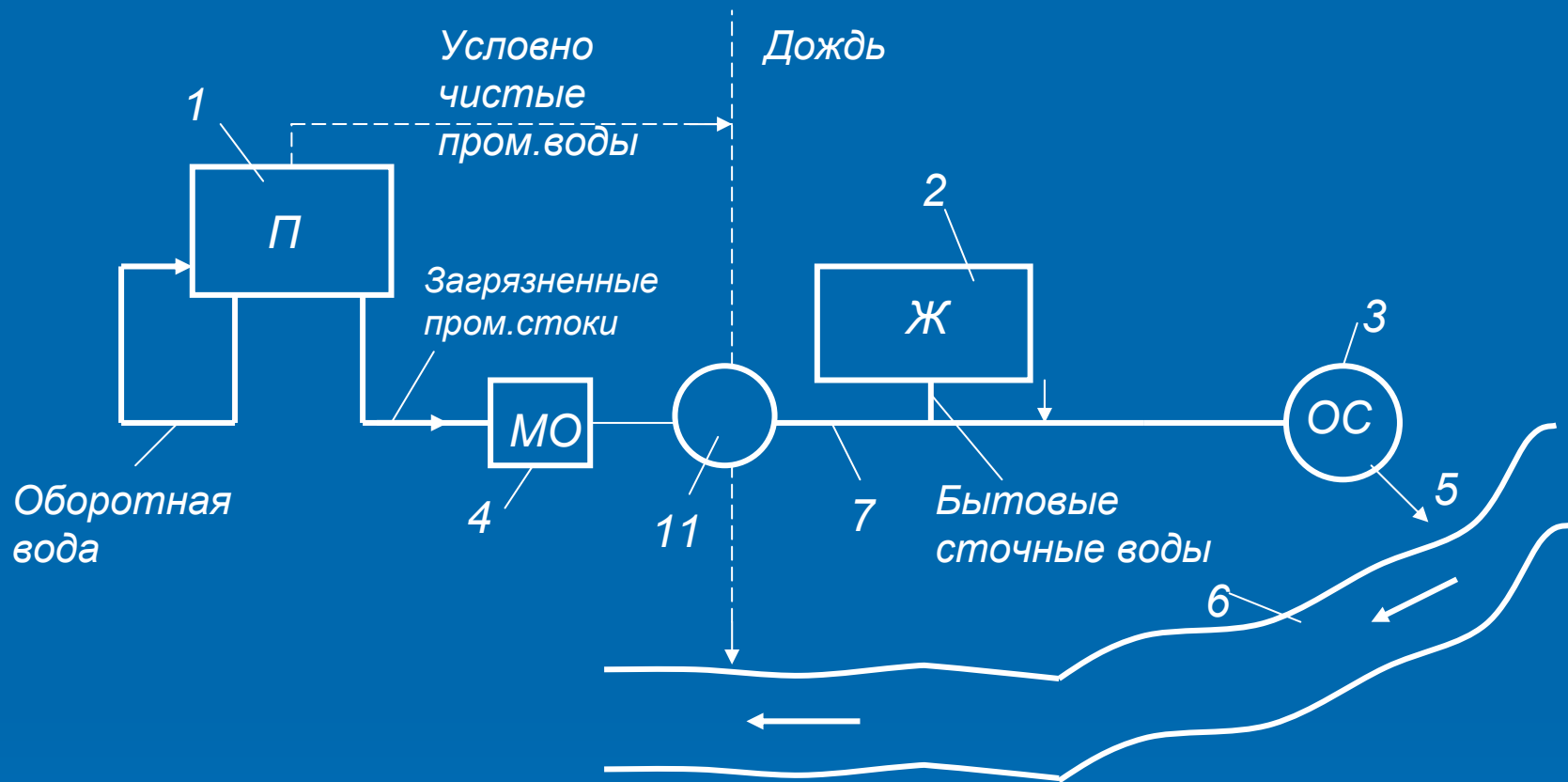
4 – местные очистные сооружения на промпредприятиях (МО);

6 – река;

7 – коллектор хоз-бытовой канализации;

9 – трубопровод производственно-дождевой сети.

# Полураздельная система канализации



1 – промпредприятия (П);  
4 – местные очистные сооружения на промпредприятиях (МО);  
3 – очистные сооружения (О.С.);

6 – река;  
7 – коллектор хоз-бытовой канализации;  
9 – трубопровод производственно-дождевой сети.

## 2.3 Элементы наружной канализации

Наружная канализация состоит из разветвленной сети подземных труб и каналов отводящих сточные воды самотеком к насосным станциям или на очистные сооружения.

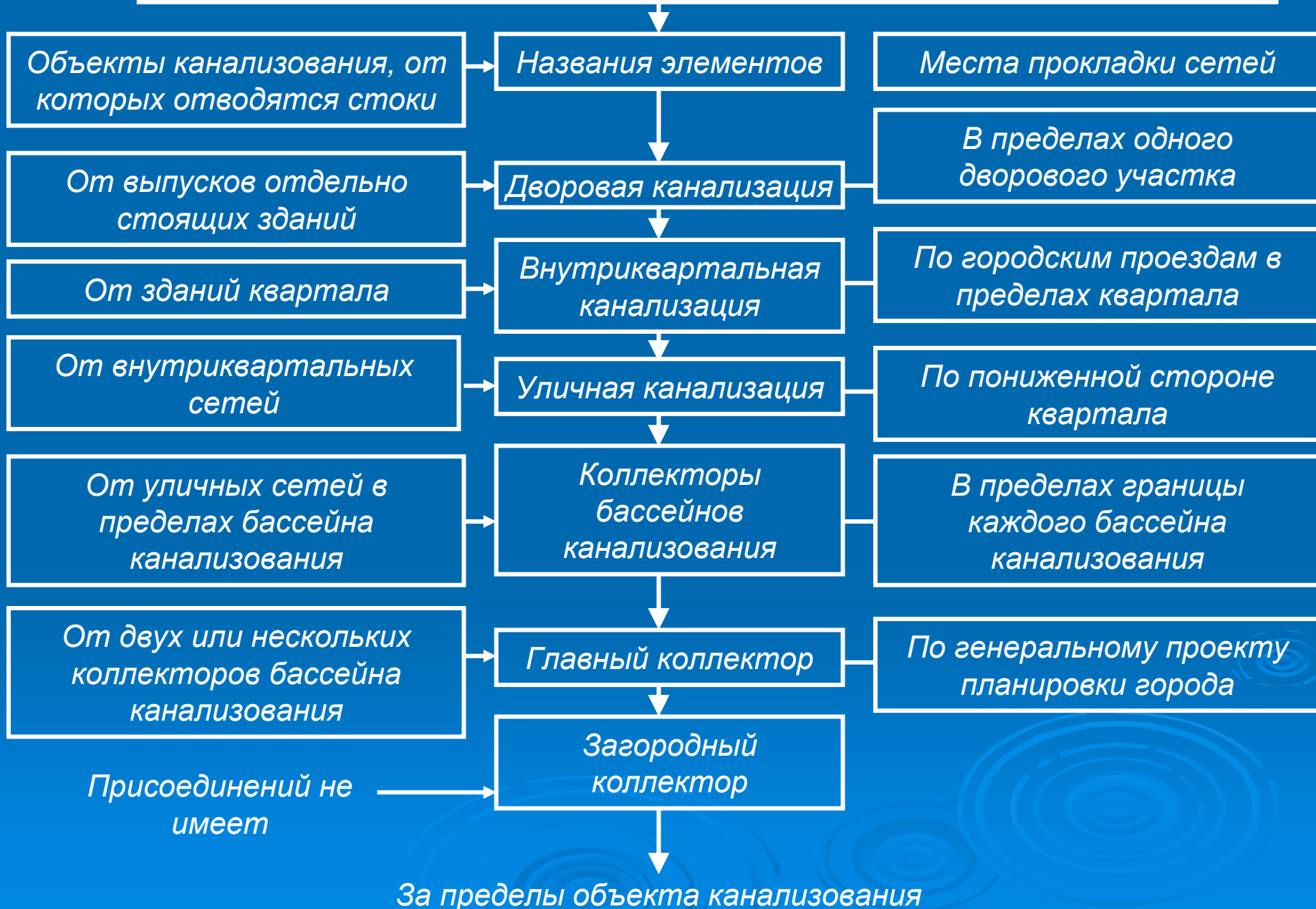
*Трассировка* – начертание сети в плане.

Последовательность трассировки наружной канализации:

- прокладывание главных и загородных коллекторов;
- прокладывание коллекторов бассейна канализования;
- нанесение уличных и внутриквартальных сетей.



## Элементы наружной канализации



## 2.4 Схемы канализационных сетей

Параметры влияющие на выбор схемы канализации

Экологические условия района

Технико-экономические показатели

Грунтовые условия

Месторасположения очистных сооружений

Размеры канализуемой территории

Рельеф местности

Нет обратных уклонов

Плавное понижение в сторону водоема

Резкое понижение в сторону водоема

Неравномерное падение рельефа

сложный рельеф

Наименование схем канализации

Перпендикулярная  
(отвод атмосферных вод)

Пересеченная (при реконструкции  
перпендикулярной  
схемы)

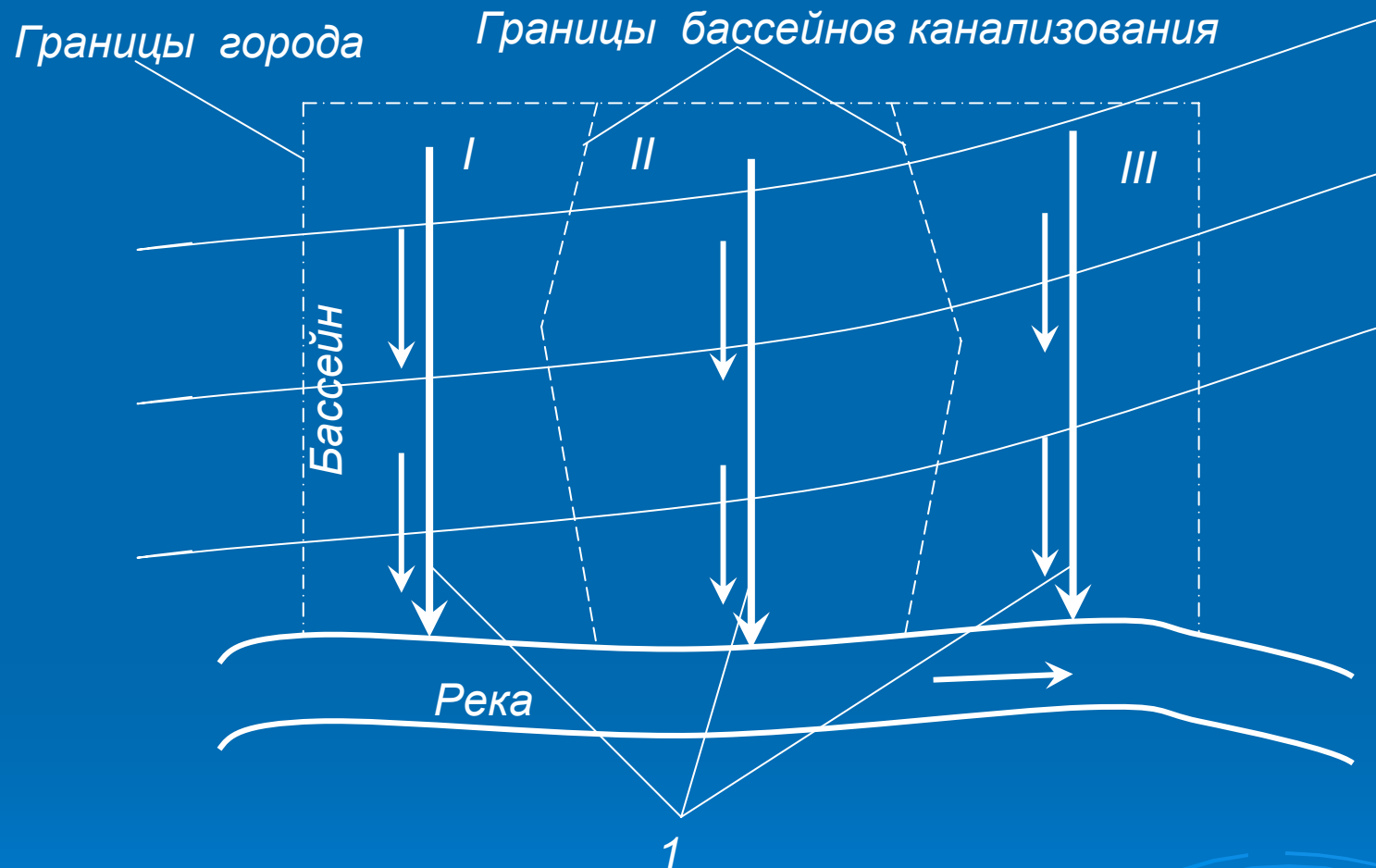
Параллельная (уменьшает уклон труб)

Зонная или поясная (горные районы)

Радиальная (при расширении застройки)

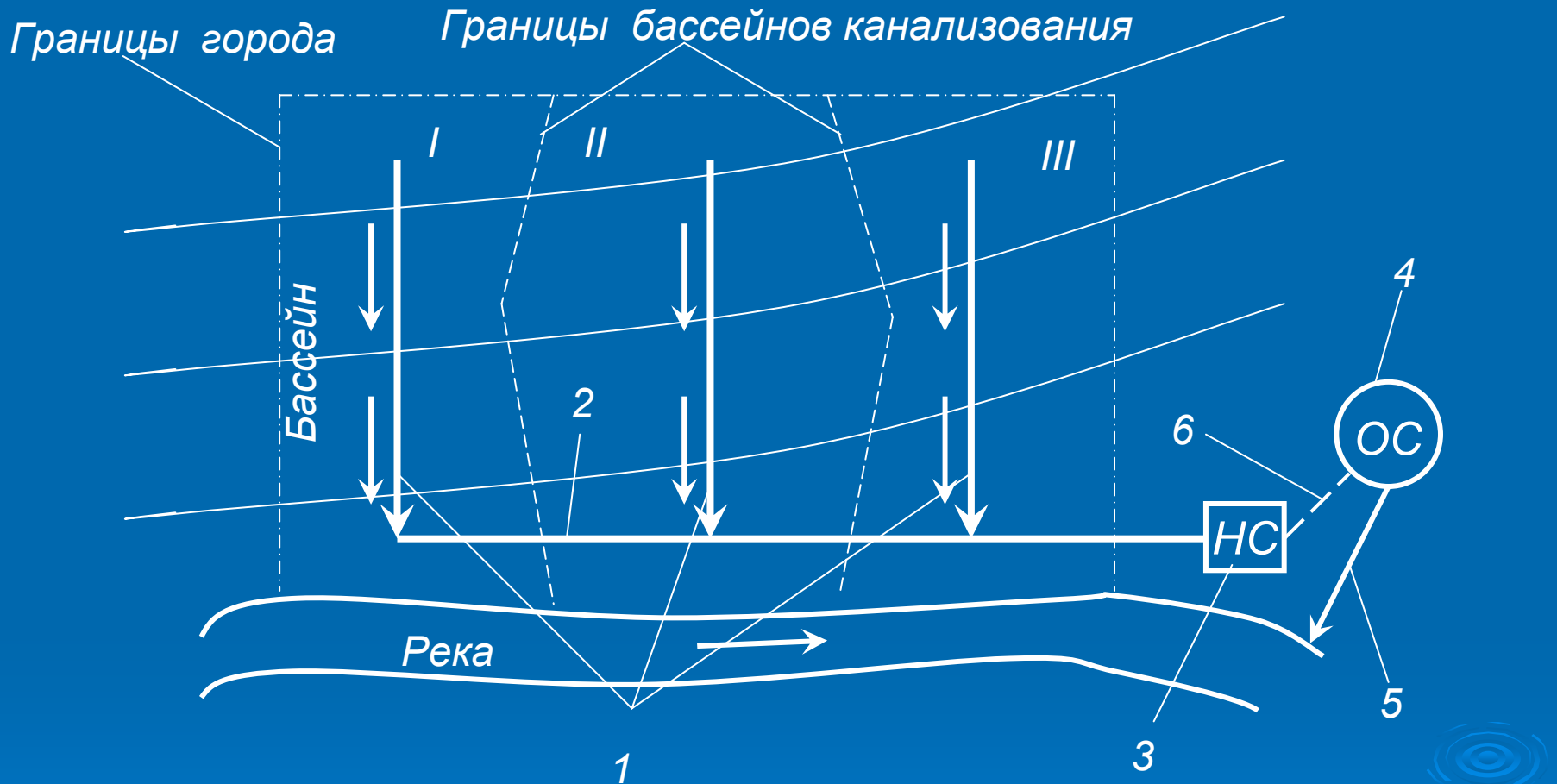


## Перпендикулярная схема



1 – коллекторы бассейнов канализования;

## Пересеченная схема



1 – коллекторы бассейнов канализования;

2 – главный коллектор;

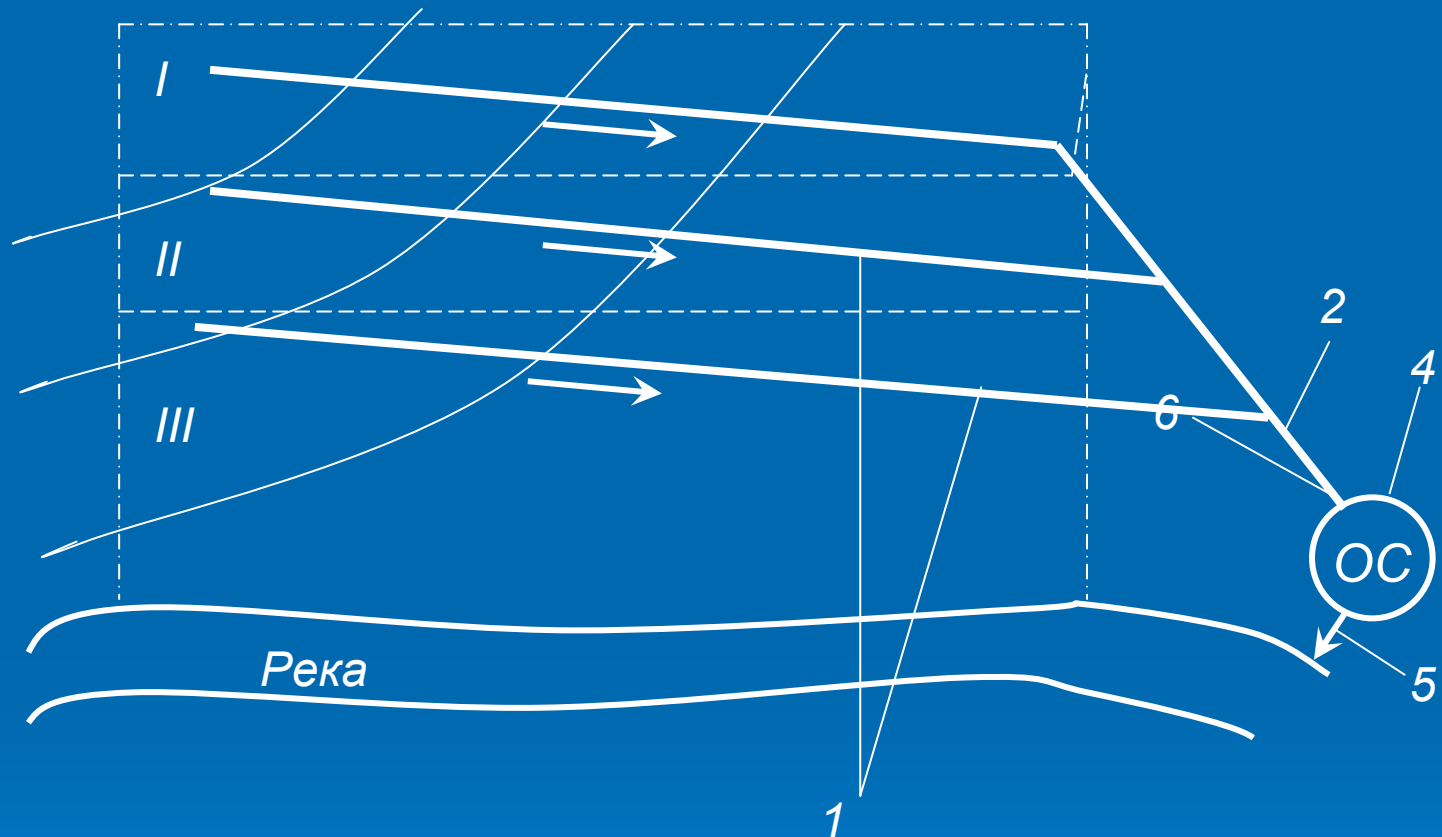
3 – насосная станция;

4 – очистные сооружения;

5 – выпуск очищенных сточных вод в водоем;

6 – напорная ветка;

## Параллельная схема



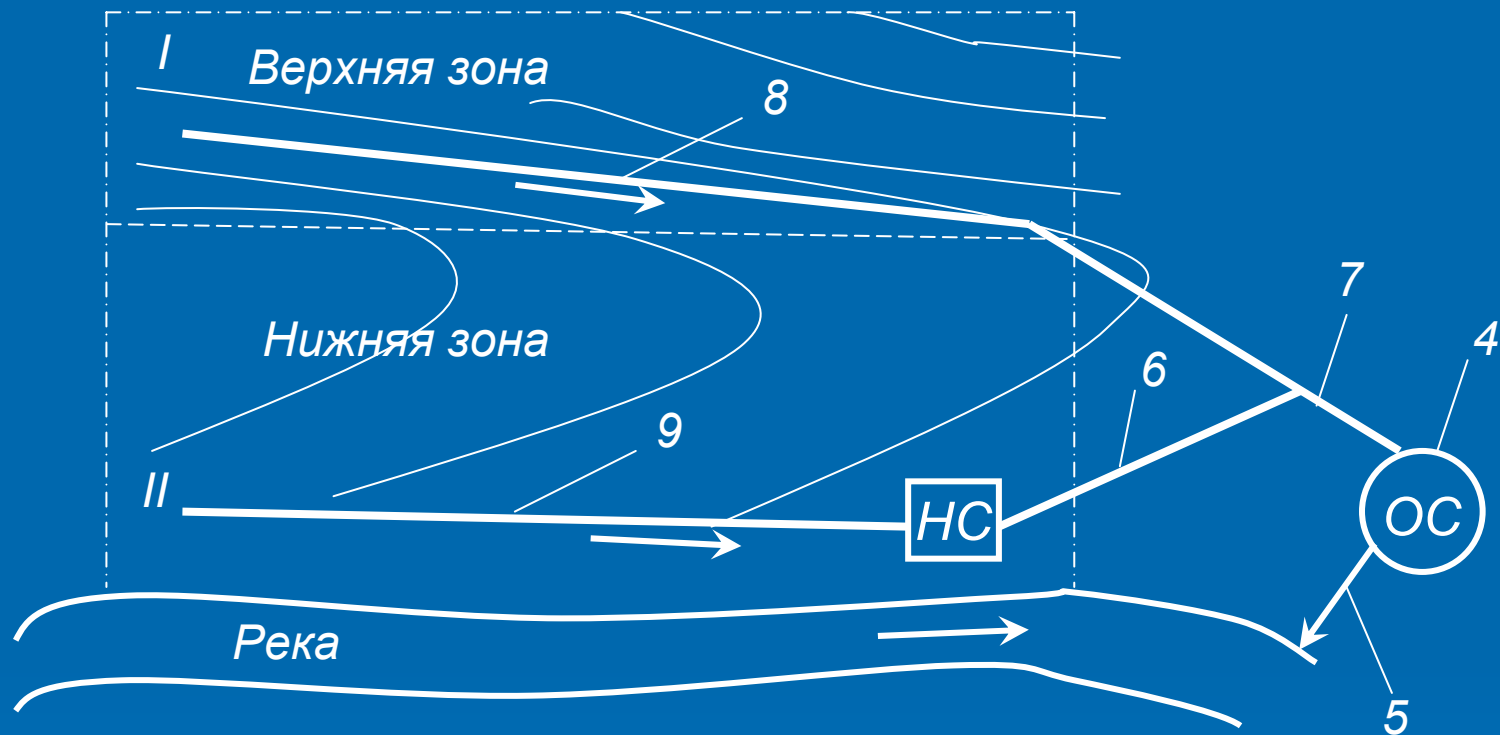
1 – коллекторы бассейнов  
канализования;

2 – главный коллектор;

4 – очистные сооружения;

5 – выпуск очищенных сточных вод в  
водоем;

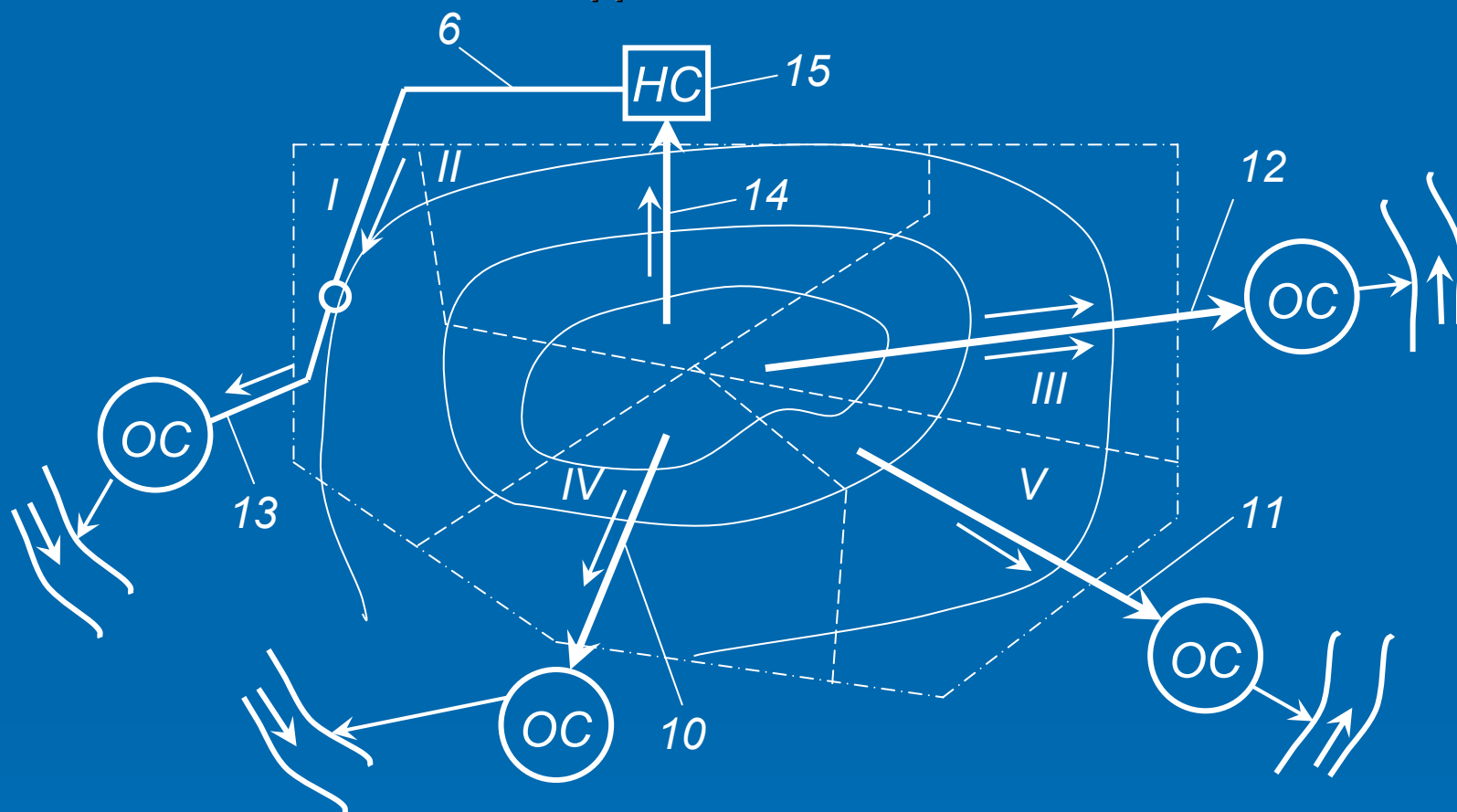
## Зонная схема



4 – очистные сооружения;  
5 – выпуск очищенных сточных  
вод в водоем;  
6 – напорная ветка;

7 – отводной коллектор;  
8 – главный коллектор верхней зоны;  
9 – главный коллектор нижней зоны;

## Радиальная схема



1 – коллекторы бассейнов  
канализования;

2 – главный коллектор;

3 – насосная станция;

4 – очистные сооружения;

5 – выпуск очищенных сточных вод в водоем;

6 – напорная ветка;

10-14 – главные коллекторы районов города;

15 – районная насосная станция

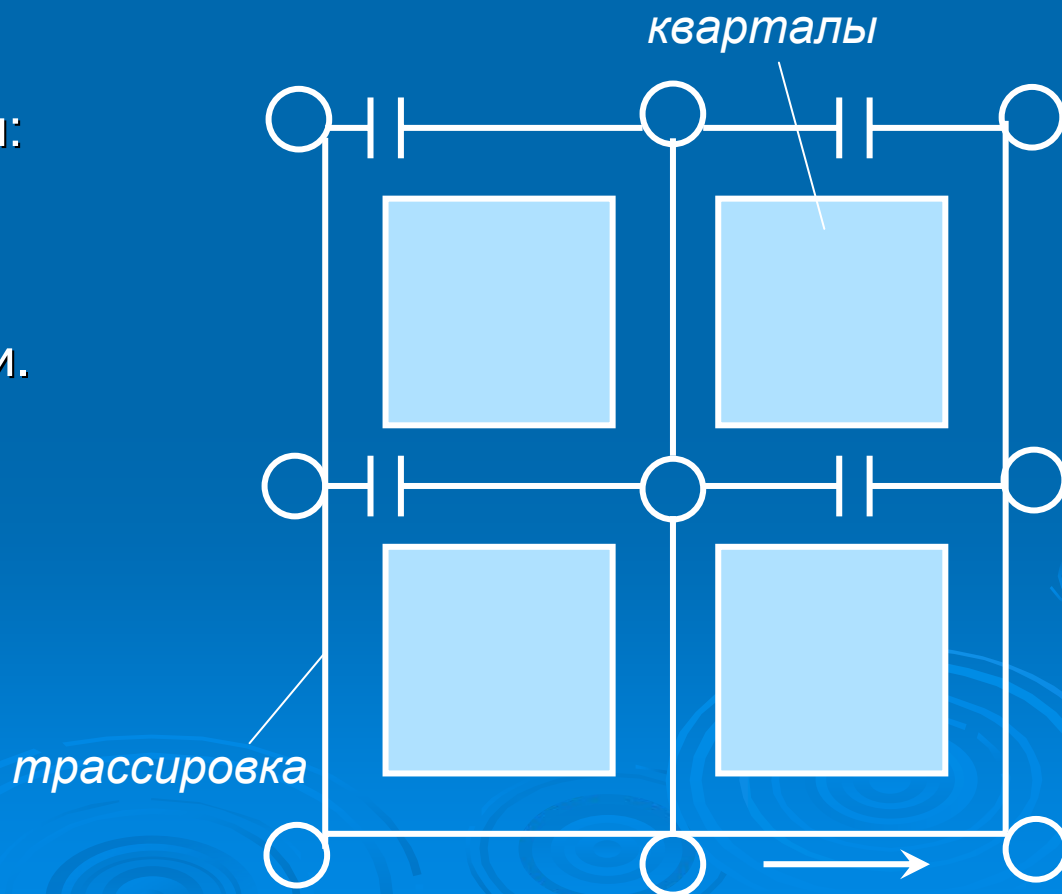
## 2.5 Трассировка сетей канализации. Глубина заложения уличных сетей

### 1. Объемлющий способ трассировки

Сети опоясывают каждый квартал с четырех сторон по проездам.

Условия применения:

- плоский рельеф;
- большие кварталы;
- отсутствие застройки.

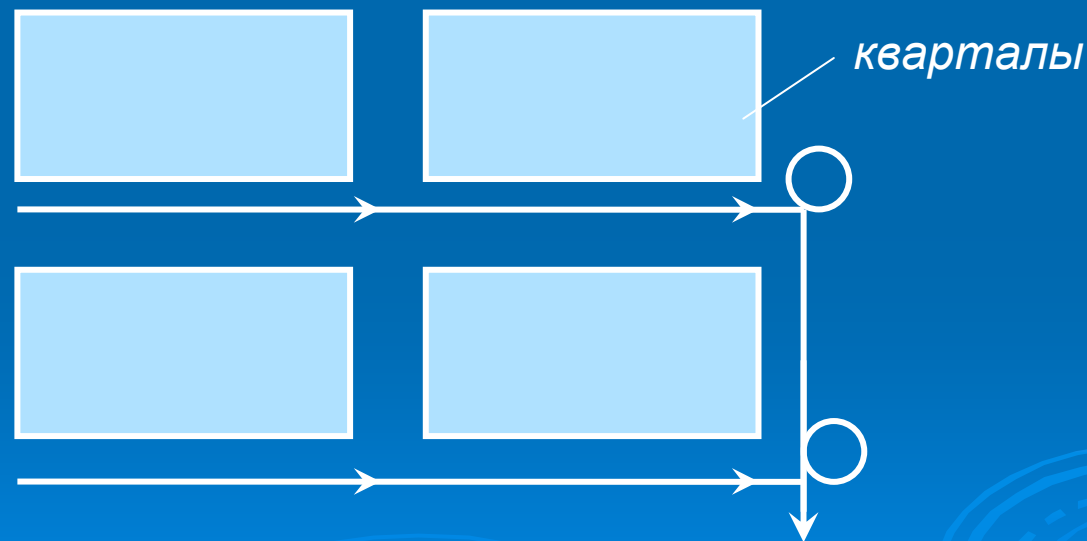


## 2. По пониженной стороне квартала

Сеть проложена только с пониженной стороны квартала.

Условия применения:

- ясно выраженный уклон местности в определенном направлении .

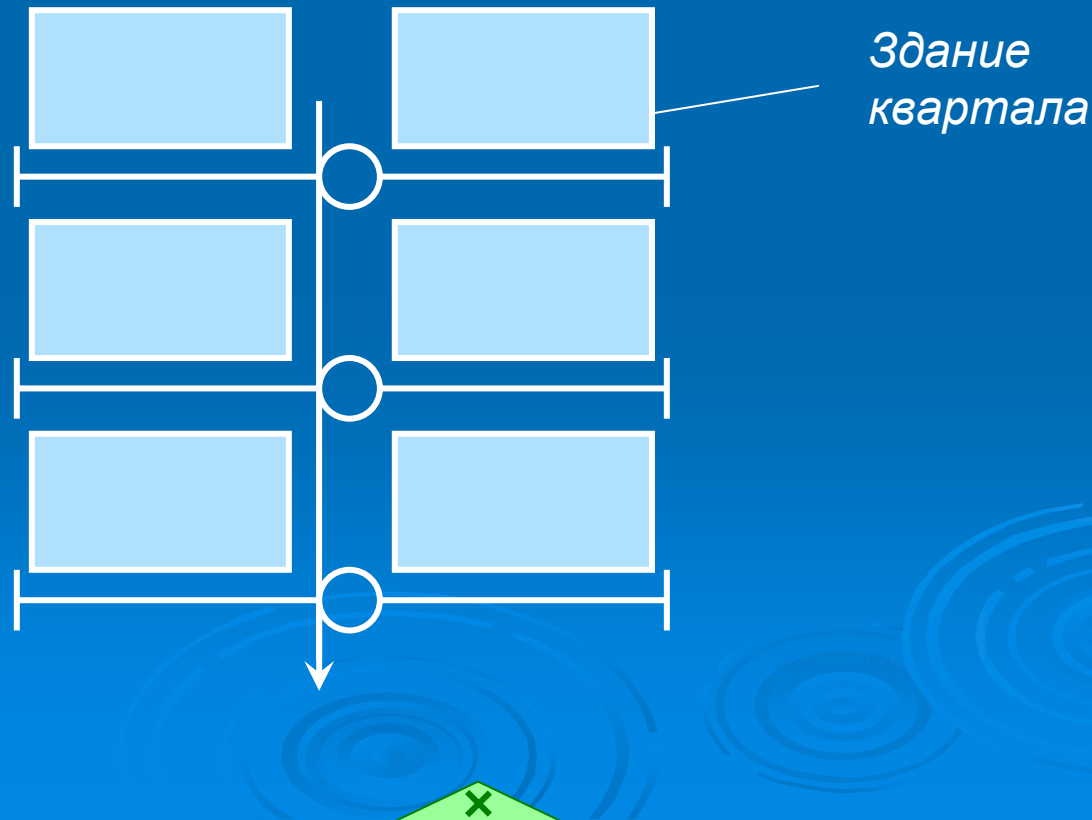


### 3. Черезквартальная

Сеть проложена внутри квартала прямолинейно, что сокращает длину сети, но затрудняет её эксплуатацию.

Условия применения:

- уклон местности в сторону соседнего квартала .



На глубину заложения уличной сети влияют следующие параметры:

- обеспечение приема сточных вод;
- защита труб от механических повреждений;
- предохранения труб от замерзания.

Прокладку сети следует производить:

- в пределах проезжей части и в зонах зеленых насаждений;
- параллельно оси уличного проезда или красной линии застройки.

Дублирующие линии водопровода предусматриваются при:

- пересечении с железнодорожными путями;
- пересечении с трассами метрополитенов;
- вблизи уникальных зданий.

При пересечении канализационных труб с водопроводными трубами, канализационные трубы прокладываются ниже водопроводных — с расстоянием в свету между трубами по вертикали не менее 0,4 м, в противном случае водопровод заключается в кожух длиной не менее 5м.

Наименьшая глубина заложения находится по формуле:

$$h = H_{\text{ПРОМ}} - (0,3 - 0,5) > 0,7 + D_{\text{ТРУБЫ}}$$

где  $H_{\text{ПРОМ}}$  – глубина промерзания грунта.

Начальная глубина заложения уличной сети находится по формуле:

$$H_{\text{НАЧ}} = h + i (L + l) - (Z_1 - Z_2) + \Delta d$$

$h$  - наименьшая глубина заложения труб сети от поверхности земли до лотка в наиболее удаленном колодце внутриквартальной сети;

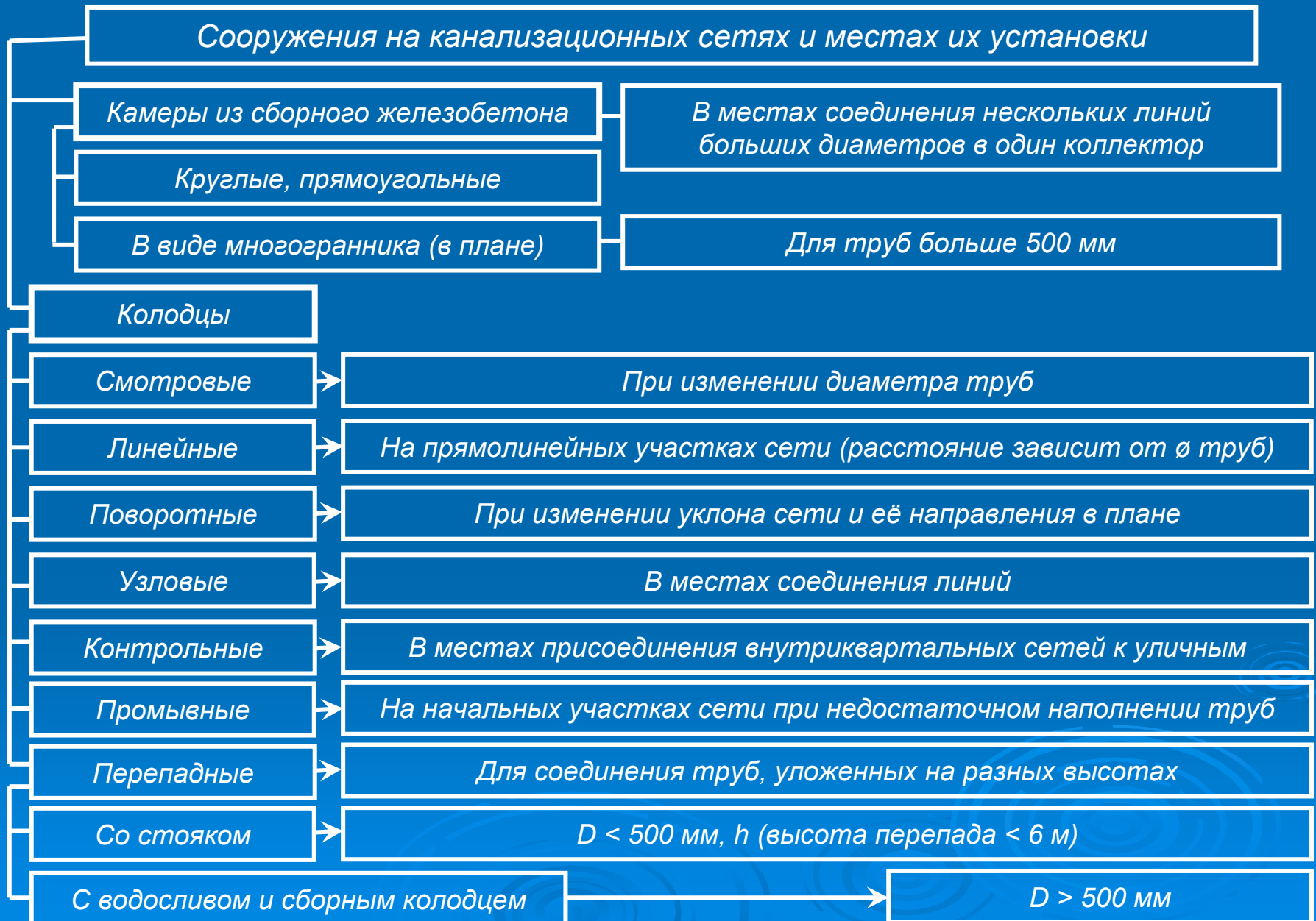
$i$  - уклон внутриквартальной сети;

$L + l$  - длина внутриквартальной сети от наиболее удаленного колодца до места присоединения ее к уличной сети;

$Z_1$  и  $Z_2$  - отметки поверхности земли у наиболее удаленного колодца внутриквартальной сети и у места ее присоединения к уличной сети;

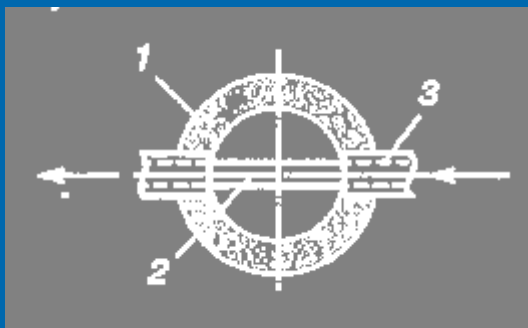
$\Delta d$  - разница диаметров трубопроводов уличной и внутриквартальной сети у места их соединения.

## 2.6 Сооружения на канализационных сетях

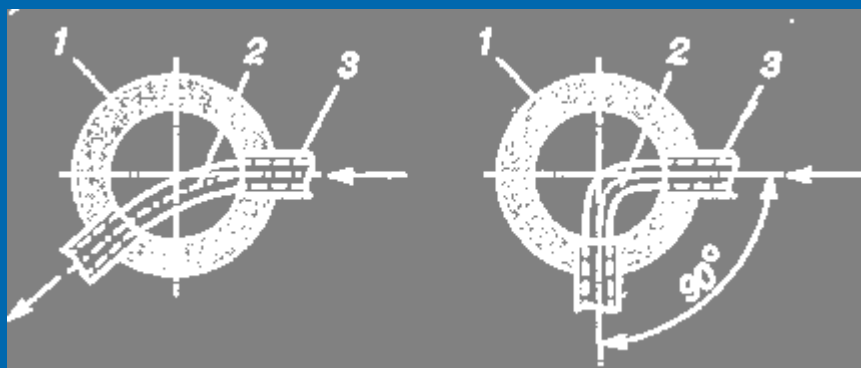


## Лотки смотровых колодцев

Линейные



Поворотные

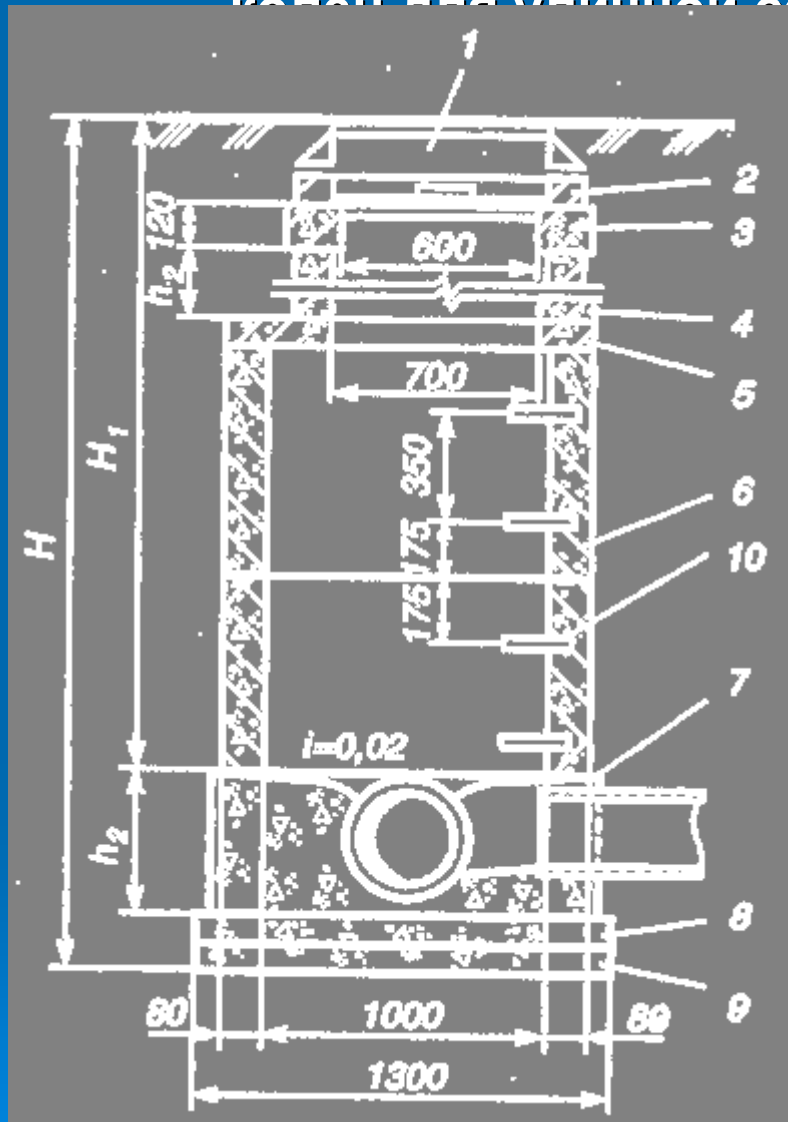


Узловые



1 – стенки колодцев; 2 – лотки; 3 – трубы.

# Устройство типового круглого колодца из железобетонных колец для канализационной сети диаметром 150-600 мм



- 1 – круглый люк с крышкой;
- 2 – регулировочные бетонные камни;
- 3 – опорное кольцо;
- 4 – кольцо диаметром 700 мм и высотой 300-600 мм;
- 5 – плита;
- 6 – кольцо;
- 7 – регулировочные камни;
- 8 – основание;
- 9 – щебеночная подготовка;
- 10 – скоба.

## 2.7 Трубы для систем водоотведения

Требования предъявляемые к материалу канализационных труб:

1. Прочность:

- от внешних сил;
- давления грунта;
- нагрузки от наземного транспорта;
- от внутреннего давления.

2. Водонепроницаемость:

- от инфильтрации;
- от эксфильтрации.

3. Нестираемость.

4. Гидравлическая гладкость.

5. Химическая стойкость:

- от агрессивных сточных вод;
- от блуждающих токов (электрокоррозия).

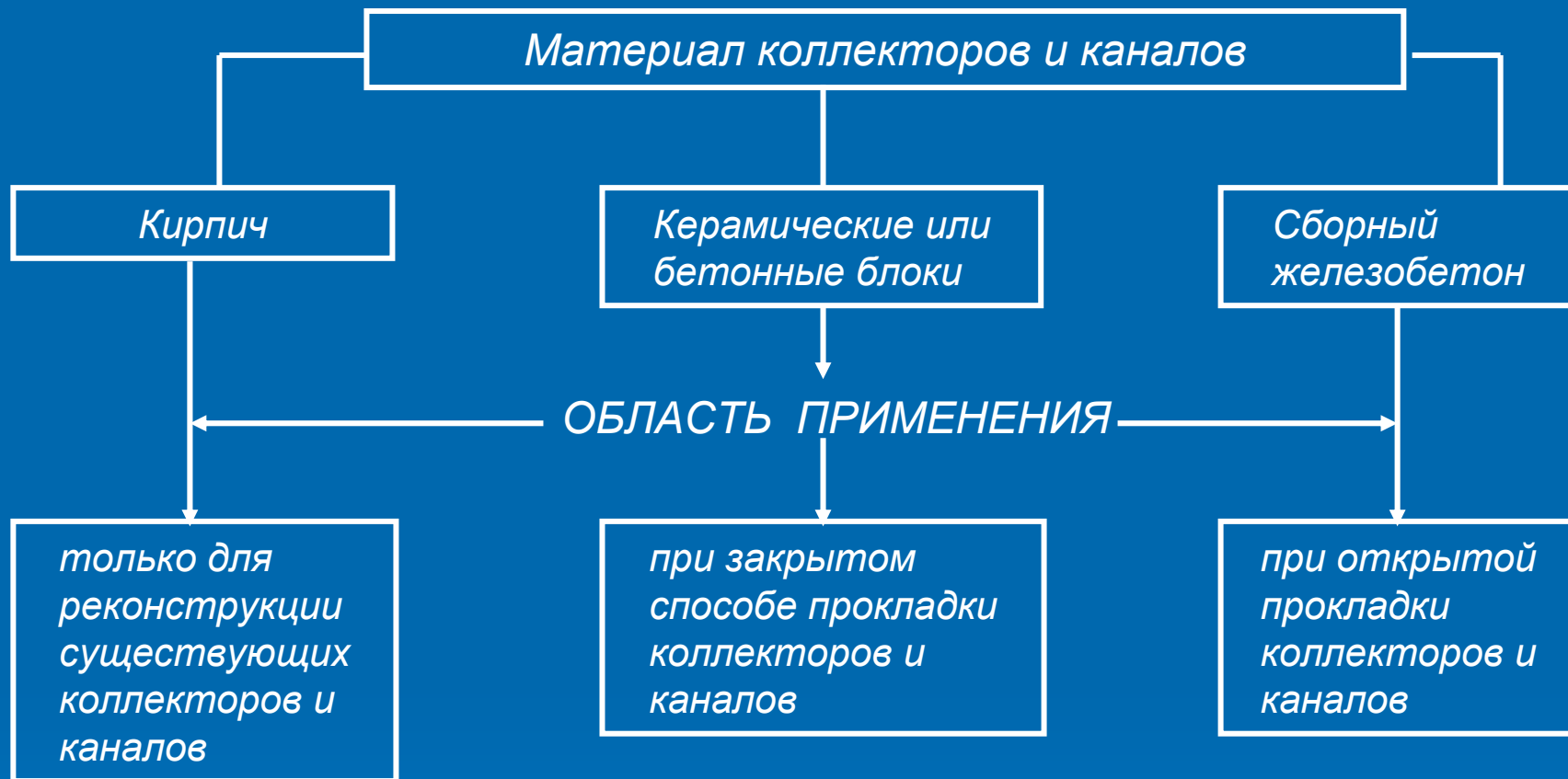
6. Термостойкость (от воздействия вод с температурой выше 40 °С).

Для напорных коллекторов применяются трубы:

- чугунные напорные ГОСТ 9583-75\* ( $d=50\div 1000$  мм,  $d=65\div 400$  мм);
- железобетонные напорные ГОСТ 12586.01-83\*;
- стальные ГОСТ 8696-74\* и ГОСТ 10704-91\*;
- асбестоцементные напорные ГОСТ 539-80 ( $d=100\div 500$  мм);.

Для прокладки самотечных канализационных сетей:

- чугунные безнапорные ГОСТ 6942-98 ( $d=50, 100, 150$  мм);
- асбестоцементные безнапорные ГОСТ 1839-80\* ( $d=100\div 400$  мм);
- пластмассовые ГОСТ 22689.089 (полиэтиленовые, винилпластовые, фаолитовые, полипропиленовые);
- бетонные безнапорные ГОСТ 20054-82 ( $d=100\div 1000$  мм);
- железобетонные безнапорные ГОСТ 6482-88 (нормальной Н и повышенной прочности У  $d=500\div 2400$  мм,  $d=400\div 1600$  мм);
- керамические ГОСТ 286-82 ( $D<600$  мм,  $L=1000\div 1200$ )



## 2.8 Устройство дождевой канализации

Начертание дождевой (водосточной сети) в плане зависит от:

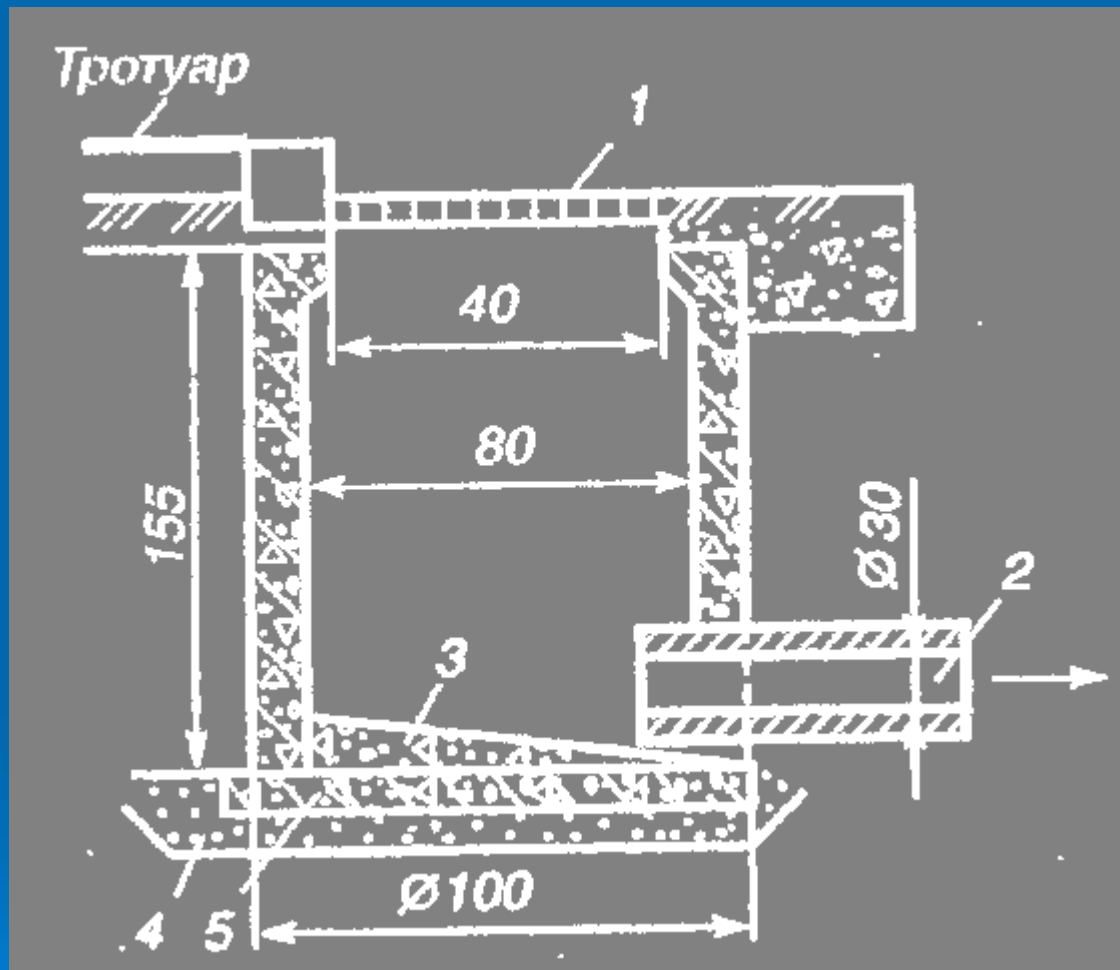
- рельефа местности;
- размера территории;
- расположения подземных коммуникаций.

Дождевые воды, стекающие с поверхности земли, поступают в закрытую водосточную сеть через дождеприемники.

При интенсивных дождях часть сточных вод через ливнеспуски сбрасывается в водоем без очистки.



## Схема устройства железобетонного дождеприемника



- 1 – приемная решетка;
- 2 – соединительная ветка;
- 3 – лоток с набивкой;
- 4 – песчаная подушка;
- 5 – основание.

## 2.9 Канализационные насосные станции

КНС разделяются на 4-е группы:

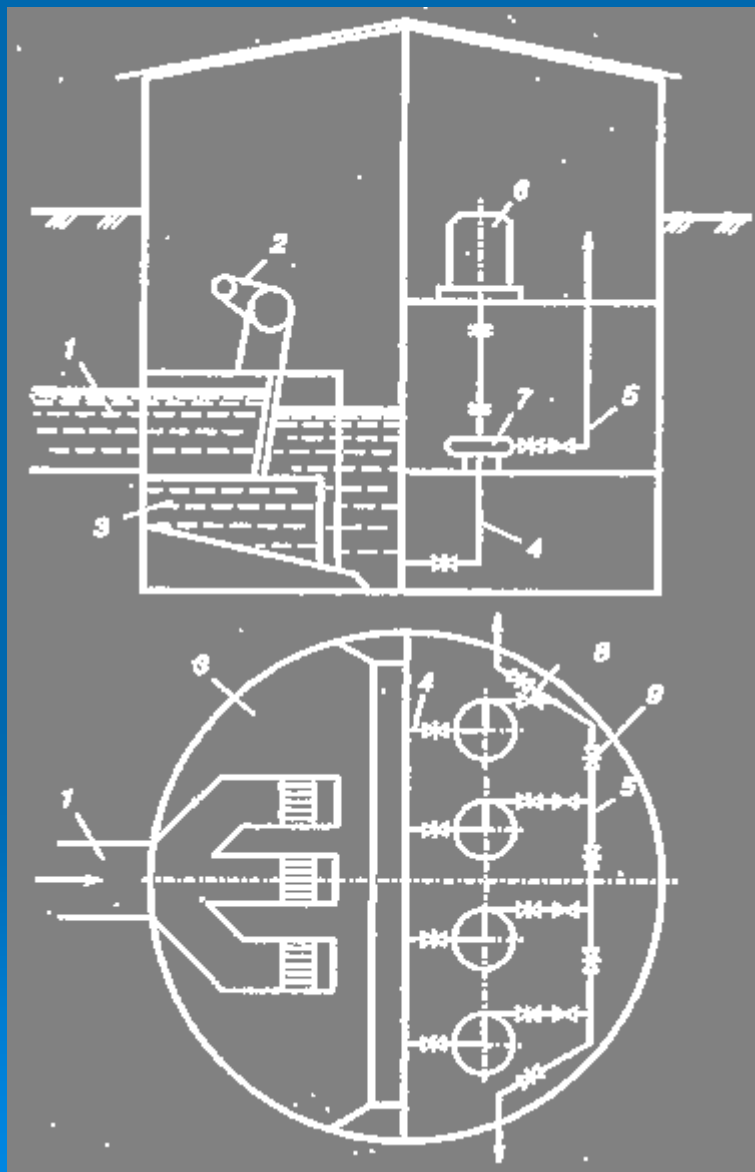
1. Для перекачивания бытовых сточных вод:
  - районными, перекачивающие сточную жидкость из отдельных коллекторов в главный;
  - главными, перекачивающие сточную жидкость на очистные сооружения.
2. Для перекачивания производственных сточных вод (предусматривается защита оборудования от агрессивной сточной жидкости);
3. Для перекачивания атмосферных вод (предусматривается в сети дождевой канализации, когда отвод дождевой воды самотеком на данном участке местности невозможен);
4. Для перекачивания осадков (на очистных сооружениях при обработке осадков – активного ила, песка и т.д.)

Наличие КНС в технологической схеме необязательно и определяется рельефом местности пропускной способностью станций очистки.

КНС бывают:

- незаглубленные (до 4 метров);
- полузаглубленные (до 7 метров);
- шахтного типа (свыше 8 метров).
- асбестоцементные напорные ГОСТ 1839-80\* ( $d=100\div 500$  мм).

# Канализационная насосная станция шахтного типа



- 1 – подводящий коллектор;
- 2 – очистные механизированные решетки;
- 3 – приемный резервуар;
- 4,5 – всасывающие и напорные трубопроводы;
- 6 – электродвигатель;
- 7 – насос СДВ;
- 8 – обратный клапан;
- 9 – задвижки.

# 3 Очистка сточных вод



# 3.1 Химический анализ загрязнений сточных вод.

## Методы очистки сточных вод

По физическому состоянию загрязненные сточные воды делятся на:

- нерастворимые примеси, находящиеся в воде в виде крупной взвеси и виде суспензий, эмульсии и пены;
- коллоидные частицы;
- растворенные, находящиеся в воде в виде молекулярно-дисперсных частиц.



# Состав загрязнений бытовых сточных вод и их химический анализ



Количество содержащихся в сточных водах полезных элементов, таких как азот, калий, фосфор, кальций и др. делают их прекрасным удобрением, но их сначала надо выделить из сточных вод, а затем подвергнуть определенной обработке.

Для этого могут быть использованы следующие методы очистки:

- механическая (удаление загрязнений минерального происхождения);
- биологическая (окисление органических веществ);
- физико-химическая (для производственных сточных вод);
- дезинфекция (для ликвидации бактериальных загрязнений).



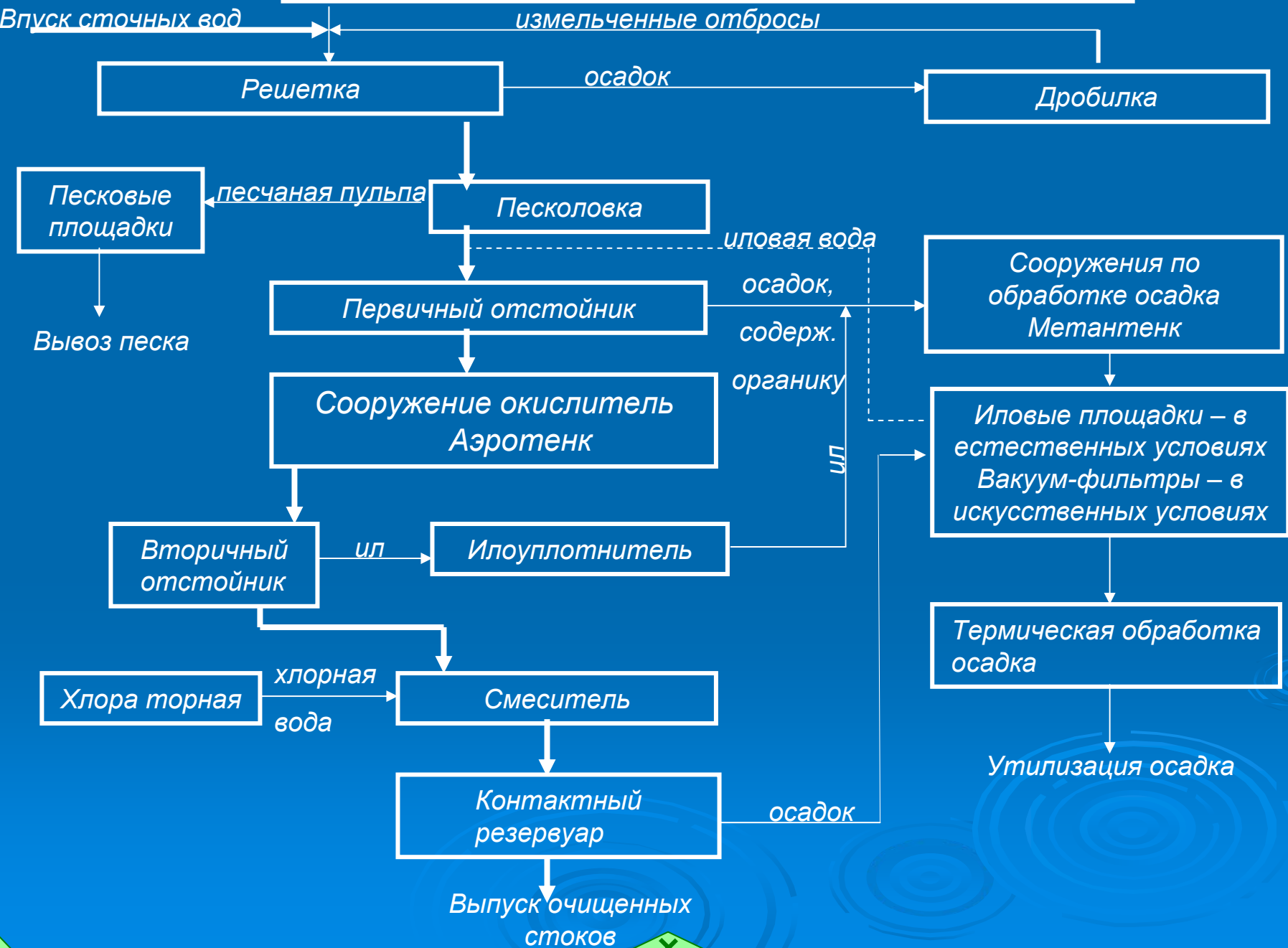
## 3.2 Технологическая схема полной биологической очистки сточных вод

Технологическая схема полной биологической очистки представляет собой комплекс очистных сооружений, которые располагаются таким образом, что сточная жидкость, проходя их последовательно одно за другим, подвергается механической, биологической очистке и дезинфекции перед спуском ее в водоем.

В каждом сооружении комплекса в процессе очистки сточной жидкости образуется осадок. Он состоит из твердых веществ, разбавленных водой, имеет неприятный запах, является опасным в санитарном отношении, так как содержит огромное количество бактерий. Поэтому в технологическую схему полной биологической очистки обязательно включаются сооружения для его специальной обработки.



# Технологическая схема биологической очистки



### 3.3 Сооружения по удалению крупных взвесей и песка из сточных вод

К сооружениям по удалению крупных взвесей из сточных вод относятся решетки и дробилки.

#### Решетки

Устанавливаются на всех очистных станциях, независимо от способа подачи на них сточных вод – самотеком или под напором.

Решетки представляют собой прутья с прозорами разной величины, поставленные вертикально или наклонно на пути движения сточных вод.

При количестве задерживаемых отбросов меньше  $0,2 \text{ м}^2/\text{сут}$  – применяется ручная очистка решеток (граблями)

При количестве задерживаемых отбросов больше  $0,2 \text{ м}^2/\text{сут}$  – применяется механизированная очистка решеток.

## Решетки-дробилки

Это комбинированные механизма, в которых задержание и дробление загрязнений производится непосредственно в канале без подъема их из воды, что улучшает санитарные условия станции очистки.

## Песколовки

Это резервуары, в которые поступает сточная жидкость после решеток. В песколовках сточная вода протекает со скоростью 0,15-0,3 м/с и задерживает песок крупностью 0,2-0,5 мм.

Виды песколовок:

- горизонтальные с прямоточным и круговым движением воды;
- тангенциальные;
- вертикальные;
- аэрируемые.

Работа песколовок основана на использовании гравитационных сил.

Осевший осадок из песколовок удаляют с помощью гидроэлеватора и виде песчаной пульпы подают на песковые площадки либо в песковые бункера.

## 3.4 Классификация канализационных отстойников

Отстойники служат для задержания грубодисперсных примесей, содержащихся в сточной жидкости. В нем задерживаются все частицы, успевшие осесть на дно отстойника за период пребывания в нем сточной жидкости.

Выбор типа и конструкции отстойников должен производиться на основании технико-экономических расчетов с учетом местных условий их применения.



# Классификация канализационных отстойников

## По назначению

Для осветления сточ.  
вод после песколовки

Первичные  
отстойники

Для осветления сточ.  
вод после биол.очистк

Вторичные  
отстойники

Для осветления сточ.  
жидкости и сбразж.осадк

Двухъярусный  
отстойник

Для уплотнения осадков в  
процессе биол.очистки

Илоуплотнитель

## По направлению движения воды

Горизонтальные

Вертикальные

Радиальные

С вращающимся  
распределитель  
ным и  
водоразборным  
устройством

## По производе- льности м³/сут

15000-  
20000

более  
20000

## По форме в плане

Круглые

Прямо-  
угольные

Квад-  
ратные

## Горизонтальный канализационный отстойник.

Это прямоугольный в плане железобетонный резервуар, применяется при производительности более 15000 м<sup>3</sup>/сут.

Обычно строят два или несколько работающих отделений отстойника.

Продолжительность отстаивания сточной жидкости в первичном отстойнике составляет 1,5 ч.



## Принципиальная схема работы горизонтального канализационного отстойника



- 1 – входной лоток;
- 2 – полупогружные перегородки;
- 3 – жировой лоток;
- 4 – жировая труба;
- 5 – прямки для сбора осадка;

- 6 – иловая труба;
- 7 – сборный лоток осветленной воды;
- 8 – днище отстойника;
- 9 – иловый колодец;
- 10 – задвижка;
- 11 – распределительная камера.

## **Вертикальный канализационный отстойник.**

Применяется при производительности очистной станции до 20000 м<sup>3</sup>/сут при наличии плотных грунтов с низким уровнем грунтовых вод.

Вертикальные отстойники имеют ряд преимуществ по сравнению с горизонтальными:

- удобство удаления ила;
- меньшая занимаемая площадь.

Недостатки вертикальных отстойников:

- большая высота;
- необходимость в применении большого числа отстойников, так как их диаметр не превышает 10 м;
- большая строительная стоимость.

## **Радиальный канализационный отстойник.**

В таких отстойниках вода движется от центра отстойника к периферии.

Они обеспечивают высокий эффект осветления сточных вод и поэтому их применяют при производительности станции свыше 20000 м<sup>3</sup>/сут.

## 4.5 Сооружения биологической очистки

Биологическая очистка — процесс, при котором удаляются органические загрязнения из сточной жидкости.

Сущность биологической очистки состоит в окислении растворенных в сточной воде органических соединений с помощью специальных микроорганизмов «аэробов», которые сорбируют на своей поверхности органические соединения, а затем окисляют их в присутствии кислорода.



**Биохимическая потребность в кислороде (БПК)** – количество кислорода, необходимого для окисления в процессе жизнедеятельности аэробов органических веществ (определяет степень загрязнения сточных вод органическими веществами).

Величина БПК бытовых сточных вод:

$$L_a = 1000 \cdot a / q, \text{ мг/л}$$

где  $q$  – норма водопотребления на одного человека, л/сут;

$a$  – БПК<sub>20</sub>, для отстойной воды составляет 40 г/сут.

Для городских сточных вод БПК<sub>20</sub> составляет 100-400 мг/л, а после полной биологической очистки она уменьшается до 15 мг/л.

**Химическая потребность в кислороде (ХПК)** – определяют для более полной оценки количества органических веществ.

$$\text{БПК} = 86\% \text{ХПК}$$

# Сооружения биологической очистки сточных вод

## В естественных условиях

Фильтрационные

Для фильтрации

Поля орошения

Коммунальные

Сельскохозяйствен  
ные

Объемные

Биологические  
пруды

Окислительны  
е каналы

## В искусственных условиях

Биофильтры непрерывного  
действия с фильтрующей  
загрузкой и биологической пленкой

По производительности

Капельные  
Высоконагружаемые  
Башенные

По способу подачи воздуха

С естественной  
вентиляцией

С искусственной  
вентиляцией

Аэротенк

От способа ввода  
сточных вод

Аэротенк-  
смеситель

Аэротенк-  
вытеснитель

От компоновки с  
втор.отстойником

Аэротенк-  
отстойник

От способа аэрации

Аэроаксеператор  
Аэротенк-осветлитель  
Окситенк  
Аэроокислитель

## 4.6 Обеззараживание сточных вод

Дезинфекция (обеззараживание) сточных вод, прошедшая биологическую очистку перед ее спуском в водоем, **обязательна**.

Обеззараживание сточных вод осуществляется различными способами:

### 1. Озонированием.

Количество бактерий в сточной воде уменьшается на 99,8%, но применение этого метода является достаточно дорогим и сложным.;

### 2. Ультрафиолетовыми лучами.

Эффективно только при небольшом содержании в воде взвешенных веществ.

### 3. Электролизом.

Простой, достаточно дешевый и надежный метод дезинфекции, который может осуществляться без применения хлорсодержащих веществ.

### 4. Хлорированием

Наиболее применяемый метод, при котором в сточную воду вводится определенное количество жидкого хлора, хлорной извести или гипохлорита натрия.

## 4.7 Условия спуска сточных вод в водоемы. Основные конструкции выпусков очищенных СТОЧНЫХ ВОД

Условия спуска сточных вод в водоемы регламентируется «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами» и «Правилами охраны прибрежных районов морей».

Водоемы различают по характеру их пользования:

- для целей питьевого назначения;
- для культурно - массового использования;
- для рыбо-хозяйственных целей.



# Основные нормативные показатели качества воды для водоемов различного водопользования после спуска в них сточных вод

Водоемы различного водопользования	Нормативные показатели			
	Растворенный кислород, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мг/л	Активная реакция pH	Увеличение взвешенных веществ
Питьевого	не ниже 4	до 2	$6,7 < \text{pH} < 8,5$	не более чем на 0,25
Культурно-массового	не ниже 6 (зимой) не ниже 4	до 2	$6,5 < \text{pH} < 8,5$	не более чем на 0,75
Для рыбохозяйственных целей	не ниже 6	до 2	$6,5 < \text{pH} < 8,5$	не более чем на 0,15

Очищенные сточные воды после дезинфекции отводятся по каналу к месту спуска их водоем в береговой колодец, из которого очищенные сточные воды через выпуск сбрасываются в водоем.

По конструкции выпуски бывают:

- сосредоточенные (выпуск сточных вод через одно отверстие);
- рассеивающие (выпуск имеет несколько выпускных отверстий);
- береговые (для сброса очищенных сточных вод в водохранилища или моря);
- глубоководные (выполняются из труб, защищенных от коррозии).



## 4.8 Сооружения по обработке осадков сточных вод при биологической очистке

При очистке сточных вод на канализационных станциях очистки выделяются осадки, состоящие из твердой фазы и воды.

Сырой осадок из первичных и вторичных отстойников имеет влажность 95-98%, который периодически удаляется из отстойников и подвергается анаэробному сбраживанию в сооружениях по обработке осадка, а затем проходит дальнейшую обработку.

Из вторичных отстойников осадок (ил) сначала уплотняется на илоуплотнителях, а затем перекачивается в сооружения по обработке осадка.



Распад органических соединений в анаэробных условиях проходит в две фазы:

- кислая или водородная;
- щелочная или метановая.

В зависимости от температуры, при которой происходит сбраживание, различают два типа процесса:

- мезофильный режим –  $T = 30 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- термофильный режим –  $T = 50 - 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## **Септик.**

Это такое сооружение, где в одной емкости одновременно происходит осветление воды и перегнивание выпавшего из нее осадка. Их применяют только на станциях небольшой производительности.

## **Двухъярусный отстойник.**

В этом сооружении отстойная часть отделена от гнилостной (септической камеры), расположенной в нижней части сооружения. Получили широкое распространение.

## **Осветлитель-перегниватель.**

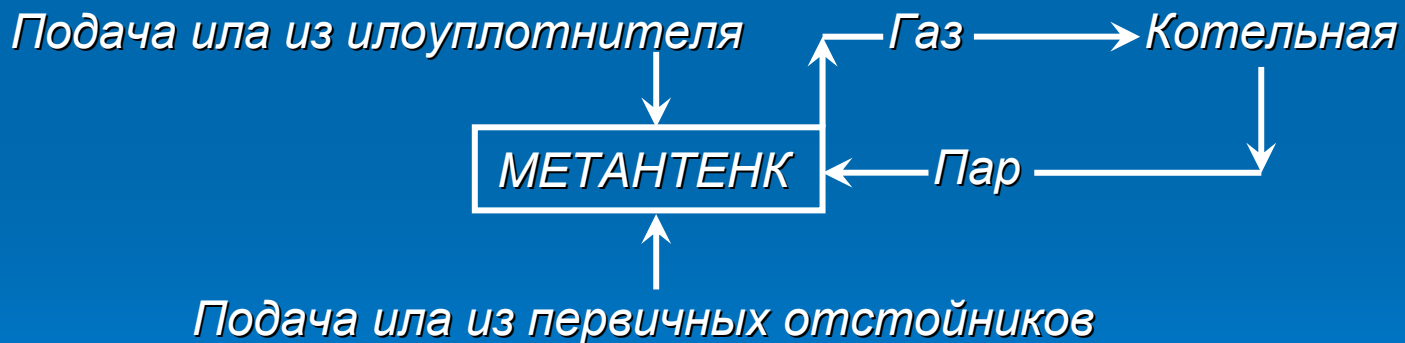
Это усовершенствованная конструкция двухъярусного отстойника.



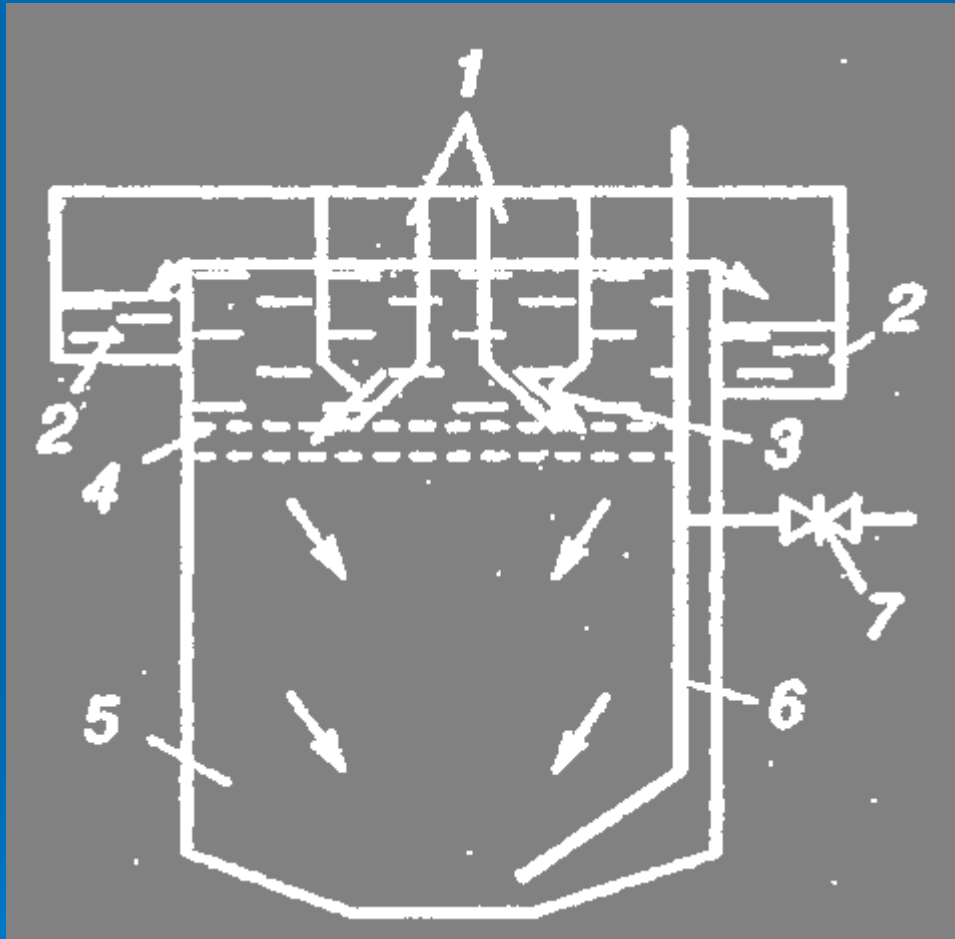
## Метантенки.

В метантенках сбраживается смесь осадка и активного ила. Для интенсификации процессов сбраживания осадок подвергается перемешиванию различными способами: мешалками, гидроэлеваторами, насосами. В настоящее время они получили широкое применение.

### Схема работы метантенка

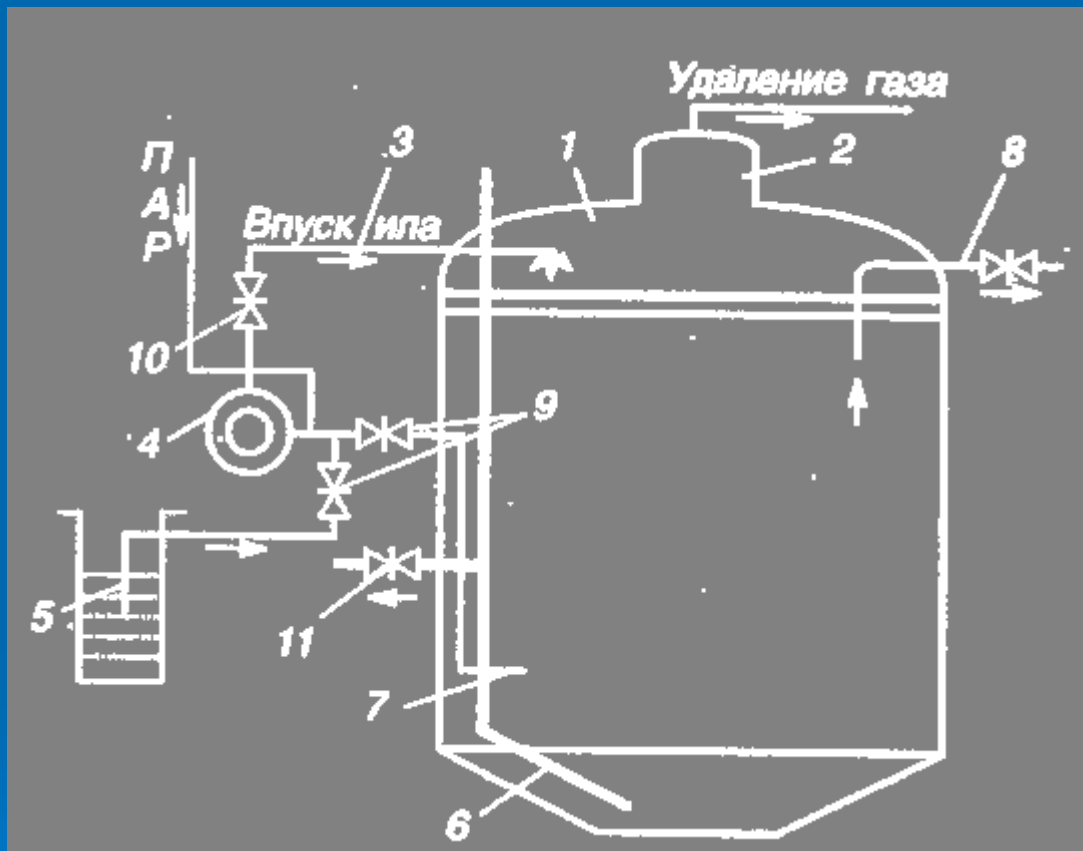


## Принципиальная схема работы двухъярусного отстойника



- 1 - осадочные желоба;
- 2 - сборный лоток осветленной воды;
- 3 - щель;
- 4 - нейтральный слой;
- 5 - гнилостная камера;
- 6 - иловая труба удаления осадка;
- 7 - задвижка.

## Принципиальная схема работы метантенка



- 1 – перекрытие;
- 2 – колпак;
- 3 – труба для впуска ила;
- 4 – центробежный насос;
- 5 – подача свежего ила;
- 6 – иловая труба;
- 7 – труба для перемешивания ила;
- 8 – труба для отвода иловой воды;
- 9 – задвижка на всасывающих трубах насоса;
- 10 – задвижка на нагнетательной трубе насоса;
- 11 – задвижка на иловой трубе.

Выбор режима сбраживания в метантенке зависит от технико-экономических показателей и способов дальнейшей обработки осадка.

Газ, выделившийся в метантенках, собирают и сжигают в котельных установках или используют в качестве горючего.

Двухступенчатые метантенки состоят из двух ступеней:

1 ступень: обычные метантенки;

2 ступень: открытые неподогреваемые резервуары, в которой происходит отделение твердой фазы осадка от иловой воды.

## 4.9 Сооружения для обезвоживания осадков СТОЧНЫХ ВОД

Сырой осадок после сбраживания на метантенках имеет влажность 90%, а после двухъярусного отстойника 98%. В таком виде он не может быть использован в качестве удобрений. Поэтому сырой осадок отправляют на обезвоживание.

На очистной станции небольшой производительности, обезвоживание осадка удобнее всего осуществлять в естественных условиях (сушкой на иловых площадках).

На очистной станции большой производительности — в искусственных условиях (вакуум-фильтры, центрифуги).



# Сооружения по обезвоживанию осадков сточных вод

## В естественных условиях

Пруды-накопители

Иловые площадки

С дренажом для  
удаления иловой  
воды

С отстаиванием  
и удалением  
иловой воды

Площадки-  
уплотнители

## В искусственных условиях

Механическое обезвоживание

Вакуум-фильтры

Центрифуги

Фильтр-прессы

Термическая обработка  
осадка

Сушилki(при температуре 60°C)

Барабанного типа

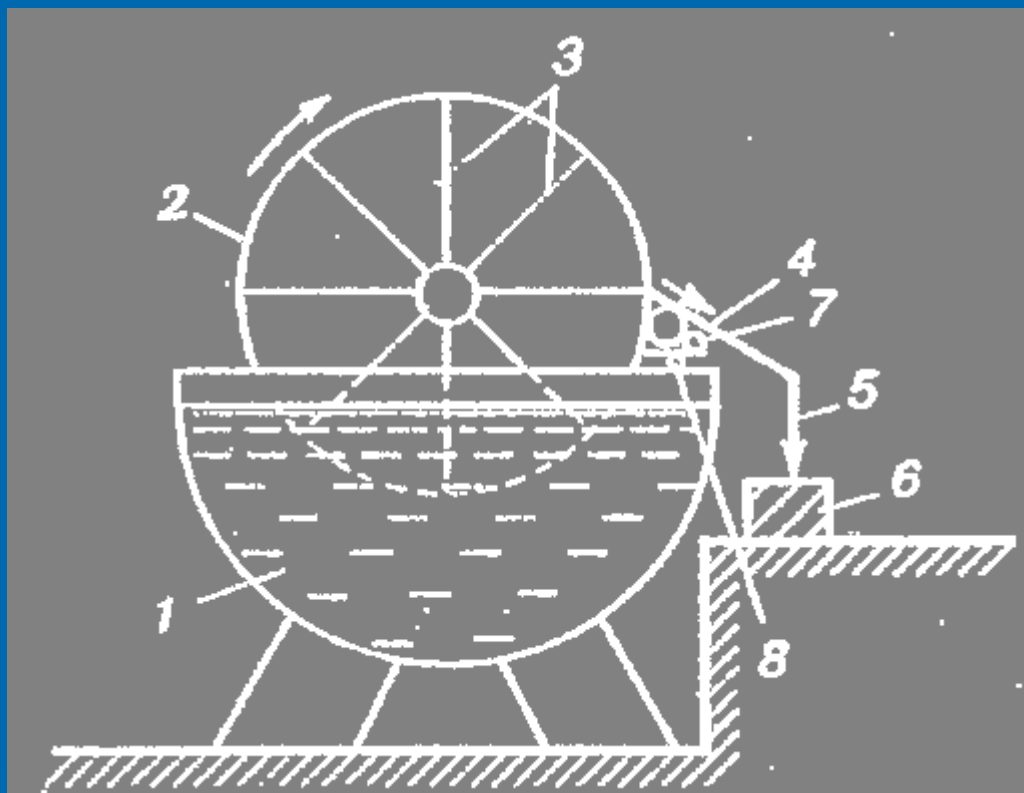
пневматические

С кипящим слоем

## Сжигание осадка

Многоподовые  
печи

## Принципиальная схема работы вакуум-фильтра



- 1 – ванна с обезвоживаемым осадком;
- 2 – барабан;
- 3 – радиальные перегородки;
- 4 – нож для удаления осадка;
- 5 – обезвоженный осадок;
- 6 – транспортер;
- 7 – натяжной ролик;
- 8 – направляющий ролик.

Обработанный и просушенный осадок после вакуум-фильтра представляет собой эффективные удобрения, основными компонентами которых являются углеводы, жироподобные и белковые вещества сложного состава. Они широко применяются в агрокультурных целях.

# 4 Основы проектирования систем внутреннего водопровода и канализации зданий



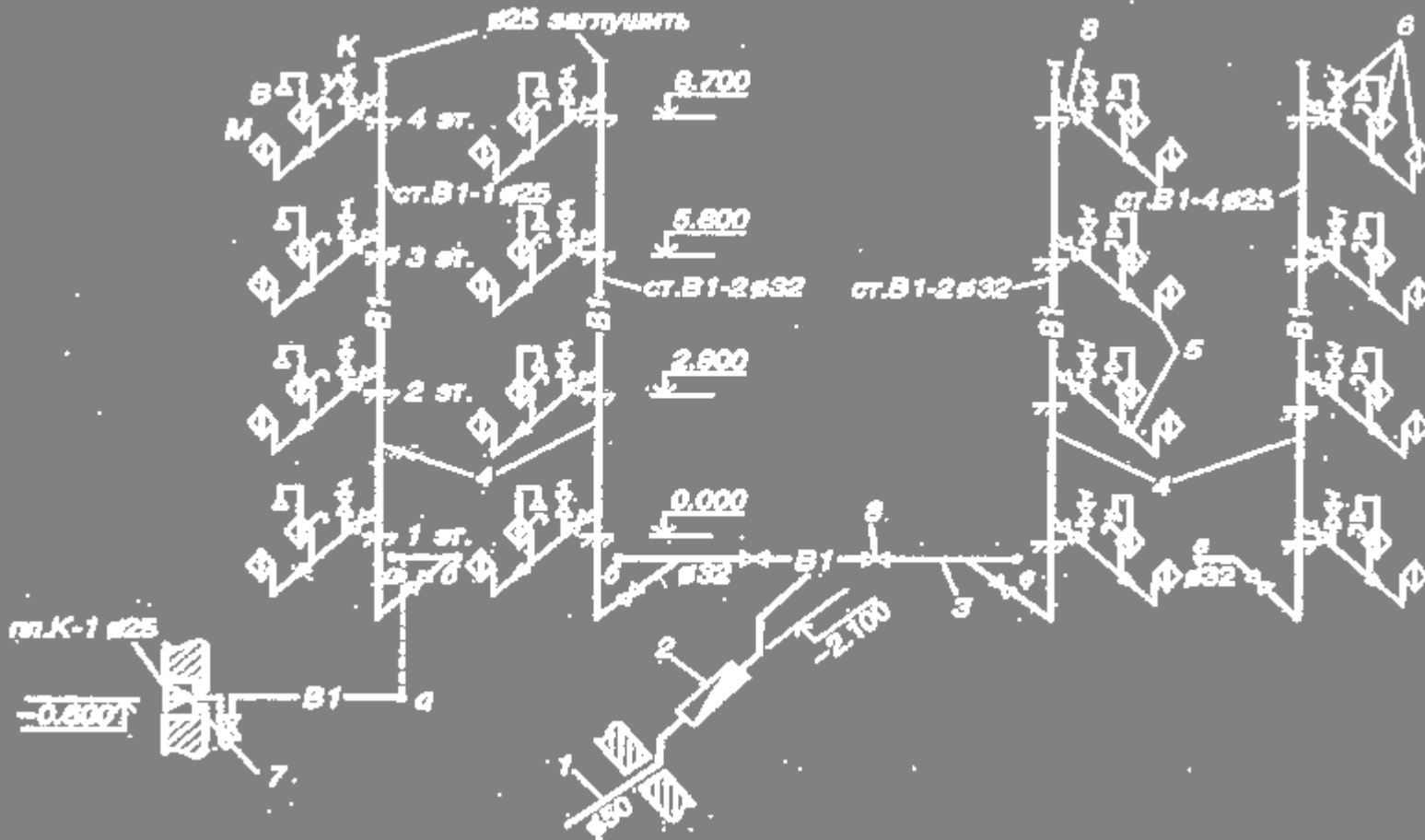
## 4.1 Устройство внутреннего водопровода зданий

**Внутренним водопроводом** называется система холодного водоснабжения здания. Она обеспечивает подачу воды от наружного водопровода под напором ко всем водоразборным устройствам внутри здания.

В состав внутреннего водопровода входят:

- ввод;
- водомерный узел;
- разводящая сеть;
- стояки;
- подводки (к санитарно-техническим приборам);
- арматура (запорная, регулировочная, предохранительная);
- различные соединительные и монтажные элементы для труб (сгоны, колена, фитинги, переходники и т.д.);
- установки для повышения давления в сети (емкости с запасом воды).

## Элементы внутреннего водопровода



борной

- 2 – водомерный узел;  
3 – разводящая магистраль;  
4 – стояки;  
арматуре в квартирах;  
6 – водоразборная арматура;  
7 – поливочный кран;  
8 – запорная арматура.

К водоразборной арматуре относятся:

- различные краны;
- смесители для ванн, умывальников, моек;
- поплавковые клапаны для смывных бачков.

Запорная арматура включает в себя:

- вентили;
- задвижки;
- проходные пробковые краны.

## 4.2 Системы внутреннего водоснабжения зданий

По назначению системы водоснабжения здания подразделяются на:

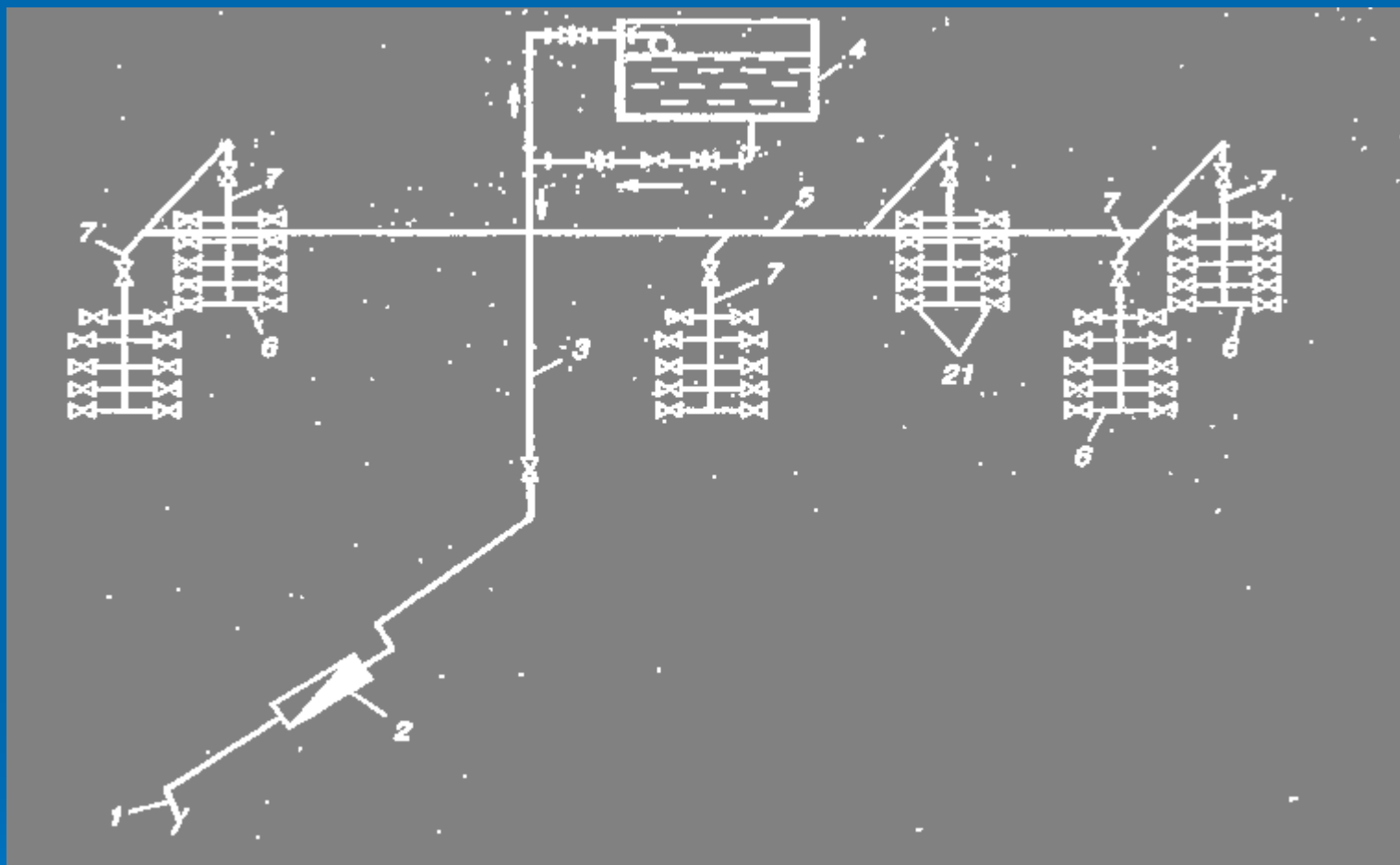
1. Хозяйственно-питьевые (для подачи воды для питья);
2. Производственные (подача воды на технологические процессы производства);
3. Противопожарные (для тушения огня в здании при возникновении пожара);
4. Хозяйственно-производственно-противопожарная (подача воды питьевого качества на все нужды):
  - хозяйственно-питьевая и противопожарная;
  - хозяйственно-питьевая и производственная;
  - производственно-противопожарная.

По принципу действия внутренние водопроводы подразделяются на системы:

- без повысительных устройств;
- с напорно-запасными баками;
- с повысительными насосами;
- с комбинацией напорно-запасных баков и повысительных центробежных насосов;
- с гидropневматическими установками;
- зонные системы.

Выбор системы внутреннего водопровода зависит от соотношения величины требуемого напора  $H_g$ , обеспечивающего подачу нормативного расхода воды к самому удаленному устройству, и напора в наружном водопроводе здания  $H_r$ .

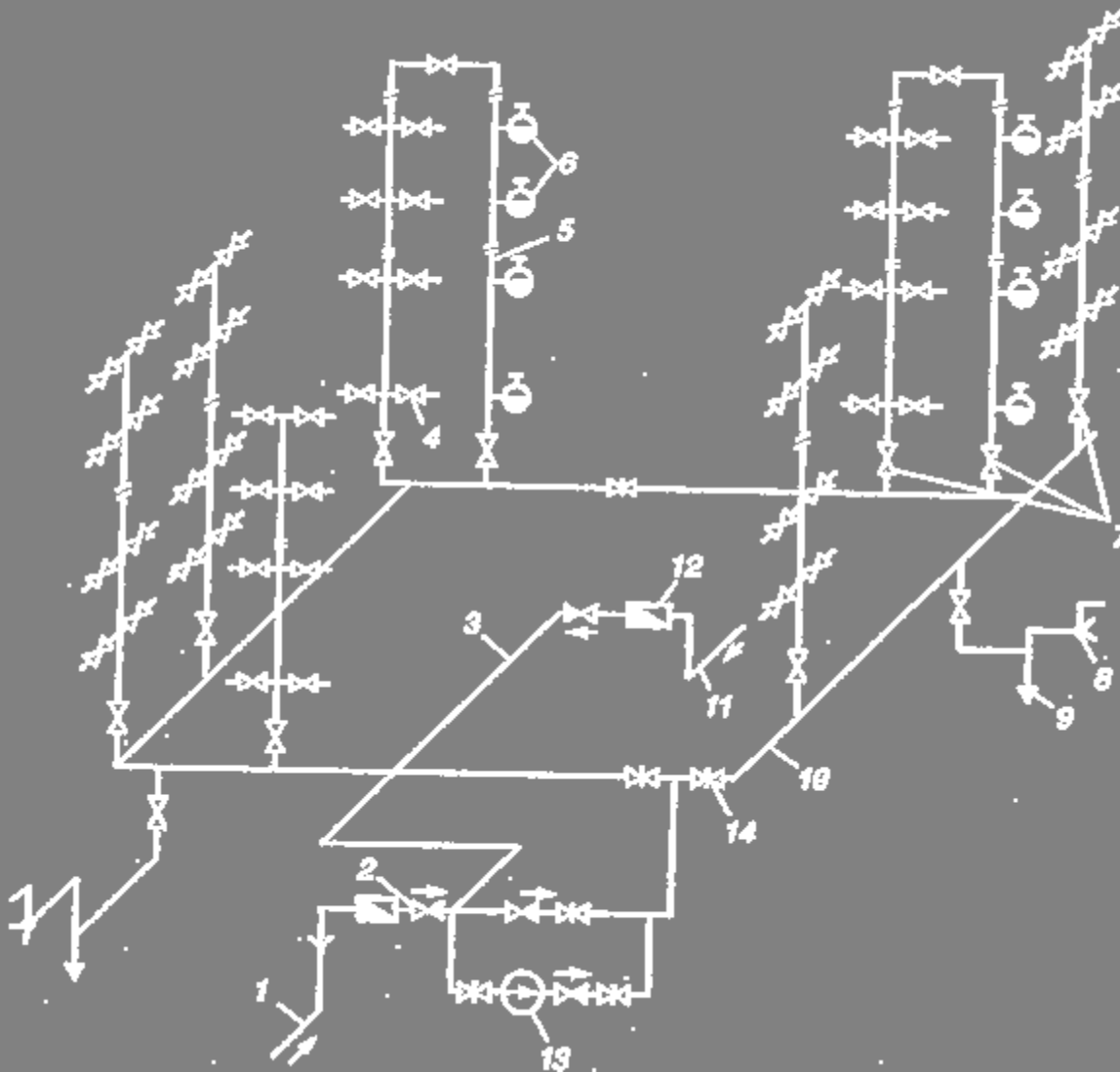
# Система водоснабжения здания с водонапорным баком



1 – ввод;  
2 – водомерный узел;  
3 – подающий стояк;  
4 – водонапорный бак;

5 – разводящий трубопровод;  
6 – подводка водопровода в квартиры;  
7 – стояки;  
8 – вентили.

# Система водоснабжения здания с повысительной насосной установкой (кольцевая сеть с нижней разводкой)



- 1 – ввод №1;
- 2 – обратный клапан;
- 3 – перемычка;
- 4 – подводки;
- 5 – пожарный стояк;
- 6 – пожарные краны;
- 7 – запорные вентили стояков;
- 8 – поливочный кран;
- 9 – спуск (пробка);
- 10 – кольцевая магистраль;
- 11 – ввод №2;
- 12 – водомерный узел;
- 13 – насосная установка;
- 14 – задвижки.

## 4.3 Насосные и гидропневматические установки

### Насосные установки.

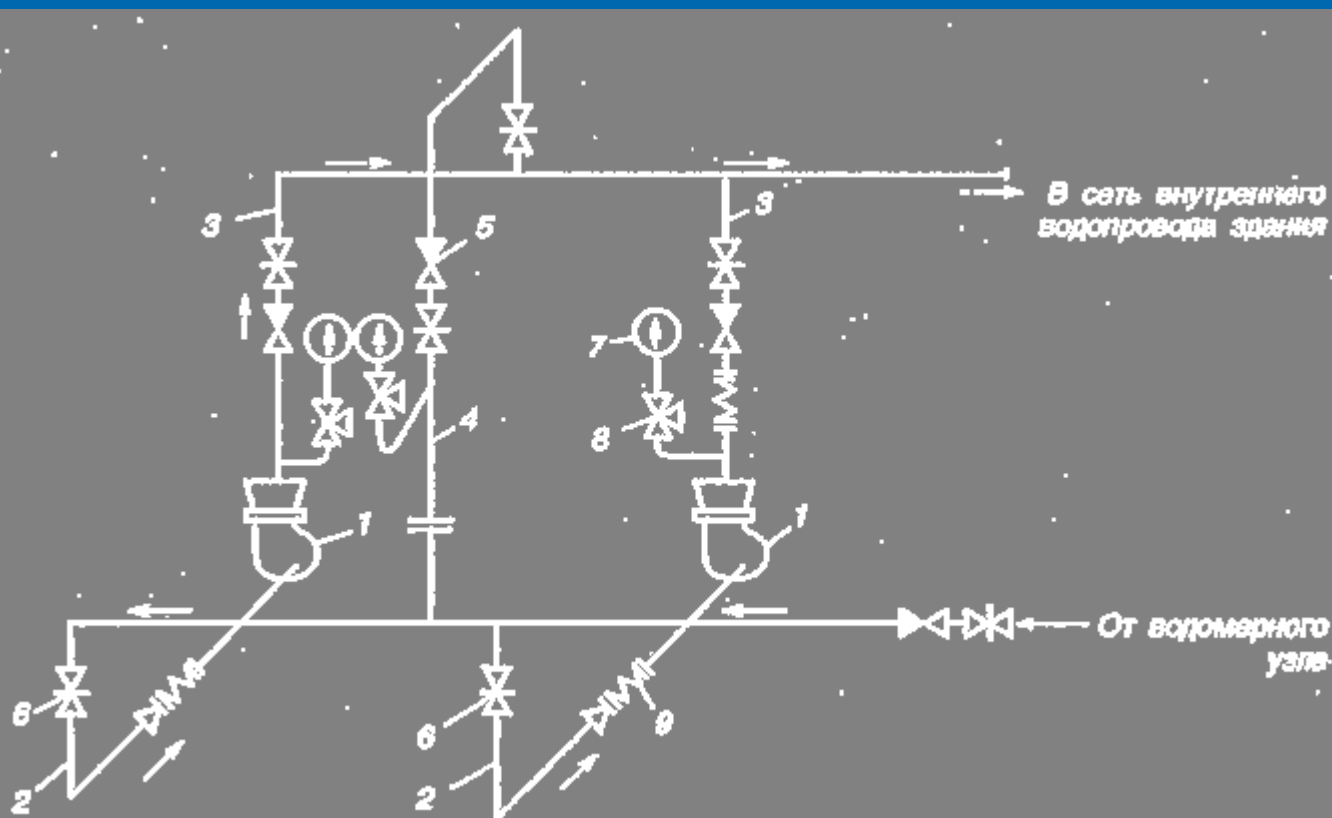
При проектировании системы внутреннего водопровода с насосной установкой в жилых зданиях ее вместе с водомерным узлом размещают, как правило, в помещениях центральных тепловых пунктов.

### Гидропневматические установки.

Могут быть переменного и постоянного давления.

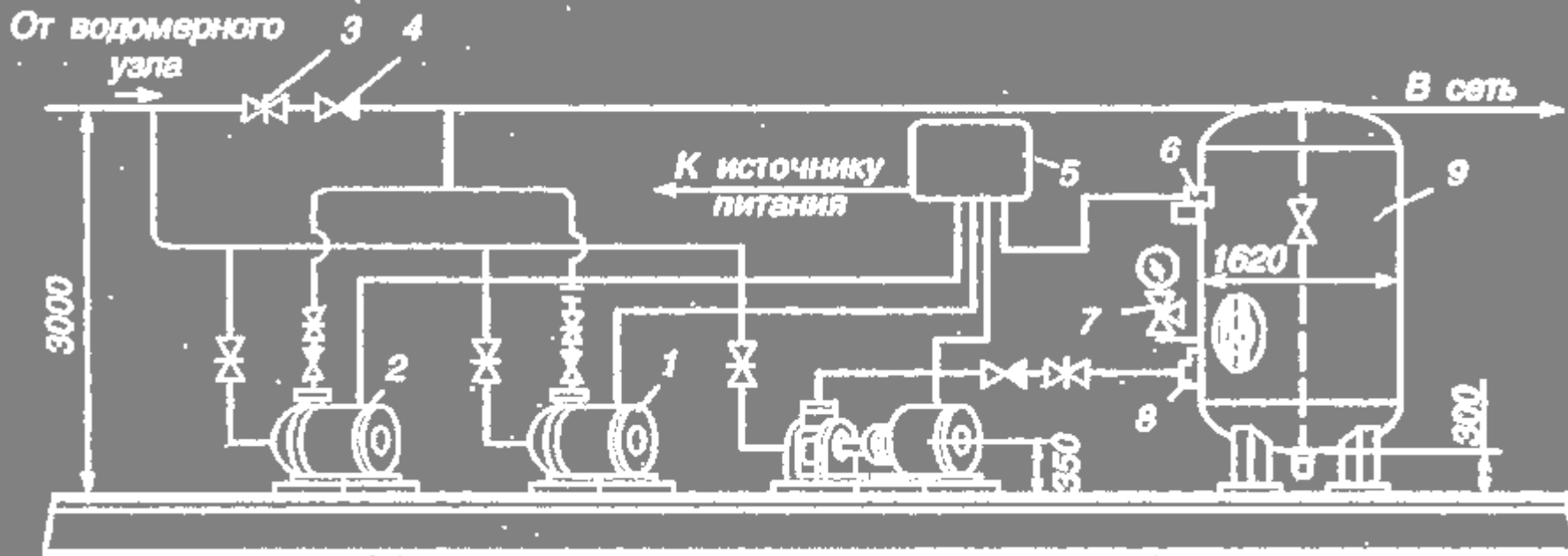


## Оборудование насосных установок



- 1 – насосные агрегаты;
- 2 – всасывающие линии насосов;
- 3 – напорные линии насосов;
- 4 – обводная линия;
- 5 – обратный клапан
- 6 – задвижки;
- 7 – манометры;
- 8 – трехходовой кран;
- 9 – гибкие вставки.

# Схема типовой насосной установки с гидропневматическими баками



- 1 – рабочие насосные агрегаты;
- 2 – резервный насосный агрегат;
- 3 – обратный клапан;
- 4 – задвижка;
- 5 – шкаф управления;

- 6 – реле давления;
- 7 – трехходовой кран с манометром;
- 8 – струйные регулятор запаса воздуха;
- 9 – гидропневматический бак.

## 4.4 Схемы внутреннего водопровода

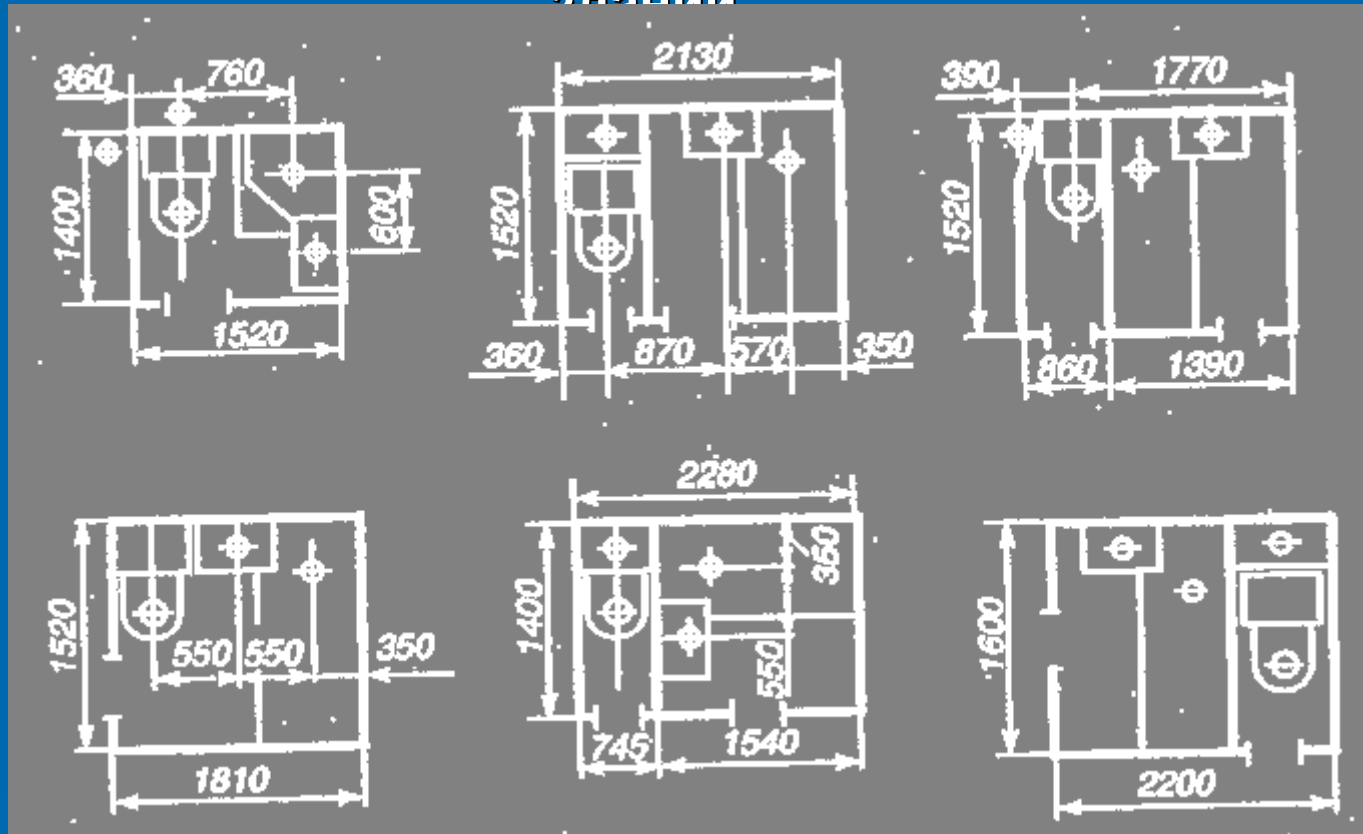
Схемы водоснабжения здания бывают:

1. Тупиковые (если допускается перерыв в подаче воды и количество пожарных кранов в здании меньше 12);
2. Кольцевые (при недопустимости перерыва в водоснабжении водой многоэтажных зданий, в производственных зданиях);
3. Зонные (несколько сетей в одном здании повышенной этажности);
4. Комбинированные (в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств).

По расположению магистральных трубопроводов:

- с нижней разводкой (магистральные трубопроводы размещаются в нижней части здания);
- с верхней разводкой (магистральные трубопроводы размещаются на чердаке или под потолком).

# Схемы планировочных решений санитарных узлов жилых зданий



Особое внимание при проектировании уделяется рациональному размещению санитарно-технических устройств в здании:

- санитарные узлы и водоразборная арматура проектируется поэтажно (друг над другом);
- трубопроводы прокладываются по кратчайшему расстоянию.

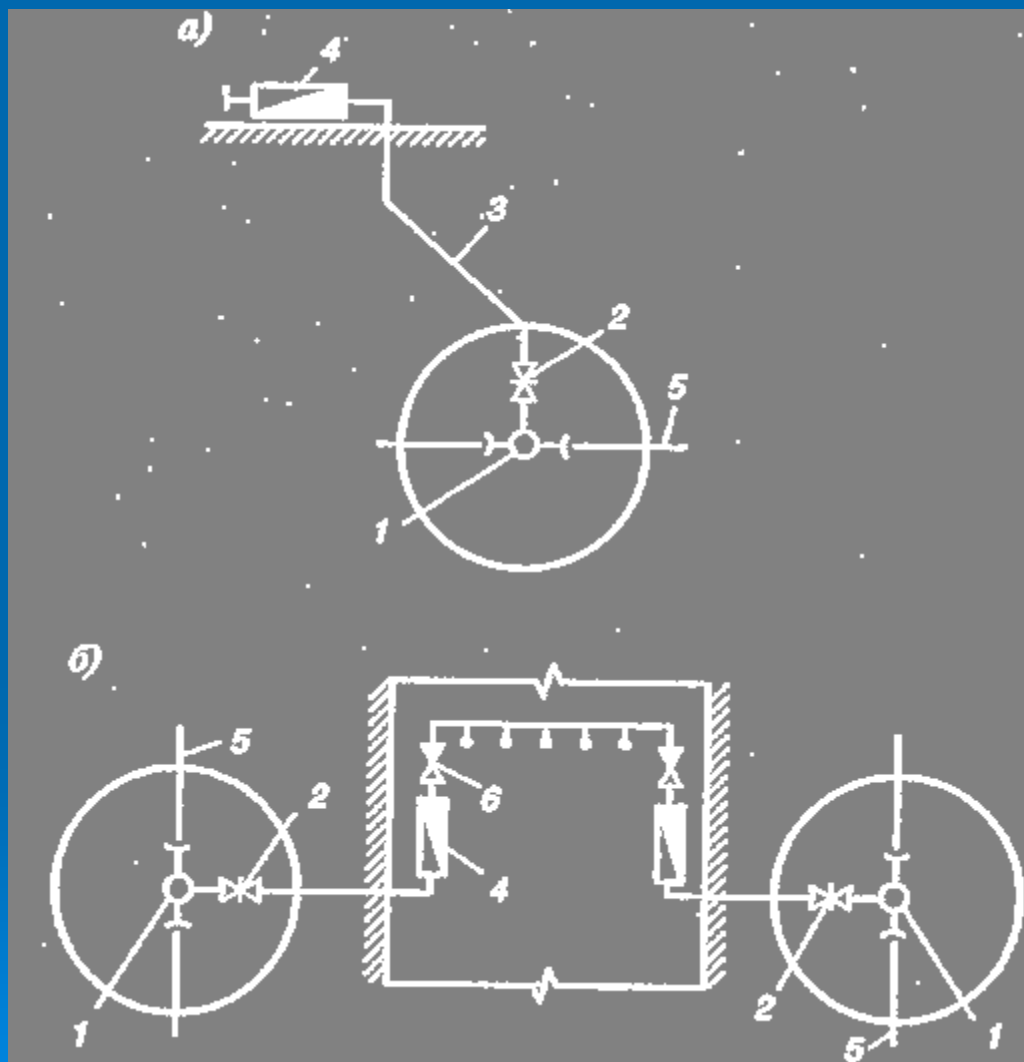
## 4.4 Устройство вводов

**Ввод** — это трубопровод, соединяющий наружный водопровод с внутренним водопроводом здания.

### Условия проектирования ввода:

1. Подземный трубопровод ввода водопровода прокладывается с уклоном 0,003-0,005 в сторону наружной сети.
2. Водомерный узел располагается внутри здания, на расстоянии 1 м от наружной стены подвального этажа здания.
3. При проектировании тупиковой сети внутреннего водопровода в водопроводном узле обязательно проектируется обводная линия.
4. Ввод проектируется по кратчайшему расстоянию к зданию.
5. Минимальная глубина заложения ввода принимается ниже глубины промерзания грунта на 0,5 м (до низа трубы).
6. Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации должно быть:
  - при  $d$  ввода до 200 мм - не менее 1,5 м;
  - при  $d$  ввода более 200 мм - не менее 3,0 м.

## Устройство ввода в здание и его элементы



а) косой ввод;

б) два ввода  
(для кольцевой сети);

1 – врезка ввода в  
наружный  
водопровод;

2 – задвижка;

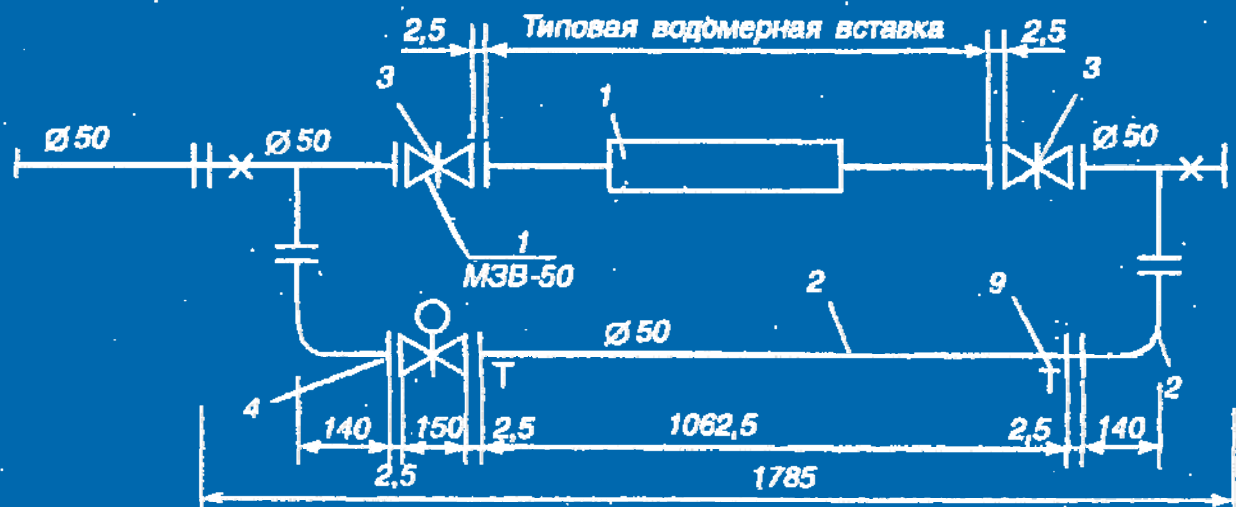
3 – подземный  
трубопровод;

4 – водомерный узел;

5 – наружный  
водопровод;

6 – обратный клапан.

# Схема водомерного узла с обводной линией и крыльчатым водомером



- 1 – типовая вставка;
- 2 – обводная линия;
- 3 – задвижки;
- 4 – опломбированная задвижка с электроприводом;
- 5 – переход стальной;
- 6 – крыльчатый водомер;
- 7 – манометр;
- 8 – кран трехходовой;
- 9 – фильтр магнитный муфтовый;
- 10 – спускной кран.

## 4.6 Конструирование внутренней водопроводной сети

### Магистральные трубопроводы.

При нижней разводке прокладываются под потолком подвального этажа здания (на 0,5 м от него) или технического подполья.

### Стояки и подводки к водоразборным устройствам.

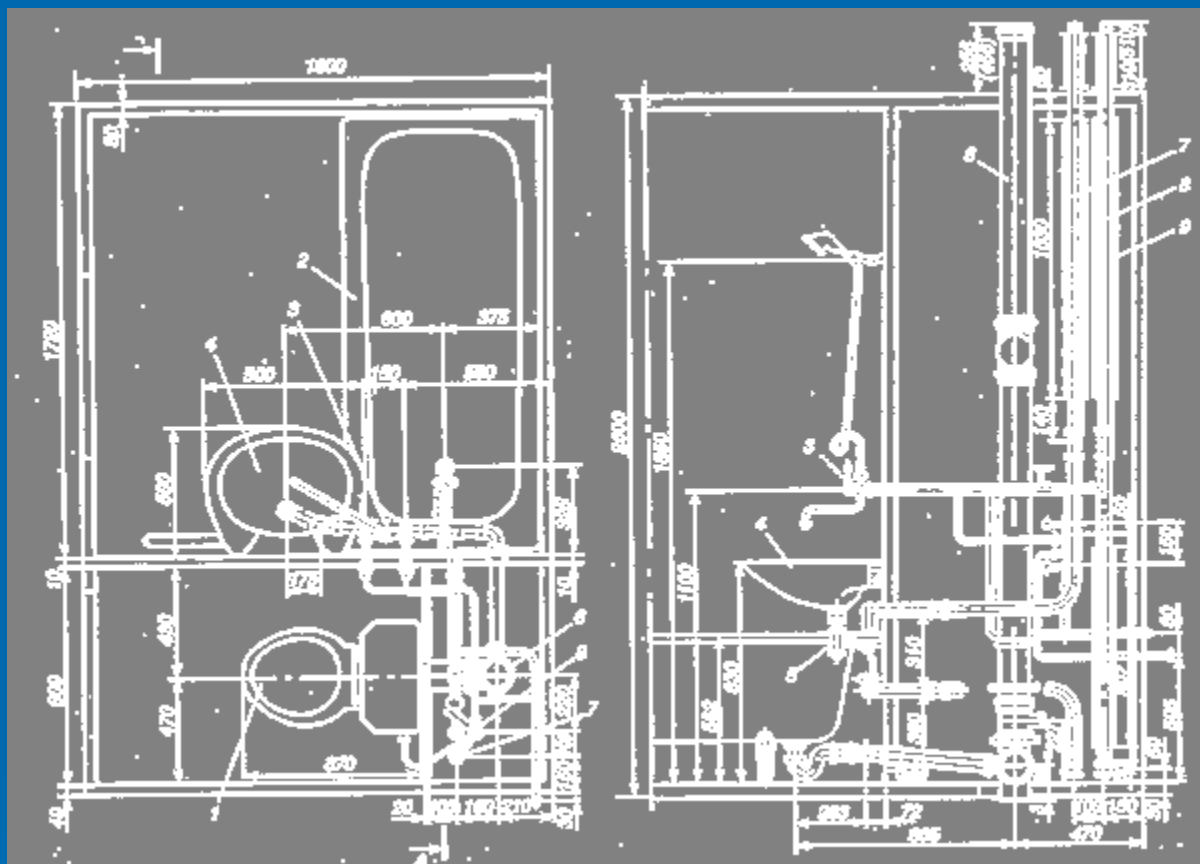
Прокладываются двумя основными способами:

- открытой прокладкой – по коленам, балкам, фермам и стенам;
- скрытой прокладкой – в бороздах, каналах и панелях, санитарно-технических кабинках вместе с трубопроводами другого назначения.

В настоящее время распространены следующие методы монтажных работ санитарно-технического оборудования:

- монтаж труб россыпью;
- монтаж с использованием типовых блоков и панелей;
- монтаж с использованием объемных санитарно-технических кабин.

# Унифицированная санитарно-техническая кабина раздельного типа



4 – умывальник;

5 – сифон бутылочный;

6 – стояк канализационный;

7 – стояк горячей воды;

8 – стояк холодной воды;

9 – изоляция.

а – план;

б – разрез;

1 – унитаз;

2 – ванна;

3 – смеситель с душевой сеткой;

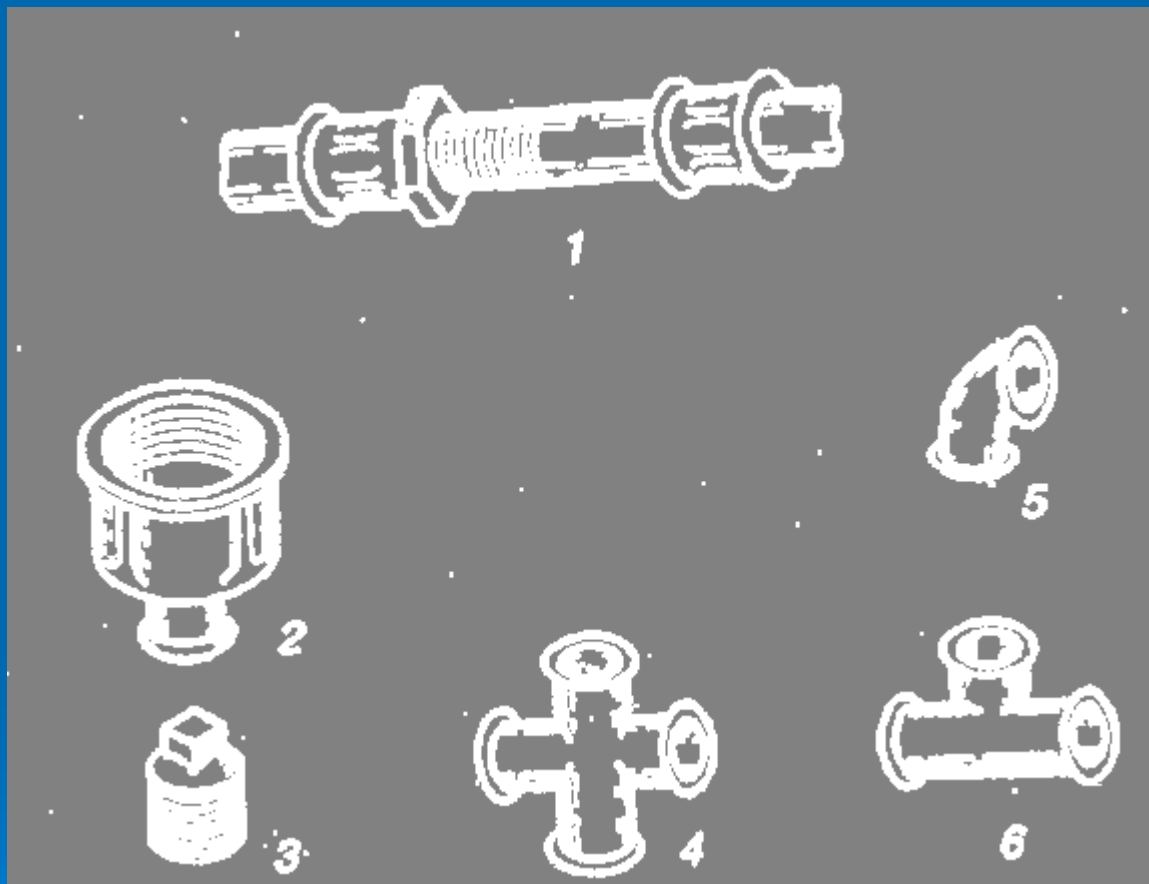
Для хозяйственно-питьевого водопровода допускается применение труб из материалов, разрешенных для применения Госкомсанэпидемнадзором России:

- стальные водогазопроводные;
- медные;
- бронзовые;
- латунные;
- пластмассовые и т.д.

Виды соединения труб:

- сварные;
- муфтовые;
- резьбовые;
- раструбные.

## Отдельные соединительные части стальных водопроводных труб.



- 1 – сгон;
- 2 – муфта переходная;
- 3 – пробка;
- 4 – крестовина;
- 5 – угольник;
- 6 – тройник.

## **Водоразборная арматура.**

Во многом определяет успешное функционирование всей системы водопровода здания.

К водоразборной арматуре относятся:

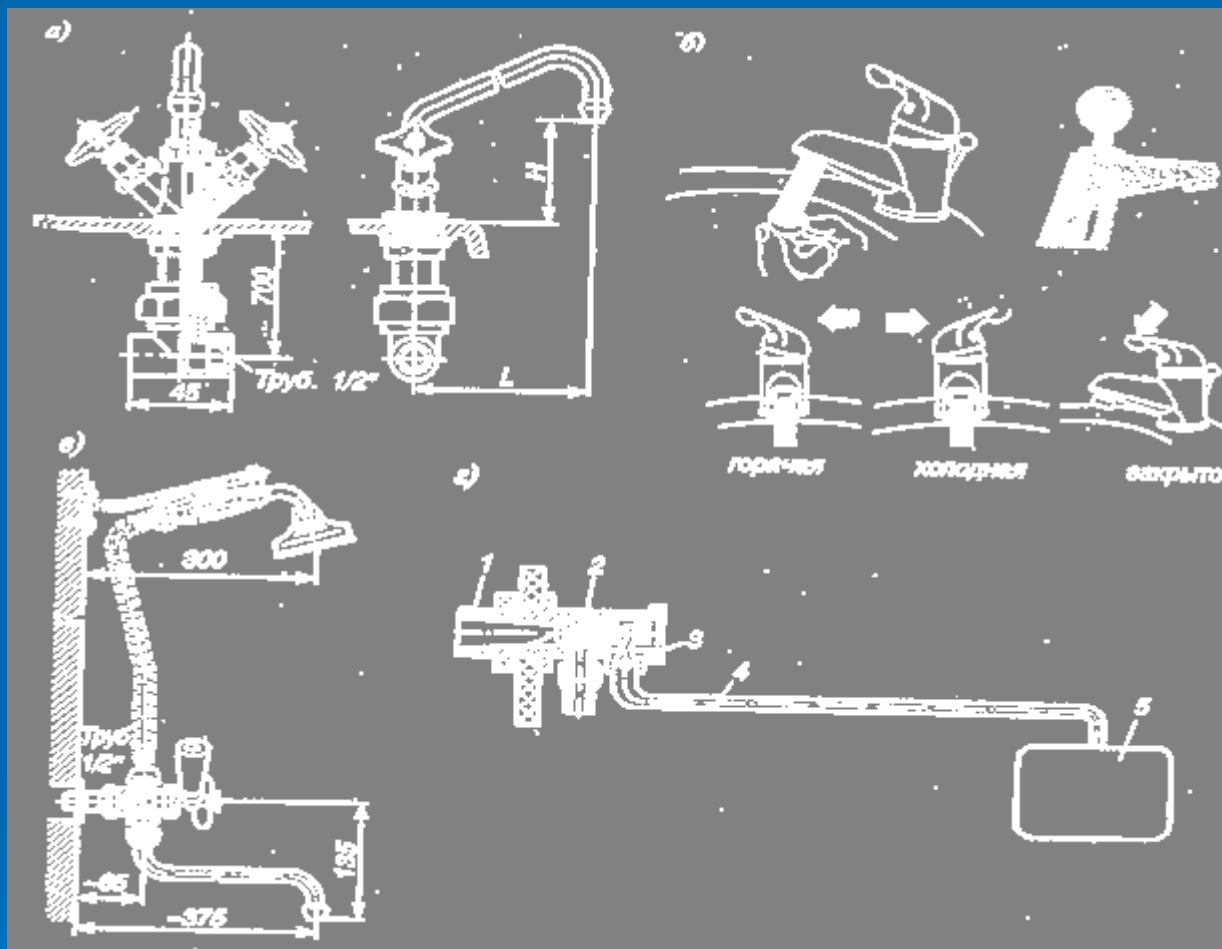
- туалетные краны;
  - умывальники;
  - смесители моек, ванн и умывальников;
- поплавковые клапаны смывных бачков унитазов.

## **Поливочные краны.**

Их количество зависит от периметра здания (один кран на каждые 60-70 м периметра здания).

Поливочные краны располагаются в нишах наружных стен здания на высоте 0,35 м от отмостки тротуара.

# Основные виды водоразборной арматуры. Смесители



а - СМ-УМ-ЦМ с верхней смесительной камерой и центральной установкой на умывальнике.

б – общий смеситель для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге.

## Запорная арматура.

Устанавливается на сети внутреннего водопровода.

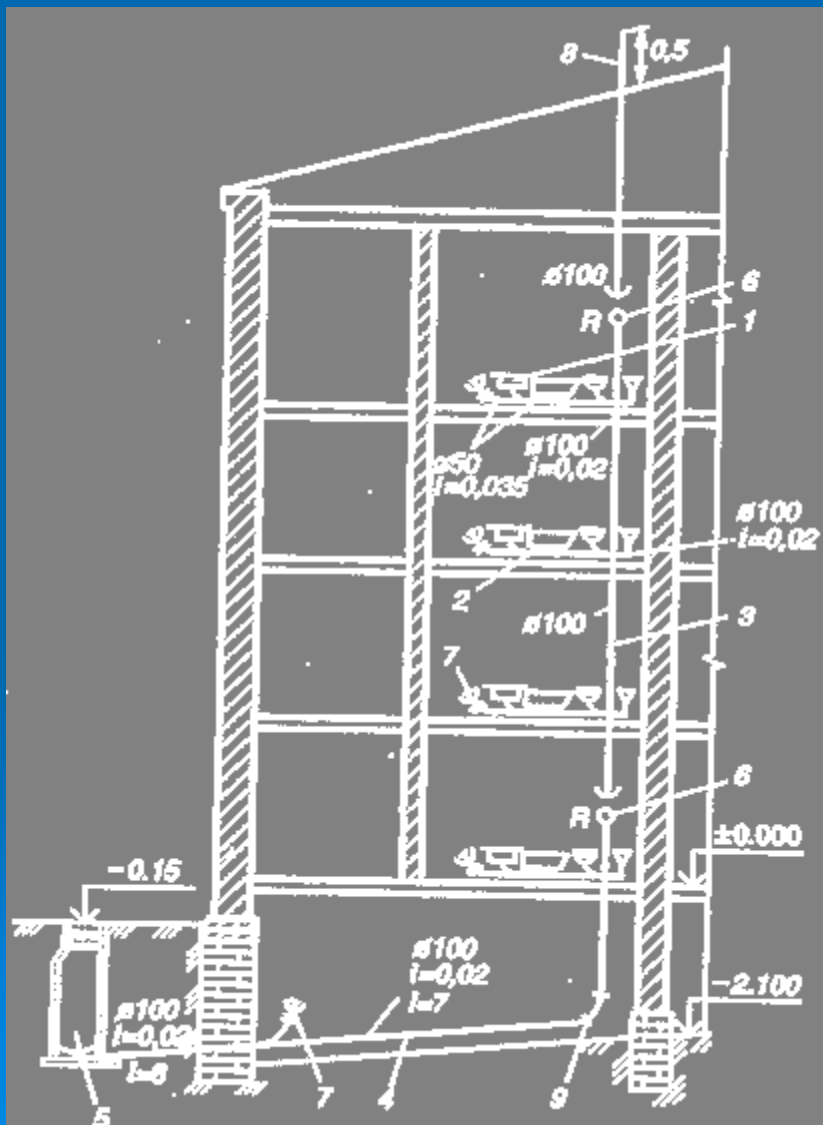
- при  $d < 50$  мм – вентили;
- при  $d > 50$  мм – задвижки.

Места установки запорной арматуры:

- у основания стояка;
- у клапана смывных бачков унитазов;
- у газовых водонагревателей;
- в водомерном узле;
- на вводе водопровода в квартиру;
- у поливочных кранов;
- на разветвлениях магистрали.

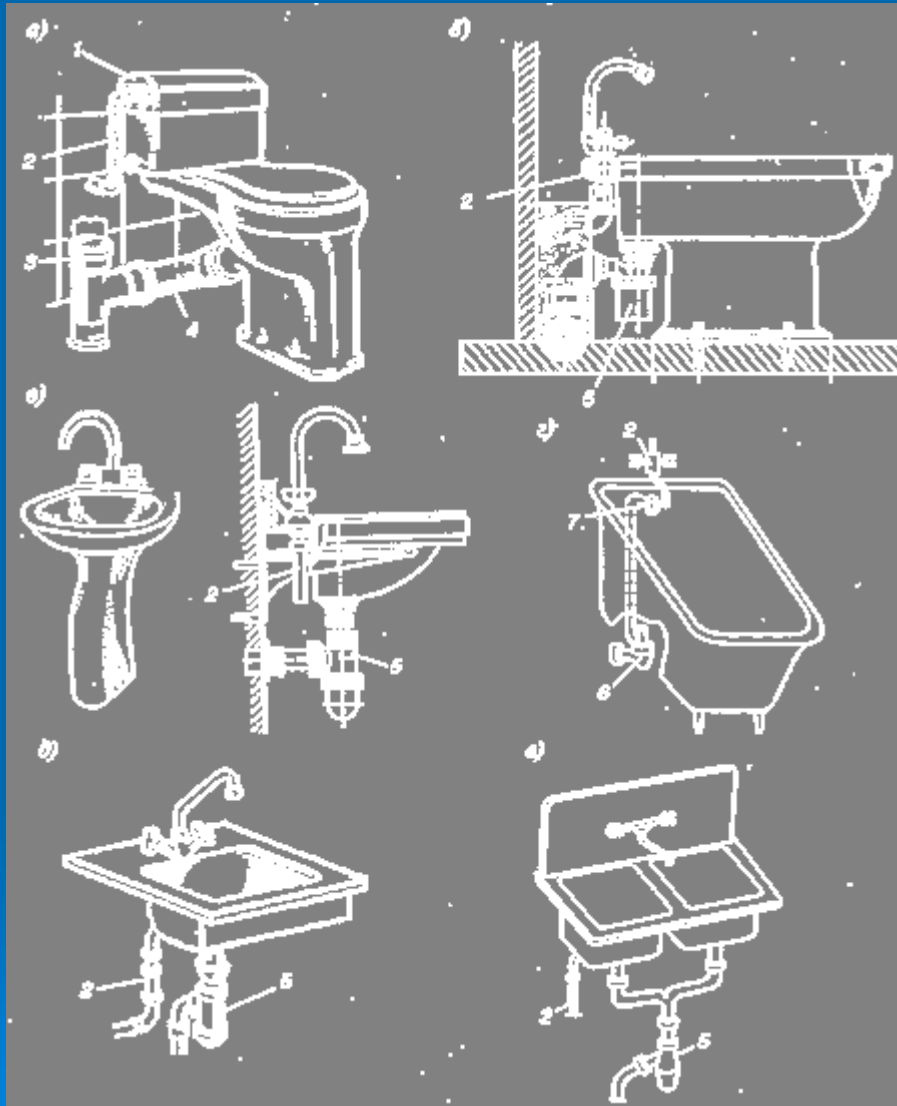
# 4.7 Конструирование внутренней канализации здания

## Устройство внутренней канализации жилого дома (основные элементы).



- 1 – приемники сточных вод;
- 2 – отводные трубопроводы;
- 3 – канализационный стояк;
- 5 – смотровой колодец;
- 6 – ревизии;
- 7 – прочистки;
- 8 – вытяжная часть канализационного стояка;
- 9 – отвод.

# Приемники сточных вод

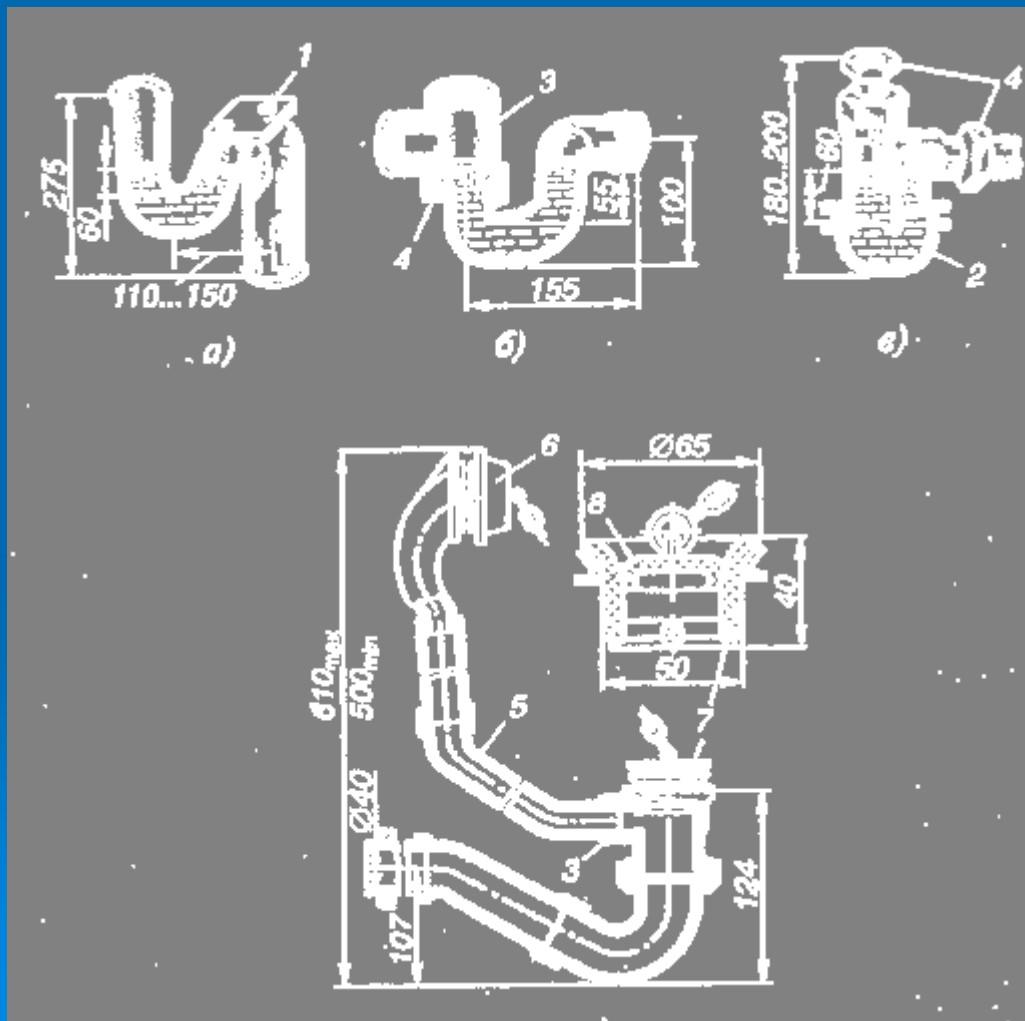


- а - унитазы;
- б - гигиенический душ-биде;
- в - умывальники;
- г — ванна;
- д, е - мойки;
- 1 — смывной бачок;
- 2 — подводка водопровода;
- 3 — стояк;
- 4 — выпуск;
- 5 — сифон;
- 6 — напольный сифон;
- 7 — перелив.

Все приемники должны быть оборудованы гидравлическими затворами.

**Гидравлический затвор** – это изогнутый канал или труба, заполненная слоем воды, который закрывает выход газов после сброса стоков в канализационную сеть.

## Гидрозатворы.



- а, б – U – образные;  
г – напольный для ванн с  
присоединением  
переливной трубы;
- 1 – болт;
  - 2 – крышка;
  - 3 – тройник;
  - 4 – накидная гайка
  - 5 – переливная  
труба;
  - 6 – водопереливная  
решетка;
  - 7 – выпуск.

## Особенности конструирования внутренней канализации здания.

1. Отводные трубы от приборов могут быть проложены по полу открыто, либо скрыто в бороздах, панелях и монтажных коридорах.

2. От ванн, моек и умывальников отводные трубы прокладываются  $d = 50\text{мм}$  с уклоном 0,035 к стояку, от унитаза –  $d = 100\text{мм}$  с уклоном 0,02.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15.

3. Двустороннее присоединение допускается только с применением косых крестовин.

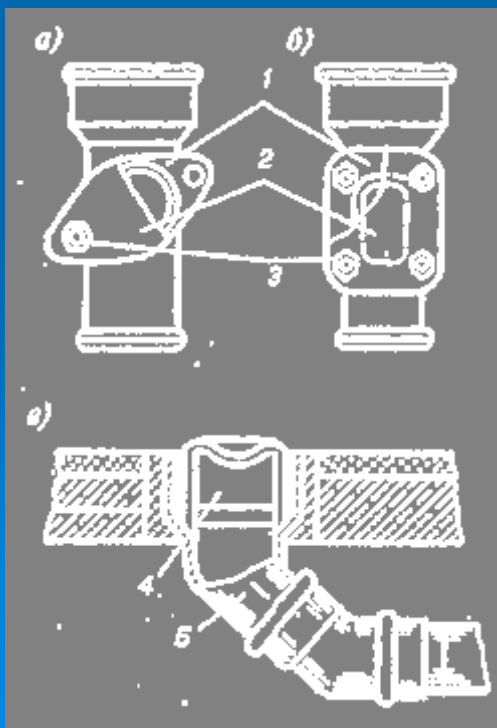
4. Диаметр канализационных стояков принимается одинаковым по всей высоте и равным наибольшему диаметру присоединяемых отводных труб.

5. Для прочистки внутренней канализационной сети применяют ревизии (для прочистки стояков) и прочистки (для прочистки трубопроводов).

**Ревизии** располагаются на стояках на высоте 1 м от пола до центра ревизии и устанавливаются на первом и последнем этажах, а также одна ревизия на каждые три этажа.

**Прочистки** устанавливаются:

- в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более;
- на поворотах сети;
- на прямолинейных участках: при  $d = 50\text{мм}$  – 8 м;
- на прямолинейных участках: при  $d = 100 - 150\text{ мм}$  – 15 м.



а, б – ревизия;  
В – прочистка;  
1 – резиновая прокладка;  
2 – крышка;  
3 – болты;  
4 – заглушка;  
5 – отвод.

6. Внутренняя система канализации, как и наружная, работает в самотечном режиме с неполным наполнением труб.

Наполнение следует принимать:

для диаметра труб 50 -100 мм –  $0,8 < H/d < 0,3$ ;

для диаметра труб больше 100 мм –  $H/d$  не более 0,6.

7. Скорость движения сточных вод должна быть не менее «самоочищающей» ( не менее 0,7 м/с).

Для проектирования системы внутренней канализации могут применяться трубы:

- чугунные;
- асбестоцементные;
- бетонные;
- железобетонные;
- пластмассовые;
- стеклянные.

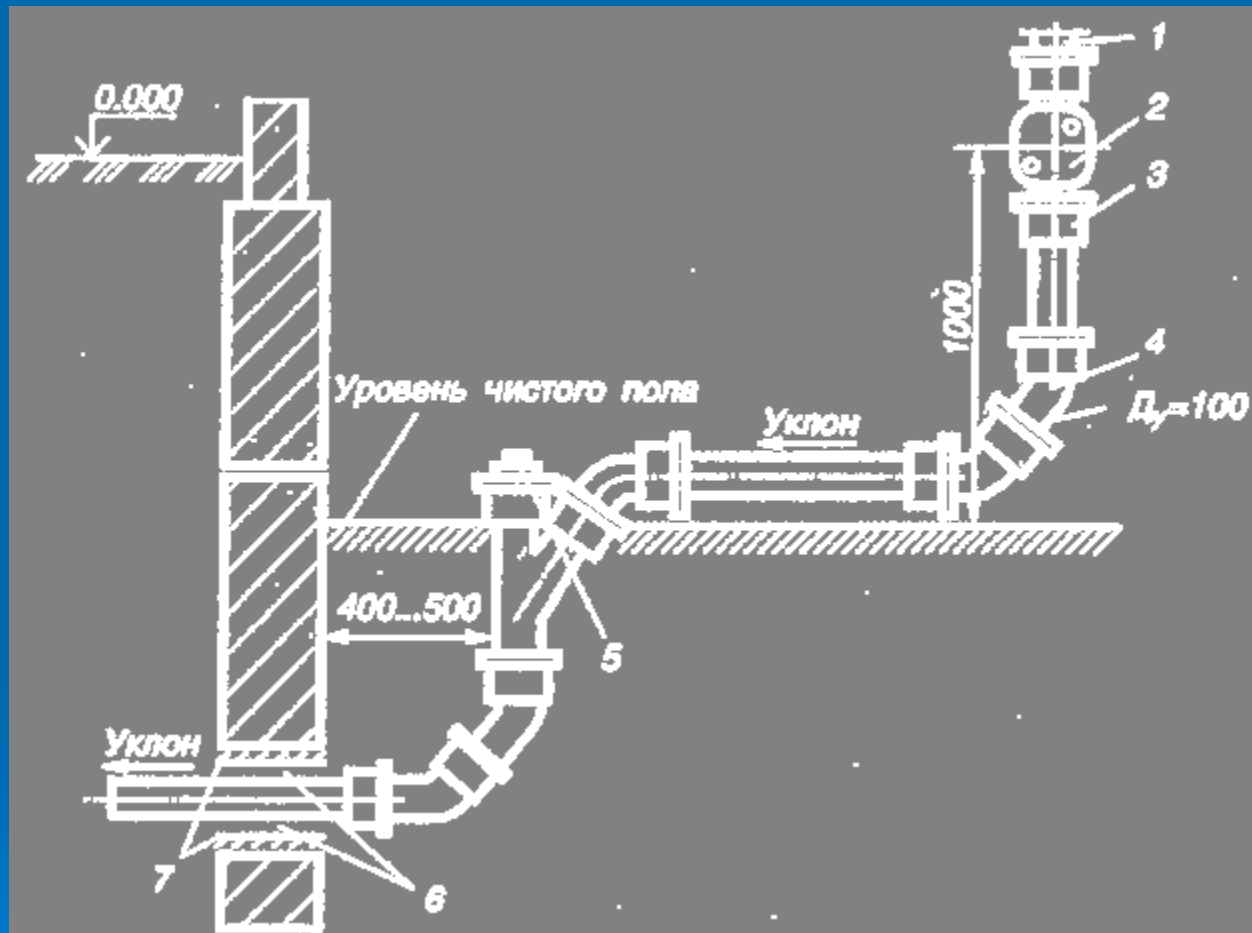
## Проектирование выпуска.

1. Диаметр выпуска принимается по большему диаметру присоединяемых стояков.
2. Минимальная глубина заложения выпуска до низа трубы:

$$H_{\text{зал}} = H_{\text{пром}} - 0,3 \text{ м}$$

3. Длина выпуска из здания от прочистки или ближайшего стояка до оси смотрового колодца:
  - при  $d=50$  мм – 8 м;
  - при  $d=100$  мм – 12 м;
  - при  $d=150$  и более – 15 м.
4. При необходимости проектирования большей длины выпуска устраивается дополнительный смотровой колодец.

## Монтаж выпуска и канализационного стояка.



- 1 – стояк;
- 2 – ревизия;
- 3 – крепление стальным крючком под раструб;
- 4 – отвод с углом  $135^\circ$ ;
- 5 – пробка прочистки;
- 6 – забивка из смоляного каната;
- 7 – цементный раствор.

## **Вентиляция канализационных стояков.**

Для удаления газов, скапливаемых при движении сточных вод , предусматривается вентиляция канализационных стояков, которая осуществляется выводом канализационного стояка выше кровли здания:

- при плоской – 0,3 м;
- при скатной – 0,5 м;
- при эксплуатируемой - 3 м.

Диаметр вытяжной части канализационного стояка равен диаметру его сточной части.

## **Ревизии устанавливаются:**

- на 1 м от пола;
- над отступом (если он есть).

## **Прочистки устанавливаются:**

- при изменении направления сети;
- на прямых участках на расстоянии не более 30 м друг от друга.

## **Внутренние водостоки.**

Предназначены для отвода дождевых и талых вод с крыш зданий.

Водостоки делятся:

- внутренние (отводят воду по трубопроводам внутри здания);
- наружные.

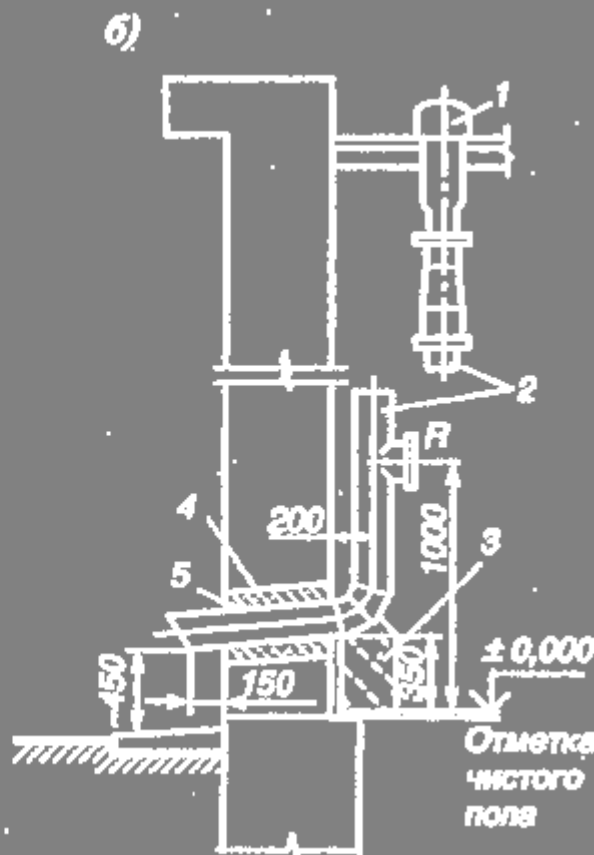
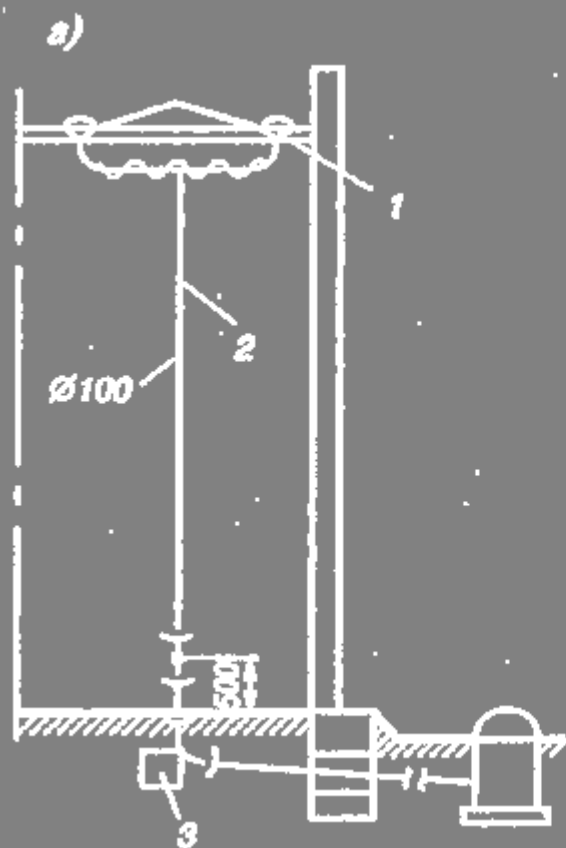
Система внутренних водостоков состоит из водосборных воронок, размещаемых на кровле здания.

Стояки монтируются из стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб в отапливаемом помещении у стен, перегородок или колонн, открыто или в бороздах стен, в коробах и шахтах.

## **Выпуски.**

Отводят воду от стояка или объединяющей водосточной сети на отмостку около здания или в наружные сети дождевой канализации (закрытый выпуск).

## Схема выпусков внутреннего водостока здания



а – в ливневую канализацию;

б - то же, на отмокту;

1 – водоприемная воронка;

2 – водосточный стояк;

3 – бетонный упор;

4 – теплоизоляция;

5 – цементная штукатурка.

## 4.8 Конструирование дворовой системы канализации здания.

Дворовая канализация проектируется в пределах границы канализования здания – красной линией и служит для транспортирования сточных вод самотеком от канализуемых выпусков здания в контрольный колодец.

На прямых и длинных участках смотровые колодцы размещают на расстоянии друг от друга:

- при  $d=150$  мм – 35 м;
- при  $d>150$  мм – 40-50 м.

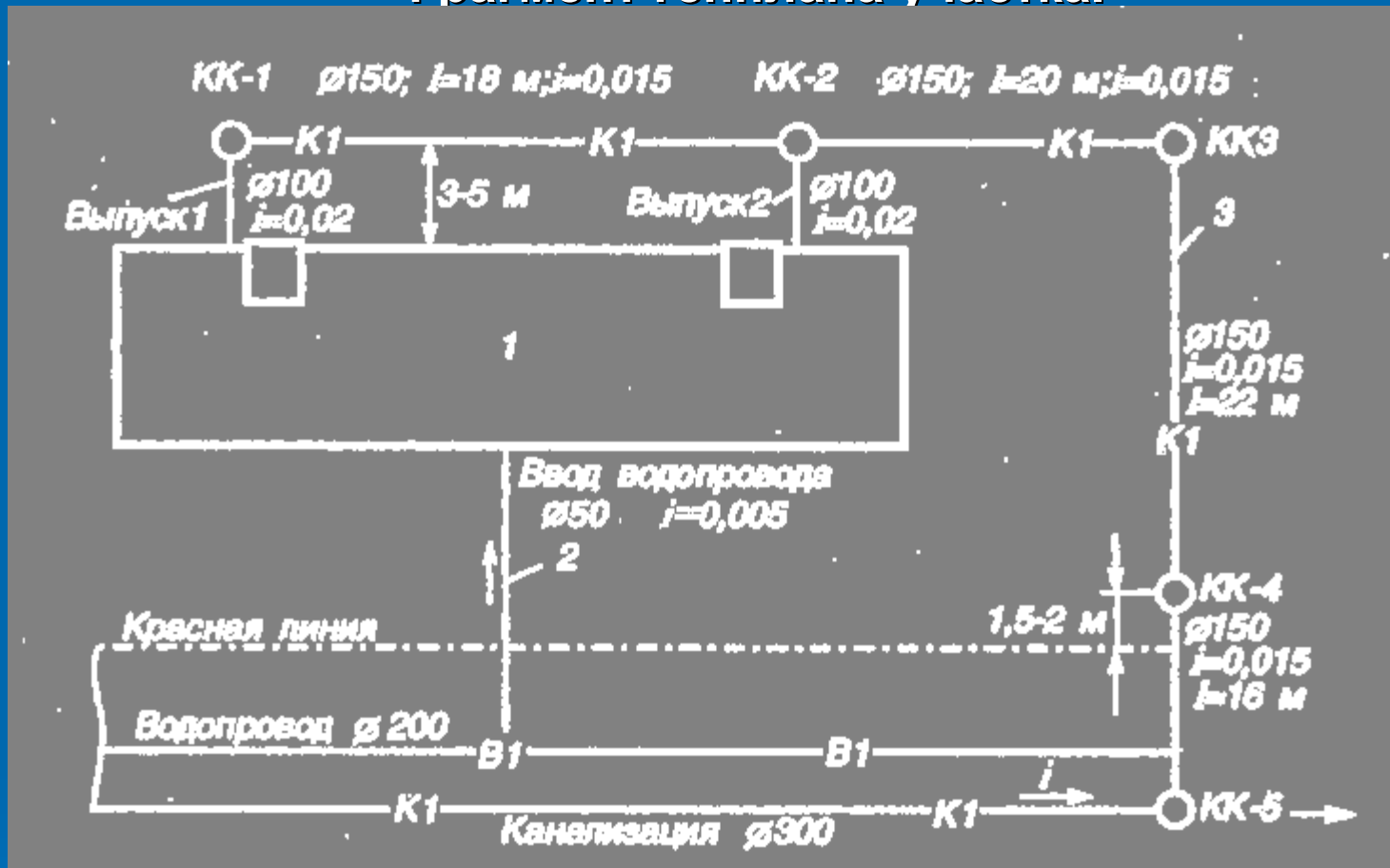
Колодцы дворовой сети выполняются из сборных железобетонных элементов диаметром 1 м.

Минимальное расстояние от стены здания до оси смотрового колодца дворовой сети принимается:

- в сухих грунтах – 3 м;
- в мокрых – 5 м.

Уклон дворовой сети при  $d=150$  мм принимается в пределах 0,0008-0,0015 в сторону уличного коллектора.

## Фрагмент генплана участка.



- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1 – двухподъездное здание;  | KK-1, KK-2 - колодцы на сети в месте   |
| 2 – ввод водопровода;       | присоединения выпусков из здания;      |
| 3 – дворовая и уличная сеть | KK-3 – поворотный колодец;             |
| канализации K1;             | KK-4 – контрольный перепадной колодец; |
|                             | KK-5 – колодец городской уличной сети. |