

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.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРНОМ ОБОРУДОВАНИИ ЗДАНИЙ.

1.1. Общая характеристика инженерного оборудования зданий

Известно, что понятие «архитектура» отражает систему зданий и сооружений, формирующих пространственную среду для жизни и деятельности людей, поэтому важнейшим условием соответствия архитектурного объекта своему назначению является обеспечение требуемого уровня комфорта в его помещениях, безопасности эксплуатации и долговечности здания.

Безусловно, перечисленные задачи решаются и в процессе архитектурного проектирования, и при конструкторской проработке здания, однако, в подавляющем большинстве случаев, архитектурных и конструкторских средств недостаточно для создания требуемых характеристик среды обитания или производственной деятельности человека. Это, в свою очередь, приводит к необходимости оснащения зданий специальным инженерным оборудованием. Термин «инженерное оборудование здания» обозначает комплекс технических средств, устройств и систем, предназначенных для обеспечения требуемого уровня комфорта в помещениях здания, безопасности и долговечности его эксплуатации. Очевидно, что состав инженерного оборудования здания определяется его функциональным назначением, уровнем требований к комфортности среды, архитектурно-планировочным решением и рядом других факторов.

Инженерное оборудование зданий непосредственно связано как с общим уровнем развития техники, позволяющим создавать устройства, реализующие потребности человека к среде его обитания или производственной деятельности, так и с социо-культурными особенностями общества, формирующими соответствующие потребности человека.

1.2 Классификация инженерного оборудования зданий.

По назначению инженерное оборудование зданий подразделяется на несколько групп, рис. 1.2.1., каждая из которых предназначена для решения конкретной задачи по обеспечению функциональных требований к зданию.

Дадим определения группам инженерного оборудования, представленным на рис. 1.2.1, и охарактеризуем отдельные виды инженерного оборудования, составляющие данные группы.

Водоснабжение – вид инженерного оборудования, предназначенный для обеспечения потребителей водой требуемого качества и в необходимом количестве.

Водоотведение (канализация) – предназначено для сбора, транспортировки, очистки сточных вод и утилизации уловленных осадков.

Климатехника – комплекс оборудования, предназначенный для обеспечения в помещениях зданий требуемых параметров микроклимата.

Климатехника подразделяется на:

- *отопление*, назначение которого состоит в обеспечении требуемой температуры внутреннего воздуха в холодный период года:

- *вентиляцию*, предназначенную в обеспечении в помещениях воздухообмена с целью обеспечения требуемых параметров воздуха в помещениях;

- *кондиционирование воздуха*, целью которого является автоматическое поддержание в помещениях требуемых параметров микроклимата.

Тепло-энергоснабжение предназначено для обеспечения потребителей теплотой, электроэнергией и другими энергоносителями.

Тепло-энергоснабжение подразделяется на:

- *теплоснабжение*;

- *электроснабжение*;

- *газоснабжение*.

Пыле-мусороудаление имеет своей целью сбор и удаление из зданий пыли и мусора, а также их последующую переработку или захоронение.



Рис. 1.2. 1. Структура инженерного оборудования зданий

Пыле-мусороудаление объединяет:

- *пылеуборку*, предназначенную для сбора, транспортировки и утилизации собранной пыли;
- *мусороудаление*, предназначенное для сбора, транспортировки, утилизации или захоронения твердых отходов.

Вертикальный транспорт предназначен для перемещения людей и грузов с одного уровня здания на другой.

Информационные сети и системы управления объединяют в своем составе информационные сети здания и системы управления его оборудованием.

К информационным относятся следующие сети:

- *телефонные;*
- *телевизионные;*
- *радиофизические;*
- *компьютерные;*
- *системы охранной и пожарной сигнализации.*

Управление оборудованием здания осуществляется посредством систем:

- *автоматического управления;*
- *автоматизированного управления;*
- *интеллектуального управления («умный дом», (интеллектуальные здания)).*

По местоположению элементов и устройств инженерного оборудования различают *внутренние* и *внешние инженерные сети*.

К внутренним инженерным сетям относятся системы и устройства находящиеся внутри здания.

Наружные инженерные сети образуют коммуникации, устройства и сооружения, сопряженные с внутренними сетями, и расположенные вне обслуживаемого здания.

Структура внешних и внутренних инженерных сетей представлена на рис. 1.2.2.

Внешние и внутренние инженерные сети аналогичного назначения связаны друг с другом посредством специальных узлов, пунктов или устройств, предназначенных для присоединения внутренних инженерных сетей здания к наружным сетям.

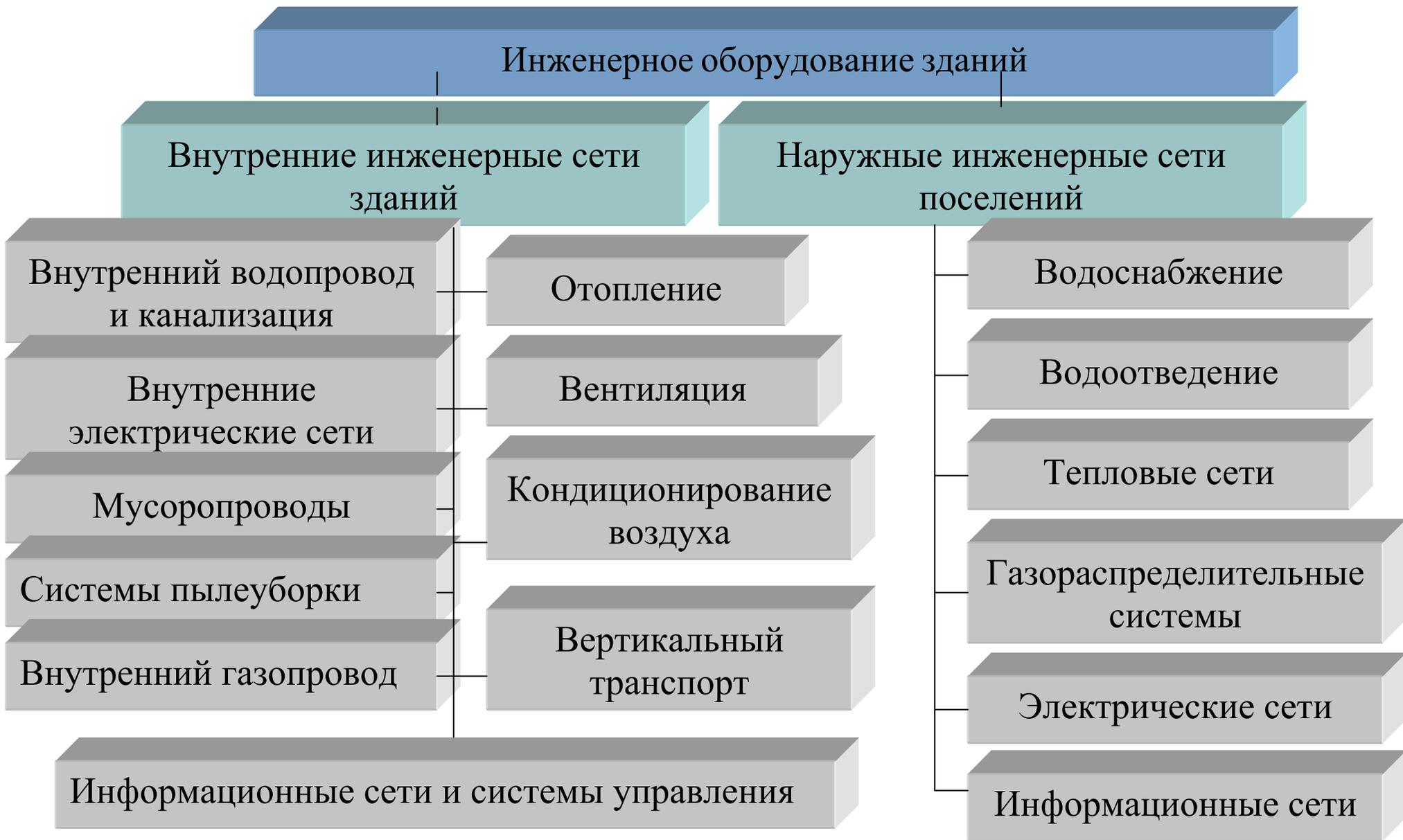


Рис.1.2.2. Внутренние и наружные инженерные сети

Внутренние инженерные системы и устройства, обеспечивающие выполнение своих функций без присоединения к соответствующим наружным инженерным сетям называются *автономными*.

1.3. Взаимосвязь инженерного оборудования и архитектуры.

Рассмотренный выше материал свидетельствует о следующем.

Первое. Инженерное оборудование имеет утилитарное назначение, его применение в зданиях направлено на решение вопросов их жизнеобеспечения.

Второе. Инженерное оборудование нельзя рассматривать в отрыве от функционального назначения и архитектурного решения здания и градостроительного решения поселения.

В самом деле, внутренние инженерные сети находятся непосредственно в самом здании, поэтому при его архитектурном проектировании необходимо предусмотреть возможность размещения соответствующего оборудования и прокладки коммуникаций данных сетей.

Градостроительные планы должны предусматривать необходимость размещения на данной территории объектов инженерной инфраструктуры и прокладки на территории поселений наружных инженерных сетей, а также возможность присоединения зданий к этим сетям.

Третье. Каждая группа инженерного оборудования, из представленных на рис. 1.2.1, является самостоятельной отраслью науки и техники, теоретическими и практическими аспектами которой занимаются специалисты соответствующего профиля. Так, вопросами водоснабжения и водоотведения занимаются специалисты по водоснабжению и водоотведению, вопросами климатехники, теплоснабжения и газоснабжения – специалисты по теплогазоснабжению и вентиляции, вопросами электроснабжения – инженеры-электрики, вертикальным транспортом – специалисты по подъемно-транспортному оборудованию, информационными сетями и системами управления – специалисты в области информационных технологий, информационных систем и управления. Поэтому, разработка инженерного оборудования для каждого здания или поселения представляет комплексную задачу, которая решается коллективом специалистов различного профиля под общим руководством архитектора. Очевидно, что

профессиональное решение данной задачи возможно только при наличии у архитектора достаточных знаний по:

- устройству и принципах работы инженерных систем;
- правилам выбора необходимых видов инженерного оборудования для зданий различного назначения;
- размещению оборудования инженерных систем в зданиях и на территории поселений;
- взаимообусловленности архитектурных и инженерных решений.

РАЗДЕЛ 2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЁННЫХ МЕСТ

2.1. Общие сведения. Основные закономерности равновесия и движения жидкости.

Водоснабжение – совокупность мероприятий, сооружений и сетей, предназначенных для обеспечения потребителей водой требуемого качества и в необходимом количестве. К потенциальным потребителям воды относятся: население, промышленные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные предприятия, транспорт.

В основе организации водоснабжения лежат процессы, связанные с равновесием и движением воды, поэтому перед изучением инженерных решений по водоснабжению поселений необходимо рассмотреть основные закономерности, характеризующие статику и динамику жидкостей.

Основные закономерности гидростатики и гидродинамики.

В отличие от твердых тел жидкость характеризуется малым сцеплением между частицами, именно поэтому она обладает свойством текучести и принимает форму емкости, в которой находится.

Важнейшими характеристиками жидкости являются *плотность, давление и скорость движения.*

Плотность, ρ , $кг/м^3$, численно равна массе единицы объема:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2.1.1)$$

где m – масса жидкости, кг;
 V – ее объем, $м^3$.

Плотность воды при нормальных условиях равна $1000 кг/м^3$.

Давление, P , $Па$, - отношение силы, действующей на площадку в нормальном к ней направлении, F , к площади площадки, S :

$$P = \frac{F}{S}. \quad (2.1.2)$$

Основные уравнения гидростатики.

Гидростатика изучает закономерности, характеризующие жидкость в состоянии покоя.

Практический интерес представляет задача гидростатики о распределении избыточных гидростатических давлений в объеме покоящейся жидкости, имеющей свободную поверхность, рис. 2.1.1.

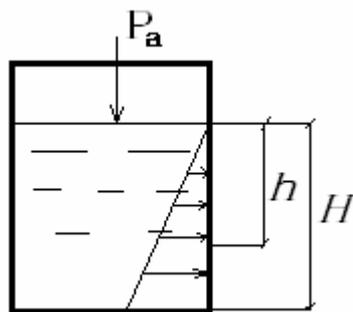


Рис. 2.1.1. Распределение гидростатических давлений в жидкости.

Гидростатическое давление, действующее на площадку, находящуюся в покоящейся жидкости, или на площадку, расположенную на глубине h , определяется формулой

$$P_{\Gamma} = P_a + \rho g h, \quad (2.1.3)$$

где P_a – атмосферное давление, Па;

g – ускорение силы тяжести, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

h – вертикальное расстояние от площадки до уровня жидкости, м.

Из предыдущей зависимости и рис. 2.1.1 следует, что максимальное значение гидростатического давления для рассматриваемого случая равно

$$P_{\Gamma_{max}} = P_a + \rho g H, \quad (2.1.4)$$

и соответствует давлению на дно и примыкающим к нему участкам стенок емкости.

Оценим зависимость величины гидростатического давления от высоты столба жидкости над площадкой.

Атмосферное давление равно примерно 1 атм или 0,1 МПа, значение слагаемого $\rho g h$ зависит от высоты столба жидкости h над площадкой. Приращение высоты столба на 10 м приводит к увеличению величин $\rho g h$ и P_{Γ} на 0,1 МПа или на 1 атм.

Основные понятия гидродинамики.

Гидродинамика изучает законы движения жидкостей. Далее будут рассматриваться закономерности установившегося движения, при котором параметры движения жидкости с течением времени не изменяются.

К основным понятиям гидродинамики относятся:

- *поток*, представляющий собой непрерывную массу частиц, движущихся в каком-либо направлении;
- *сечение потока*, равное поперечному сечению потока, перпендикулярному его направлению;
- *расход потока*, или *объемный расход жидкости*, равен объему жидкости, проходящей в единицу времени через живое сечение потока

$$V = F w, \quad (2.1.5)$$

где V – объемный расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$, или $\text{л}/\text{с}$;

F – сечение потока, например, площадь поперечного сечения трубопровода, если данное сечение занято жидкостью полностью, м^2 ;

W – средняя по сечению скорость движения жидкости, $\text{м}/\text{с}$.

- *массовый расход потока*, или *массовый расход жидкости*, G , $\text{кг}/\text{с}$, равен массе жидкости, проходящей в единицу времени через сечение потока

$$G = \rho V. \quad (2.1.6)$$

Основные уравнения движения жидкости.

Уравнение неразрывности потока связывает массовые расходы в различных сечениях потока, рис. 2.1.2.

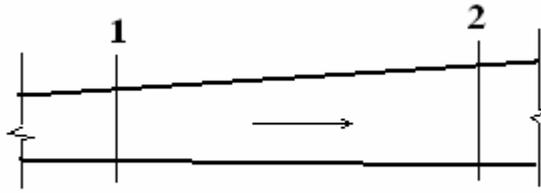


Рис. 2.1.2. Схема движения потока в трубе

Так как стенки непроницаемы для жидкости, то

$$G_1 = G_2 = G = \text{const} \quad (2.1.7)$$

Данное уравнение называют также *уравнением постоянства массового расхода*, оно является следствием закона сохранения материи.

С учетом (2.5) и (2.6), последнее уравнение можно записать в виде

$$F_1 w_1 \rho_1 = F_2 w_2 \rho_2 = \text{const} , \quad (2.1.8)$$

Уравнение (2.1.8) называют *уравнением неразрывности потока*.

при условии постоянства плотности жидкости уравнение неразрывности потока имеет вид

$$F_1 w_1 = F_2 w_2 = \text{const} , \quad (2.1.9)$$

или

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{F_2}{F_1} \quad (2.1.10)$$

Из последнего уравнения следует, что при установившемся движении жидкости средние скорости потока обратно пропорциональны площадям соответствующих сечений.

Уравнение Бернулли

Уравнение Бернулли устанавливает связь между параметрами потока в его различных сечениях, рис. 2.1.3, и является частным случаем закона

сохранения энергии, применительно к механической энергии единицы объема движущейся жидкости.

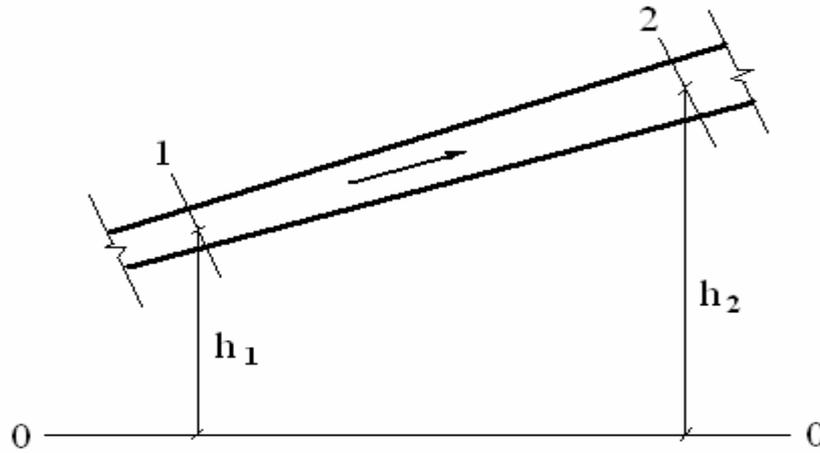


Рис. 2.1.3. Иллюстрация закона Бернулли

Для сечений 1 и 2 уравнение Бернулли имеет следующий вид

$$h_1 \rho g + P_{\Gamma 1} + \frac{w_1^2}{2} \rho = h_2 \rho g + P_{\Gamma 2} + \frac{w_2^2}{2} \rho + \Delta P_{ном1-2}; \quad (2.1.11)$$

Все слагаемые левой и правой частей уравнения (2.1.11) относятся к единице объема жидкости и характеризуют:

- $h_1 \rho g, h_2 \rho g$ - потенциальную энергию положения;
- $P_{\Gamma 1}, P_{\Gamma 2}$ - потенциальную энергию сжатия;
- $\frac{w_1^2}{2} \rho, \frac{w_2^2}{2} \rho$ - кинетическую энергию.

Трехчлены

$$h_1 \rho g + P_{\Gamma 1} + \frac{w_1^2}{2} \rho = P_{n1}; \quad (2.1.12)$$

$$h_2 \rho g + P_{\Gamma 2} + \frac{w_2^2}{2} \rho = P_{n2}; \quad (2.1.13)$$

определяют величину *полной механической энергии* единицы объема жидкости в сечениях 1 и 2 соответственно.

Величина ΔP_{nom1-2} определяет *потери давления жидкости* (уменьшение полной механической энергии единицы объема жидкости) на участке ее движения от сечения 1 до сечения 2. Применительно к условиям движения воды в системах водоснабжения потери давления жидкости являются функцией геометрии трубопровода и квадрата скорости жидкости.

В том случае, если между сечениями 1 и 2 к жидкости подводится механическая энергия, например на данном участке установлен насос, который перемещает жидкость и увеличивает при этом величину полного давления жидкости, уравнение Бернулли имеет следующий вид:

$$h_1 \rho g + P_{\Gamma 1} + \frac{w_1^2}{2} \rho = h_2 \rho g + P_{\Gamma 2} + \frac{w_2^2}{2} \rho + \Delta P_{nom1-2} - \Delta P_n; \quad (2.1.14)$$

где ΔP_n - приращение полного давления жидкости в насосе.

Или

$$P_{n1} = P_{n2} + \Delta P_{nom1-2} - \Delta P_n. \quad (2.1.15)$$

В практике водоснабжения, наряду с зависимостью (2.1.14), используется другая форма уравнения Бернулли:

$$h_1 + \frac{P_{\Gamma 1}}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_{\Gamma 2}}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} + \Delta H_{nom1-2} - \Delta H_n; \quad (2.1.16)$$

или

$$H_1 + H_{\Gamma 1} + H_{\partial} = H_2 + H_{\Gamma 2} + H_{\partial 2} + \Delta H_{nom1-2} - \Delta H_n; \quad (2.1.17)$$

Все слагаемые уравнения (2.1.17) называются *напорами*, имеют размерность длины и характеризуют соответствующие давления жидкости, выраженные в высоте столба жидкости.

Приведем несколько простейших примеров применения уравнения Бернулли при рассмотрении процессов движения жидкости.

Первый пример связан с самотечным движением жидкости из выше расположенной емкости в ниже расположенную, рис. 2.1.4.

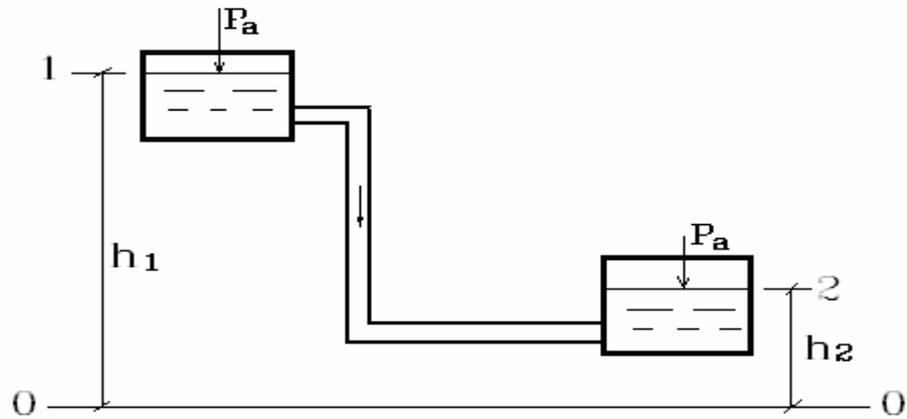


Рис. 2.1.4. Истечение жидкости из выше расположенной емкости в ниже расположенную.

Проведем плоскость сравнения 0 – 0, а также сечение 1, совпадающее с уровнем жидкости в выше расположенной емкости и сечение 2, совпадающее с уровнем жидкости в ниже расположенной емкости.

Составим уравнение Бернулли применительно к сечениям 1 и 2, учитывая, что скорости движения жидкости в сечениях 1 и 2 пренебрежимо малы по сравнению со скоростью жидкости в соединительной трубе, а на поверхности жидкости в сечениях 1 и 2 действует атмосферное давление P_a :

$$h_1 \rho g + P_a = h_2 \rho g + P_a + \Delta P_{nom1-2}; \quad (2.1.18)$$

отсюда

$$\Delta P_{nom1-2} = (h_1 - h_2) g \rho. \quad (2.1.19)$$

или

$$\Delta H_{nom1-2} = H_1 - H_2; \quad (2.1.20)$$

При самотечном движении жидкости из выше расположенной емкости в ниже расположенную, потери напора равны разности высот расположения уровней жидкости в емкостях.

Рассмотрим возможность перемещения жидкости из ниже расположенной емкости в вышерасположенную, рис. 2.1.5.

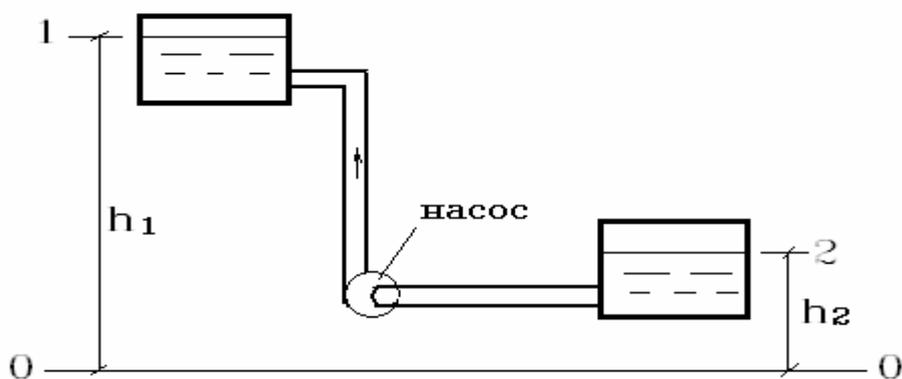


Рис. 2.1.5. Перемещение жидкости из ниже расположенной емкости в выше расположенную.

Из зависимости (2.1.19) следует, что перемещение жидкости из ниже расположенной емкости в выше расположенную возможно только при условии подвода к жидкости механической энергии, поэтому составим для сечений 2 и 1 уравнение Бернулли в виде (2.1.16), учитывая те же допущения, что и в предыдущем случае

$$h_2 + \frac{P_a}{\rho g} + \Delta H_n = h_1 + \frac{P_a}{\rho g} + \Delta H_{nom\ 2-1}; \quad (2.1.21)$$

$$\Delta H_n = (h_1 - h_2) + \Delta H_{nom\ 2-1}; \quad (2.1.22)$$

Требуемый напор, создаваемый насосом, складывается из разности высот расположения уровней жидкости в емкостях и потерь напора жидкости при ее движении из ниже расположенной жидкости в выше расположенную.

Рассмотрим движение воды по замкнутому контуру, рис. 2.1.6.

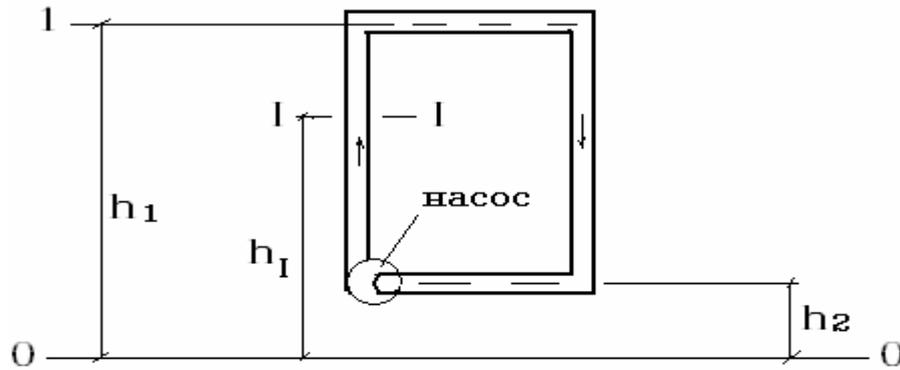


Рис. 2.1.6. Перемещение жидкости насосом по замкнутому контуру.

Составим уравнение Бернулли для замкнутого контура движения воды применительно к произвольно выбранному сечению I – I.

$$h_I + \frac{P_I}{\rho g} + \frac{w_I^2}{2} + \Delta H_{nom I-I} - \Delta H_n = h_I + \frac{P_I}{\rho g} + \frac{w_I^2}{2}; \quad (2.1.23)$$

или

$$\Delta H_n = \Delta H_{nom I-I}; \quad (2.1.24)$$

При движении воды по замкнутому контуру напор, создаваемый насосом, равен потерям напора воды при ее движении по трубопроводам и не зависит от размеров контура по вертикали.

Уравнение Бернулли устанавливает ряд важных качественных закономерностей движения жидкости, к которым можно отнести следующие положения:

- движение жидкости сопровождается потерями давления (потерями энергии потока);

- если на рассматриваемом участке нет подвода механической энергии к потоку (отсутствует насос), движение жидкости происходит от сечения с большим значением P_n к сечению с меньшим значением данной величины, при этом разность полных давлений жидкости в сечениях, расходуется на преодоление сопротивлений ее движению;

- при необходимости перемещения жидкости от сечения с меньшим значением полного давления к сечению с его большим значением, необходимо между указанными сечениями установить насос, сообщаящий жидкости дополнительную энергию (увеличивающий ее механическую энергию);

- при перемещении жидкости по замкнутому контуру трубопроводов напор, создаваемый насосом, не зависит от размеров контура по вертикали и равен потерям напора жидкости при ее движении в замкнутом контуре;

- при неизменности объемного расхода потока и уменьшении поперечного сечения трубы, увеличивается скорость движения жидкости и возрастают потери ее давления. Так, при уменьшении поперечного сечения трубы в 2 раза скорость жидкости увеличивается в 2 раза, а потери давления – в 4 раза. Это влечет дополнительные затраты энергии на перемещение жидкости.

2.2. Классификация систем водоснабжения поселений

Водоснабжение организуется посредством устройства *систем водоснабжения поселений*.

Системы водоснабжения поселений классифицируются по объекту водоснабжения, назначению, способу транспортировки воды.

Классификация систем водоснабжения приведена на рис. 2.2.1.

Классификация систем по *объекту водоснабжения* отражает зону обслуживания системы: город, поселок, промышленный район или отдельное предприятие, сельское поселение.

Классификация систем водоснабжения по *назначению* характеризует целевое назначение систем:

- *хозяйственно-питьевые системы* предназначены для удовлетворения питьевых, хозяйственных и бытовых потребностей людей в воде;
- *производственные системы* обеспечивают подачу воды на промышленные предприятия для технологических нужд;
- *противопожарные системы* подают воду для наружного пожаротушения;
- *сельскохозяйственные системы* снабжают водой сельскохозяйственные комплексы;
- *объединенные системы* совмещают несколько функций и могут быть хозяйственно-питьевыми – противопожарными, такие системы наружного водопровода характерны для городов и других видов поселений, производственно-противопожарными и др.

Классификация систем по *способу подачи воды* характеризует способ перемещения воды по системе. В *напорных системах* движение воды осуществляется за счет работы насосов, в *безнапорных* – самотеком.



Рис. 2.2.1. Классификация систем водоснабжения поселений.

2.3. Нормы и режимы водопотребления, расчетные расходы

Системы водоснабжения выполняют свою задачу в том случае, если обеспечивают потребности поселения в воде, поэтому состав и технические характеристики системы водоснабжения определяются, в значительной мере, условиями водопотребления, которые характеризуются *нормой водопотребления, расчетными расходами, режимом водопотребления и свободными напорами у потребителей.*

Нормы водопотребления.

Нормой водопотребления называется количество воды, расходуемой на определенные нужды в единицу времени или на единицу продукции.

Нормы водопотребления устанавливаются СНиП.

При разработке разделов водоснабжения схем районной планировки и генеральных планов поселений *удельное среднесуточное (за год) водопотребление* допускается принимать по таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1

Водопотребитель	Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя в населенных пунктах, л/сут
Города	600
Сельские населенные пункты	150

Приведенное в таблице удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в жилых и общественных зданиях, нужды местной промышленности, поливку улиц и зеленых насаждений.

Нормативы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды, поливку территории поселений, наружное пожаротушение устанавливаются СНиП.

При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов *удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды* населения принимается по таблице 2.3.2. Из данных данной таблицы следует, что уровень комфортности жилья и степень его благоустройства непосредственно влияют на величину удельного хозяйственно-питьевого водопотребления, которая в конечном счете определяет требуемую

производительность системы водоснабжения поселения и затраты на ее устройство.

Таблица 2.3.2.

Удельное среднесуточное хозяйственно-питьевое водопотребление

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя (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

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $q_{\text{сут.м}}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле

$$q_{\text{сут.м}} = \sum q_{\text{ж}} N_{\text{ж}} / 1000, \quad (2.3.1)$$

где $q_{\text{ж}}$ — удельное водопотребление, принимаемое по табл. 2.3.2;

$N_{\text{ж}}$ — расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства.

Удельные расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территориях промышленных предприятий принимаются по СНиП в зависимости от покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов, климатических и других местных условий. Удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя допускается принимать, с учетом указанных выше факторов, в объеме 50—90 л/сут.

Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) рассчитывается по СНиП в зависимости от числа жителей поселения и находится в пределах от 5 л/с, при численности населения до 1 тыс. человек,

до 100 л/с при численности населения в городе от 800 тысяч до 1 миллиона человек.

Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) жилых и общественных зданий принимается в зависимости от назначения здания, его этажности и объема и находится в пределах от 10 л/с до 35 л/с.

Расходы воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий определяются на основании технологических данных. Воду на технологические нужды промышленных предприятий используют в основном в двух направлениях:

- как сырьевую составляющую технологического процесса производства продукции (текстильные, целлюлозно-бумажные, кожевенные и др. предприятия);

- как охлаждающую среду (металлургические, машиностроительные и др. предприятия).

Расход воды на технологические нужды, q_T , определяют исходя из норм водопотребления на единицу продукции, $q_{T\text{ уд}}$, и количества выпускаемой продукции, n ,

$$q_T = q_{T\text{ уд}} n, \quad (2.3.2)$$

или числа технологических агрегатов, m , и расхода воды одним агрегатом, $q_{T\text{ агр}}$,

$$q_T = q_{T\text{ агр}} m. \quad (2.3.2)$$

Важнейшей особенностью режима водопотребления является его *неравномерность*. В летний период расход воды увеличивается, зимой – уменьшается, также существенно изменяется величина водопотребления в течение недели и суток. На рис. 2.3.1 приведен примерный график водопотребления городом. Если бы водопотребление было бы равномерным в течение суток, то график водопотребления отображался бы линией, параллельной оси абсцисс с ординатой, равной 4,17 %. Но, как видно из

графика, водопотребление городом в течение суток носит неравномерный характер. Имеются два максимума водопотребления – первый с 7 до 11 часов и второй - с 16 до 19 часов. Минимальное водопотребление наблюдается в ночное время с 22 до 5 часов.

Неравномерность водопотребления характеризуется соответствующими коэффициентами:

- коэффициент суточной неравномерности водопотребления характеризует отношение суточного расхода в дни наибольшего водопотребления, к среднему суточному расходу;

- коэффициент часовой неравномерности водопотребления равен отношению часового расхода в часы максимального водопотребления к среднему часовому расходу.

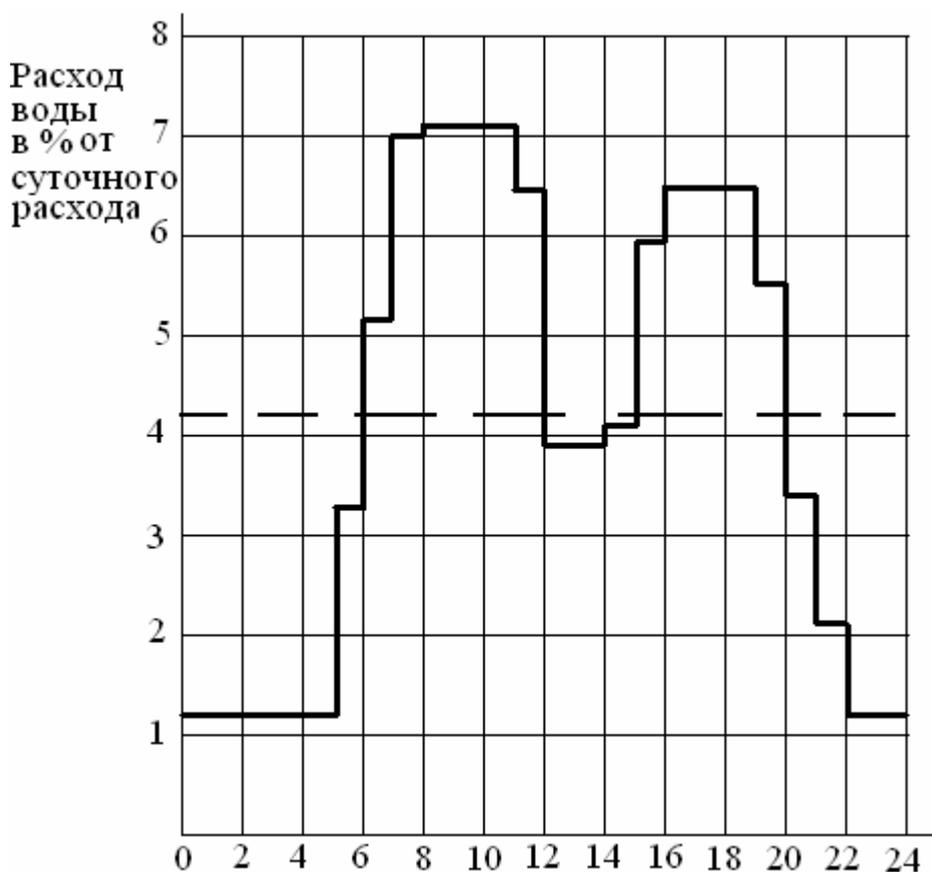


Рис. 2.3.1. Суточный график водопотребления.

2.4. Свободные напоры у потребителей.

Необходимым условием гарантированного водоснабжения потребителей является обеспечение требуемого напора на вводе в здание, необходимого для нормальной работы водоразборной арматуры (кранов, смесителей и пр.), установленных внутри здания. Этот напор *называют минимальным свободным напором*.

Минимальный свободный напор в сети водопровода населенного пункта 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.

Свободный напор в наружной сети производственного водопровода должен приниматься по технологическим данным.

Свободный напор в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода у потребителей не должен превышать 60 м. Свободный напор у наиболее низко расположенного санитарного прибора здания не должен превышать 45 м. Два последних требования диктуются условиями прочности элементов внутреннего водопровода зданий.

Нормативы по величине и неравномерности водопотребления, а также минимальным свободным напорам у потребителей закладываются в основу разработки системы водоснабжения поселения.

2.5. Источники водоснабжения.

Важнейшей составляющей системы водоснабжения является *источник водоснабжения*. Необходимо отметить, что наличие водных ресурсов является одним из основных факторов, определяющих градостроительную перспективу поселения.

Природные источники водоснабжения делятся на два основных типа:

- *подземные*;
- *поверхностные*.

Подземные источники водоснабжения, рис. 2.5.1, делятся на *безнапорные* и *напорные (артезианские)*. Наличие в данной местности подземных источников, пригодных для хозяйственно-питьевых целей, глубина залегания вод, мощности водоносных слоев устанавливаются гидрологическими изысканиями.

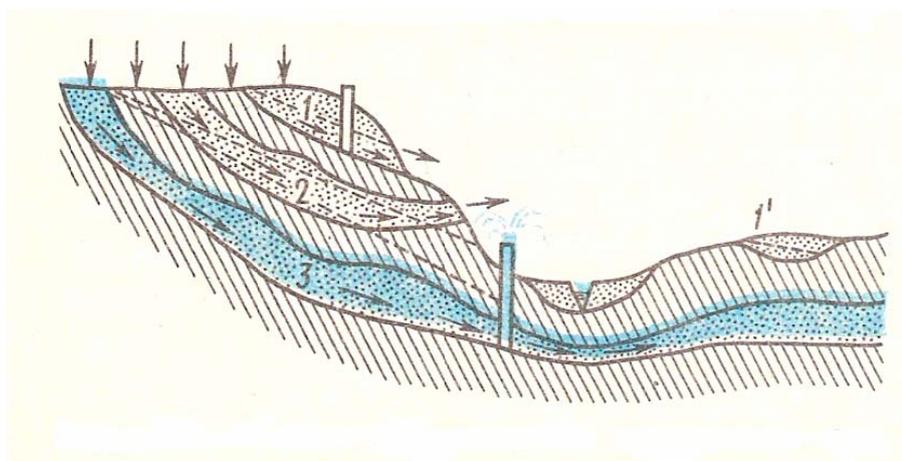


Рис. 2.5.1. Схема залегания подземных вод. 1 – первый от поверхности земли водоносный слой (воды аэрации); 2 – безнапорные подземные воды; 3 - напорные подземные воды.

За исключением *грунтовых* подземных вод, находящихся в первом от поверхности земли водоносном слое, подземные воды могут использоваться для хозяйственно-питьевых целей.

Безнапорные грунтовые воды используются в основном для индивидуального водоснабжения в сельской местности. При вскрытии колодезем или скважиной безнапорного водоносного слоя, уровень воды в них устанавливается на уровне, совпадающем с уровнем подземных вод.

Напорные (артезианские) подземные воды характеризуются постоянством состава и температуры, в большинстве случаев они обладают высоким качеством и могут использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения без очистки. К факторам, снижающим качество артезианских вод, можно отнести их возможную повышенную минерализацию. При вскрытии скважиной напорного водоносного слоя уровень воды в ней зависит от величины напора воды в водоносном слое. В том случае, если напор превышает глубину залегания напорного водоносного слоя, артезианские воды поступают на поверхность земли и называются *самоизливающимися*.

К поверхностным источникам водоснабжения относятся реки, озера, водохранилища и другие источники пресной воды, расположенные на поверхности земли. Поверхностные источники водоснабжения более подвержены загрязнению чем подземные, поэтому в большинстве случаев требуют очистки и обеззараживания. Кроме того, поверхностные источники характеризуются изменением уровня воды в различные периоды года, льдообразованием в зимний период, и возможностью изменения гидрологических условий (образование наносов, размывание берегов и т. д.).

В некоторых случаях для хозяйственно-питьевых целей может использоваться морская вода и вода соленых озер. В этом случае требуется их опреснение путем выпаривания или использования специальных физико-химических методов обессоливания, что связано с существенными затратами, вследствие высокой стоимости установок и большими эксплуатационными расходами.

2.6. Свойства воды, требования к ее качеству.

Важнейшей характеристикой системы водоснабжения является *качество* воды, поставляемой потребителям.

Качество воды характеризуется ее физическими, химическими и бактериологическими свойствами.

К *физическим свойствам* воды относят ее температуру, мутность, цветность, вкус и запах.

Температура воды поверхностных источников меняется в широких пределах в зависимости от времени года и метеоусловий, в отличие от температуры подземных источников, которая относительно постоянна.

Мутность воды определяется содержанием в ней взвешенных частиц и имеет размерность *мг/л*. Мутность воды поверхностных источников зависит от особенностей источника и времени года. Особенно велика мутность в периоды дождей и паводка. Подземные воды имеют малую мутность.

Цветность воды обуславливается наличием в воде растворенных веществ и измеряется в *градусах цветности* путем визуального сравнения с эталоном.

Вкус и запах воды устанавливают путем экспертной оценки и оценивают в *баллах* по пятибалльной шкале.

К химическим свойствам воды относят её активную реакцию, жесткость, окисляемость, количество растворенных солей, химических веществ и их соединений.

Активная реакция воды, характеризующая степень её щелочности или кислотности, определяется концентрацией в воде водородных ионов. При $\text{pH}^+ = 7$ вода нейтральна, при $\text{pH}^+ < 7$ вода проявляет кислотные свойства, а при $\text{pH}^+ > 7$ – щелочные.

Жесткость воды определяется наличием в ней солей кальция и магния и измеряется в *мг-экв/л*. Наличие в воде двууглекислых солей кальция и магния обуславливают *карбонатную*, или *временную*, жесткость, которая исчезает при кипячении воды. Присутствие в воде хлористых и сернокислых солей кальция и магния образует *некарбонатную*, или *постоянную* жесткость, остающуюся в

воде после кипячения. Сумма карбонатной и некарбонатной жесткостей характеризует *общую* жесткость воды. Жесткость воды поверхностных источников обычно меньше чем подземных.

Окисляемость характеризует количество кислорода, необходимого для окисления органических веществ, растворенных в 1 л воды, и является косвенным признаком загрязнения воды сточными водами.

Плотный осадок характеризует *содержание в воде растворенных солей* и измеряется в *мг/л*. Воды поверхностных источников имеют меньший плотный остаток по сравнению с подземными водами.

В зависимости от индивидуальных свойств источника водоснабжения в воде могут присутствовать растворенные химические вещества и их соединения: железо, фтор, йод и др. Их содержание определяется в *мг/л*.

К бактериологическим свойствам воды относят ее загрязненность бактериями, которая измеряется числом бактерий, содержащихся в 1 см³ воды. Различают *патогенные* (болезнетворные) и сапрофитные (не болезнетворные) бактерии. Оценивают наличие в воде патогенных бактерий содержанием в ней бактерии коли (кишечной палочки) посредством использования *коли-титра* и *коли-индекса*. Коли-индекс равен количеству кишечных палочек, находящихся в 1 л. Коли-титр равен наименьшему объему воды в кубических сантиметрах, в котором обнаружена одна кишечная палочка.

Требования к качеству воды определяются назначением системы водоснабжения.

Для *систем хозяйственно-питьевого назначения* требования к качеству воды устанавливаются СанПиН.

Благоприятные органолептические (для органов чувств человека) *физические* свойства воды определяются ее соответствием требованиям, приведенным в таблице 2.6.1.

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических элементов и соединений, содержащихся в воде, и верхние пределы значений ее химических параметров приведены в таблице 2.6.2.

Таблица 2.6.1

Требования к физическим параметрам воды для хоз.питьевых нужд

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	баллы	2
Привкус	- " -	2
Цветность	градусы	20
Мутность	мг/л	1,5

Таблица 2.6.2

ПДК химических веществ и соединений

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6 - 9
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000
Жесткость общая	мг-экв./л	7,0
Окисляемость	мг/л	5,0
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1
Поверхностно - активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5
Фенольный индекс	мг/л	0,25
Алюминий (Al ³⁺)	мг/л	0,5
Барий (Ba ²⁺)	- " -	0,1
Бериллий (Be ²⁺)	мг/л	0,0002
Железо (Fe, суммарно)	- " -	0,3
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	- " -	45
Ртуть (Hg, суммарно)	- " -	0,0005
Свинец (Pb, суммарно)	- " -	0,03
Селен (Se, суммарно)	- " -	0,01
Стронций (Sr ²⁺)	- " -	7,0
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	- " -	500

Требования к качеству воды *систем производственного водоснабжения* устанавливаются технологическими требованиями и зависят от условий производства. Например, при использовании воды для охлаждения оборудования и продукции (металлургические цехи, энергетическое оборудование) лимитируется содержание в воде взвешенных частиц, она должна иметь низкую карбонатную жесткость. При использовании воды для питания котлов она должна иметь минимальную жесткость.

2.7. Структура и схема системы водоснабжения поселения.

Система водоснабжения поселения объединяет следующие подсистемы:

- водозаборное сооружение, предназначенное для приема воды из источника водоснабжения;
- станцию очистки и обеззараживания воды, предназначенную для обеспечения требуемого качества воды;
- трубопроводы и насосы, предназначенные для транспортировки воды по элементам и сооружениям системы водоснабжения и подачи ее потребителям;
- резервуары для хранения воды.

Примерная схема водоснабжения города от поверхностного источника водоснабжения представлена на рис. 2.7.1.

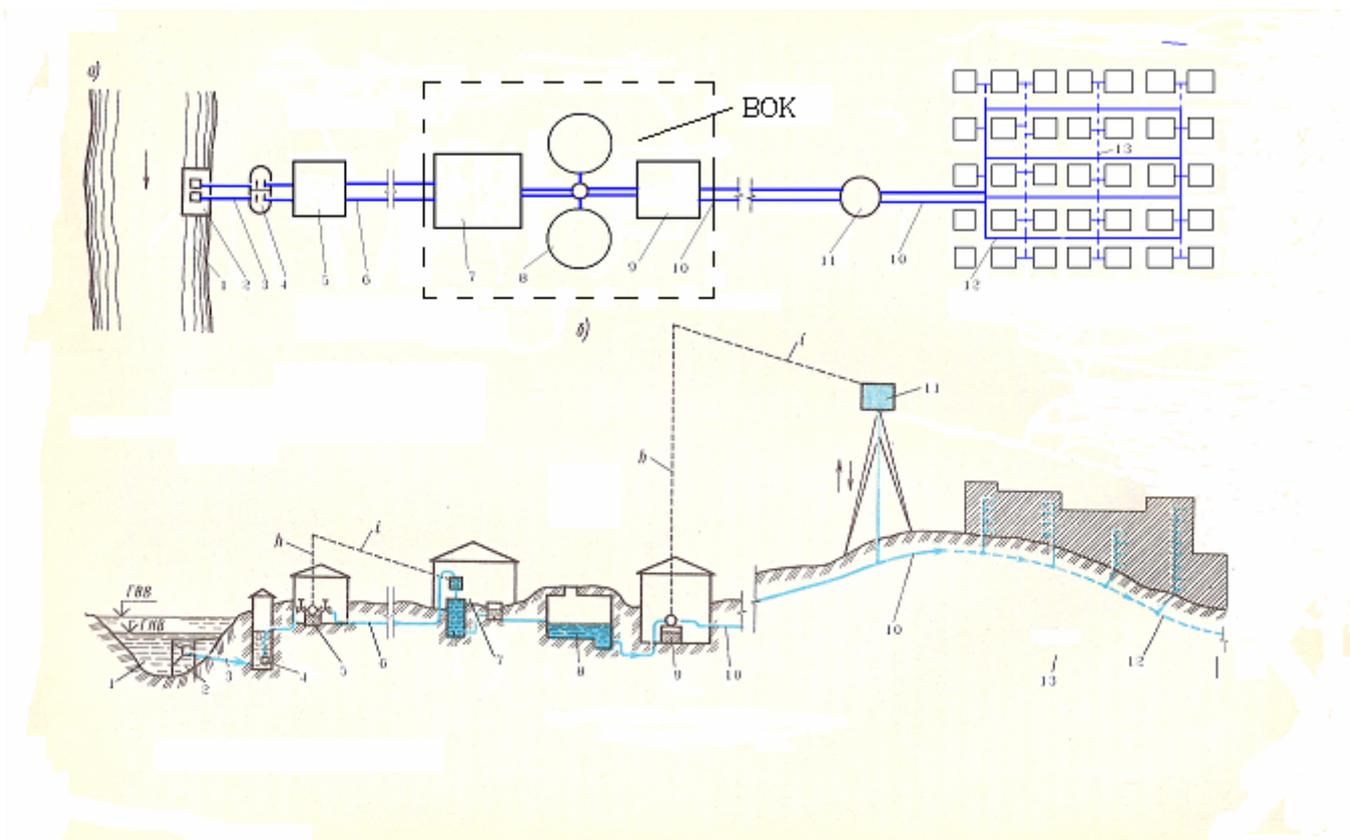


Рис. 2. 7.1. Схема водоснабжения города от поверхностного источника: ВОК – водоочистительный комплекс; 1 – источник водоснабжения; 2 - водозаборное сооружение; 3 – самотечные трубы; 4 - береговой колодец; 5 – насосная станция первого подъема; 6 – водоводы первого подъема; 7 – станция очистки и обеззараживания воды; 8 – резервуары чистой воды; 9 – насосная станция второго подъема; 10 – водоводы второго подъема; 11 – регулирующий резервуар (водонапорная башня); 12 – магистральные водопроводы; 13- распределительные водопроводы.

2.8. Водозаборные сооружения.

Сооружения для приема воды из поверхностных источников

Водозаборные сооружения предназначены для приема воды из источника.

Выбор типа водозаборного сооружения и его размещение зависят от гидрологических характеристик и характера источника. Место водозабора должно отвечать следующим требованиям:

- располагаться на кратчайшем расстоянии от потребителя (городской застройки и промпредприятий);
- выше по течению реки от города, промышленных предприятий и других потенциальных источников загрязнения воды;
- находиться на устойчивом участке реки, вне зон интенсивного движения судов, образования донных наносов и ледяных заторов;
- обеспечивать возможность устройства зон санитарной охраны водозабора.

В системах водоснабжения городов наибольшее распространение получили водозаборные сооружения *берегового* и *руслового* типов.

Водозаборные сооружения берегового типа устраивают при крутом берегу реки, ее значительной глубине в месте водозабора и устойчивых грунтах в основании берега. Они бывают двух видов: отдельные, рис. 2.8.1, и совмещенные, рис. 2.8.2.

При отдельном водозаборном сооружении берегового типа на склоне берега располагается водоприемный железобетонный колодец, который по фронту имеет не менее двух секций, каждая из которых разделена на приемную 1 и всасывающую 2 камеры. Каждая всасывающая камера соединяется всасывающей трубой 3 с насосами 4. Вода из реки поступает в приемную камеру через окна, оборудованные с наружной стороны съемными решетками. Насосная станция 1 подъема конструктивно отделена от берегового колодца.

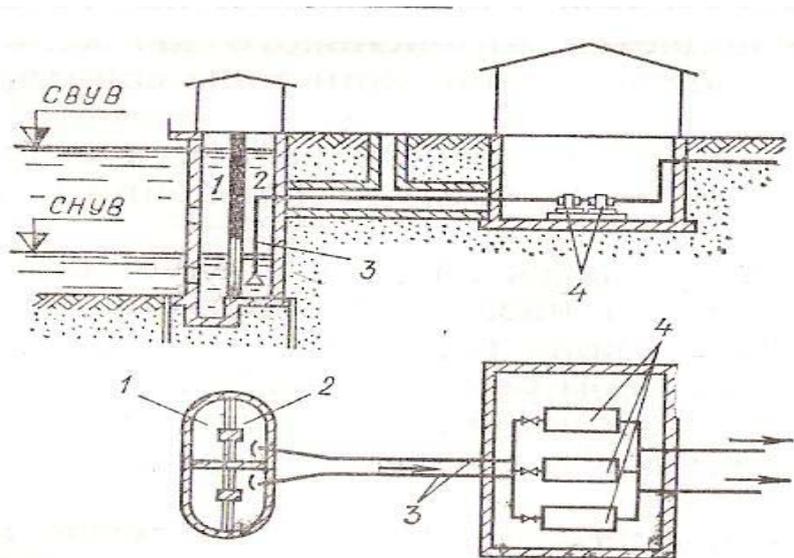


Рис. 2. 8.1. Схема берегового водозабора раздельного вида. 1- приемная камера; 2 - всасывающая камера; 3 - всасывающий трубопровод; 4 - насосы насосной станции 1 подъема

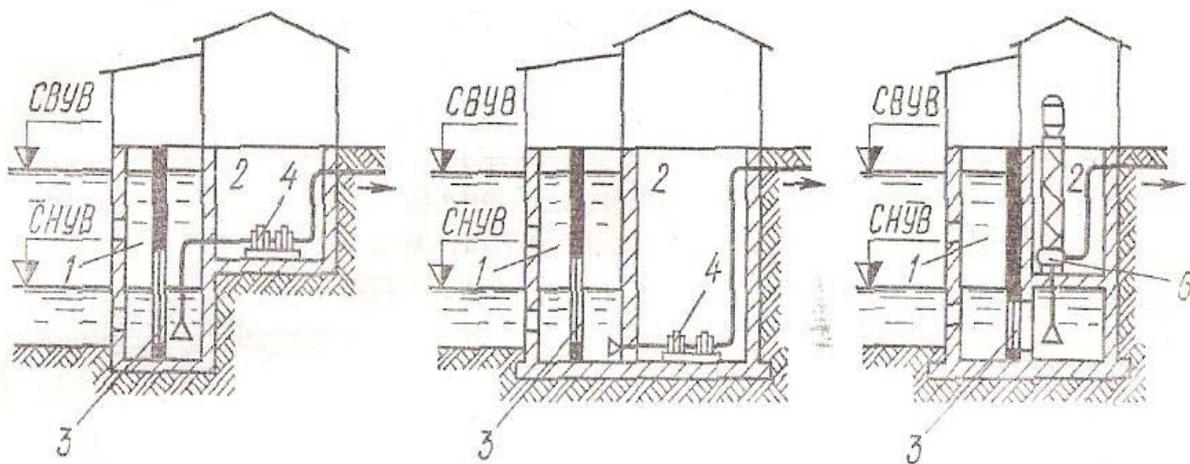


Рис. 2.8.2. Водозаборные сооружения берегового типа, совмещенные с насосными станциями. 1- водоприемная камера; 2 – насосный зал; 3 – водоприемная сетка; 4 – горизонтальный центробежный насос; 5 – вертикальный центробежный насос.

Совмещенные водозаборы, устраивают с общим основанием для водоприемного колодца и насосной станции.

Водозаборные сооружения руслового типа, рис. 2.8.3, устраивают при:

- неустойчивых грунтах в основании берега;
- малой глубине у берега в месте водозабора;

- незначительности донных наносов.

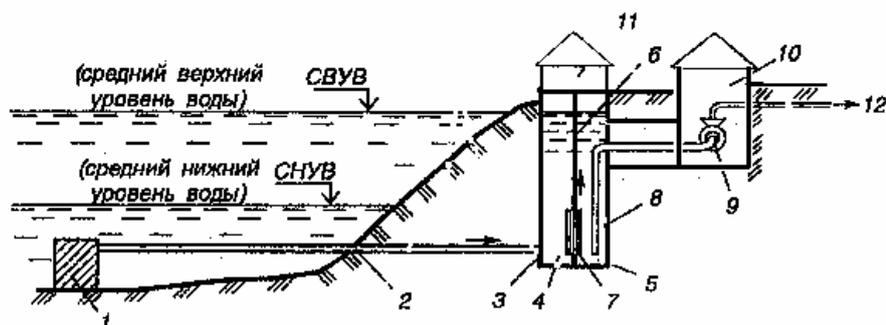


Рис. 2.8.3. Водозабор руслового типа. 1 – оголовок; 2 – самотечные трубы; 3 – береговой колодезь; 4 – приемная камера; 5 – всасывающая камера; 6 – перегородка; 7 – съемная сетка; 8 – всасывающий патрубок; 9 – центробежный насос; 10 – насосная станция первого подъема; 11 – павильон; 12 – напорные водоводы.

Русловой водозабор состоит из оголовка 1, самотечных труб 2, берегового колодца 3 и насосной станции 4. Вода из реки поступает через оголовок и самотечные трубы в береговой колодезь и далее в насосную станцию.

При неблагоприятных гидрологических условиях в месте водозабора устраивают ковши из которых производится забор воды.

Зоны санитарной охраны поверхностных источников.

Возможность загрязнения источника водоснабжения приводит к необходимости проведения специальных водоохраных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения воды и ухудшения ее качества в месте водозабора, а также контроль состояния источника водоснабжения и условий работы водопроводных сооружений. Для этого организуются зоны санитарной охраны источника водоснабжения, состоящие из трех поясов, границы которых устанавливаются СНИП.

Первый пояс зоны охраны источника водоснабжения охватывает территорию, непосредственно примыкающую к водозабору, и является зоной строгого санитарного контроля.

Границы первого пояса зоны поверхностного источника водоснабжения устанавливаются на расстояниях от водозабора:

- для рек:

- 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;

- 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;

- 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.

Территория первого пояса зоны поверхностного источника водоснабжения должна быть спланирована, огорожена, озеленена и оборудована сторожевой сигнализацией. Границы акватории первого пояса зоны обозначаются предупредительными наземными знаками и буями.

На территории первого пояса зоны запрещаются:

- все виды строительства, за исключением реконструкции или расширения основных водопроводных сооружений;

- размещение жилых и общественных зданий, проживание людей, в том числе работающих на водопроводе;

- выпуск в поверхностные источники сточных вод, купание, водопой и выпас скота, стирка белья, рыбная ловля, применение для растений ядохимикатов и удобрений;

Все производственные здания, находящиеся на территории первого пояса должны быть канализованы с отведением сточных вод в систему бытовой или производственной канализации, отведение поверхностных вод организуется за пределы первого пояса.

В пределах второго пояса зоны охраны регулируется отведение территорий для поселений, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, промышленных и сельскохозяйственных объектов и их благоустройство с устройством водоснабжения и канализации зданий, отводом загрязненных поверхностных сточных вод и проведением других мероприятий по защите источника водоснабжения от загрязнения.

Во втором поясе зоны поверхностного источника водоснабжения запрещается:

- загрязнение территорий нечистотами, мусором, промышленными отходами ;

- размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения источника водоснабжения;

- размещение кладбищ, скотомогильников, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, которые могут вызвать микробные загрязнения источников водоснабжения;

- применение удобрений и ядохимикатов.

В пределах второго пояса зоны поверхностного источника водоснабжения допускаются: птицеразведение, стирка белья, купание, туризм, водный спорт, устройство пляжей и рыбная ловля в установленных местах.

Границы второго пояса зоны реки устанавливаются:

- вверх по течению – исходя из времени протекания воды от границы пояса до водозабора 3 - 5 суток в зависимости от климатического района:

- вниз по течению — не менее 250 м;

- боковые границы — на расстоянии от уреза воды 500 - 1000 м, в зависимости от рельефа местности.

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.

В пределах третьего пояса проводятся те же мероприятия по регулированию отвода земель и благоустройству объектов, что и для второго пояса.

Сооружения для забора подземных вод.

Выбор типа водозаборного сооружения зависит от глубины залегания вод, мощности водоносного пласта, наличия напора воды в нем и ряда других факторов.

В практике водоснабжения нашли применение следующие основные типы водозаборных сооружений: *шахтные* и *трубчатые* колодцы, *горизонтальные* водозаборы, *лучевые* водозаборы.

Шахтные колодцы применяют для забора воды из безнапорных водонесущих пластов неглубокого залегания. Для систем централизованного водоснабжения устраивают несколько одновременно действующих колодцев, расположенных перпендикулярно направлению потока грунтовых вод. Подача воды из колодцев осуществляется в сборный колодец сифонными трубами или при помощи погружных насосов. Из сборного колодца вода забирается насосной станцией второго подъема и, при отсутствии необходимости ее очистки и обеззараживания, подается в водопроводную сеть.

Трубчатые колодцы (скважины) устраивают для забора безнапорных и напорных вод из водоносных пластов глубокого залегания. Их отличительной особенностью является малый диаметр и значительная глубина.

Горизонтальные водозаборы используются при глубине залегания водоносного пласта до 8 метров. Они представляют собой дренажные трубы, расположенные в нижней части водоносного пласта, объединенные в сборный колодец.

Лучевой водозабор используется для забора подрусловых и подземных вод из водоносных пластов, расположенных на глубине до 20 метров. Данный водозабор относится к *инфильтрационному* типу. Вода собирается горизонтально расположенными дренажными трубами, радиально присоединенными к сборному колодцу.

Зоны санитарной охраны подземных водозаборов.

Границы первого пояса зоны подземного источника водоснабжения устанавливаются от одиночного водозабора (скважина, шахтный колодец) 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, границы первого пояса зоны предусматриваются как для поверхностных источников водоснабжения.

2.9. Насосные станции первого подъема

Насосные станции первого подъема входят в комплекс водозаборных сооружений и размещаются на одной площадке с ними.

Назначением насосной станции первого подъема является подача воды на очистные сооружения водопровода, которые могут располагаться на значительном удалении от водозаборных сооружений.

Насосы должны обеспечивать подачу требуемого расхода воды и необходимый напор.

Производительность насосной станции принимается равной среднесуточному расходу воды в системе водоснабжения в сутки максимального водопотребления.

Требуемый напор, создаваемый насосной станцией, определяется по формуле:

$$H_n = \Delta h + h_{ном}, \quad (2.9.1)$$

где Δh - разность отметок уровней воды в приемном резервуаре станции очистки воды и в приемной камере берегового колодца;
 $h_{ном}$ - потери напора воды на участке её движения от реки до приемного резервуара станции очистки воды.

Для обеспечения бесперебойной подачи воды и ступенчатого изменения производительности, а также обеспечения возможности проведения ремонтных работ без прекращения водоснабжения, на станции устанавливается не менее двух рабочих и двух резервных насосных агрегатов.

На насосных станциях применяются в основном центробежные насосы, характерной особенностью которых является низкая *допустимая высота всасывания*, поэтому насосы рекомендуется устанавливать *под заливом*, то есть ниже уровня воды в береговом колодце. Именно поэтому устраивают заглубленные помещения насосных станций.

2.10. Очистные сооружения водопровода.

Использование воды поверхностных источников для водоснабжения поселений требует улучшения ее качества. В практике водоснабжения используется различные методы обработки воды на очистных сооружениях водопровода. Под обработкой понимается не только удаление из воды нежелательных примесей и ее обеззараживание, но и добавление в воду недостающих ингредиентов. Процессы обработки воды рассмотрим на примере работы станции очистки воды для хозяйственно-питьевых целей, схема которой приведена на рис. 2.10.1.

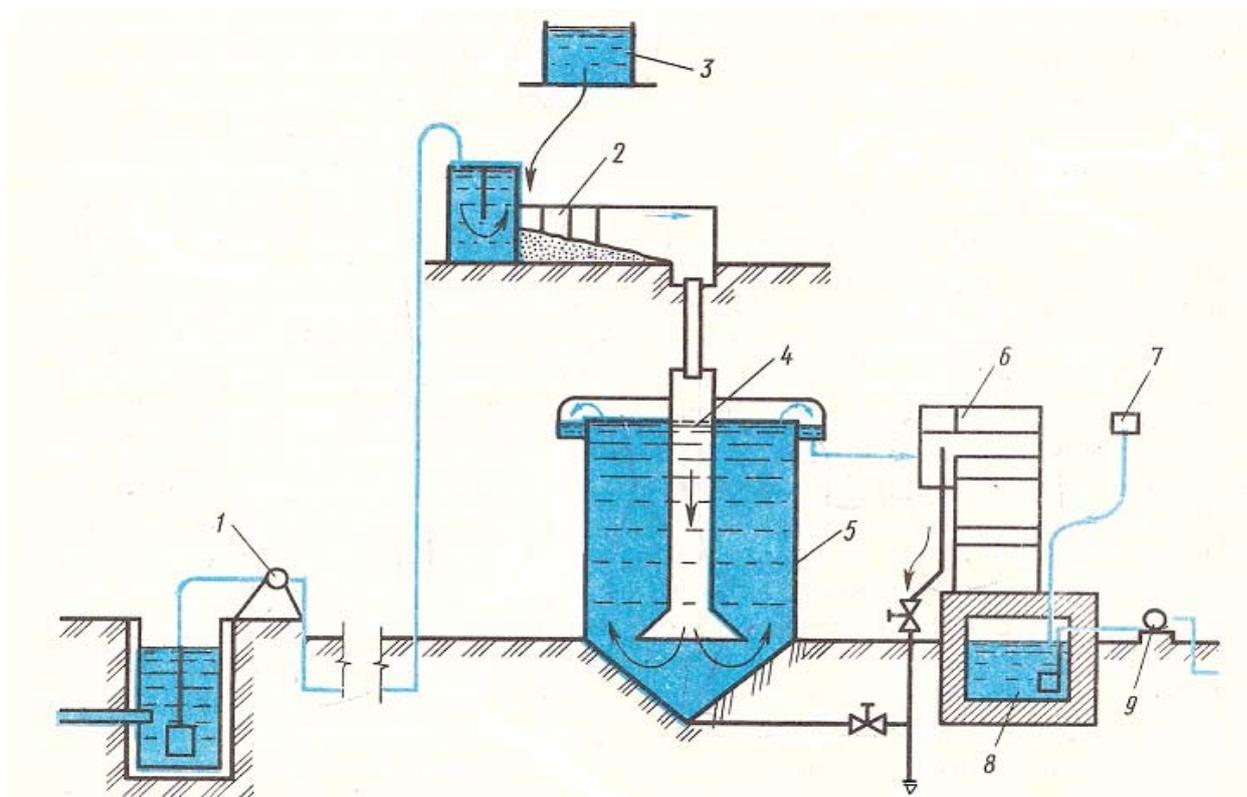


Рис. 2.10.1. Схема очистной станции водопровода. 1 – насосная станция первого подъема; 2 – смеситель; 3 – реакгентное хозяйство; 4 – камера реакции; 5 – вертикальный отстойник; 6 – фильтры; 7 – установка для выработки обеззараживающего агента; 8 – резервуар чистой воды; 9 – насосная станция второго подъема.

Насосами насосной станции первого подъема 1 вода подается в приемный резервуар смесителя 2, в котором к воде подмешивается раствор *реагента*, который приготавливается в реакгентном хозяйстве 3. Назначение

реагента состоит в интенсификации процесса *коагуляции* (укрупнения взвесей) и их последующего осаждения. В камере реакции 4 в результате взаимодействия реагента с солями, растворенными в воде, протекает процесс *хлопьеобразования* и осаждения взвесей на хлопьях.

В *отстойнике* 5 происходит осаждение примесей при малой скорости движения воды, величина которой зависит от конструкции отстойника. В системах водоснабжения городов на станциях очистки воды производительностью более 30000 м³/сут. применяют *горизонтальные* отстойники. *Вертикальные* отстойники применяют при производительности станции очистки воды до 5000 м³/сут. *Радиальные* отстойники предназначены для очистки мутных вод. На станции очистки устанавливают несколько отстойников, работающих по параллельной схеме

Габариты отстойников определяются расчетом.

В *фильтрах* 6 происходит очистка воды в результате ее фильтрации через слой мелкозернистого материала – кварцевого песка, дробленого антрацита и др. По скорости движения воды в фильтрах они подразделяются на *медленные*, *скорые*, и *сверхскорые*. Медленные и скорые фильтры делаются открытыми *безнапорными*, а сверхскорые – закрытыми *напорными*. На станциях очистки большой производительности применяются скорые и сверхскорые фильтры. Фильтры нуждаются в периодической промывке для удаления загрязнений фильтрующего материала, образовавшихся в результате фильтрации воды.

Процессы обработки воды в отстойниках и фильтрах позволяют наряду с очисткой воды удалить из нее значительную часть бактерий и вирусов. Оставшуюся часть нейтрализуют в процессе *обеззараживания* воды.

Различают пять основных способов обеззараживания:

- термический;
- воздействием на воду сильных окислителей;
- ультразвуковым воздействием;
- обработкой ультрафиолетовыми лучами;

- олигодинамия (контактом воды с ионами благородных металлов, например серебра).

На станциях очистки воды большой производительности обеззараживание осуществляется воздействием на воду сильных окислителей, в качестве которых применяется *хлор* и *озон*.

При хлорировании воды необходим длительный не менее 30 минут контакт хлор с водой. Поэтому хлорирование производится в резервуаре чистой воды путем подачи в него хлорной воды, из установки для выработки обеззараживающего агента 7, которая в данном случае называется *хлораторной*.

При поступлении хлора в воду происходит окисление веществ протоплазмы клеток бактерий, что вызывает их гибель. Хлорирование эффективно против бацилл брюшного тифа, дизентерии, вирусов энцефалита, вибрионов холеры. Недостатком хлорирования является то, что спорообразующие бактерии устойчивы к действию хлора, а также то, что хлор является токсичным газом, что необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации станции очистки воды. Об эффективности процесса обеззараживания судят по остаточному хлору, концентрация которого не должна превышать допустимых значений.

При *озонировании* уничтожаются бактерии, споры и вирусы, при этом одновременно с обеззараживанием происходит дезодорация, обесцвечивание воды и устраняются привкусы. Озон, химическая формула O_3 , получают в *озонаторах* воздействием на воздух электрического разряда. Озонирование имеет ряд существенных преимуществ перед хлорированием. Нет необходимости строгого контроля за концентрацией озона в воде, так как он является нестойким соединением и его избыток превращается в кислород, озон в отличие от хлора не ухудшает свойств воды, время озонирования в несколько раз меньше чем хлорирования.

Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами применяют на установках небольшой производительности. Эффект обеззараживания

основан на бактерицидном действии ультрафиолетовых лучей с длиной волны 200-290 мкм.

Размещение водоочистительного комплекса.

При выборе площадки для размещения водоочистных сооружений необходимо учитывать следующее. Они могут размещаться непосредственно в месте забора воды или вблизи потребителей. В первом случае водоочистные сооружения вместе с водозаборными сооружениями, насосными станциями первого и второго подъема являются единым комплексом головных сооружений водопровода. Во втором случае в водоочистительный комплекс (ВОК) входят сооружения по улучшению качества воды, резервуары питьевой воды и насосная станция второго подъема.

Все основные и вспомогательные сооружения станции очистки целесообразно размещать в виде единого комплекса, примерный генеральный план которого представлен на рис. 2.10.2.

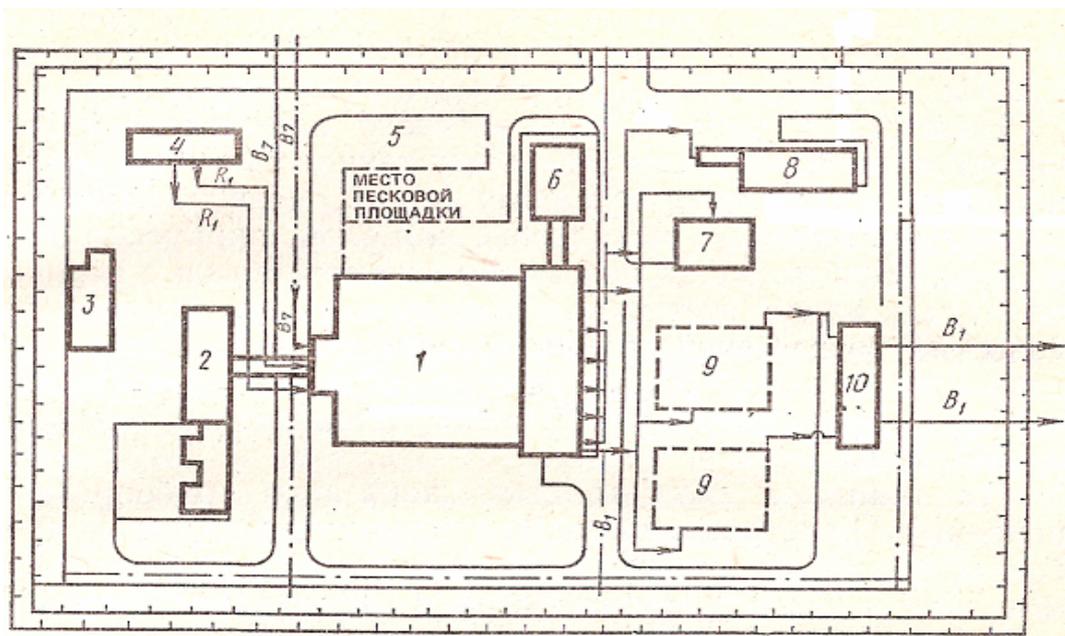


Рис. 2.10.2. Генеральный план водоочистного комплекса. 1 – блок основных сооружений; 2 – реакгентное хозяйство; 3 – котельная; 4 – служебный комплекс; 5 – башня промывной воды; 6 – хлораторная; 7 – сооружения оборота промывной воды; 8 – сооружения обработки осадка; 9 – резервуары чистой воды; 10 – насосная станция второго подъема. R_1 – трубопроводы для подачи раствора реагентов. B_7 – водопроводы от насосной станции первого подъема. B_1 – водоводы хозяйственно-питьевого водопровода.

В блоке основных сооружений 1 размещаются смесители, отстойники и фильтры. Хлораторная, совмещенная со складом хлора, по требованиями безопасности размещается в пониженной части территории комплекса на расстоянии не менее 30 метров от блока основных сооружений.

Определяющее влияние на выбор места расположения ВОК оказывает обеспеченность возможности устройства зоны санитарной охраны, наличие подъездов, благоприятный рельеф участка и уровень грунтовых вод.

Для очистных сооружений предусматривается *зона санитарной охраны*. Граница первого пояса зоны совпадает с ограждением водоочистительного комплекса и предусматривается 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.

Территория водоочистного комплекса огораживается и оборудуется охранной сигнализацией.

Размеры земельных участков для станций очистки воды в зависимости от их производительности, тыс.м³/сут, принимаются не более , га:

до 0,8.....	1
св. 0,8 до 12.....	2
" 12 " 32.....	3
" 32 " 80.....	4
" 80 " 125.....	6
" 125 " 250.....	12
" 250 " 400.....	18
" 400 " 800.....	24.

2.11. Водоводы

Водоводы предназначены только для транспортировки воды, потребители воды к ним не присоединяются. По *водоводам первого подъема* вода транспортируется от водозабора до водоочистного комплекса, по *водоводам второго подъема* питьевая вода транспортируется от водоочистного комплекса до водопроводной сети города. Для повышения надежности водоснабжения водоводы прокладывают в две и более нитки параллельно друг другу.

Для водоводов предусматриваются *санитарно-защитные полосы*.

Ширина санитарно-защитной полосы водоводов, проходящих по незастроенной территории, принимается 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-эпидемиологического надзора допускается уменьшать.

2.12. Наружная водопроводная сеть

Наружная водопроводная сеть города предназначена как для транспортирования воды, так и для её распределения по потребителям. Водопроводная сеть является наиболее затратным элементом системы водоснабжения, на её долю приходится более половины общих затрат на устройство водопровода города. Эффективность работы водопроводной сети определяется надежностью и бесперебойностью её работы, степенью обеспеченности расчетных расходов и свободных напоров у потребителей, затратами энергии на транспортировку воды и сохранением её качества в процессе транспортировки.

По конфигурации в плане водопроводные сети делятся на разветвленные (тупиковые), кольцевые, и комбинированные.

Тупиковые сети, рис. 2.12.1, прокладываются к потребителям по кратчайшему расстоянию и требуют минимальных, по сравнению с кольцевыми и комбинированными сетями, затрат на устройство сетей. Принципиальным недостатком тупиковых сетей является низкая надежность водоснабжения, обусловленная тем, что при аварии на каком-либо участке трубопроводной системы прекращается подача воды всем потребителям, расположенным за местом аварии по ходу движения воды.

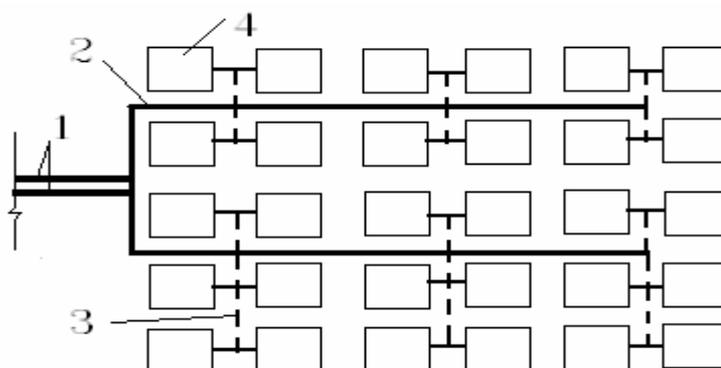


Рис. 2.12.1. Тупиковые водопроводные сети. 1 – водоводы; 2 - магистральные водопроводы; 3 – распределительные трубопроводы; 4 – кварталы застройки.

Кольцевые сети, рис. 2.12.2, выгодно отличаются от тупиковых большей надежностью водоснабжения, так как в них предусмотрена возможность подачи воды потребителям в обход аварийного участка, однако достигается это за счет увеличения общей протяженности водопроводных сетей их удорожания.

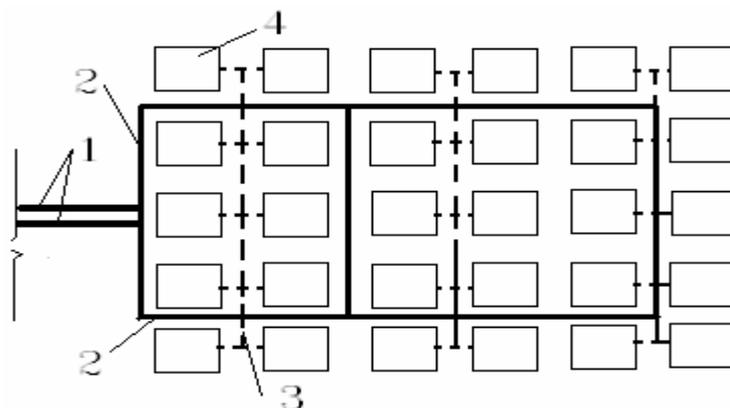


Рис. 2.12.2. Кольцевые водопроводные сети. 1 – водоводы; 2 - магистральные водопроводы; 3 – распределительные трубопроводы; 4 - кварталы.

Комбинированные сети, рис. 2.12.3, представляют собой сочетание кольцевых и тупиковых сетей в составе единой системы водоснабжения поселения.

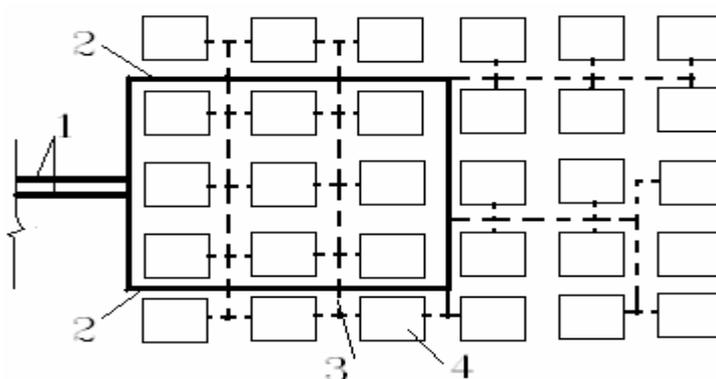


Рис. 2.12.3. Комбинированные водопроводные сети. 1 – водоводы; 2 - магистральные водопроводы; 3 – распределительные трубопроводы; 4 - кварталы.

При выборе конфигурации водопроводных сетей необходимо учитывать, что они должны быть кольцевыми. Тупиковые линии водопроводов

хозяйственно-питьевого назначения допускается применять только при диаметре труб не свыше 100 мм или при длине линий не более 200 м.

В водопроводной сети выделяют *магистральные* и *распределительные* линии.

Направление магистральных линий совпадает с общим направлением подачи воды. Их рекомендуется прокладывать по возвышенным участкам рельефа, так как при этом уменьшается гидростатический напор в трубопроводах. Диаметры магистральных линий определяются расчетом, основу которого составляют данные по максимальному водоразбору и рекомендуемым скоростям движения воды. Принимая во внимание зависимость

$$V = F w, \quad (2.12.1)$$

а также то, что потери напора жидкости при ее движении по трубе пропорциональны квадрату скорости, можно заключить, что при неизменности объемного расхода и уменьшении диаметра трубы, увеличивается скорость движения воды, а, следовательно, и потери напора. Это приводит к необходимости увеличения напора, создаваемого насосом, и, как следствие, к увеличению потребления электроэнергии насосом. Таким образом, сокращение затрат на устройство сети при уменьшении диаметров трубопроводов вызывает увеличение эксплуатационных расходов вследствие увеличенного потребления электроэнергии насосами второго подъема. Оптимальным вариантом выбора диаметров водопроводов считается такой, при котором значения скоростей движения воды в трубах находятся в пределах от 0,5 до 2 м/с, при этом, меньшие значения скоростей принимаются для труб диаметром от 100 до 300 мм, а большие – для диаметров более 600 мм.

Диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным, должен быть не менее 100 мм, в сельских населенных пунктах — не менее 75 мм.

Трассировка *распределительных линий* и затраты на их устройство во многом определяются градостроительным решением поселения. При ширине улиц в пределах красных линий 22 м и более рекомендуется прокладка сетей водопровода по обеим сторонам улиц.

Прокладка трубопроводов выполняется подземной для предотвращения замерзания воды зимой и нагревания летом. Минимальная глубина заложения труб, считая до низа, принимается на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры, и составляет примерно 1,0-1,5 м для южных районов России, 2,0-3,0 м для средней полосы и 3,0-3,5 м для северных районов. Минимальное расстояние от верха трубы до поверхности земли определяется из условий предотвращения нагревания воды летом, а также защиты от внешних нагрузок и составляет 0,5 м.

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.

При определении трассировки и глубины заложения водопроводных сетей при подземной прокладке необходимо учитывать условия их пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

С целью предохранения линий водопровода от внешних воздействий, а также для предотвращения негативного влияния аварий и протечек на водопроводных сетях, СНиП ограничивают минимальные расстояния от наружной поверхности водопроводных труб до зданий, сооружений и других наружных инженерных сетей.

Водопроводные трубы.

Водопроводные трубы должны отвечать ряду требований, главные из которых:

- безопасность в санитарном отношении;
- достаточная прочность, обеспечивающая сохранность трубопроводов при воздействии на них давления воды, грунта и транспортных нагрузок;

- долговечность и устойчивость к агрессивному воздействию грунта и грунтовых вод;

- гладкость внутренней поверхности труб, обеспечивающая их низкое гидравлическое сопротивление;

- герметичность труб и их соединений;

- умеренная стоимость.

Для водопроводных сетей целесообразно применять неметаллические трубы (железобетонные, асбестоцементные, пластмассовые и др.). В последнее время широкое распространение получили пластмассовые трубы, выгодно отличающиеся прочностью, долговечностью, низким гидравлическим сопротивлением и хорошими теплотехническими характеристиками. К достоинствам пластмассовых труб можно отнести также индустриальность и высокую степень механизации работ по их прокладке.

Чугунные трубы применяются при обосновании для сетей в пределах населенных пунктов и территорий промышленных, сельскохозяйственных предприятий.

Применение стальных труб допускается:

- на участках с расчетным внутренним давлением более 1,5 МПа (15 атм.);

- 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.

Трубопроводная арматура.

Для обеспечения эксплуатационной надежности водопроводных сетей на них предусматривают установку запорной, регулирующей и предохранительной трубопроводной арматуры:

- задвижек, шаровых кранов и другой запорной арматуры для отключения отдельных участков сети;
- клапанов для впуска и выпуска воздуха при опорожнении и заполнении трубопроводов;
- вантузов для выпуска воздуха в процессе работы трубопроводов;
- выпусков для сброса воды при опорожнении трубопроводов;
- обратных клапанов для предотвращения обратного движения воды;
- пожарных гидрантов.

При выборе местоположения водопроводной арматуры необходимо учитывать следующее.

Пожарные гидранты размещают вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен зданий. Эти ограничения связаны с условиями забора воды пожарными машинами и предотвращением замачивания оснований зданий. Расстояние между гидрантами определяется расчетом и составляет ориентировочно 100 - 150 м.

Запорную арматуру устанавливают для обеспечения возможности отключения отдельных участков сети для проведения ремонтных работ и размещают ее на сети таким образом, чтобы при ремонте любого участка сети не прекращалось водоснабжение объектов, не допускающих перерывов в водоснабжении, и не отключалось более 5 гидрантов. Конструкция запорной арматуры должна обеспечивать плавность уменьшения расхода воды или полного прекращения ее движения. Это необходимо для предотвращения возникновения *гидравлических ударов*, сопровождающих резкое уменьшение скорости движения воды в трубопроводах.

Вантузы для выпуска воздуха устанавливают на возвышенных участках сети.

Обратные клапаны, предотвращающие обратное течение воды, устанавливают на тупиковых участках сети, на которых возможно обратное

течение воды при отключении насосов, подающих воду в водопроводную сеть.

При подземной прокладке водопроводов трубопроводная арматура устанавливается в колодцах. При размещении колодцев на проезжей части крышки люков должны быть на одном уровне с поверхностью дорожного покрытия.

Зонирование водопроводной сети.

Важнейшей задачей проектирования водопроводной сети является обеспечение требуемого напора воды у потребителей, при этом, исходя из условий сохранности внутреннего водопровода, напор в водопроводной сети не должен превышать максимально допустимую величину, равную 60 м. В ряде случаев, например при сильно выраженном рельефе, выполнить это невозможно, поэтому устраиваются отдельные *зоны водопроводной сети*, отличающиеся друг от друга величиной напора воды в трубопроводах.

Зонирование водопроводной сети возможно двумя способами.

Последовательное зонирование применяется при сильно выраженном рельефе застройки, рис. 2.12.4.

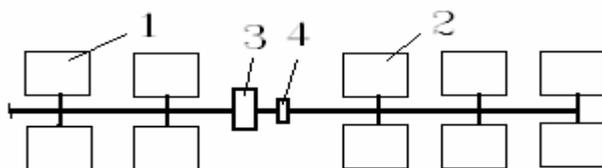


Рис. 2.12.4. Схема последовательного зонирования. 1,2 – ниже и выше расположенные районы застройки; 3 – резервуар; 4 – насосная станция.

При последовательном зонировании напор в водопроводной сети, обслуживающей выше расположенную часть застройки, превышает напор в сети нижерасположенной части на величину напора, создаваемого насосом.

Параллельное зонирование применяется при наличии на территории поселения удаленных районов застройки, рис. 2.12.5.

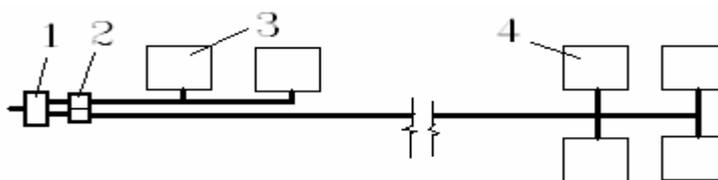


Рис. 2.12.5. Схема параллельного зонирования. 1 – резервуар питьевой воды; 2 – насосная станция; 3 – район застройки, расположенный вблизи насосной станции; 4 – район застройки, удаленный от насосной станции.

При параллельном зонировании, воду в близко расположенный к насосной станции район застройки и удаленный от нее район подают *разные* насосы, входящие в состав насосной станции. При этом насосы, обслуживающие удаленный район, создают больший напор, необходимый для компенсации потерь напора в протяженных водоводах, подающих воду в удаленный район.

Как правило, зонирование сети удорожает водопроводную сеть за счет строительства дополнительных резервуаров и насосных станций, поэтому оно рассматривается как вынужденная мера, необходимая для обеспечения требуемых напоров на всех участках водопроводной сети.

Влияние планировочных решений поселений на технико-экономические характеристики водопроводных сетей.

Планировочные решения поселений оказывают существенное влияние на стоимостные характеристики водопроводных сетей. К увеличению протяженности сети, и, следовательно, к увеличению ее стоимости приводит:

- низкая плотность застройки и, как следствие, увеличение площади застройки поселения;
- территориальная разобщенность поселения (наличие отдаленных массивов застройки, поселков и др.);
- большое количество широких, более 22 м улиц, по каждой стороне которых необходимо прокладывать распределительные водопроводные сети;
- удаленность насосной станции второго подъема от городской застройки.

2.13. Емкости для хранения воды.

Суточная неравномерность расхода воды потребителями и необходимость иметь запас воды для повышения надежности водоснабжения предопределяет необходимость устройства специальных емкостей (*резервуаров*) для хранения воды. По функциональному назначению резервуары разделяют на *регулирующие*, *запасные* и *запасно-регулирующие*. В зависимости от назначения они могут располагаться в различных точках системы водоснабжения и выполнять следующие функции:

- приема и хранение воды, подаваемой насосной станцией первого подъема на очистные сооружения водопровода, размещаются на площадках очистных сооружений;
- приема и хранения запаса питьевой воды после ее очистки и обеззараживания, размещаются на площадках очистных сооружений;
- поддержания требуемого напора в водопроводной сети и хранение регулирующего объема воды, размещаются на возвышенных участках рельефа;
- хранение аварийных и противопожарных запасов.

Объемы резервуаров зависят от производительности системы водоснабжения и находятся в пределах 50-20000 м³, сооружают их преимущественно из железобетона.

К *напорно-регулирующим* резервуарам относятся подземные железобетонные резервуары, расположенные на высоте, обеспечивающей подачу воды под необходимым напором потребителям и *водонапорные башни*.

Водонапорные башни имеют высоту 10-30 м, объем бака – от десятков до тысяч кубических метров, соотношение диаметра и высоты бака – (1-0,5). Минимальная высота башни 10 м определяется значением минимально допустимого напора в водопроводных сетях для противопожарных нужд. Пример устройства водонапорной башни приведен на рис. 2.13.1.

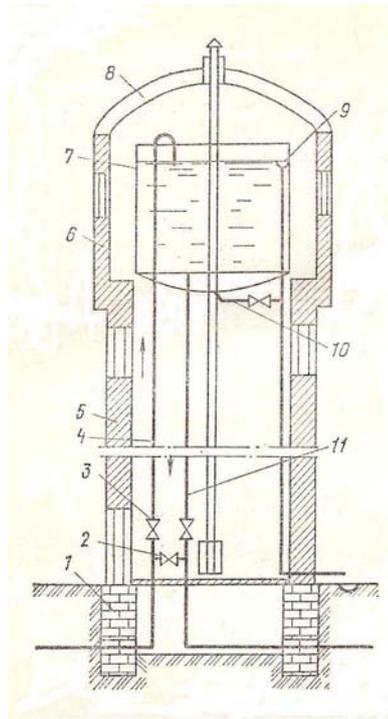


Рис. 2.13.1. Схема водонапорной башни. 1 – фундамент; 2 – обратный клапан; 3 – задвижки; 4 – трубопровод подачи воды в бак; 5 – ствол башни; 6 – шатер; 7 – бак; 8 – кровля; 9 – перелив; 10 – трубопровод для опорожнения бака и удаления осадка; 11 – трубопровод подачи воды в водопроводную сеть.

Водонапорная башня является своеобразным *стабилизатором напора* в водопроводной сети. В периоды суток с минимальным водоразбором, например, в ночные часы, излишки воды, подаваемой насосами в водопроводную сеть, заполняют бак водонапорной башни, а в периоды максимального водоразбора, когда производительность насосов недостаточна для обеспечения потребителей, используется вода из водонапорной башни. При этом напор в водопроводной сети определяется уровнем воды в баке водонапорной башни, поэтому размещать их желательно на возвышенностях.

Функцию напорно-регулирующих резервуаров могут выполнять также *пневматические водонапорные установки*. Они применяются в основном в системах водоснабжения малой производительности с низкими требуемыми напорами, в остальных случаях они уступают водонапорным башням по капитальным затратам и эксплуатационным расходам. К достоинствам пневматических водонапорных установок можно отнести компактность, возможность размещения на слабых грунтах и малую высоту.

2.14. Принципы водоснабжения промышленных предприятий

На промышленных предприятиях вода используется для технологических нужд (производственное водопотребление), хозяйственно-питьевого потребления и пожаротушения.

Системы производственного водоснабжения разделяют по способам использования воды на прямоточные и оборотные.

Схема прямоточного водоснабжения предприятия приведена на рис. 2.14.1.

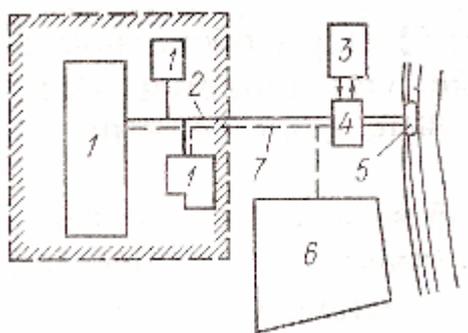


Рис. 2.14.1. Схема прямоточного водоснабжения предприятия. 1 – цехи предприятия; 2 – сеть производственного водоснабжения; 3 – очистные сооружения; 4 – насосная станция; 5 – водозаборное сооружение; 6 – жилой район; 7 – сеть хозяйственно-питьевого водопровода.

Вода для производственных целей забирается из реки и насосами производственной системы водоснабжения, установленными в насосной станции 4, подается по сети производственного водоснабжения 2 в цехи 1 предприятия.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется по следующей схеме. Вода забирается из реки, насосами первого подъема, подается на очистные сооружения 3, после чего насосами системы хозяйственно-питьевого водоснабжения подается в цехи предприятия и жилой район по сети 7.

Схема производственного оборотного водоснабжения, предназначенного для водяного охлаждения технологических аппаратов, приведена на рис. 2.14.2.

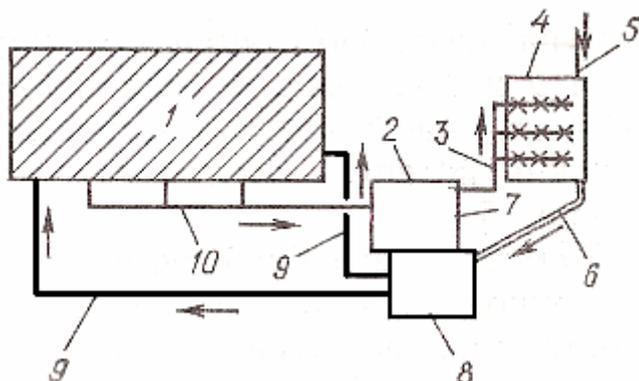


Рис. 2.14.2. Схема оборотного водоснабжения предприятия. 1 – производственный цех; 2 – насосная станция нагретой воды; 3 – напорный трубопровод подачи воды на охлаждение; 4 – сооружения для охлаждения воды; 5 – трубопровод подпитки; 6 – самотечный трубопровод охлажденной воды; 7 – насосная станция нагретой воды; 8 – насосная станция охлажденной воды; 9 – напорный трубопровод охлажденной воды; 10 – самотечный трубопровод нагретой воды.

Первоначально система заполняется водой через водопровод подпитки 5. Насосами охлажденной воды 8 она подается на охлаждение технологических аппаратов, находящихся в цехе 1. Нагретая вода по трубопроводам 10 поступает самотеком к насосной станции 7 и подается насосами по напорному трубопроводу 3 на сооружении охлаждения воды 4. Охлажденная вода по самотечному трубопроводу 6 поступает к насосной станции охлажденной воды 8 и подается на охлаждение агрегатов. Периодически осуществляется компенсация потерь воды через трубопровод подпитки 5.

Оборотное водоснабжение является важнейшим средством рационального использования водных ресурсов, его применение снизить негативное влияние предприятия на окружающую среду.

РАЗДЕЛ 3. ВОДООТВЕДЕНИЕ ПОСЕЛЕНИЙ.

3.1. Назначение водоотведения, виды сточных вод.

Жизнь людей, их бытовая и производственная деятельность неразрывно связаны с образованием жидких отбросов (*сточных вод*), представляющих потенциальную опасность, как для человека, так и для всей экологической системы сферы его обитания. Сточные воды образуются также в результате атмосферных осадков.

В зависимости от вида образования сточных вод их разделяют на: *бытовые*, образующиеся в результате жизнедеятельности человека, *производственные*, являющиеся побочным результатом технологических процессов различных производств, и *атмосферные (поверхностные)*, образующиеся вследствие выпадения атмосферных осадков.

Степень опасности сточных вод определяется содержащимися в них загрязнениями. Они по своему составу могут быть *органическими* и *минеральными*.

Органические загрязнения хорошая питательная среда для болезнетворных (патогенных) бактерий, способных вызывать инфекционные заболевания, что определяет их высокую опасность в санитарном отношении.

Уровень загрязнения сточных вод характеризуется *концентрацией* загрязнений, которая измеряется в мг/л, или г/м³.

Бытовые сточные воды содержат вещества различной природы, преимущественно органического происхождения, в них содержатся также минеральные вещества и бактерии, в том числе болезнетворные, что делает бытовые сточные воды наиболее опасными с санитарной точки зрения. Концентрация загрязнений в бытовых сточных водах зависит от объема воды, расходуемой одним жителем. Чем больше расход воды, тем ниже концентрация загрязнений в бытовых сточных водах.

Состав производственных сточных вод определяется особенностями технологических процессов производства. Они разделяются на загрязненные

и незагрязненные (*условно чистые*). Загрязненные воды могут содержать органические и минеральные составляющие в опасных концентрациях.

Атмосферные (поверхностные) сточные воды содержат в основном минеральные примеси и характеризуются меньшей санитарной опасностью по сравнению с бытовыми сточными водами. Однако атмосферные воды, стекающие с загрязненных территорий промышленных предприятий и городов, могут быть значительно загрязнены органическими и минеральными веществами. Характерной особенностью атмосферных вод является их большая неравномерность. В сухую погоду они или полностью отсутствуют, или поступают в минимальном объеме, определяемом условиями полива территории поселения. В периоды сильных ливней их объемы могут в десятки раз превышать объемы бытовых сточных вод, образующихся на данной территории застройки.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности поселений, предотвращения заболеваний, передающихся со сточными водами, защиты водоемов от негативного воздействия сбросов сточных вод необходимо обеспечить:

- организованный прием сточных вод в местах их образования;
- транспортировку сточных вод, их очистку и обеззараживание;
- утилизации веществ, уловленных из сточных вод при их очистке;
- безопасный сброс очищенных и обеззараженных сточных вод в водоем.

Для решения этих важных задач, определяющих саму возможность нормальной жизнедеятельности поселения, устраивается *водоотведение* – специальный вид инженерного оборудования, относящийся, наряду с водоснабжением, к *системам жизнеобеспечения* населенных мест.

3.2. Организация системы водоотведения.

Основным видом водоотведения поселений является *сплавной*, при котором сточные воды от приемников сточных вод (*санитарных приборов, дождеприемников, водопотребляющих технологических установок*) транспортируются по специальным коммуникациям (*коллекторам*) на *очистные сооружения*, где происходит очистка сточных вод и их обеззараживание. После этого очищенные и обеззараженные сточные воды выпускаются в водоем.

Для сплавного водоотведения необходимо наличие в зданиях внутреннего водопровода и обеспечение нормы водопотребления не менее 60 л/сут. на одного человека. Только при соблюдении этих условий можно обеспечить разбавление загрязнений и их транспортировку по трубопроводам.

Сплавное водоотведение поселения состоит из следующих, последовательно расположенных по ходу движения сточных вод, составных частей:

- *внутридомовой* сети;
- наружной *дворовой* или *внутриквартальной* сети;
- наружной *уличной* сети;
- насосных станций;
- очистных сооружений;
- устройств для выпуска очищенных сточных вод в водоем.

3.3. Внутридомовая сеть водоотведения.

Назначением внутридомовой сети является прием сточных вод от санитарных приборов и их транспортировка за пределы здания. Устройство внутридомовой сети подробно рассматривается в разделе «ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД И ВОДООТВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ». Общее представление об устройстве внутренней сети водоотведения можно получить по рис. 3.3.1. Бытовые сточные воды от санитарных приборов 1 (ванн, умывальников, унитазов, моек и др.) последовательно поступают в отводные трубы 2, стояк 3, выпуск 4 и в колодец дворовой канализации 5. Ревизии 6 и прочистки 7 предназначены для устранения засоров канализационной сети на стояках, отводных трубах и выпусках. Для вентиляции сети предусмотрено устройство вытяжной части стояка 8.

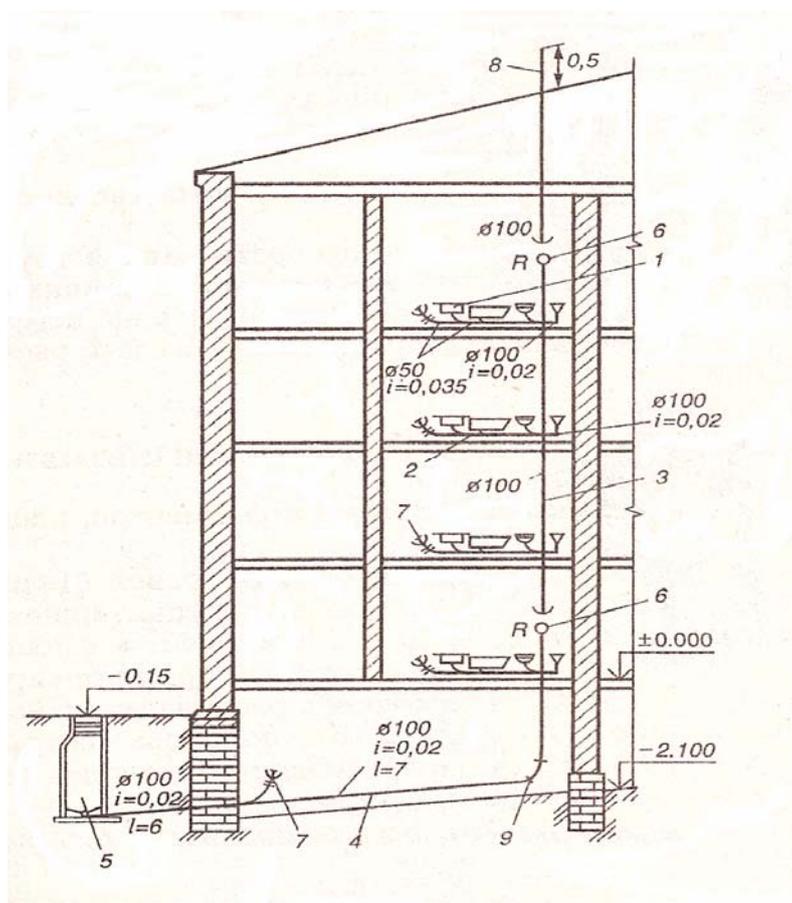


Рис. 3.3.1. Внутренняя канализация жилого дома.

1 – санитарные приборы; 2 – отводные трубы; 3 – стояк; 4 – выпуск; 5 – колодец дворовой канализации; 6 – ревизия; 7 – прочистка; 8 – вытяжная часть стояка; 9 – отвод.

3.4. Дворовая (внутриквартальная) сеть.

Дворовая (внутриквартальная) сеть водоотведения, рис. 3.4.1, предназначена для самотечной транспортировки сточных вод от здания до коллектора уличной сети.

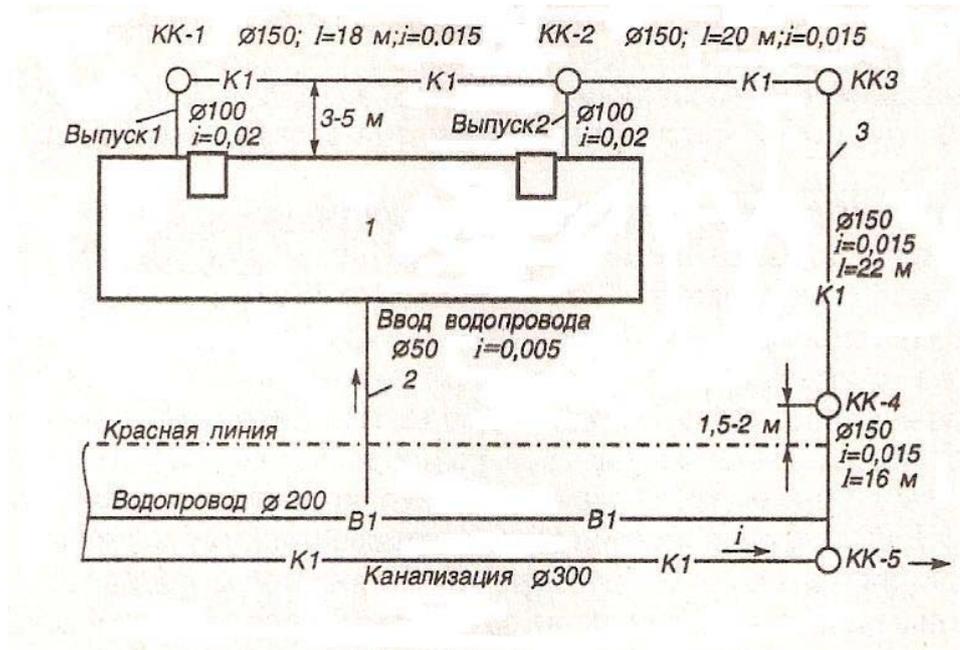


Рис. 3.4.1. Схема дворовой сети водоотведения.

1 – жилой дом; 2 – ввод водопровода; 3 – дворовая сеть водоотведения.
КК-1, КК-2 - колодезь дворовой сети; КК-3 – поворотный колодезь; КК-4 - контрольный колодезь; КК-5 – колодезь уличной сети.

Все выпуски из здания присоединяются к колодезям дворовой сети, в местах ее поворотов устраиваются поворотные колодезь. На участке присоединения дворовой сети к уличной сети водоотведения на расстоянии около 1,5 м от красной линии предусматривается контрольный колодезь. Дворовая сеть присоединяется к колодезю уличной сети водоотведения, которая является одним из основных элементов системы водоотведения поселения.

3.5. Классификация систем водоотведения поселений.

Наружная уличная сеть, насосные станции, очистные сооружения и устройства для выпуска очищенных вод в водоем образуют *систему водоотведения поселения*.

В зависимости от вида наружной сети водоотведения системы водоотведения подразделяются на:

- общесплавную;
- полную раздельную;
- полураздельную;
- неполную раздельную;
- комбинированную.

Схема общесплавной системы водоотведения представлена на рис. 3.5.1.

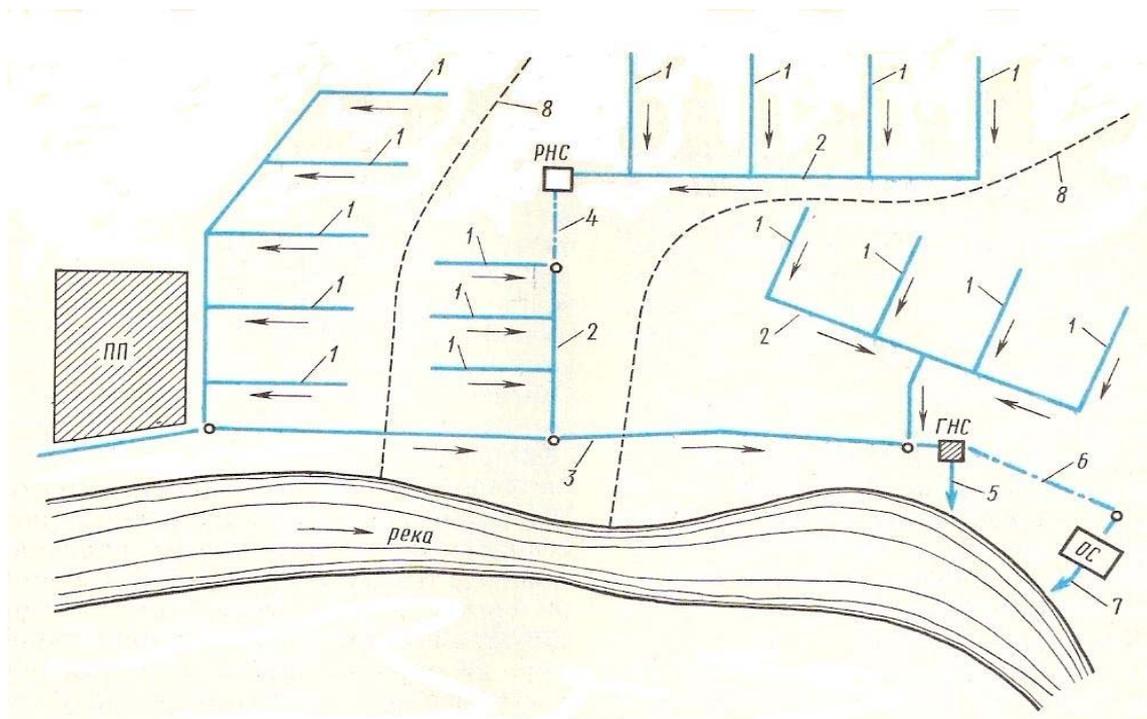


Рис. 3.5.1. Схема общесплавной системы водоотведения города.

1 – уличные коллекторы бытовой и дождевой сети; 2 – районные (бассейновые) коллекторы; 3 – главный городской коллектор; 4 – напорный районный коллектор; 5 – аварийный выпуск; 6 – напорный коллектор от главной насосной станции к очистным сооружениям; 7 – устройство для выпуска очищенных сточных вод; 8 – водоразделы. ПП – промышленное предприятие; РНС – районная насосная станция; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения.

В общесплавной системе водоотведения бытовые, атмосферные и условно чистые производственные сточные воды сплавляются по единой коллекторной сети.

Обеспечение самотечного движения сточных вод требует прокладки трубопроводов наружной сети с уклоном в сторону движения сточных вод. Поэтому территория города разбивается на *районы водоотведения*, границами которых являются линии *водоразделов* 8. Бытовые сточные воды от зданий и атмосферные сточные воды от ливнеприемников и систем ливневого отведения зданий поступают в *уличные* коллекторы 1, по которым самотеком поступают в *районные коллекторы* 2, проложенные на пониженных участках рельефа каждого района водоотведения. К уличным или районным коллекторам присоединяются также системы водоотведения условно чистых производственных сточных вод промышленных предприятий (ПП) и системы отвода атмосферных вод с их территории. Уличные и районные коллекторы прокладываются с уклоном в сторону движения сточных вод. При наличии в районе водоотведения пониженных участков, в нижних точках данных участков устраиваются *районные насосные станции* (РНС), к которым сточные воды поступают самотеком, а после которых подаются по *напорным районным коллекторам* 4 к вышерасположенным районным самотечным коллекторам. Все районные коллекторы объединяются в *главный городской коллектор* 3, по которому сточные воды самотеком поступают на *главную насосную станцию* (ГНС), после чего по *напорному коллектору* 6 подаются на *очистные сооружения* (ОС) системы водоотведения города. Очищенные сточные воды сбрасываются в водоем через *устройство выпуска сточных вод* 7. Для аварийного выпуска неочищенных сточных вод в водоем при авариях на ГНС или ОС предусматривается *аварийный выпуск сточных вод* 5.

Основным недостатком общесплавной системы водоотведения являются большие затраты на ее устройство, обусловленные тем, что все коллекторы

системы, ее насосные станции и очистные сооружения предназначены для пропуска суммарного объема бытовых, атмосферных и условно чистых производственных сточных вод.

Как было отмечено выше, расчетный расход сточных вод общесплавной системы наблюдается только в периоды интенсивных ливней, поэтому в остальное время общесплавная система работает только на часть своей пропускной способности. Кроме того, в периоды отсутствия дождей наблюдается низкий уровень заполнения коллекторов системы, что отрицательно сказывается на гидравлическом режиме работы сети.

При *полной раздельной* системе водоотведения, рис. 3.5.2, устраиваются разные коллекторы для транспортировки бытовых и атмосферных сточных вод. При этом, подземными устраивают как коллекторы бытовых, так и коллекторы атмосферных сточных вод.

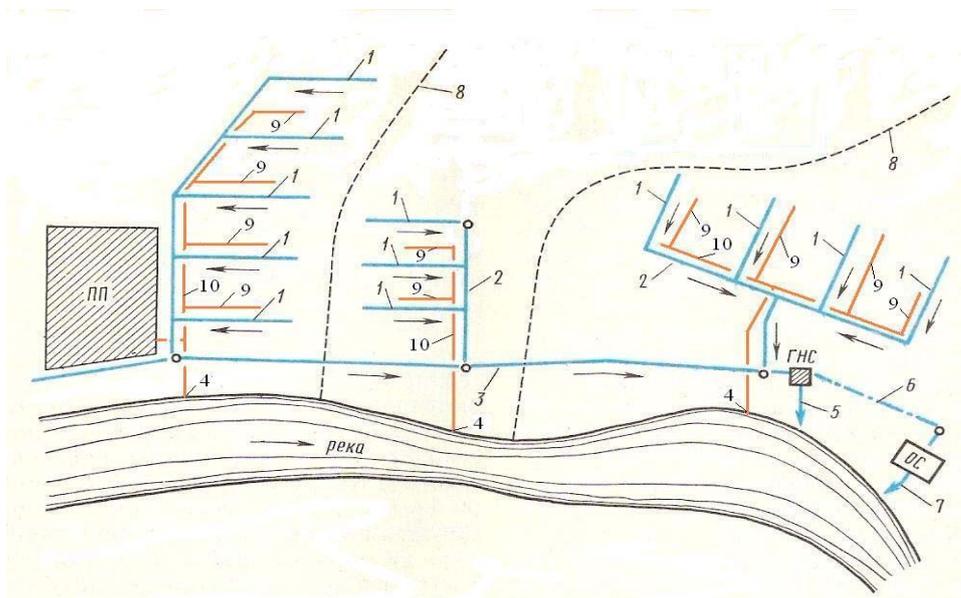


Рис. 3.5.2. Схема раздельной системы водоотведения города.

1 – уличные коллекторы бытовой сети; 2 – районные (бассейновые) коллекторы бытовой сети; 3 – главный городской коллектор бытовой сети; 4 – выпуск атмосферных сточных вод в водоем; 5 – аварийный выпуск бытовых сточных вод; 6 – напорный коллектор от главной насосной станции к очистным сооружениям; 7 – устройство для выпуска очищенных сточных вод; 8 – водоразделы; 9 – уличные коллекторы дождевых сточных вод; 10 – районные коллекторы дождевых сточных вод.

Устройство отдельной системы водоотведения требует меньших затрат по сравнению с общесплавной системой, так как главный городской коллектор, главная насосная станция и очистные сооружения проектируются на расчетный расход бытовых сточных вод города, что значительно снижает стоимость системы по сравнению с общесплавной. Однако выпуск неочищенных атмосферных вод в водоем ухудшает санитарные и водоохранные характеристики данной системы.

Полуотдельная система, рис. 3.5.3, отличается от полной отдельной тем, что в местах пересечения коллекторов дождевой сети с главным коллектором бытовых стоков устанавливают *водосбросные камеры (ливнепропускные колодцы)*.

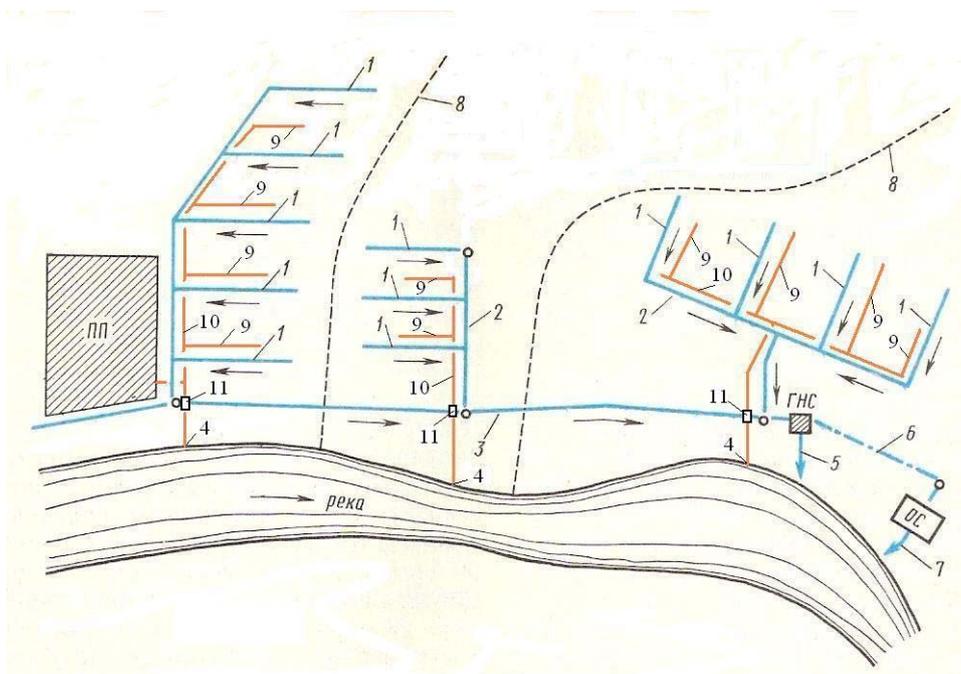


Рис. 3.5.3. Схема полуотдельной системы водоотведения города.

1 – уличные коллекторы бытовой сети; 2 – районные (бассейновые) коллекторы бытовой сети; 3 – главный городской коллектор бытовой сети; 4 – выпуск очищенных атмосферных сточных вод в водоем; 5 – аварийный выпуск бытовых сточных вод; 6 – напорный коллектор от главной насосной станции к очистным сооружениям; 7 – устройство для выпуска очищенных сточных вод; 8 – водоразделы; 9 – уличные коллекторы дождевых сточных вод; 10 – районные коллекторы дождевых сточных вод; 11 – ливнепропускные колодцы.

Такое решение позволяет перепускать первые, наиболее загрязненные поступления дождевых или талых вод, в коллектор бытовых сточных вод с

последующей их транспортировкой на очистные сооружения. Поэтому санитарные характеристики полураздельной системы лучше, чем полной раздельной.

Из всех разновидностей раздельных систем водоотведения, наиболее совершенной в санитарном и водоохранном отношении является полная раздельная система с очистными сооружениями атмосферных сточных вод, рис. 3.5.4, которая предусматривает очистку всех атмосферных и условно чистых производственных сточных вод перед их сбросом в водоем.

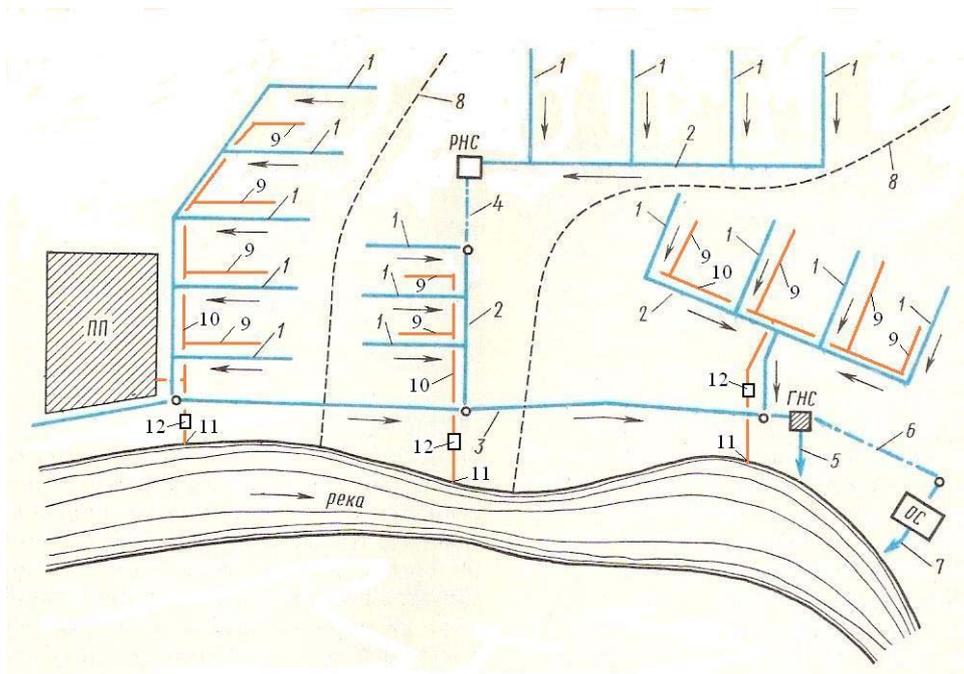


Рис. 3.5.4. Схема полной раздельной системы водоотведения города с установками очистки дождевых и условно чистых производственных сточных вод.
 1 – уличные коллекторы бытовой сети; 2 – районные (бассейновые) коллекторы бытовой сети; 3 – главный городской коллектор бытовой сети; 4 – районный напорный коллектор бытовых сточных вод; 5 – аварийный выпуск бытовых сточных вод; 6 – напорный коллектор от главной насосной станции к очистным сооружениям; 7 – устройство для выпуска очищенных сточных вод; 8 – водоразделы; 9 – уличные коллекторы дождевых сточных вод; 10 - районные коллекторы дождевых сточных вод; 11 – выпуск очищенных дождевых сточных вод; 12 – установки очистки дождевых сточных вод.

Неполная раздельная система водоотведения отличается от полной раздельной системы тем, что дождевые и условно-чистые производственные сточные воды отводятся в водоем без очистки по открытым лоткам, кюветам или канавам. Как правило, устройство неполной раздельной системы

является начальным этапом последующего строительства полной раздельной системы.

Данная система водоотведения сочетает экономические и эксплуатационные преимущества раздельной системы водоотведения с высокими санитарными и природоохранными характеристиками.

При *комбинированной* системе водоотведения различные районы города обслуживают разные системы водоотведения, например, общесплавная, полураздельная или раздельная.

Часто комбинированная система образуется при реконструкции общесплавной системы и выделении ее коллекторов только для транспортировки бытовых сточных вод, а для дождевых сточных вод предусматривается строительство самостоятельных коллекторов. Так как процесс реконструкции системы отведения весьма затратен и продолжителен по времени, то на территории города, в разных его частях, одновременно функционируют различные системы, совокупность которых называют комбинированной системой водоотведения.

3.6. Схемы сетей водоотведения.

При выборе схемы трассировки сетей водоотведения по территории населенных мест определяющую роль играет рельеф территории.

Если территория города имеет плавный рельеф с понижением к водоему, то применяется *пересеченная схема*, особенностью которой является трассирование коллекторов в направлении, перпендикулярном реке и их перехвате главным коллектором, проложенным вдоль реки. Системы, представленные на рис. 3.5.1 – 3.5.3, имеют пересеченную схему сетей водоотведения.

При круто падающем рельефе застройки в направлении реки применяют *параллельную схему*, рис. 3.6.1. В этом случае районные коллекторы 1 прокладываются в направлении, параллельном реке, а городской 2 – в перпендикулярном направлении. Целесообразность применения данной схемы заключается в предотвращении возрастания скоростей сточных вод в районных коллекторах выше критических значений, способных вызвать разрушения трубопроводов.

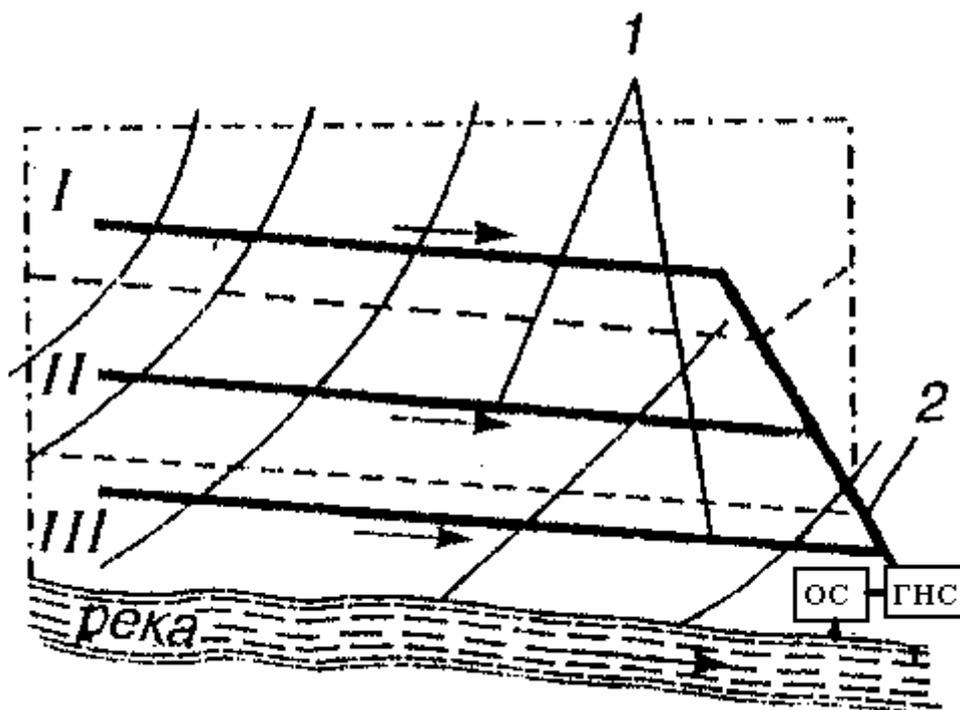


Рис. 3.6.1. Параллельная схема сетей водоотведения.

1 – районные коллекторы; 2 – городской коллектор.
I, II, III – бассейны водоотведения.

В том случае, если рельеф местности имеет ярко выраженный характер в направлении реки и затруднена организация самотечного движения сточных вод в пониженной части территории застройки, применяется *зонная* схема, рис. 3.6.2.

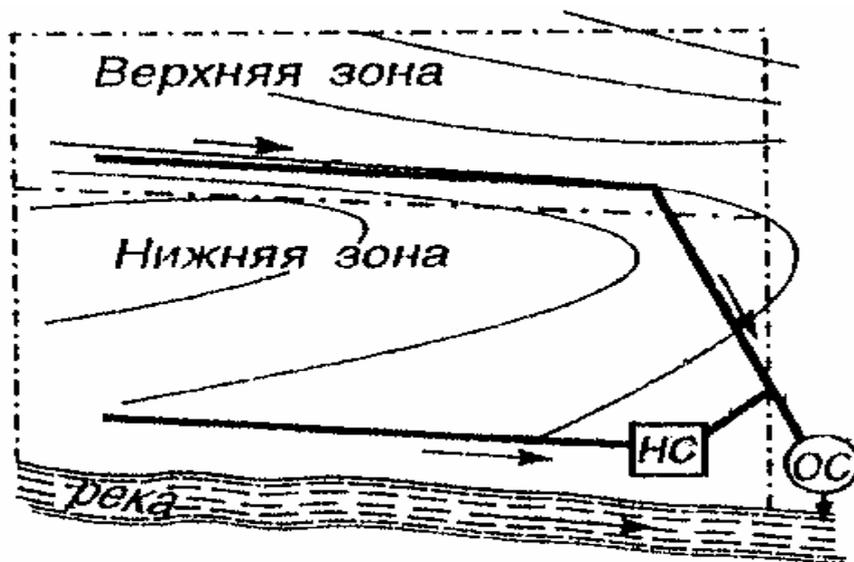


Рис. 3.6.2. Зонная схема сети водоотведения.

При этой схеме территория водоотведения разбивается на две зоны – верхнюю и нижнюю. В каждой зоне устраивается собственная сеть коллекторов, аналогичная пересеченной схеме. Сточные воды на очистные сооружения из перехватывающего коллектора верхней зоны поступают самотеком, а из перехватывающего коллектора нижней зоны подаются насосной станцией.

Радиальная схема, рис. 3.6.3, применяется при сложном рельефе, большой территории водоотведения и наличии двух и более очистных сооружений.

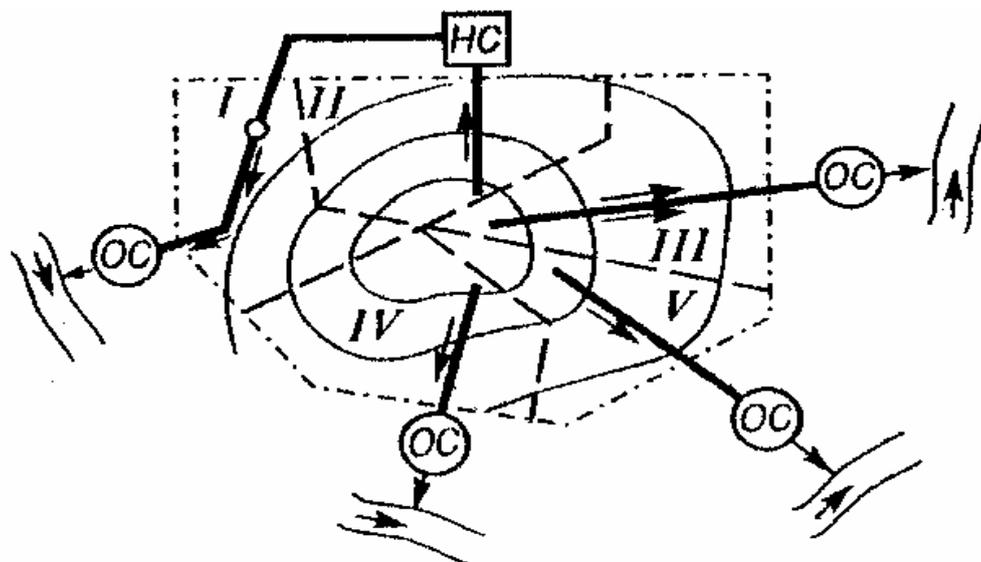


Рис. 3.6.3. Радиальная схема сети водоотведения.
I, II, III, IV, V – районы водоотведения.

При радиальной схеме осуществляется *децентрализованное* водоотведение и очистка сточных вод с различных территорий города.

3.7. Трассировка уличных сетей водоотведения

Правильный выбор схемы трассировки уличных сетей имеет определяющее значение для обеспечения надежности работы сетей водоотведения и экономии затрат на их устройство.

При плоском рельефе и кварталах большой площади применяют *объемлющую* схему трассировки, рис. 3.7.1.

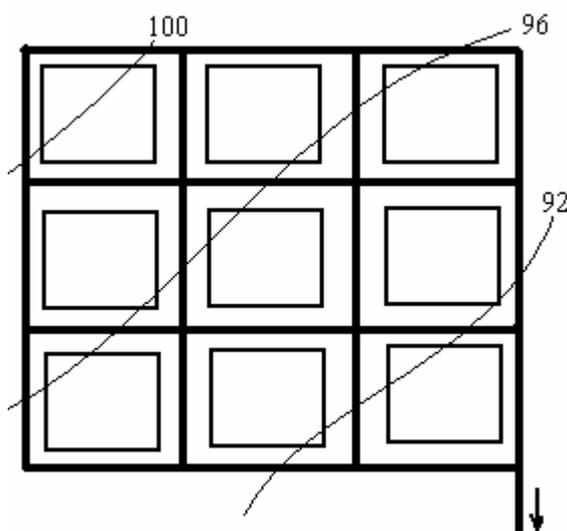


Рис. 3.7.1. Объемлющая трассировка уличных сетей водоотведения

Схема трассировки по *пониженной стороне квартала*, рис. 3.7.2, применяется при выраженном рельефе территории застройки и при преобладающем влиянии экономических требований к трассировке сети. Данная схема трассировки отличается от предыдущей меньшей протяженностью уличных коллекторов, и, следовательно, меньшими затратами на устройство сетей. К достоинствам данной схемы можно отнести также меньшую загруженность подземных частей улиц коллекторами систем водоотведения, что облегчает условия прокладки других инженерных сетей, устройство подземных пешеходных переходов и других подземных пространств.

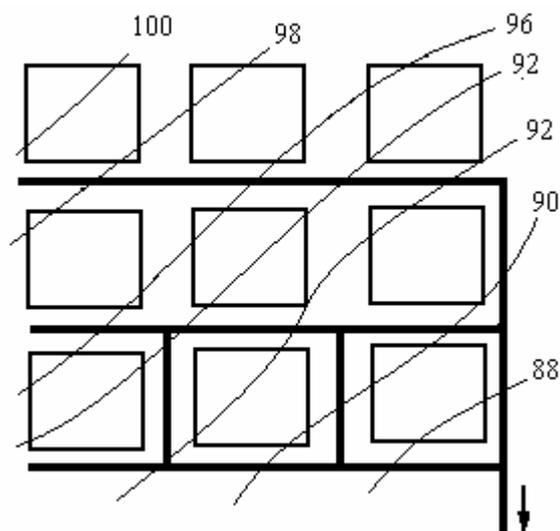


Рис. 3.7.2. Схема трассировки сети водоотведения по пониженной стороне квартала.

В отдельных случаях применяется *внутриквартальная* трассировка сети, отличительной особенностью которой является прокладка сетей внутри кварталов между зданиями. Для реализации данной схемы необходим подробный проект размещения зданий внутри кварталов. Применение данной схемы позволяет сократить общую протяженность сетей, однако при этом усложняется их эксплуатация.

Выбор схемы трассировки сетей водоотведения производится на основании технико-экономического сравнения различных вариантов с учетом очередности застройки территории города. Важную роль при выборе схемы трассировки сетей играют рельеф территории застройки и планировочные решения – вид и плотность застройки, ширина улиц, размеры кварталов и другие факторы.

Дополнительное удорожание сетей вызывает пересечение ими рек, оврагов, железных дорог и других естественных и искусственных препятствий. Поэтому при выборе трассировки сети необходимо стремиться избегать подобных пересечений.

3.8. Особенности сетей водоотведения и их прокладка.

Строительство сетей водоотведения связано с большими затратами, вызванными значительной протяженностью сетей, большим объемом земляных работ, значительными размерами поперечных сечений трубопроводов.

Для надежной работы сетей водоотведения необходимо предотвратить осаждение загрязнений в трубопроводах и их заиливание. Поэтому в трубопроводах должны обеспечиваться скорости движения сточных вод, гарантирующие самоочищение трубопроводов. Такие скорости стоков называются *скоростями самоочищения*. Рекомендуемое значение скорости самоочищения зависит от диаметра трубы и составляет от 0,7 до 1,5 м/с. Меньшее значение соответствует диаметру 150 мм, а максимальное – 1500 мм и более.

Так как в сетях водоотведения организуется преимущественно самотечное движение сточных вод, трубопроводы должны прокладываться с уклоном в сторону движения стоков. Чем больше уклон трубопроводов, тем больше скорость движения сточных вод. Для обеспечения в трубопроводах скоростей самоочищения трубы необходимо прокладывать с уклоном, не менее 0,008 для труб диаметром 150 мм и не менее 0,007 для труб диаметром 200 мм. Для труб бóльших диаметров минимальные уклоны определяются специальным расчетом. В тоже время необходимо иметь в виду, что увеличение уклонов трубопроводов сверх минимально допустимых приводит к дополнительному увеличению заглубления трубы по ходу движения сточных вод, что увеличивает затраты на устройство сети.

Для сетей водоотведения применяются керамические, асбестоцементные, бетонные, железобетонные, пластмассовые трубы. Использование чугунных и стальных труб допускается при пересечении естественных препятствий, железнодорожных путей, водопроводов и в других особых случаях. В последние годы широкое распространение получили пластмассовые трубы из поливинилхлорида и полипропилена.

Незначительно превышая другие виды неметаллических труб в стоимости, пластмассовые трубы обеспечивают высокую стойкость к агрессивным воздействиям, низкое гидравлическое сопротивление и, что особенно важно, высокую степень механизации и автоматизации работ по прокладке трубопроводов.

Наименьшие диаметры труб самотечных сетей принимаются:

- для уличной сети – 200 мм., для небольших населенных пунктов - 150 мм.;

- для внутриквартальной сети бытовой и производственной канализации – 150 мм.;

- для дождевой и общесплавной уличной сети – 250 мм., внутриквартальной – 200 мм.

Глубина заложения трубопроводов определяется требованиями по предотвращению разрушения труб от внешних нагрузок и замерзания сточных вод. При выборе глубины заложения труб учитывается также необходимость сокращения объемов земляных работ и уменьшения общей стоимости сетей.

Начальная глубина заложения уличной сети, H , м, определяется в зависимости от глубины заложения наиболее удаленного колодца дворовой сети, рис. 3.8.1, по формуле:

$$H = h + i(L + l) + z_1 - z_2 + \Delta, \quad (3.8.1)$$

где h – глубина наиболее удаленного колодца дворовой сети, м;

i – уклон дворовой сети;

L – расстояние от наиболее удаленного колодца дворовой сети до красной линии, м;

l – расстояние от красной линии до уличного коллектора, м;

z_1, z_2 – отметка поверхности земли над уличным коллектором и в месте расположения наиболее удаленного колодца дворовой сети соответственно, м;

Δ – разность отметок низа трубы дворовой канализации и лотка колодца уличной сети, м.

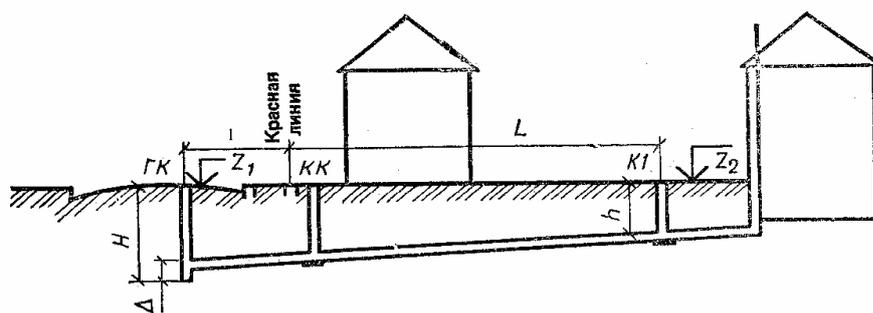


Рис. 3.8.1. Определение начальной глубины заложения уличной сети водоотведения. К1 – наиболее удаленный от уличной сети колодец дворовой или внутриквартальной сети; КК – контрольный колодец; ГК – колодец на уличной сети; Δ - перепад высот трубы подключения и уличного коллектора.

Наименьшая глубина заложения труб принимается по условиям предотвращения:

- разрушения трубы от внешних нагрузок - не менее 0,7 м от поверхности земли до верха трубы;
- замерзания сточных вод – низ трубы не выше чем на 0,3 м отметки проникновения в грунт нулевой температуры (глубины промерзания грунта).

Наибольшая глубина заложения уличных труб зависит от их материала и вида грунта и находится в пределах от 4 до 8 метров.

Прокладка сетей водоотведения производится подземно в пределах проезжей части, под газонами или в полосе зеленых насаждений. При ширине улиц до 30 м уличная сеть прокладывается с одной стороны улицы, а при ширине более 30 м – с двух сторон.

Минимальные расстояния от трубопроводов сетей водоотведения до фундаментов зданий, других инженерных коммуникаций регламентируются СНиП 2.07.01-89 (2000).

Сети водоотведения размещаются, как правило, ниже других инженерных сетей, рис. 3.8.2.

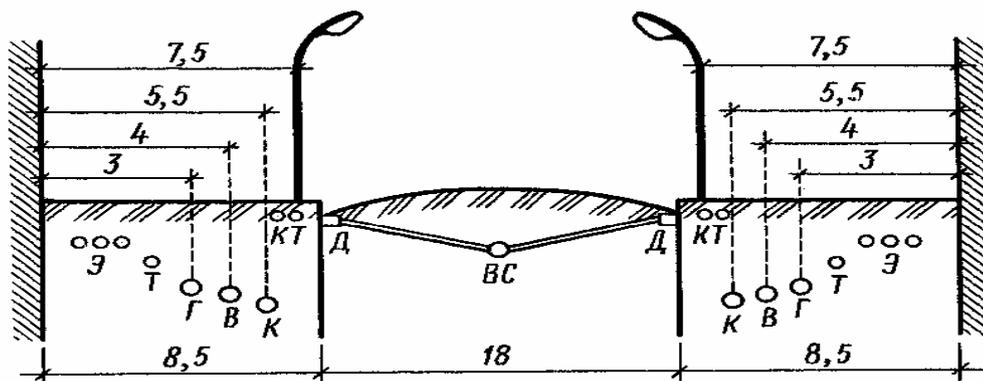


Рис. 3.8.2. Размещение наружных подземных инженерных сетей.

Э – электрические кабели; Т – телефонный кабель; Г – газопровод; В – водопровод; ВС – водосточные сети; Д – дождеприемник; кабели контактной сети; К – сети водоотведения.

Допускается совместная прокладка водоотводящих сетей с другими инженерными сетями в проходных коллекторах.

Отличительной особенностью самотечных сетей водоотведения является то, что сточные воды при своем движении по трубам заполняют сечение трубопровода не полностью. Это предусмотрено для того, чтобы иметь некоторый запас для пропуска расхода сточных вод, превышающего расчетный, а также для обеспечения транспортировки легких загрязнений и необходимости вентиляции сети.

Расчетное наполнение трубопроводов и каналов с поперечным сечением любой формы принимается не более 0,7 диаметра (высоты).

3.9. Вентиляция сети водоотведения.

В результате разложения органических загрязнений, а также в результате попадания в сточные воды летучих веществ из стоков выделяются различные газы – аммиак, сероводород, метан и др. Газы заполняют надводную часть трубопровода, откуда их необходимо удалять. Для этого предусматривают вентиляцию сети. Удаление газов из сети происходит через вентиляционную часть стояков водоотведения зданий, а приток воздуха в сеть – через отверстия и неплотности в канализационных колодцах или специальные приточные устройства.

На участках сети, к которым выпуски от зданий не присоединяются, вытяжные стояки предусматриваются не менее чем через 250 м. При отсутствии зданий следует предусматривать стояки диаметром 300 мм и высотой не менее 5 м.

3.10. Колодцы.

На самотечных участках сети устраивают смотровые колодцы. В пределах колодца сточные воды движутся по открытым лоткам, сечение которых выполнено в форме полуокружности. Колодцы размещают во всех местах соединения труб, изменения их диаметров, поворотов сети и ее перепадов.

Линейные колодцы, рис. 3.10.1, а, устраиваются на прямых участках сети, они предназначены для контроля состояния сети, ее осмотра и прочистки.

Поворотные колодцы, рис. 3.10.1, б, устанавливаются в местах поворота сети. Лоток в поворотном колодце выполнен по плавной кривой, угол поворота принимается не менее 90° .

Узловые колодцы, рис. 3.10.1, в, предусматриваются во всех местах соединения труб. К основному коллектору боковые присоединения осуществляют плавным закруглением лотков.

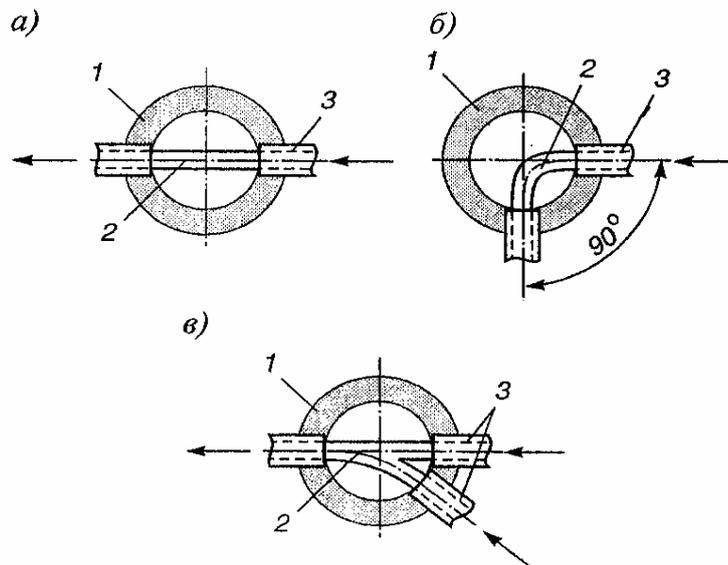


Рис. 3.10.1. Смотровые колодцы уличной сети водоотведения.

а) – линейный; б) – поворотный; в) – узловой.

1 – колодец; 2 – лоток; 3 – коллекторы.

Кроме перечисленных колодцев на сетях водоотведения предусматривают *перепадные* колодцы, устанавливаемые в местах вынужденных перепадов сети и *контрольные* колодцы, устраиваемые в местах присоединения дворовой или внутриквартальной сети к уличной сети.

3.11. Переходы через препятствия.

При трассировке сети возникает необходимость прокладки трубопроводов сетей водоотведения через естественные или искусственные препятствия, к которым относятся реки, овраги, каналы, железные дороги, различные подземные сооружения и другие объекты. Для этого применяются специальные сооружения – дюкеры, эстакады и др.

Дюкер, рис. 3.11.1, представляет собой изогнутый в вертикальной плоскости напорный трубопровод, проложенный под дном реки.

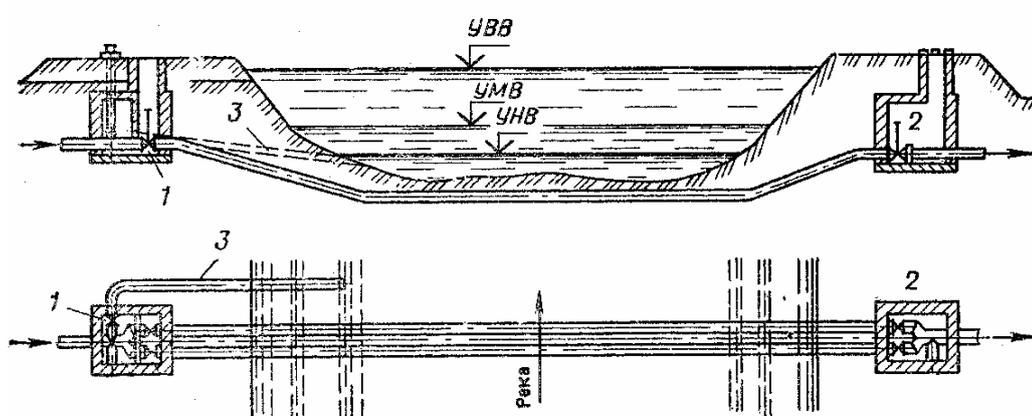


Рис. 3.11.1. Схема дюкера.

1 – входная (верхняя) камера; 2 – выходная (нижняя) камера;
3 - аварийный выпуск.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации дюкера устраиваются входная 1 и выходная 2 камеры.

Дюкеры выполняются из стальных труб не менее чем в две линии, каждая из которых имеет диаметр не менее 150 мм.

Расстояние от дна реки до верха трубы дюкера – не менее 0,5 м, а на судоходных реках – 1,0 м.

Переходы коллекторов через железные дороги и автомагистрали осуществляются под дорогами, по путепроводам или эстакадам. Подземные переходы под железными дорогами и автомагистралями выполняют из стальных труб в футлярах или в туннелях.

3.12. Насосные станции.

Назначение насосных станций состоит в перекачке сточных вод.

Различают следующие виды насосных станций:

- *главная*, перекачивающая основной объем сточных вод города;
- *районная*, перекачивающая сточные воды района водоотведения;
- *станция перекачки*, перекачивающая сточные воды из нижележащего коллектора в вышележащий.

На рис. 3.12.1 приведена схема насосной станции водоотведения.

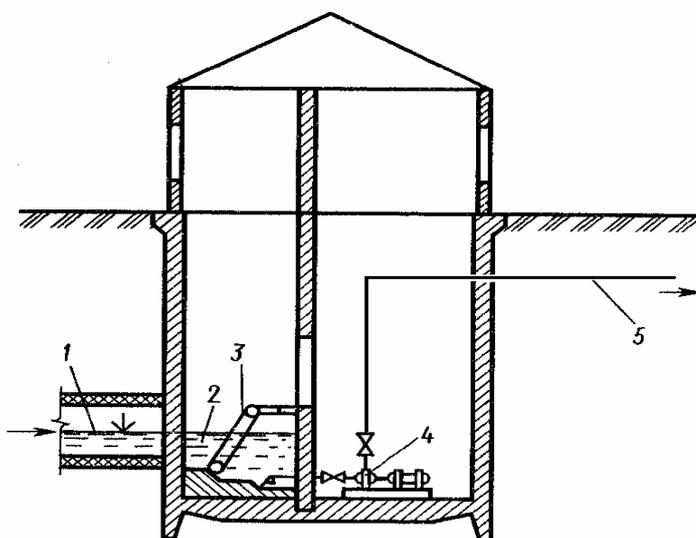


Рис. 3.12.1. Насосная станция водоотведения.

- 1 – самотечный трубопровод; 2 – приемная камера станции; 3 – решетки;
4 – фекальные насосы; 5 – напорный трубопровод.

В канализационных насосных станциях применяются специальные *фекальные насосы*, конструкция которых позволяет перекачивать загрязненные сточные воды и при необходимости прочищать рабочие органы насосов.

Вокруг сооружений насосных станций предусматривается санитарно-защитная зона (СЗЗ). Ее размеры зависят от объемной производительности станции и назначаются в пределах от 15 до 30 м.

3.13. Водостоки.

Наружные водостоки предназначены для быстрого отвода атмосферных вод с территории поселения. Необходимость устройства водостоков вызвана тем, что устройство водонепроницаемых покрытий улиц может создавать условия для накопления атмосферных вод на пониженных участках территории застройки и, как следствие, приводить к затоплению улиц и подвалов зданий.

При устройстве в поселении неполной раздельной системы водоотведения водостоки устраиваются открытого типа – канавы, лотки.

При полураздельной или полной раздельной системе водоотведения дождевые воды отводятся по сети подземных трубопроводов.

Дождевые воды поступают в водосточную сеть через *дождеприемники*, рис. 3.13.1.

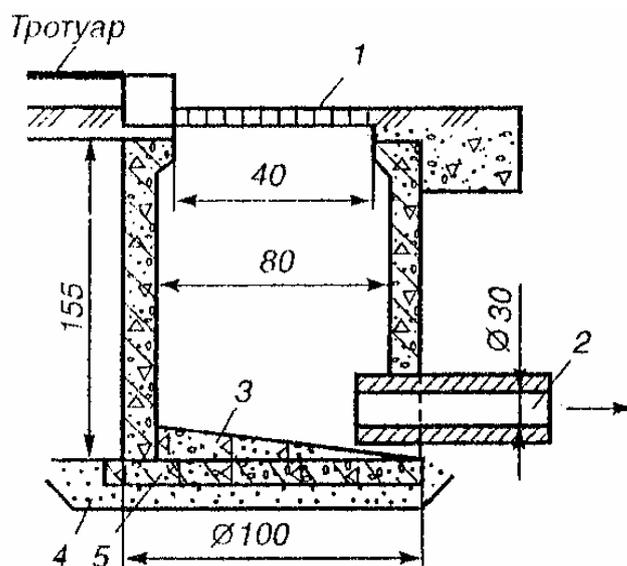


Рис. 3.13.1. Схема дождеприемника.

1 – дождеприемная решетка; 2 - водоотводящая труба; 3 – лоток;
4 – песчаная подушка; 5 – основание.

Размещают дождеприемники во всех пониженных местах и на перекрестках до створа организованных пешеходных переходов. Расстояние между дождеприемниками зависит от уклона улиц и принимается от 50 до 80

метров, при условии, что в дождеприемники не поступают дождевые воды с территории кварталов.

Водосточные сети прокладывают по середине уличных проездов, рис. 3.8.2.

3.14. Очистные сооружения систем водоотведения.

Проблема предотвращения загрязнения водоемов сбросами бытовых, производственных и дождевых сточных вод приобрела в последние годы первостепенное значение. Сложность решения данной проблемы определяется как техническими трудностями очистки сточных вод от широкого спектра загрязнений минерального, органического и бактериального характера, так и значительными размерами инвестиций, необходимых для реализации природоохранных мероприятий.

В самом начале рассмотрения раздела «Водоотведение поселений» была дана характеристика основных загрязнений сточных вод и приведена их классификация. Выделим некоторые свойства загрязнений, непосредственно влияющих на процессы очистки сточных вод.

Загрязнения по своему физическому состоянию могут быть в нерастворенном (взвешенном), коллоидном и растворенном виде.

В бытовых сточных водах количество нерастворенных взвешенных веществ составляет примерно 65 г/сут. на одного жителя. Количество взвешенных веществ в производственных сточных водах зависит от вида технологического процесса и его экологических характеристик. В атмосферных сточных водах взвешенные вещества составляют основной вид загрязнений. Нерастворенные загрязнения имеют как органическую, так и минеральную природу.

Коллоидные загрязнения имеют размеры менее 0,1 мкм и состоят в основном из органических веществ.

Растворенные вещества, содержащиеся в бытовых сточных водах, имеют преимущественно органическую природу.

Сброс неочищенных сточных вод в водоемы представляет серьезную опасность в санитарном и природоохранном отношении, так как они содержат различные, в том числе патогенные, бактерии, а также вещества, оказывающие негативное воздействие на экосистемы водоемов.

Ухудшение качества воды в водоемах при сбросе в них неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод объективно проявляется в:

- изменении физических свойств воды (прозрачности, цветности, запаха, вкуса и других характеристик);
- увеличении концентрации вредных веществ в воде;
- уменьшении концентрации растворенного в воде кислорода;
- изменении активной реакции воды;
- бактериальном загрязнении водоема.

Внешние проявления загрязнения водоема выражаются в появлении посторонних запахов, изменении цвета воды и ее вкуса, появлении пленок на поверхности воды и увеличении ее мутности.

Необходимо отметить, что в водоемах в естественных условиях происходит их *самоочищение* от растворенных и нерастворенных органических загрязнений. Действие этого механизма основано на минерализации органических веществ, содержащихся в воде, в результате жизнедеятельности *аэробных* микроорганизмов. Необходимым условием для этого является наличие в воде водоема достаточного количества растворенного свободного кислорода.

При сбросе в водоемы сточных вод, содержащих большое количество органических веществ, растворенный в воде кислород расходуется на их окисление, что приводит к уменьшению его концентрации. Это ухудшает как качество воды в целом, так и условия обитания в водоеме рыб, вызывает деградацию микроорганизмов, обитающих в водоеме и минерализующих органические вещества, что нарушает естественный механизм самоочищения водоема.

Степень загрязнения сточных вод органическими веществами характеризуется показателем, который называется *биохимической потребностью в кислороде (БПК)*. Измеряется БПК в мг/л или мг/дм³. Чем выше БПК, тем больше требуется кислорода для окисления органических загрязнений сточных вод и тем больше их потенциальная опасность. Для

городских сточных вод БПК находится в пределах от 100 до 400 мг/л, причем, чем больше удельное водопотребление на одного жителя в городе, тем меньше значение БПК сточных вод. Выпуск сточных вод с такими значениями БПК в водоемы может нанести им непоправимый вред, поэтому стоки необходимо очищать от органических загрязнений до такой степени, чтобы значение БПК уменьшилось до 6 – 15 мг/л.

В целях охраны водоемов и предотвращения их загрязнений установлены гигиенические нормативы состава и свойств воды в водоемах двух категорий водопользования.

К первой категории водопользования относится использование водных объектов в качестве источника хозяйственно-питьевого водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Ко второй категории водопользования относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Требуемое качество воды водоемов при сбросе в них сточных вод зависит от категории водопользования и должно соответствовать нормативным требованиям. В том числе:

- содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на $0,25 \text{ мг/дм}^3$ в водоемах первой категории и на $0,75 \text{ мг/дм}^3$ в водоемах второй категории;

- на поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей;

- водородный показатель рН не должен выходить за пределы 6,5—8,5;

- растворенный кислород не должен быть менее 4 мг/дм^3 ;

- вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций и яиц гельминтов.

Для предотвращения загрязнения водоемов сточными водами их необходимо очищать и обеззараживать перед выпуском в водоем.

Нерастворенные и частично коллоидные загрязнения могут быть выделены из сточных вод механическим путем, например, их отстаиванием.

Способ очистки, основанный на механических средствах выделения загрязнений из сточных вод, называется *механической очисткой*.

Механическая очистка применяется для очистки бытовых, производственных и дождевых сточных вод.

Растворенные и многие коллоидные загрязнения не могут быть извлечены из сточных вод при их отстаивании, поэтому для очистки сточных вод от данных загрязнений применяют *физико-химические способы очистки*, основанные на сорбции, экстракции, электролизе и других процессах обработки сточных вод. Физико-химическая очистка применяется преимущественно для очистки производственных сточных вод.

Биологическую очистку, принцип которой заключается в окислении и минерализации коллоидных и растворенных органических веществ в результате процессов жизнедеятельности микроорганизмов, применяют для бытовых, некоторых видов производственных сточных вод, а в последнее время, используют также для очистки загрязненных атмосферных сточных вод с территорий городов. Результатом биологической очистки является снижение значения БПК сточных вод.

На очистных сооружениях систем водоотведения поселений используют механический и биологический способы очистки сточных вод. В зависимости от размеров города, условий его водоснабжения, характеристик водоема, в который сбрасываются очищенные сточные воды, применяют различные схемы их очистки. Одна из схем очистных сооружений сточных вод города в упрощенном виде приведена на рис. 3.14.1.

При организации очистки сточных вод по схеме, представленной на рис. 3.14.1, они последовательно проходят сооружения механической и биологической очистки.

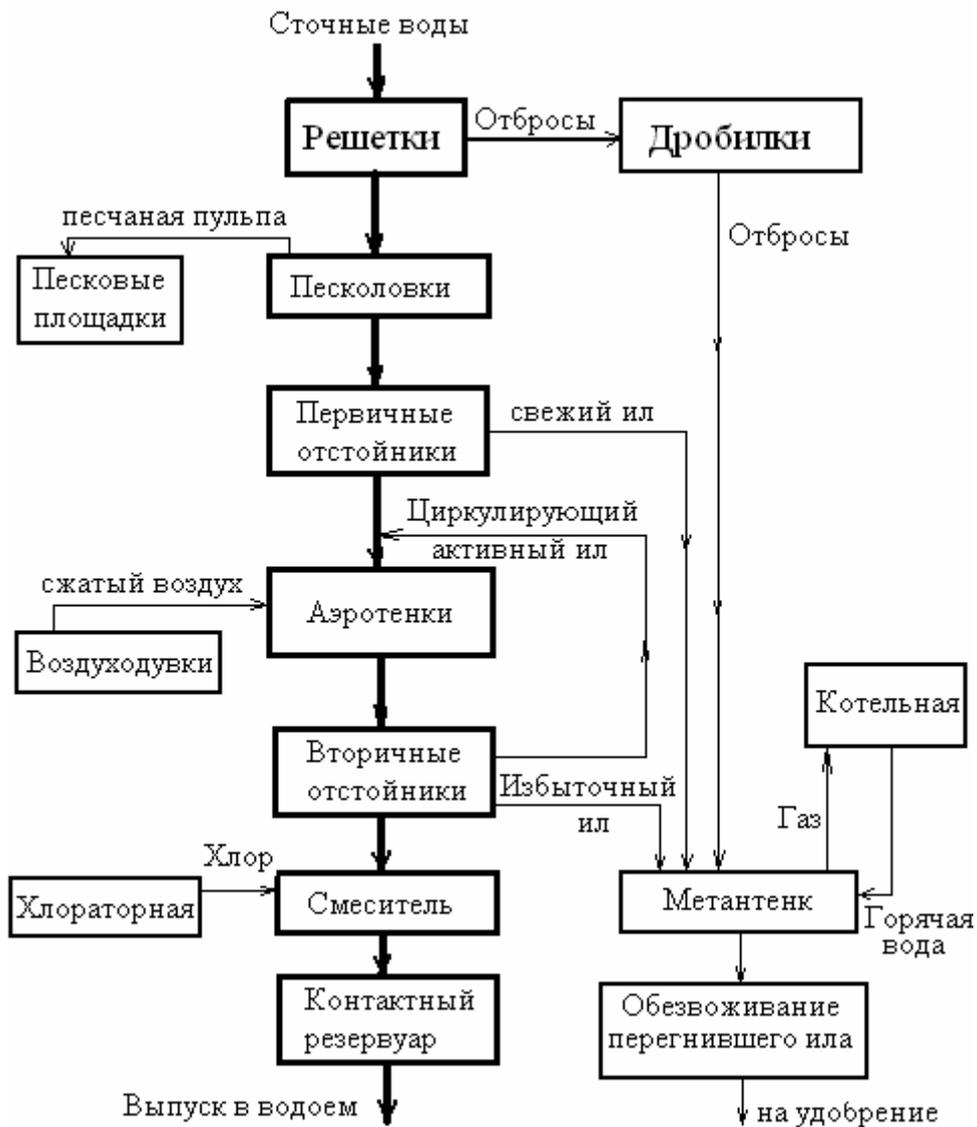


Рис. 3.14.1. Упрощенная схема очистных сооружений системы отведения города.

Механическая очистка сточных вод производится на *решетках*, в *песколовках* и *отстойниках* (первичном и вторичном).

На *решетках*, состоящих из металлических прутьев с прозорами 16 мм, задерживаются крупные отбросы. Решетки устанавливаются на пути движения сточных вод вертикально или наклонно. Задержанные на решетках отбросы собираются и отправляются на дробилку для измельчения. Размещаются решетки в специальных зданиях или устанавливаются на открытом воздухе.

После прохождения решеток сточная жидкость поступает в *песколовки*, предназначенные для осаждения песка и других минеральных примесей крупностью от 0,2 мм и больше. Необходимость их применения обусловлена тем, что предварительное отделение минеральных примесей облегчает условия работы сооружений, предназначенных для последующей обработки сточных вод – отстойников, аэротенков и др.

Принцип работы песколовки состоит в гравитационном осаждении минеральных частиц из сточных вод, движущихся со скоростью от 0,15 до 0,3 м/с. Этот диапазон скоростей обеспечивает осаждение тяжелых минеральных примесей и прохождение через песколовку более легких органических взвесей. Среднее время прохождения сточных вод через песколовки составляет от 30 до 60 с.

Песколовки бывают горизонтальные, тангенциальные, вертикальные и других типов. Размеры песколовки в плане зависят от их типа и расхода сточных вод.

На крупных станциях очистки сточных вод осаждаемый в песколовке песок удаляется из нее в виде песчаной пульпы и направляется на песковые площадки. На станциях очистки производительностью до 80000 м³/сут. песок из песколовки направляется для обезвоживания в песковые бункеры, откуда периодически вывозится на утилизацию.

Отстойники предназначены для *осветления* сточных вод путем выделения из них взвешенных частиц минерального и органического происхождения. Выделить взвеси из водяного потока можно различными способами, например фильтрацией, однако, учитывая специфические свойства сточных вод, в частности, большое содержание в них взвесей различного характера и размеров, для этих целей используют только сооружения, принцип работы которых основан на действии гравитационных сил. Сам термин «*отстойник*» отражает принцип работы сооружения - под действием гравитационных сил происходит осаждение из сточных вод

взвесей, имеющих плотность, больше чем плотность воды, и всплытие на поверхность взвесей, с плотностью меньше плотности воды.

Отстойники являются основными сооружениями механической очистки сточных вод.

Для эффективного осветления сточных вод в отстойнике необходимо обеспечить ряд условий, важнейшими из которых являются уменьшение скорости движения сточных вод в отстойнике и создание *зоны выделения взвесей* достаточных размеров.

По принципу организации зоны выделения взвесей и направлению движения в ней сточных вод различают отстойники *горизонтального, вертикального и радиального* типа.

Работа отстойника горизонтального типа поясняется рис. 3.14.2.

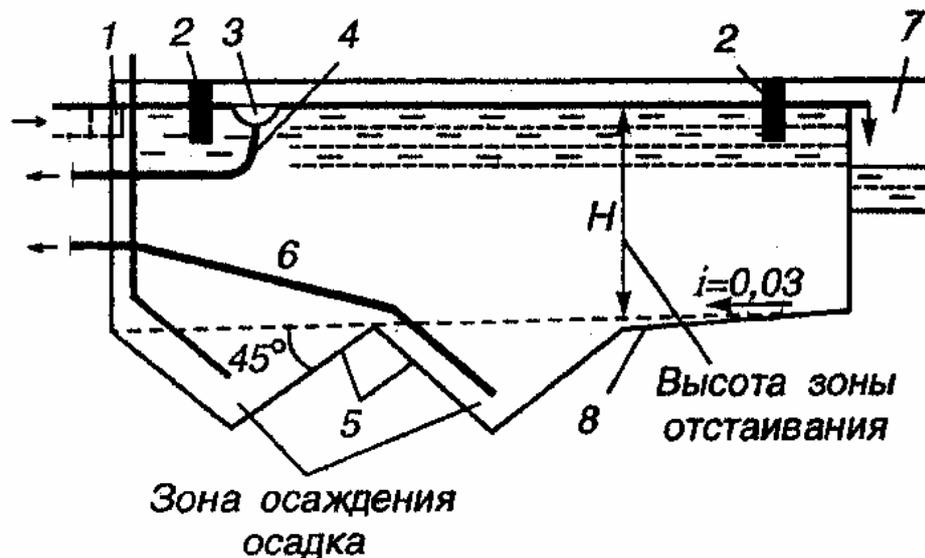


Рис. 3.14.2. Схема работы горизонтального отстойника.

1 – входной лоток; 2 – полупогружные перегородки; 3 – лоток для сбора жира и плавающих взвесей; 4 – труба для отвода жира и плавающих взвесей (жировая труба); 5 – приемки для сбора осадка; 6 – труба для удаления осадка; 7 – сборный лоток для отвода осветленной воды; 8 – днище отстойника.

Сточная жидкость поступает в отстойник через входной лоток 1, который равномерно распределяет поток по ширине отстойника. Сточная жидкость в зоне отстаивания движется вдоль отстойника в горизонтальном направлении со скоростью до 0,7 мм/с, при этом тяжелые взвеси оседают на дно, собираются в приемках для сбора осадка 5 и удаляются из отстойника через иловую трубу 6. Легкие взвеси (жир, масла, пленки углеводородов и др.) поднимаются к поверхности сточной жидкости, поступают в лоток для сбора жира и плавающих взвесей 3 и удаляются через жировую трубу 5. Осветленные сточные воды поступают в сборный лоток осветленной воды 7 и покидают отстойник. Полупогружные перегородки 2 у входного лотка и сборного лотка осветленной воды предназначены для локализации плавающих взвесей у поверхности сточной жидкости в отстойнике и предотвращения их попадания в лоток осветленной воды.

Поперечные размеры отстойника (ширина и высота) выбираются из расчета обеспечения скорости движения сточных вод около 0,7 мм/с, а его длина определяется протяженностью зоны осаждения.

Горизонтальные отстойники выполняют в виде прямоугольных в плане железобетонных сооружений и применяют на очистных сооружениях производительностью более 15000 м³/сут.

Принцип работы отстойника вертикального типа поясняется рис. 3.14.3. Сточная жидкость поступает в центральную трубу 2 отстойника по подводящему лотку 1. Выходя из нижнего отверстия центральной трубы, жидкость поднимается с малой скоростью, около 0,7 мм/с, в верхнюю часть отстойника, а взвеси под действием силы тяжести опускаются в его нижнюю часть. Осевший ил периодически удаляется из отстойника через иловую трубу 5 и задвижку 6. Плавающие взвеси локализируются полупогружными перегородками 3 и удаляются через жировую трубу 7. Очищенная жидкость переливается в сборные лотки 4 и отводится из отстойника.

Вертикальные отстойники применяют для очистных сооружений производительностью до 20000 м³/сут, при низком уровне грунтовых вод и

плотных грунтах. Диаметр отстойника принимается от 4 до 10 м, а высота отстойной части – от 2,7 до 4,0 м.

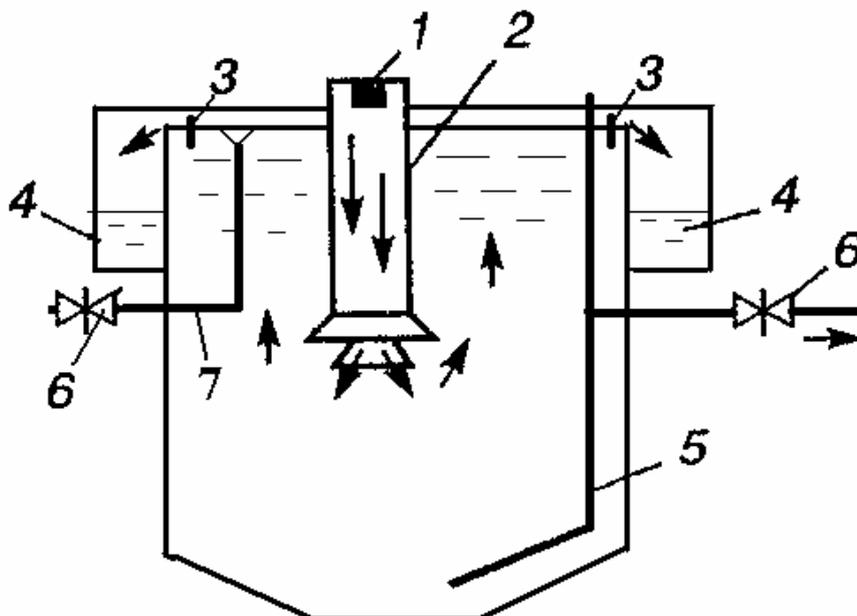


Рис. 3.14.3. Схема осветления сточных вод в вертикальном отстойнике.
1 – водоподающий лоток; 2 – центральная труба; 3 – полупогружные перегородки; 4 – лоток для отвода осветленной воды; 5 – иловая труба; 6 – задвижка; 7 – жировая труба.

На очистных станциях производительностью более 20000 м³/сут применяют радиальные отстойники, в которых сточная жидкость осветляется при движении от центра отстойника к периферии. При радиальном движении жидкости происходит уменьшение ее скорости, что вызывает осаждение взвесей и осветление воды.

Сооружения для биологической очистки сточных вод предназначены для удаления из них органических загрязнений, находящихся в растворенном или коллоидном состоянии. Принцип работы сооружений биологической очистки основан на окислении органических веществ микроорганизмами в среде, обогащенной кислородом.

Биологическая очистка сточных вод осуществляется в специальных сооружениях – *аэротенках*, и *биофильтрах*.

Термин *аэротенк*, образован от слов *аэро* – воздух и *тенк* – бак, резервуар. Конструктивно аэротенк представляет собой резервуар, глубиной 3 – 6 метров и шириной 6 – 10 метров, рис. 3.14.4, в котором медленно движется смесь сточной жидкости, предварительно осветленной в первичном отстойнике и активного ила. Общая длина аэротенка обычно составляет от 50 до 130 метров.

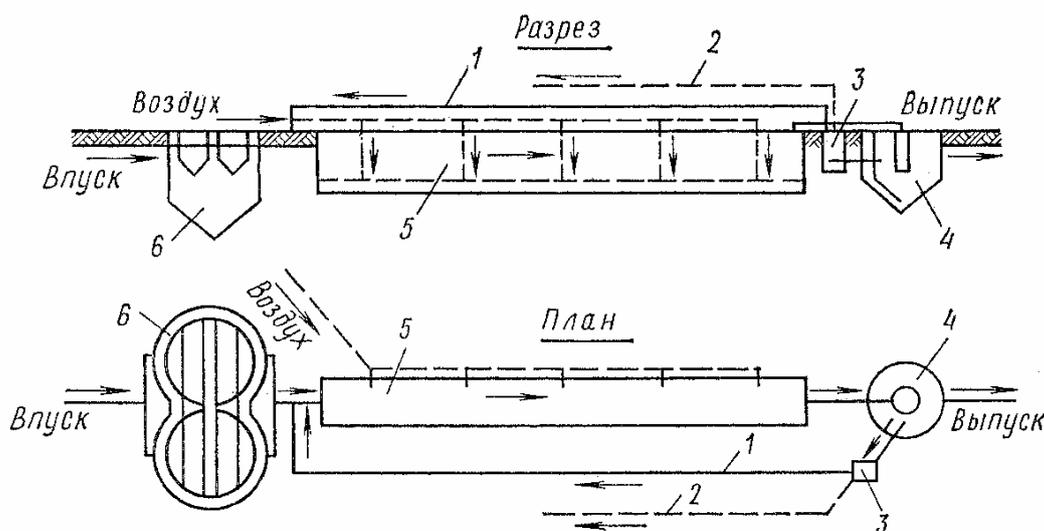


Рис. 3.14.4. Схема работы аэротенка.

1 – циркулирующий активный ил; 2 – избыточный активный ил; 3 – насосная станция; 4 – вторичный отстойник; 5 – аэротенк; 6 – первичный отстойник.

Активный ил представляет собой биоценоз микроорганизмов-минерализаторов, которые способны сорбировать (выделять) на своей поверхности органические вещества и окислять их в присутствии кислорода. Активный ил имеет вид компактных хлопьев средней крупности.

По всей длине аэротенка смесь сточной жидкости и активного ила продувается сжатым воздухом, подаваемым компрессорами в нижнюю часть резервуара, в результате чего в объеме аэротенка создается насыщенная воздухом среда. Время пребывания бытовых сточных вод в аэротенке составляет 6 – 8 часов.

Из аэротенка смесь сточной жидкости и активного ила поступает во вторичный отстойник, где активный ил осаждается вместе с минерализованными продуктами окисления органических веществ, после чего возвращается в аэротенк. Этот ил называется циркулирующим активным илом. Избыточная часть активного ила, образовавшаяся в результате роста его массы в аэротенке, направляется на утилизацию.

В биофильтрах процесс сорбции и окисления органических веществ происходит в *биологических пленках*, образованных сообществами микроорганизмов на поверхности материалов, используемых в качестве загрузки - щебня, шлака, керамзита, пластмассы и др.

По принципу работы различают капельные, с естественной подачей воздуха, и высоконагружаемые, с принудительной подачей воздуха. Капельные биофильтры используются на станциях очистки производительностью до $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$, а высоконагружаемые – до $50000 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Устройство высоконагружаемого биофильтра приведено на рис. 3.14.5.

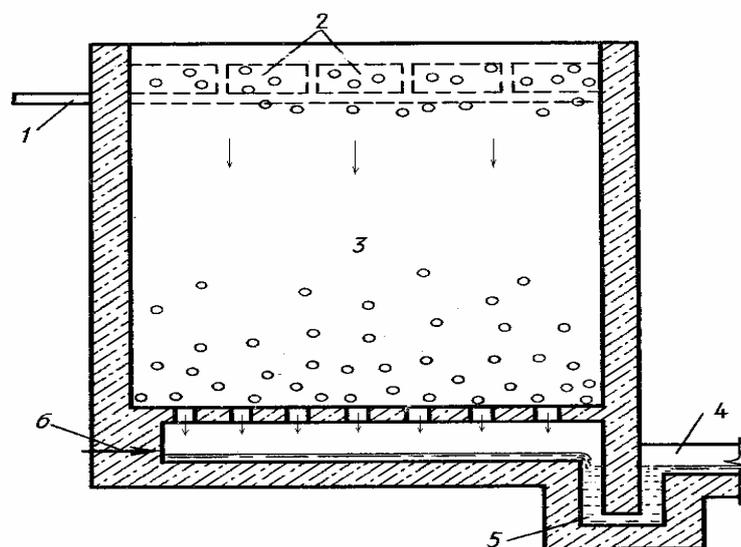


Рис. 3.14.5. Схема работы биофильтра с принудительной подачей воздуха.
1 – труба, подающая сточную жидкость; 2 – водораспределительное устройство; 3 – загрузка; 4 – водотводящий лоток; 5 – гидравлический затвор; 6 – воздухоподводящие трубы.

Сточная жидкость подается в биофильтр по трубе 1, равномерно распределяется по сечению биофильтра водораспределительным устройством 2 и фильтруется через слой загрузочного материала 3, на развитой поверхности которого образована биологическая пленка микроорганизмов, окисляющих органические вещества, растворенные в сточной жидкости. В нижнюю часть биофильтра подается воздух по воздухоподводящей трубе 6. Очищенная сточная жидкость поступает в нижнюю часть биофильтра, проходит гидрозатвор 5 и отводится из биофильтра через водоотводящий лоток 4.

Гидрозатвор необходим для предотвращения поступления воздуха из нижней части биофильтра в водоотводящий лоток.

Биологическая очистка может быть организована и в естественных условиях. Для этого используются фильтрационные свойства грунта и его способность образовывать биологическую пленку на поверхности частичек, составляющих грунт. Эта пленка абсорбирует и окисляет органические вещества в присутствии кислорода, проникающего в поры грунта в составе атмосферного воздуха.

Биологическая очистка сточных вод с использованием фильтрационных свойств грунта в естественных условиях проводится на *полях орошения* и *полях фильтрации*.

Очевидно, что биологическая очистка в естественных условиях требует значительных площадей под размещение полей орошения и полей фильтрации, поэтому в настоящее время она практически не применяется.

Возможна биологическая очистка сточных вод в *биологических прудах* и *каналах*, представляющих собой водоемы с глубиной от 0,5 до 1,0 метра, в которых происходит естественный процесс самоочищения за счет жизнедеятельности микроорганизмов, окисляющих органические вещества. Биологические пруды могут применяться как самостоятельные сооружения биологической очистки, так и в качестве сооружений *доочистки*, в которые

поступают сточные воды после сооружений биологической очистки (аэротенков или биофильтров).

Обеззараживание сточных вод, прошедших биологическую очистку выполняется для предотвращения бактериального загрязнения водоема. В отстойниках и в сооружениях биологической очистки из сточных вод удаляется значительная часть патогенных микроорганизмов, однако для защиты водоемов от негативного воздействия сточных вод их необходимо обеззараживать. Для этого могут применяться различные способы – хлорирование, озонирование, обработка ультрафиолетовыми лучами, электролиз и др. На крупных очистных сооружениях обеззараживание стоков осуществляется преимущественно хлорированием, а на установках малой производительности – обработкой ультрафиолетовыми лучами. Озонирование отличается высоким бактерицидным эффектом, однако не получило широкого применения из-за высокой стоимости, технической сложности и затрудненности контроля процесса обеззараживания.

При хлорировании сточных вод используется хлораторная, смеситель и контактный резервуар. В хлораторной дозируется хлор и приготавливается хлорная вода, которая смешивается со сточной жидкостью в смесителе. Процесс обеззараживания протекает в контактном резервуаре, рассчитанном на получасовой контакт хлора с водой. Управляют процессом обеззараживания путем поддержания в контактном резервуаре требуемой концентрации свободного хлора.

После обеззараживания сточные воды выпускаются в водоем. Место выпуска согласуется с органами Государственного надзора и располагается, как правило, ниже по течению реки от территории поселения, мест водозабора, а также участков водоема, используемых для спортивных и оздоровительных целей, купания и отдыха. Необходимо учитывать также условия водопользования поселений, находящихся ниже по течению реки.

Обработка осадков и илов производится с целью их обеззараживания и последующей утилизации.

На обработку поступают отбросы, задержанные на решетках и измельченные в дробилках, осадки, илы или биопленки задержанные в первичных и вторичных отстойниках. Осадок, поступающий на переработку, чрезвычайно опасен в санитарном отношении и поэтому не может быть утилизирован, однако после его переработки возможно получение продукта, содержащего большое количество азота, фосфора, калия и других веществ, необходимых для питания растений.

Для обработки органического осадка используются процессы анаэробного (без доступа воздуха) сбраживания. Данные процессы происходят в несколько стадий и связаны с жизнедеятельностью дрожжевых и метановых бактерий.

Различают *мезофильный* процесс анаэробного сбраживания, протекающий при температуре 30 – 35 °С, и *термофильный* процесс, протекающий при температуре 50 – 55 °С.

В процессе анаэробного сбраживания выделяется горючий газ *метан*, который используется в качестве топлива в котельных, являющихся источником теплоснабжения очистных сооружений.

Обработка органического осадка производится в *метантенках*, получивших свое название от газа *метана*. Схема устройства метантенка приведена на рис. 3.14.6.

Внутренний объем метантенка представляет собой герметичный резервуар, в который через приемную трубу 1 поступает на переработку сырой осадок, а через трубу 2 подводится водяной пар для подогрева сбраживаемого осадка. Для интенсификации процесса сбраживания содержимое метантенка постоянно перемешивается, путем обеспечения циркуляции осадка и иловой воды посредством насоса 6 и использования гидроэлеватора 7. Сброженный осадок отводится из метантенка через трубу 5. Горючий газ метан, образующийся в процессе сбраживания осадка, собирается в верхней части метантенка, откуда отводится в котельную. Осадок, переработанный в метантенке, безопасен в санитарном отношении,

его подсушивают и дробят для последующего использования в качестве удобрения. Он содержит все ценные для растений питательные вещества.

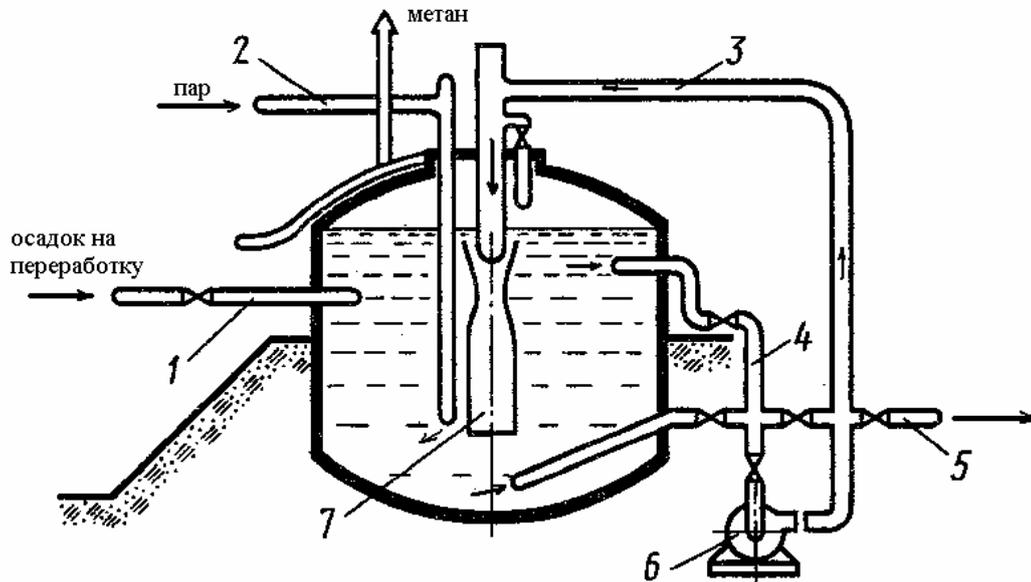


Рис. 3.14.6. Схема устройства метантенка. 1 – приемная труба; 2 – подача пара; 3 – трубопровод циркулирующего осадка; 4 – выпуск иловой воды; 5 – выпуск сброженного осадка; 6 – насос для циркуляции и перемешивания осадка; 7 – гидрозелеватор.

Размеры площадок для размещения очистных сооружений системы водоотведения города зависят от их суточной производительности. Максимально допустимые размеры земельных участков для очистных сооружений приведены в таблице 3.14.1.

Таблица 3.14.1.

Размеры земельных участков для очистных сооружений канализации

Производительность очистных сооружений канализации, тыс. м ³ /сут	Размеры земельных участков, га		
	очистных сооружений	иловых площадок	биологических прудов глубокой очистки сточных вод
До 0,7	0,5	0,2	-
Св. 0,7 до 17	4	3	3
" 17 " 40	6	9	6
" 40 " 130	12	25	20
" 130 " 175	14	30	30
" 175 " 280	18	55	-

Размещаются очистные сооружения на незатопаемой территории, вокруг них предусматриваются санитарно-защитные зоны (СЗЗ), размеры которых до границ жилой застройки, территории общественных зданий и предприятий пищевой промышленности приведены в таблице 3.14.2.

Таблица 3.14.2.

Санитарно-защитные зоны для канализационных очистных сооружений

Сооружения для очистки сточных вод	Расстояние в м при расчетной производительности очистных сооружений в тыс. м ³ /сутки			
	до 0,2	более 0,2 до 5,0	более 5,0 до 50,0	более 50,0 до 280
Насосные станции и аварийно-регулирующие резервуары	15	20	20	30
Сооружения для механической и биологической очистки с иловыми площадками для сброженных осадков, а также иловые площадки	150	200	400	500
Сооружения для механической и биологической очистки с термомеханической обработкой осадка в закрытых помещениях	100	150	300	400
Биологические пруды	200	200	300	300

3.15. Автономные и местные системы очистки сточных вод.

Автономные системы очистки сточных вод применяются для отдельных домов. Как правило, автономные системы устраиваются на основе использования *септиков* – резервуаров-отстойников, в которых, наряду с осветлением сточных вод, происходят процессы сбразивания осадка. Используются также полнокомплектные установки заводского изготовления для биологической очистки сточных вод.

Септики выполняются в виде бетонных резервуаров, применяются также резервуары из полиэтилена заводского изготовления.

На рис. 3.15.1 приведены две схемы системы очистки сточных вод от коттеджа с использованием гнильных септиков.

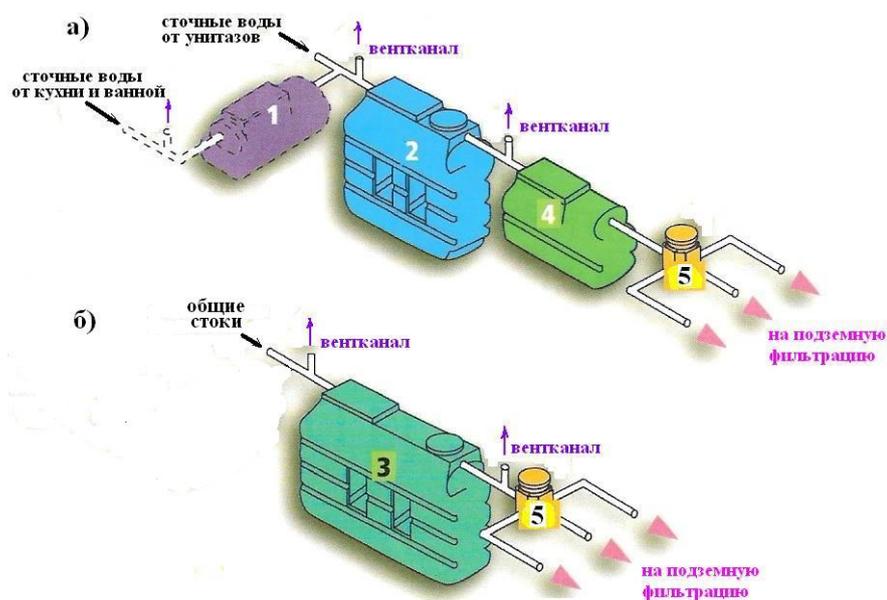


Рис. 3.15.1. Варианты устройства системы очистки сточных вод с применением гнильного септика: а) – с раздельным отводом «серых» и фекальных вод; б) – с общим отводом сточных вод. 1 – жируловитель; 2 – септик; 3 – септик со встроенным фильтром доочистки; 4 – фильтр доочистки; 5 – распределительный колодец

При очистке сточных вод по схеме, представленной на рис. 3.15.1,а, от дома устраивается два выпуска сточных вод. По первому отводятся «серые» сточные воды от санитарных приборов кухни и ванной – мойки, умывальника, ванной, душевой кабины, а по второму – отводятся фекальные воды от унитазов. «Серые» сточные воды проходят через жируловитель 1,

после чего смешиваются с фекальными водами от унитазов и поступают в гнильный септик 2, где отстаиваются и перегнивают, затем направляются в фильтр доочистки 4, после которого распределительным колодцем 5 распределяются по трубопроводам подземной фильтрации.

Схема очистки, представленная на рис. 3.15.1,б, предусматривает отвод всех видов сточных вод по одному выпуску. В этом случае жируловитель не устанавливается, и стоки поступают непосредственно в септик, который в отличие от предыдущей схемы, содержит встроенный фильтр доочистки.

Все оборудование для очистки сточных вод размещается под землей, для его обслуживания предусмотрены колодцы, а для отвода газов – вентканалы.

В зависимости от вида грунта и наличия площадей на участке могут применяться различные варианты естественной доочистки сточных вод.

Подземная фильтрация, рис. 3.15.2, используется при наличии хорошо дренируемых песчаных и супесчаных грунтов и большой глубине залегания грунтовых вод. Дренажные трубы прокладывают на глубине от 0,5 до 1,5 метра, но не менее чем на 1,0 метр выше уровня грунтовых вод.

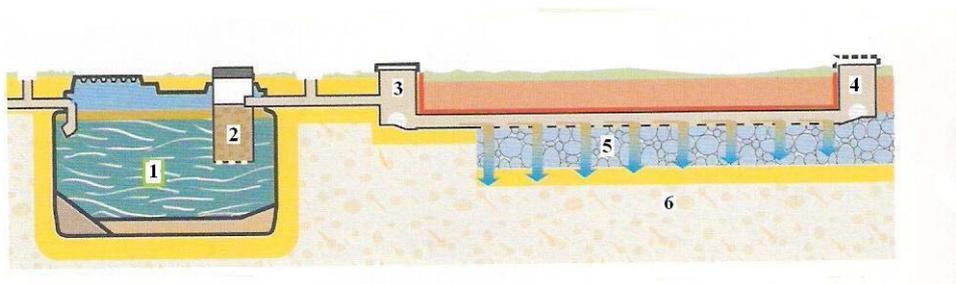


Рис. 3.15.2. Схема подземной фильтрации очищенных сточных вод. 1- септик со встроенным фильтром доочистки; 2 – фильтр доочистки; 3 - распределительный колодец; 4 – замыкающий колодец; 5 – щебень; 6 - песчаный или супесчаный грунт.

Фильтрационные насыпи применяются при высоком уровне грунтовых вод, рис. 3.15.3. Высота насыпи определяется из условия высоты расположения дренажной трубы на 1,5 метра выше уровня залегания грунтовых вод.

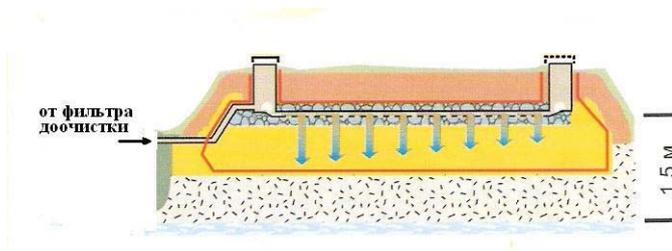


Рис. 3.15.3. Естественная доочистка сточных вод с использованием фильтрационной насыпи.

При водонепроницаемых грунтах естественная доочистка может организовываться в песчаногравийном фильтре с отводом очищенных вод в поверхностный дренаж, рис. 3.15.4, или в фильтрующий колодец, рис. 3.15.5.

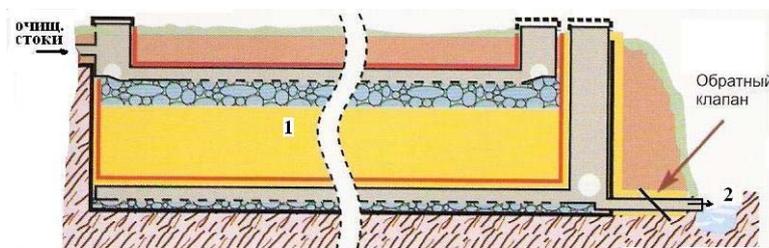


Рис. 3.15.4. Доочистка сточных вод в песчаном фильтре и выпуск в поверхностный источник. 1 – песчано-гравийный фильтр; 2 - поверхностный дренаж.

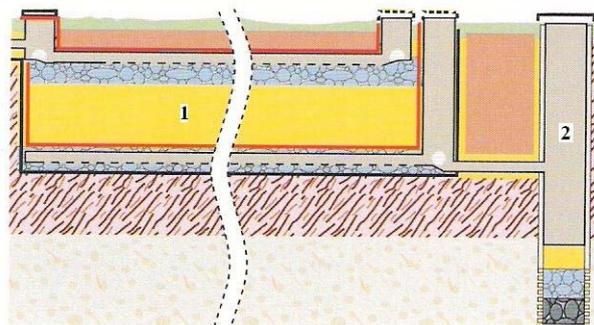


Рис. 3.15.5. Доочистка сточных вод в песчаном фильтре с отводом в фильтрационный колодец. 1 – песчано-гравийный фильтр; 2 - фильтрующий колодец.

Фильтрующая часть колодца должна находиться ниже водоупорного слоя и иметь внутри фильтр-обсыпку, а также дренажные отверстия в

стенках колодца. Фильтрующие колодцы применяют при уровне грунтовых вод не выше 3 метров от поверхности земли.

При размещении септиков и фильтрующих колодцев необходимо соблюдать нормативные требования по минимальным расстояниям от них до жилых домов. Расстояние от септика до дома должно приниматься не менее 5 метров, а от фильтрующего колодца до дома – не менее 8 метров.

Местные установки для очистки сточных вод предназначены для обслуживания групп зданий или небольших поселений.

Отечественной промышленностью выпускаются установки для очистки сточных вод различных модификаций и размеров. Их отличительной особенностью является полнокомплектность, означающая, что все необходимое оборудование установки – отстойники, аэротенки, устройства обеззараживания сточных вод, насосы и др. размещаются в едином компактном блоке заводского изготовления.

На рис. 3.15.6 приведен общий вид компактной полнокомплектной установки заводского изготовления, предназначенной для очистки бытовых сточных вод. Станция предназначена для полной биологической очистки бытовых сточных вод и имеет габаритные размеры (длина × ширина × высота) - 12 × 6,4 × 4,8 м. Масса – 27 т.

Принцип работы станции основан на многоступенчатой технологии биологической очистки в анаэробных и аэробных условиях с последующим отстаиванием, фильтрацией, постаэрацией, ультрафиолетовым обеззараживанием, аэрационной минерализацией избыточного ила и его обезвоживанием.

Станция рассчитана на прием сточных вод от поселка с числом жителей около 500 чел.

План размещения технологического оборудования станции очистки приведен на рис. 3.15.7.



Рис. 3.15.6. Общий вид местной станции очистки сточных вод производительностью 100 м³/сут.

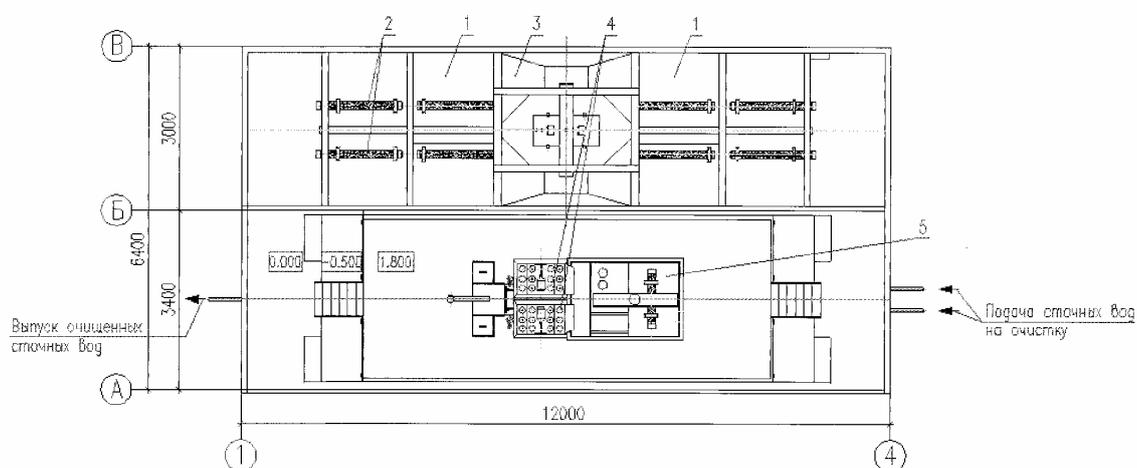


Рис. 3.15.7. План размещения технологического оборудования установки.
1 – аэротенк; 2 – аэратор; 3 – вторичный отстойник; 4 – фильтры доочистки; 5 – минерализатор осадка.

Установка производительностью 50 м³/сут., рис. 3.15.8, обслуживает поселок численностью около 300 чел, ее габаритные размеры – 12 × 3,1 × 4,5 м., масса 22 тонны.



Рис. 3.15.8. Общий вид местной станции очистки сточных вод производительностью $50 \text{ м}^3/\text{сут.}$

План размещения технологического оборудования установки приведен на рис. 3.15.9.

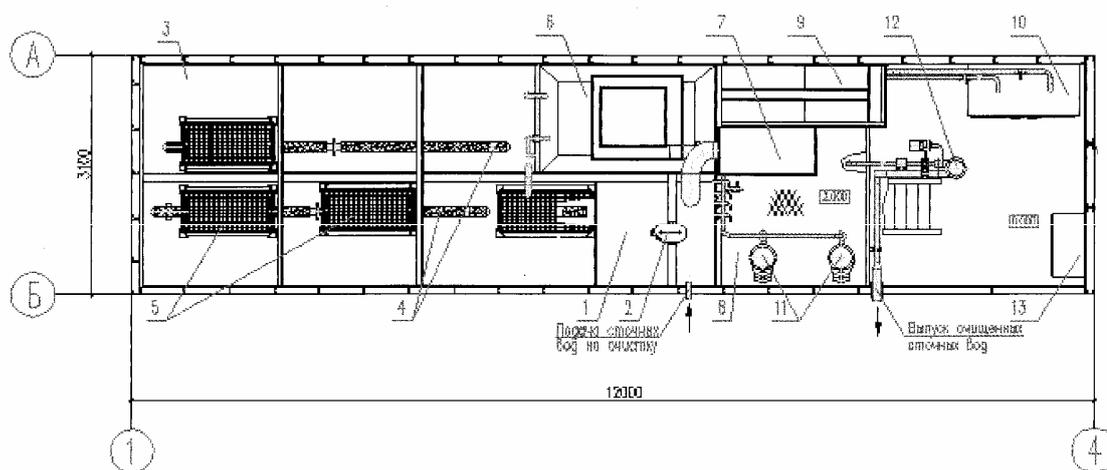


Рис. 3.15.9. План размещения технологического оборудования установки производительностью $50 \text{ м}^3/\text{сут.}$ 1 – резервуар-усреднитель; 2 – мешалка; 3 – аэротенк; 4 – аэроторы; 5 – загрузка для иммобилизации микрофлоры; 6 – тонкослойный отстойник; 7 – фильтр зернистый; 8 – бак очищенной воды; 9 – минерализатор; 10 – обезвоживатель осадка; 11 – блок компрессоров; 12 – бактерицидная лампа; 13 – шкаф управления.

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.

Санитарно-защитные зоны очистных сооружений местных систем водоотведения в зависимости от производительности и типа сооружений необходимо принимать:

- 100 м для сооружений биологической очистки производительностью до 50 м³/сут.

- 150 м для сооружений биологической очистки производительностью до 200 м³/сут.

3.16. Методы очистки производственных сточных вод.

Выбор методов очистки производственных сточных вод определяется характеристиками технологических процессов на предприятии и особенностями их водопользования.

В том случае, если производственные сточные воды содержат нерастворенные примеси минерального или органического происхождения применяется *механическая очистка* путем пропуска сточных вод через решетки, сита, а также осветления в отстойниках и, если это необходимо, фильтрацией через зернистые материалы. Основное достоинство механической очистки – низкие энергозатраты и неизменность химических свойств воды. Сооружения механической очистки могут применяться как самостоятельно, так и в качестве одной из ступеней при комплексной очистке производственных сточных вод.

Химическая очистка имеет своей целью изменение химических свойств производственных сточных вод. Она имеет два основных направления - нейтрализация и окисление. Нейтрализация проводится для устранения избыточной кислотности или щелочности стоков и осуществляется путем химической реакции сточных вод с соответствующими реагентами.

Например, при повышенной кислотности стоков осуществляется их контакт с веществами щелочной группы. В результате реакции нейтрализации стоки утрачивают кислотные свойства и величина рН становится нейтральной.

Реакция *окисления* применяется для обеззараживания сточных вод, содержащих токсичные или вредные вещества, например, стоков гальванических производств, обогатительных фабрик, нефтехимических и др. предприятий. В качестве реагентов в установках для окисления производственных сточных вод применяются гипохлорид кальция, гипохлорид натрия или хлорная известь.

Физико-химическая очистка производственных сточных вод объединяет следующие методы: *экстракцию, сорбцию, кристаллизацию, флоктацию,*

ионный обмен, диализ, дезактивацию, дезодорацию и обессоливание. Дадим определения перечисленным методам.

Экстракция – выделение растворенных органических соединений из воды при помощи не смешивающегося с ней растворителя.

Сорбция основана на способности твердых тел или жидкостей поглощать из растворов органические вещества.

Кристаллизация осуществляется путем выделения из сточной жидкости примесей в виде кристаллов.

Флоктация заключается в добавлении к сточной жидкости реагента, обволакивающего взвеси и облегчающего процесс отделения взвесей от стоков.

Ионный обмен – извлечение загрязнений из сточных вод при помощи ионитов.

Диализ направлен на отделение коллоидных примесей при пропускании стоков через перегородки, непроницаемые для коллоидов.

Дезактивация предназначена для удаления из сточных вод радиоактивных элементов.

Обессоливание направлено на выделение из стоков солей путем выпаривания, вымораживания и др.

В последнее время область применения физико-химических методов существенно расширилась. Этому способствует, как ужесточение природоохранного законодательства, так и возможность извлечения из стоков полезных веществ с соответствующим экономическим эффектом.

Сточные воды ряда производств требуют *биологической очистки*. Для этих целей используются преимущественно аэротенки, так как именно эти сооружения наиболее адаптированы к производственным условиям и имеют большую пропускную способность.

4. ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД И ВОДООТВЕДЕНИЕ.

4.1. Общие сведения

Необходимым условием обеспечения комфортной среды в зданиях различного назначения является оснащение их системами внутреннего водопровода и водоотведения.

В зданиях вода используется для хозяйственно-питьевых нужд, пожаротушения и полива прилегающей территории, на промышленных или сельскохозяйственных объектах – дополнительно на технологические нужды – производственные или сельскохозяйственные.

Объединение внутреннего водопровода и водоотведения в единый комплекс объясняется тем, что два этих вида инженерного оборудования решают сопряженные задачи – внутренний водопровод обеспечивает подачу воды в точки водоразбора, а системы водоотведения удаляют использованную воду из здания.

Конечным элементом внутреннего водопровода, предназначенным для разбора воды потребителями, является *водоразборная арматура*, (краны, смесители, смывные бачки унитазов и т.д.). Прием использованной воды (сточных вод) осуществляется *санитарными приборами*, являющимися элементами системы водоотведения. Очевидно, что места размещения водоразборной арматуры и санитарных приборов, их стилевые и конструктивные решения должны быть взаимно увязаны, что может быть выполнено только при совместном решении вопросов проектирования и устройства внутреннего водопровода и водоотведения.

Очевидно также, что требуемые характеристики внутреннего водопровода и водоотведения, а также конструктивные решения их элементов определяются функциональным назначением здания, условиями его безопасной эксплуатации, необходимым уровнем комфортности и дизайнерскими решениями интерьеров помещений. Поэтому разработку внутреннего водопровода и водоотведения можно рассматривать как часть

комплексной задачи проектирования здания, решение которой неразрывно связано с его архитектурой.

4.2. Классификация внутренних водопроводов зданий.

Под внутренним водопроводом понимают систему трубопроводов и устройств, обеспечивающих подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и водоиспользующему технологическому оборудованию.

В зависимости от назначения внутренние водопроводы подразделяют на хозяйственно-питьевые, противопожарные и производственные, или совмещенные. Например, хозяйственно-питьевые – противопожарные, производственные – противопожарные, хозяйственно-питьевые – производственные. Возможность совмещения различных по назначению водопроводов определяется требованиями к качеству воды, потребляемой на различные нужды и экономическими обоснованиями.

По способу подачи воды потребителям внутренние водопроводы выполняются:

- *без повысительных установок;*
- *с повысительными установками;*
- *с напорно-запасными баками;*
- *с повысительными установками и напорно-запасными баками.*

4.3. Схемы и оборудование хозяйственно-питьевого водопровода.

Принципиальная схема внутреннего водопровода без повысительных установок приведена на рис. 4.3.1.

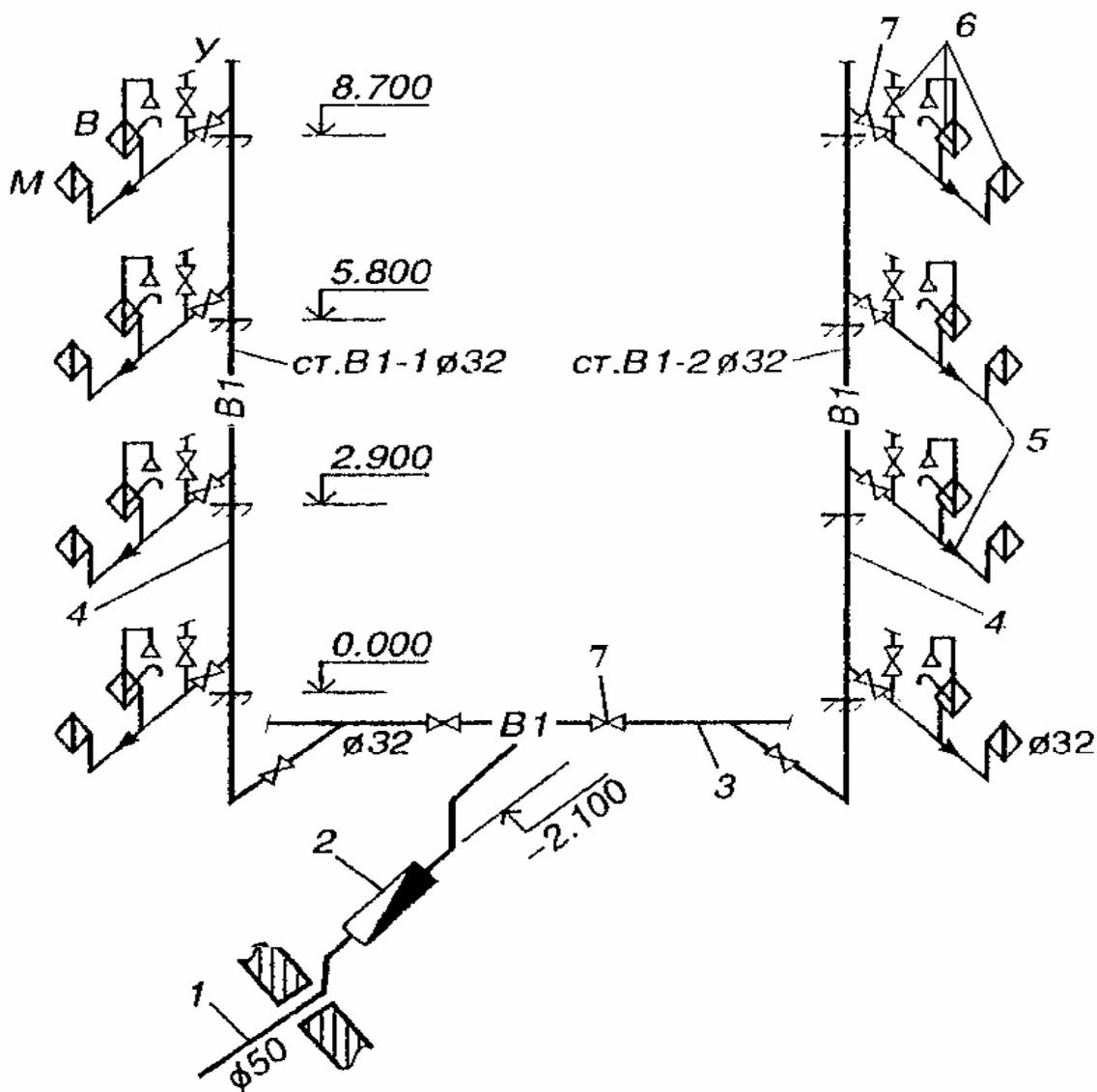


Рис. 4.3.1. Схема внутреннего водопровода жилого дома.

1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – разводящая магистраль; 4 – стояк; 5 – подводка к водоразборной арматуре; 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура.

Подключение внутреннего водопровода к наружной системе водоснабжения осуществляется посредством ввода 1, после которого по ходу

движения воды установлен водомерный узел 2, предназначенный для измерения расхода воды. Под потолком подвала прокладывается разводящая магистраль 3, по которой вода подается к стоякам 4. Для обеспечения возможности отключения отдельных участков магистрали на ней устанавливается запорная арматура 7. Стояки размещаются в помещениях, в которых установлены санитарные приборы – ванны в комнатах, кухнях и санитарных узлах. По стоякам вода распределяется по этажам дома, подается через кран 7 во внутриквартирную сеть, которая включает подводы 5 к водоразборной арматуре 6.

Для нормального водоснабжения дома, внутренний водопровод которого устроен по схеме, приведенной на рис. 4.3.1, необходимо, чтобы в месте присоединения здания *свободный гарантийный напор* в наружной водопроводной сети, H_z , превышал *требуемый напор*, H_{mp} , необходимый для подачи воды к наиболее высокорасположенному и удаленному от ввода водоразборному устройству *в любое время суток*:

$$H_z > H_{mp} \quad (4.3.1)$$

Величина свободного гарантийного напора в месте присоединения внутреннего водопровода к наружной водопроводной сети устанавливается водоснабжающей организацией, а требуемый напор определяется по формуле:

$$H_{mp} = 10 + 4(n - 1). \quad (4.3.2)$$

где n – число этажей здания.

Дадим краткую характеристику отдельных элементов внутреннего водопровода.

Вводом называется трубопровод от наружной водопроводной сети до первой по ходу движения воды запорной арматуры или водомерного узла внутри здания. Выполняется ввод из стальных оцинкованных, чугунных или пластмассовых труб.

Ввод в здание рекомендуется выполнять перпендикулярно обрезу фундамента по кратчайшему расстоянию от врезки в городскую водопроводную сеть. При трассировке ввода необходимо учитывать, что расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками системы водоотведения и водостоков должно быть не менее 1,5 м.

В здание устраивается один или два ввода. Два ввода предусматриваются для зданий, оборудованных совмещенным хозяйственно-питьевым - противопожарным водопроводом.

При устройстве двух и более вводов необходимо предусматривать присоединение их, как правило, к различным участкам наружной кольцевой сети водопровода.

Водомерный узел объединяет счетчик расхода воды, запорную арматуру, контрольно-измерительные устройства, фильтр для очистки воды и соединительные трубопроводы. Схема типового водомерного узла приведена на рис. 4.3.2.

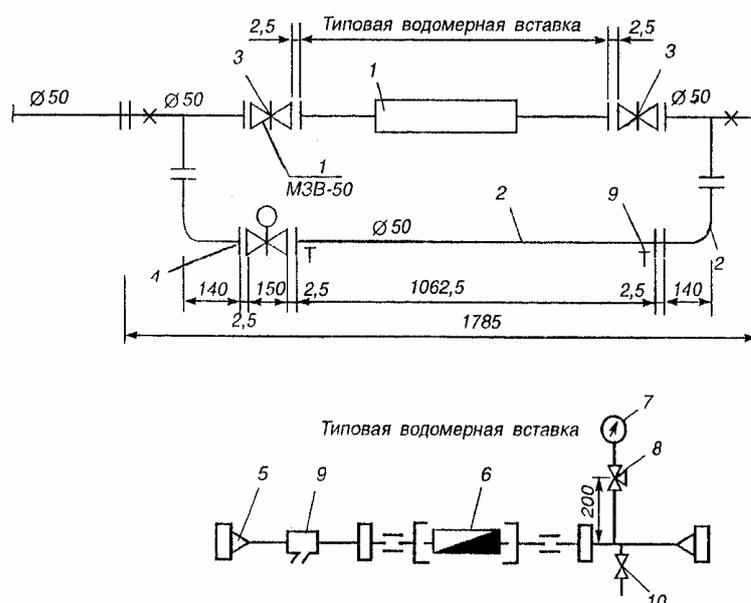


Рис. 4.3.2. Схема водомерного узла.

1 – типовая водомерная вставка; 2 – обводная линия; 3 - задвижки; 4 – опломбированная задвижка; 5 – переход; 6 - счетчик расхода воды; 7 – манометр; 8 – трехходовой кран; 9 – фильтр для очистки воды; 10 – спускной кран.

Размещается водомерный узел на высоте около 0,5 метра от пола в теплых и сухих подвальных помещениях вблизи пересечения вводом наружной стены. Место размещения водомерного узла должно быть доступно для осмотра и выполнения ремонтных работ.

Разводящая магистраль внутреннего водопровода выполняется из оцинкованных стальных, пластмассовых труб или металлопластиковых труб. Ее конфигурация выбирается с учетом местоположения стояков и требований по минимизации протяженности трубопроводов и удобства их монтажа и ремонта. На рис. 4.3.1 приведена *тупиковая* схема разводящей магистрали, отличающаяся от *кольцевой* схемы меньшей протяженностью трубопроводов. Тупиковую схему применяют в зданиях, допускающих перерывы в подаче воды, а кольцевую – в совмещенных системах хозяйственно-питьевого - противопожарного водопровода, не допускающих перерывов в подаче воды. *Запорную арматуру* устанавливают на разводящей магистрали для отключения ее отдельных участков.

Стояки представляют собой вертикальные трубопроводы из стальных оцинкованных, пластмассовых или металлопластиковых труб. В жилых зданиях стояки прокладывают открыто — по стенам ванных комнат, уборных и кухонь. Скрытую прокладку трубопроводов предусматривают для помещений, к отделке которых предъявляются повышенные требования, и для всех систем из пластмассовых труб (кроме располагаемых в санитарных узлах). При этажности здания более трех в месте подключения стояков к разводящей магистрали устанавливают запорную арматуру. Количество стояков, обслуживающих квартиру зависит от ее планировочного решения. Если кухня, ванная комната и уборная расположены в смежных помещениях, то для водоснабжения квартиры предусматривается один стояк. В том случае, если два вспомогательных помещения, например, ванная комната и уборная расположены смежно, а кухня отделена от них коридором или другими помещениями квартиры, то предусматриваются два стояка – один

используется для водоснабжения ванной комнаты и уборной, а второй – для подачи воды на кухню. Если кухня, ванная комната и уборная расположены не смежно и отделены друг от друга другими помещениями или коридорами, то для водоснабжения квартиры предусматриваются три стояка, по одному для кухни, ванной комнаты и уборной.

Внутриквартирная водопроводная разводка присоединяется к стояку через запорную арматуру (кран), для обеспечения возможности отключения внутриквартирной сети от стояка. Современные технические решения предусматривают установку в месте подключения к стояку фильтра для грубой очистки воды и счетчика ее расхода. Перечисленное оборудование объединяется в *узел присоединения*. В том случае, если для водоснабжения квартиры используются несколько стояков, фильтры и счетчики расхода воды устанавливаются в месте подключения внутриквартирной разводки к каждому стояку и в этом случае внутриквартирная сеть водопровода содержит узлы присоединения на каждом стояке. Подводки к водоразборной арматуре могут выполняться открыто из стальных оцинкованных, медных и других металлических труб. Пластмассовые трубы прокладываются скрыто в шахтах, бороздах или каналах для предотвращения разрушения материала труб от воздействия ультрафиолетовых лучей. Открытая прокладка пластмассовых труб допускается только в уборных без естественного освещения. Для предотвращения конденсации водяных паров из воздуха помещений на холодных поверхностях водопроводных труб они теплоизолируются.

Подключение водоразборной арматуры к узлам присоединения может выполняться по *последовательной* или *параллельной* схеме. Последовательная схема подключения показана на рис. 4.3.1. Ее характерной особенностью является подключение различной водоразборной арматуры к общей подводке, проложенной на высоте 0,35 м от пола. Такое присоединение требует минимальной протяженности труб и наиболее целесообразно при компактном размещении санитарных приборов и

открытой прокладке труб. При присоединении водоразборной арматуры по параллельной схеме, рис.4.3.3, в состав узла присоединения включается *коллектор-распределитель*, к которому подключаются индивидуальные подводки к каждому санитарному прибору. Данная схема применяется при повышенных требованиях к уровню комфортности, например, при установке в совмещенном санитарном узле ванны, душевой кабины, умывальника, унитаза и биде и рассредоточенном размещении санитарных приборов. Данные схемы получили название *коллекторных*. Прокладка труб при коллекторном присоединении подводок к водоразборной арматуре производится скрыто в бороздах стен или под полом в специальных гильзах.

Водоразборная арматура отличается большим разнообразием как конструктивных и дизайнерских решений, так и принципом регулирования расхода воды. К основным видам водорозборной арматуры, устанавливаемой в жилых зданиях относятся: смесители моек, смесители умывальников, смесители с душевой сеткой для ванн и душей, смывные бачки унитазов, смесительные краны для биде, краны и смесители душевых кабин, а также краны для присоединения шлангов, используемых для тушения очага пожара в квартире.

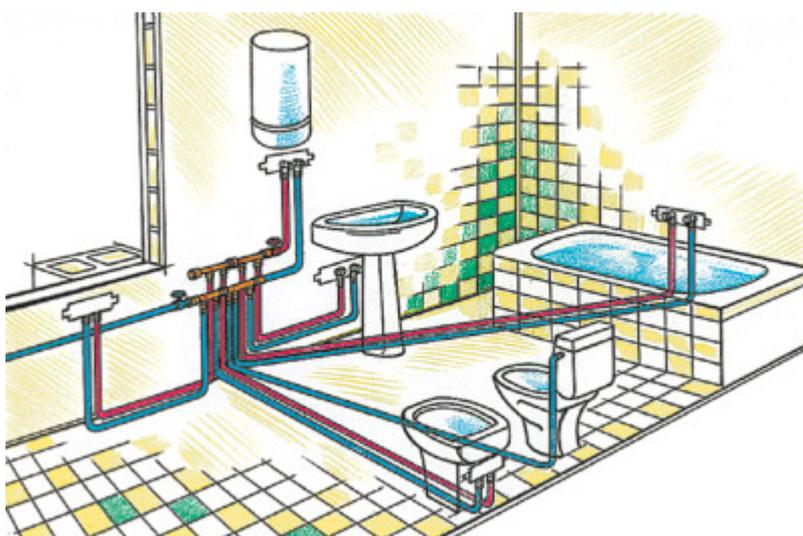


Рис. 4.3.3. Коллекторная схема внутриквартирной водопроводной сети.

Современные высокотехнологичные конструкции водоразборной арматуры отличаются малыми зазорами между движущимися элементами и точной подгонкой деталей, поэтому попадание в водоразборную арматуру вместе с водой посторонних примесей может вызвать нарушение ее работы. Именно поэтому в узле присоединения внутриквартирной разводки к стояку необходимо устанавливать фильтр для очистки воды от взвесей.

Как указывалось выше, схема внутреннего водопровода, представленная на рис. 4.3.1, применяется в том случае, если в месте присоединения здания *свободный гарантийный напор* в наружной водопроводной сети, H_2 , превышал *требуемый напор*, H_{mp} , необходимый для подачи воды к наиболее высокорасположенному и удаленному от ввода водоразборному устройству в любое время суток. Как правило, эти условия в условиях городской застройки соблюдаются для безлифтовых зданий.

В том случае, если в течение суток свободный гарантийный напор в наружной водопроводной сети периодически меняется, причем для одной части суток, например, ночью

$$H_2 > H_{mp} , \quad (4.3.3)$$

а для другой части суток, например днем

$$H_2 < H_{mp} , \quad (4.3.4)$$

то необходимо принимать дополнительные меры по стабилизации напора во внутреннем водопроводе и гарантированном водоснабжении потребителей.

Выполнить это можно разными способами. Первый заключается в размещении в верхней части здания *водонапорного бака*, который заполняется водой из наружной водопроводной сети в период суток при $H_2 > H_{mp}$, а при снижении напора в наружной водопроводной сети ниже значения H_{mp} , обеспечивается подача воды из бака с необходимым напором к водоразборной арматуре. Схема внутреннего водопровода с водонапорным баком приведена на рис. 4.3.4. Схема внутреннего водопровода с водонапорным баком содержит, по сравнению со схемой, представленной на

рис. 4.3.1, дополнительные элементы – водонапорный бак 8, поплавковый клапан 9 и обратный клапан 10.

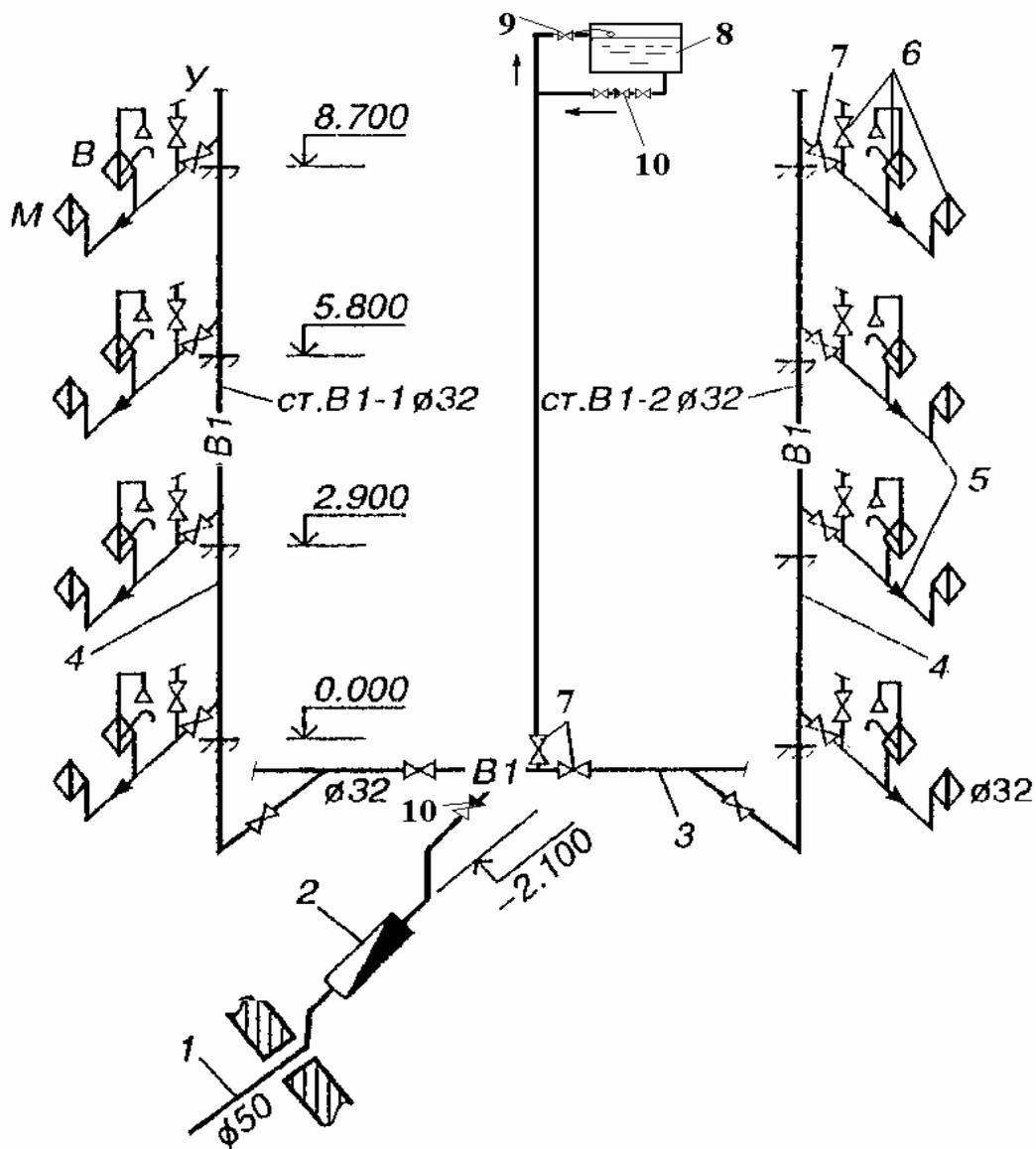


Рис. 4.3.4. Схема внутреннего водопровода с водонапорным баком.

1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – разводящая магистраль; 4 - стояк; 5 – подводка к водоразборной арматуре; 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура; 8 – водонапорный бак; 9 - поплавковый клапан; 10 – обратный клапан.

В водонапорный бак вода поступает через поплавковый клапан в тот период суток, когда $H_2 > H_{mp}$. При достижении максимально допустимого уровня воды в баре поплавковый клапан закрывается и поступление воды в бак прекращается.

В период суток, когда $H_z < H_{mp}$, напор воды, создаваемый водонапорным баком, превышает напор в наружной водопроводной сети, поэтому вода из бака поступает через обратный клапан в разводящую магистраль и далее к потребителям. Чтобы не происходила обратная утечка воды из внутреннего водопровода в наружную сеть, между водомерным узлом и разводящей магистралью устанавливают обратный клапан 10, пропускающий воду только в направлении от водомерного узла к разводящей магистрали.

К достоинствам стабилизации напора во внутреннем водопроводе с помощью водонапорного бака относится простота и независимость от электроэнергии. К недостаткам – необходимость размещения бака, имеющего значительные размеры и массу на перекрытии последнего этажа, необходимость контроля состояния бака и его периодического ремонта, а также возможное ухудшение качества воды и появление протечек при неправильной эксплуатации бака.

Второй способ обеспечения требуемого напора у потребителей заключается в применении *повысительной (насосной)* установки, создающей дополнительный напор воды во внутреннем водопроводе. Повысительные установки применяются как при периодическом, так и при постоянном превышении требуемого напора во внутреннем водопроводе над величиной свободного напора на вводе в здание. Повысительная установка размещается после водомерного узла и перед разводящей магистралью. Схема внутреннего водопровода с повысительной установкой приведена на рис. 4.3.5. Внутренний водопровод, схема которого представлена на рис. 4.3.5, является совмещенным хозяйственно-питьевым – противопожарным. Для обеспечения бесперебойного водоснабжения он оборудован двумя вводами 1, подключенными к разным участкам наружного водопровода. На каждом вводе установлен водомерный узел 2 и обратный клапан 10 для предотвращения обратного движения воды из внутреннего водопровода в наружную сеть. Оба ввода объединены общим трубопроводом и подключены

к повысительной установке 3. На обводной линии повысительной установки установлен обратный клапан 10 и задвижка 11.

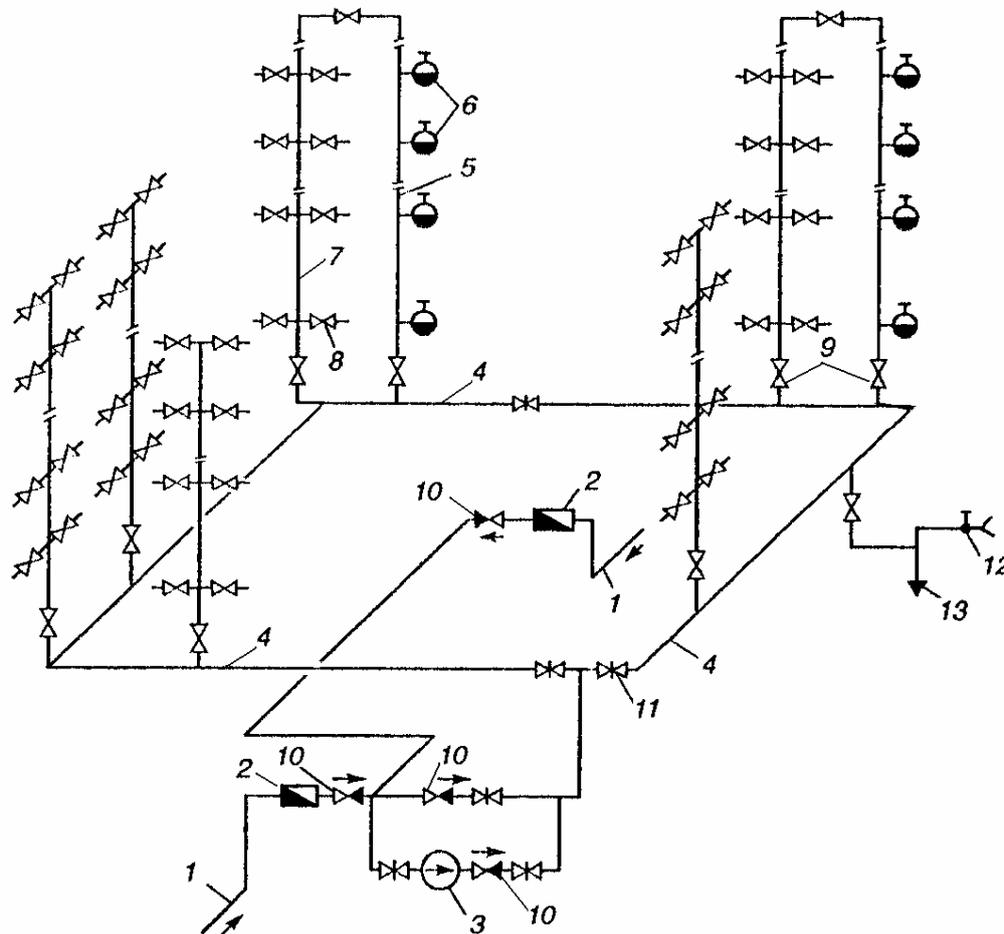


Рис. 4.3.5. Схема внутреннего водопровода жилого дома с повысительной установкой.

1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – повысительная установка; 4 – разводящая магистраль; 5 – пожарный стояк; 6 - пожарный кран; 7 – стояк; 8 – кран на вводе в квартиру; 9 – кран для отключения стояка; 10 – обратный клапан; 11 – задвижка; 12 – поливочный кран; 13 – пробка для спуска воды.

После повысительной установки вода поступает в разводящую магистраль 4, которая выполнена по кольцевой схеме для повышения надежности подачи воды. Для обеспечения возможности отключения отдельных участков разводящей магистрали на ней установлены задвижки 11. К разводящей магистрали подключены пожарные стояки 5, на которых

установлены пожарные краны 6, и стояки хозяйственно-питьевого водопровода 7, имеющие краны 8 на ответвлениях в квартиры. Для отключения стояков в их нижней части установлены краны 9. Полив прилегающей к дому территории осуществляется при помощи поливочного крана 12. Для слива воды из трубы, подводящей воду к поливочному крану, установлена пробка 13.

Применение повысительных установок позволяет обеспечить требуемый напор воды у потребителей при любой этажности здания, однако использование насосов приводит к дополнительному потреблению электроэнергии и необходимости выделения площадей для размещения насосов.

При размещении повысительных установок необходимо учитывать требования по предотвращению повышения уровня шума в помещениях зданий. Так, насосные установки *запрещается* размещать непосредственно под жилыми квартирами, детскими или групповыми комнатами детских садов и яслей, классами общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, аудиториями учебных заведений. Насосные установки с противопожарными насосами для внутреннего пожаротушения располагаются в первых и подвальных этажах зданий I и II степени огнестойкости из несгораемых материалов. При этом помещения насосных установок должны быть отапливаемыми, выгорожены противопожарными стенами (перегородками) и перекрытиями и иметь отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

Современные насосные установки оснащаются системами автоматического управления, которые обеспечивают: включение и отключение насосов в зависимости от соотношения величин требуемого напора воды и его фактического значения на вводе в здание; подачу воды по обводной линии насосной установки при ее отключении; отключение насосной установки при отсутствии воды в наружном водопроводе.

В зданиях повышенной этажности применяются *зонные* системы внутреннего водопровода, при устройстве которых здание разбивается по высоте на зоны и в каждой зоне устраивается самостоятельный внутренний водопровод, гидравлически не связанный с водопроводами, обслуживающими другие зоны здания. Высота зоны определяется тем, что гидростатический напор на уровне самого низко расположенного санитарного прибора в каждой зоне не должен превышать 45 м.

Так, при высоте этажа равной 3 метрам в отдельную зону выделяется часть здания, содержащая 15 этажей. Это объясняется тем, что в этом случае разность отметок между наиболее низко и высоко расположенными санитарными приборами будет составлять 42 метра, а с учетом требуемой величины свободного напора перед водоразборной арматурой, равной 2 метрам водяного столба, гидростатический напор в водопроводе на уровне наиболее низко расположенного санитарного прибора составит 44 метра.

Однако это не значит, что при зонировании внутреннего водопровода здание всегда разбивается по высоте на части, имеющие высоту около 40 метров. Так, при устройстве хозяйственно-питьевого водопровода в 20-этажном жилом доме в первую зону можно выделить ту часть здания, которая может быть обеспечена водой за счет напора в наружной водопроводной сети, например, первые 5 этажей. Для обслуживания второй зоны, включающей с 6 по 20 этажи, необходимо предусмотреть систему хозяйственно-питьевого водоснабжения с применением повысительных установок, разместив их в подвале дома.

В высотных зданиях для размещения водопроводного оборудования зонных систем необходимо предусматривать технические этажи или помещения, расположенные по высоте через 40-45 метров друг от друга.

4.4. Определение расчетного расхода воды в хозяйственно-питьевом водопроводе здания

Для обеспечения требуемого уровня надежности водоснабжения здания его хозяйственно-питьевой водопровод должен обеспечивать подачу нормативных расходов воды к водоразборной арматуре, соответствующих числу водопотребителей и количеству установленных санитарных приборов.

В жилых и общественных зданиях секундный расход воды q_0^c , л/с, водоразборной арматурой санитарно-технических приборов, допускается принимать равным $q_0^c = 0,2$ л/с.

Максимальный секундный расход воды на вводе в здание q^c , л/с, определяется по формуле

$$q^c = \alpha q_0^c \quad (4.4.5)$$

где α - коэффициент, определяемый по СНиП 2.04.01-85(2000) в зависимости от общего числа приборов, N , в здании и вероятности их действия, P .

Коэффициент α может быть определен по упрощенной формуле:

$$\alpha = 0,2 + 0,75(PN)^{0,8}. \quad (4.4.6)$$

Необходимость учета *вероятности* действия санитарных приборов определяется тем, что водопотребители (применительно к жилым зданиям - жители) пользуются санитарными приборами периодически, поэтому простое суммирование расходов воды всеми санитарными приборами, установленными в здании, даст явно завышенную величину максимального расчетного расхода воды на вводе в здание.

Вероятность действия санитарно-технических приборов P определяется по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{q_0 N \cdot 3600}; \quad (4.4.7)$$

где $q_{hr,u}$ - норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая по СНиП 2.04.01-85(2000), л/час·чел;
 U – количество водопотребителей в здании;

В том случае, если здание присоединяется к источникам централизованного горячего водоснабжения, в качестве величины $q_{hr,u}$ принимается норма расхода холодной воды $q_{hr,u}^c$. Если здание не присоединяется к централизованным источникам горячего водоснабжения, а приготовление горячей воды осуществляется местными установками, расположенными в здании, тогда в качестве величины $q_{hr,u}$ принимается общая норма расхода воды $q_{hr,u}^{tot}$.

Величина максимального секундного расхода воды в здании, q^c , определяет нагрузку здания на наружные водопроводные сети и позволяет водоснабжающей организации принимать решение о возможности присоединения проектируемого здания к существующим водопроводным сетям.

4.5. Противопожарные водопроводы зданий

Для обеспечения возможности тушения пожара внутри зданий в них устраивают противопожарные водопроводы. Тушение пожара водяными системами пожаротушения может выполняться *вручную*, с помощью специальных приспособлений размещаемых *в пожарных шкафах*, или автоматически, без участия человека.

Для ручного тушения пожара устраиваются *противопожарные водопроводы с пожарными кранами*. Они предназначены для тушения водой очагов возникновения пожара и защиты от огня путей эвакуации людей из здания. Нормами установлен перечень жилых и общественных зданий, а также административно-бытовых зданий промышленных предприятий, таблица 4.5.1, в которых обязательно устройство противопожарных водопроводов с пожарными кранами, а также минимальные расходы воды на пожаротушение.

Таблица 4.5.1.

Объекты, в которых требуется устраивать противопожарные водопроводы

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 ³	1	2,5
то же, объемом св. 25 000 м ³	2	2,5
при числе этажей св. 10 и объемом до 25 000 м ³	2	2,5
то же, объемом 25 000 м ³	3	2,5
3. Клубы с эстрадой, театры, кинотеатры, актовые и конференц-залы, оборудованные киноаппаратурой	Согласно СНиП 2.08.02-89*	
4. Общежития и общественные здания, неуказанные в поз. 2:	1	2,5
при числе этажей до 10 и объемом от 5000 до 25 000 м ³		
то же, объемом св. 25 000 м ³	2	2,5
при числе этажей св. 10 и объемом до 25 000 м ³	2	2,5
то же, объемом св. 25 000 м ³	3	2,5
5. Административно-бытовые здания промышленных предприятий объемом, м ³ :		

определяются расчетом, исходя из необходимости орошения всех точек помещения и подачи расчетного объема воды на пожаротушение.

Минимальный радиус действия пожарного крана равен 16 м.

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.

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

При расчетном напоре в сети противопожарного водопровода, превышающем 45 м, необходимо предусматривать устройство отдельной сети противопожарного водопровода.

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

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 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).

Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м над полом помещения и размещают 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.

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, необходимо применять стволы, спрыски и пожарные краны одинакового диаметра и пожарные рукава одной длины.

Пожарные краны устанавливаются 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.

Системы автоматического пожаротушения не предусматривают участия человека в тушении пожара и включаются в работу автоматически по сигналам датчиков пожарной сигнализации. Различают *спринклерные* и *дренчерные* системы автоматического пожаротушения.

Спринклерные системы автоматического пожаротушения применяют для защиты помещений с повышенной пожарной опасностью – встроенные помещения для хранения автомобилей, а также здания многоуровневых стоянок; крупные торговые центры с общей площадью 3600 м² и более; театры и культурно-зрелищные комплексы большой вместимости.

Схема спринклерной системы автоматического пожаротушения приведена на рис. 4.5.2. Принцип пожаротушения, используемый спринклерной системой, основан на орошении очага возгорания водой, разбрызгиваемой специальным устройством – спринклером 1. Спринклер представляет собой герметичную конструкцию, имеющую замок из легкоплавкого сплава, с температурой плавления от 70 до 95 °С. При повышении температуры воздуха в очаге пожара до температуры плавления материала замка, он разрушается, и спринклер орошает очаг пожара водой. Устанавливаются спринклеры в верхней зоне помещения. Площадь поверхности пола, орошаемой одним спринклером, составляет около 10 м².

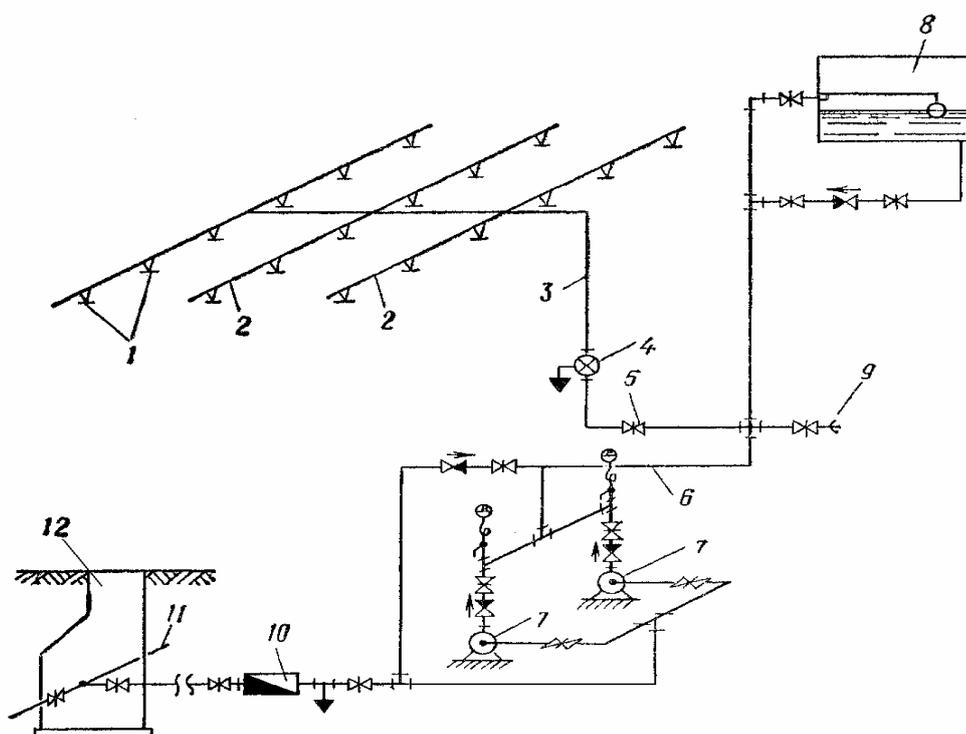


Рис. 4.5.2. Схема спринклерной системы автоматического пожаротушения.

1 - спринклер; 2 – распределительные трубопроводы; 3 – главный питательный трубопровод; 4 – контрольно-сигнальный клапан; 5 – главная задвижка;
6 – магистральный трубопровод; 7 – насосная установка; 8 – водонапорный бак; 9 – аварийное выключение; 10 – водомерный узел; 11 – наружная водопроводная сеть; 12 - водопроводный колодец.

Для подачи воды к спринклерам под потолком помещения прокладываются распределительные трубопроводы 2, в которые вода поступает из главного питательного трубопровода 3 через контрольно-сигнальный клапан 4 и главную задвижку 5. Контрольно-сигнальный клапан срабатывает при разрушении спринклера и соответствующем падении напора воды в главном питательном трубопроводе.

При срабатывании клапана включается сигнализация о пожаре и открывается доступ воде от водопитателей системы. В начальный период тушения пожара вода к спринклерам поступает от водонапорного бака 8, а затем включается насосная установка 7 и подает воду на тушение пожара с расходом от 30 до 50 л/с из наружной водопроводной сети 11. Минимальный объем водонапорного бака составляет 3 м³. После окончания тушения пожара и восстановления спринклеров водонапорный бак заполняется водой из наружной водопроводной сети.

Дренчерные установки пожаротушения отличаются от спринклерных отсутствием замков на разбрызгивателях (*дренчерах*). Подача воды к разбрызгивателям дренчерных систем может осуществляться автоматически, путем открытия клапана, срабатывающего по сигналу датчика пожарной сигнализации, или вручную, открыванием задвижки на подающем трубопроводе. В отличие от спринклеров, при включении дренчерной установки происходит истечение воды через все разбрызгиватели системы, при этом, в зависимости от назначения установки, может орошаться вся защищаемая площадь помещения, или создаются водяные завесы, препятствующие распространению огня от очага возгорания.

Расстояние между дренчерами, защищающими отдельные участки или все помещение, принимают не более 3 м.

Дренчерные водяные завесы предусматривают в противопожарных зонах, свободных от технологического оборудования и материалов.

4.6. Водоснабжение плавательных бассейнов.

Бассейном называется сооружение, состоящее из одной или нескольких ванн, помещений и устройств для обслуживания занимающихся, зрителей, а также для технической эксплуатации. *Открытыми бассейнами* называют сооружения с ваннами для плавания, расположенными на открытом воздухе. *Закрытые бассейны* – это здания, в которых размещены ванны и вспомогательные помещения. *Комплексные бассейны* – сооружения, включающие открытые и закрытые ванны. *Трансформирующийся бассейн* представляет собой сооружение с трансформируемыми ограждающими конструкциями, позволяющими превращать бассейн попеременно в открытый или закрытый.

По назначению бассейны подразделяются на:

- учебно-тренировочные, предназначенные для обучения плаванию, проведения оздоровительных занятий, тренировок и соревнований при ограниченном числе зрителей;
- демонстрационные, рассчитанные на проведение крупных соревнований с числом зрителей более 600 для крытых и 1200 для закрытых бассейнов.

Бассейны подразделяются также на:

- плескательные, для приучения к воде детей дошкольного возраста;
- детские, для обучения плаванию детей младшего и среднего возраста;
- учебные, для обучения плаванию детей старшего возраста и взрослых;

По виду водных видов спорта различают бассейны для плавания, прыжков в воду и универсальные.

Комфортность и безопасность пользования бассейном во многом определяются качеством воды в его ваннах.

В большинстве случаев для водоснабжения бассейнов используется вода из городского водопровода. В некоторых случаях при недостаточной производительности местных водопроводов для заполнения ванн бассейнов

допускается по согласованию с органами государственного надзора использовать воду открытых водоемов, разрешенных для купания.

Вода для хозяйственно-питьевых и технологических нужд спортивных и физкультурно-оздоровительных бассейнов должна удовлетворять требованиям ГОСТ «Вода питьевая». Кроме того, следует предусматривать меры, обеспечивающие воде, подаваемой в ванны бассейнов, следующие дополнительные качества:

а) цветность не более 5°;

б) содержание взвешенных веществ: в открытых ваннах - не более 2 мг/л, в закрытых - не более 1 мг/л;

в) прозрачность по кресту - на всю глубину ванны.

Прозрачность по кресту должна обеспечивать отчетливую видимость с расстояния не менее 10 м белого диска диаметром 150 мм с черным крестом (толщина линии 1 см), помещенного в самой глубокой точке дна ванны.

Расчетную температуру воды в ваннах бассейнов принимают в зависимости от вида бассейна (открытый или крытый) и назначения ванны, таблица 4.6.1.

Таблица 4.6.1
Расчетная температура воды в ваннах бассейнов

Назначение ванны	Расчетная температура воды в ваннах, °С		
	открытых		крытых
	летом	зимой	
Спортивное плавание, водное поло, купание и игры в воде, оздоровительное плавание	27	28	26
Прыжки в воду	29	-	28
Обучение неумеющих плавать	29	-	29

Расход воды на технологические нужды зависит от схемы водоснабжения ванн бассейна. На практике применяют несколько схем водообмена в ваннах.

Проточный водообмен не предусматривает рециркуляцию воды ванны и может осуществляться путем:

- периодической полной замены воды в ванне, что требует больших расходов воды и увеличивает расходы на эксплуатацию бассейна;

- непрерывного проточного водообмена с непрерывной подачей воды в ванну из водоисточника и удалением излишков использованной воды в системы водоотведения или водостоков.

Проточный водообмен с полной заменой воды в ванне применяют только для лечебных и оздоровительных бассейнов, работающих на морской или минеральной воде.

Проточный водообмен с непрерывным протоком рекомендуется использовать только для небольших ванн с объемом воды не более 70 м³ и применять в этом случае предварительную дезинфекцию воды, поступающей из водоисточника.

Рециркуляционный водообмен осуществляется путем забора из ванны использованной воды, ее очистки, нагрева и последующей подачи в ванну. При рециркуляционном водообмене достигается сокращение расхода воды от водоисточника и обеспечение требуемых санитарно-гигиенических характеристик воды, поэтому данная схема получила наибольшее распространение в бассейнах спортивного профиля.

Отвод воды из ванн бассейнов на рециркуляцию может предусматриваться как через переливные желоба, так и через отверстия в дне, располагаемые в глубокой и мелкой частях ванн.

Подача воды в ванны бассейнов может осуществляться через отверстия в стенках и дне ванн, расположение которых должно обеспечивать равномерное распределение ее по всему объему для поддержания постоянства ее температуры и бактерицидных качеств.

Для подачи воды в ванны бассейнов допускается использование перфорированных труб, укладываемых в теле уступа для отдыха под облицовкой (без изменения отметки верха уступа).

Очистку технологической воды предусматривают фильтрами, так как в воде ванн бассейнов содержится в основном тонкодисперсная взвесь,

коагуляция перед фильтрованием обязательна. Перед очистными сооружениями устанавливают сетчатые фильтры (волосоуловители).

Водоочистные сооружения в бассейнах устанавливают отдельно для каждой ванны или для группы ванн одинакового назначения и возраста занимающихся в них.

Дезинфекция воды, подаваемой в ванны, должна производиться препаратами хлора или брома, обладающими высоким бактерицидным эффектом и обеспечивающими остаточное бактерицидное последствие. Дезинфекция физическими методами допускается только в сочетании с химическими.

Суммарный расчетный расход воды в рециркуляционных системах водоснабжения бассейнов ориентировочно равен $1,0 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного человека.

Схема рециркуляционного водообмена в ванне бассейна приведена на рис. 4.6.1.

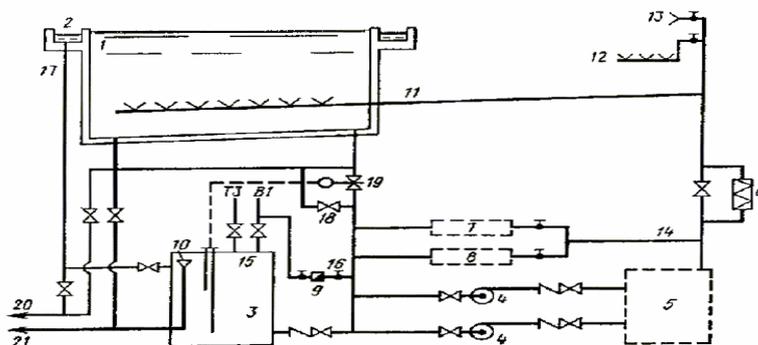


Рис. 4.6.1. Принципиальная схема водоподготовки с рециркуляцией воды.

1 - ванна; 2 - переливной желоб (лоток); 3 - бак-аккумулятор; 4 - насосы циркуляционные; 5 - блок фильтров; 6 - теплообменник; 7 - блок приготовления и дозирования коагулянта; 8 - блок приготовления и дозирования дезинфектанта; 9 - водомер; 10 - датчик уровня; 11 - подача воды в ванну; 12 - подача воды к проходному ножному душу; 13 - подача воды к поливочным кранам на обходной дорожке и в душевых; 14 - подача воды на приготовление реагентов; 15 - заполнение системы; 16 - подпитка исходной водой; 17 - слив из желоба в бак; 18 - забор 50 % циркуляционного расхода из ванны; 19 - забор 100 % циркуляционного расхода из ванны при опорожнении бака; 20 - сброс в канализацию при мытье желоба и ванны; 21 - сброс в водосток при опорожнении.

4.7. Водоснабжение фонтанов

Фонтаны и декоративные водоемы подчеркивают индивидуальность архитектурной среды, а в ряде случаев способствуют улучшению ее микроклимата.

Фонтаны и декоративные водоемы подразделяют на шесть видов:

1. Родники и изливы, оформленные водометом или маскаронном, устраиваются в нишах, углах зданий, оформляются в виде малых архитектурных форм;
2. Водоемы простых геометрических форм. Основой их архитектурной выразительности служит зеркальная поверхность водоема, в которой отражаются здания и деревья. Иногда, для подчеркивания масштабности поверхности водоема устраивается одна вертикальная фонтанная струя;
3. Фонтаны с большим количеством струй и их сложной композицией. Основным средством выразительности является игра водяных струй и их подсветка в ночное время. Эти фонтаны требуют сложного инженерного оборудования и наиболее затратны;
4. Фонтаны-чаши, располагаемые в центре небольшого водоема, в который по периметру чаш стекает вода;
5. Скульптурные фонтаны, основным выразительным средством которых является скульптурная пластика, а струи и водная поверхность играют вспомогательную роль.
6. Фонтаны-каскады в виде ступенчатых переливов на сильно выраженном рельефе.

Для водоснабжения фонтанов и декоративных бассейнов может быть использована вода из городского водопровода или условно чистые воды, не содержащие вредных загрязнений, в том числе вода, охлаждающая конденсаторы холодильных машин установок кондиционирования воздуха.

Для водоснабжения небольших фонтанов возможно использование прямоточной схемы, с присоединением фонтана непосредственно к городской водопроводной сети, при этом струи фонтана формируются за счет

напора в городском водопроводе, рис. 4.7.1. Эту особенность прямоточной схемы необходимо учитывать при разработке художественного решения фонтана, так как при недостаточном напоре воды в городском водопроводе получить требуемую совокупность фонтанных струй будет невозможно.

Основным недостатком прямоточной схемы является нерациональное использование воды, которая после фонтана сбрасывается в водосточные сети или бытовую сеть водоотведения. Одним из вариантов повторного использования сбросной воды от фонтанов является орошение ею зеленых насаждений.

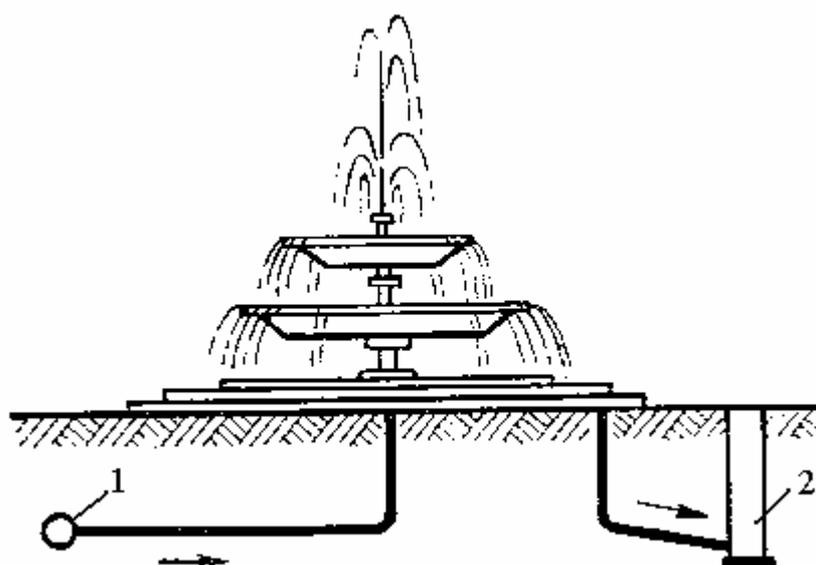


Рис. 4.7.1. Прямоточная схема водоснабжения фонтана.
1 – городской водопровод; 2 – колодец водосточной сети.

С целью экономии воды, рекомендуется использовать рециркуляционную схему водоснабжения, рис. 4.7.2.

Особенностью данной схемы является многократное использование в фонтане одной и той же воды. Первоначальное наполнение фонтана водой, подпитка для восполнения потерь на испарение и унос воды ветром производятся из городского водопровода, а движение воды в водоеме, формирование фонтанных струй создаются циркуляционными насосами.

Размещение насосов и запорной арматуры системы водоснабжения фонтана предусматривается в колодце.

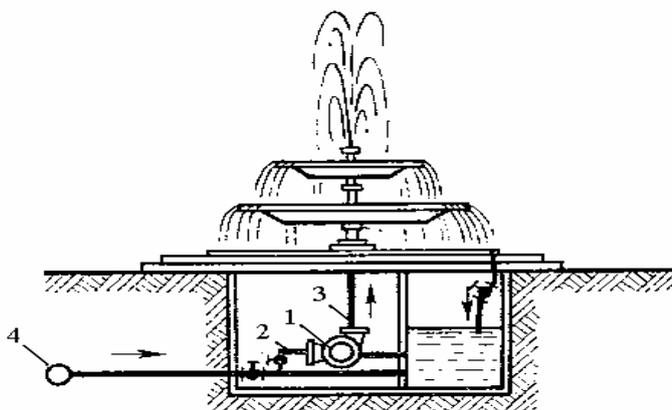


Рис. 4.7.2. Рециркуляционная схема водоснабжения фонтана.
1 – циркуляционный насос; 2 – всасывающий трубопровод;
3 – напорный трубопровод; 4 – наружная водопроводная сеть.

Применение циркуляционных насосов усложняет систему водоснабжения фонтана и увеличивает потребление электроэнергии, но при этом обеспечивает экономию воды и позволяет реализовать художественное проектирование фонтана без ограничений, связанных с величиной свободного напора воды в городском водопроводе.

При каскадной схеме водоснабжения фонтана вода, использованная в вышерасположенном фонтане, самотеком поступает на нижерасположенный ярус, рис. 4.7.3. При каскадной схеме может быть использовано рециркуляционное водоснабжение фонтанов. Для этого необходимо предусмотреть установку циркуляционного насоса, перекачивающего воду из ниже расположенного бассейна в выше расположенный.

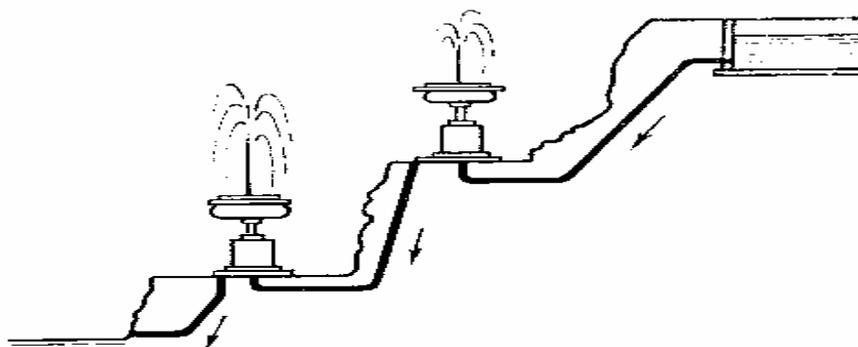


Рис. 4.7.3. Каскадная схема водоснабжения фонтанов.

Для формирования восходящих струй фонтана применяются специальные насадки.

Высоту вертикальной струи фонтана, $h_{струи}$, м, можно определить по формуле Люггера

$$h_{струи} = \frac{H}{1 + \varphi H}, \quad (4.7.1)$$

где H – напор воды перед насадкой, м;

φ – коэффициент, зависящий от диаметра насадки, мм,

$$\varphi = \frac{0,25}{d + (0,1d)^3}. \quad (4.7.2)$$

Расход воды через насадку, Q , м³/с, определяют по формуле

$$Q = \mu F \sqrt{2gH}, \quad (4.7.3)$$

где μ – коэффициент расхода, принимается равным от 0,7 до 0,9;

F – площадь поперечного сечения насадки, м².

Расчет наклонных струй выполняется по специальным номограммам.

Художественная выразительность фонтанов может быть усилена посредством их ночного освещения. Важным условием освещения фонтана является скрытая установка источников света. Подсветка воды затопленными источниками света создает эффект глубинного свечения воды и требует меньшего расхода электроэнергии по сравнению с наружным освещением.

Для усиления декоративного эффекта фонтана может быть использовано подводное освещение и аэрирование водной среды путем подачи воздуха через дырчатые трубы, проложенные по дну фонтана. Поднимающиеся к водной поверхности мелкие пузырьки воздуха создают эффект переливающихся жемчужин.

Для получения эффекта самосветящейся струи применяют специальные насадки со встроенными светильниками, излучающими пучок света, направленный внутрь объема струи. За счет эффекта отражения света от наружных поверхностей струи создается эффект флюоресцирующей воды.

В последние годы оборудование для фонтанов совершенствуется в направлении создания погружных насосных установок и светильников, располагаемых непосредственно на дне бассейна фонтана. Внешний вид погружных комплектов фонтанного оборудования, включающих насосы, светильники и системы управления, приведен на рис. 4.7.4.



Рис. 4.7.4. Фонтанное оборудование

Важной особенностью современного фонтанного оборудования является создание динамичной картины фонтанных струй и возможность дистанционного управления параметрами работы оборудования. Возможности современной фонтанной техники характеризуются рис. 4.7.5. Как видно из этого рисунка посредством применения современного фонтанного оборудования можно получить самые разнообразные композиционные решения фонтанных струй и их светового оформления.





Рис. 4.7.5. Примеры художественного решения фонтанов и использованием погружных фонтанных насосов и светильников.

4.8. Устройство внутридомовой сети водоотведения.

Назначением внутридомовой сети водоотведения является прием сточных вод от санитарных приборов и их транспортировка за пределы здания.

Принцип устройства внутренних сетей водоотведения основан на децентрализации отвода сточных вод из здания и организации их самотечного движения.

Децентрализация предусматривает, что из здания, как правило, предусматривается несколько выпусков сточных вод, объединенных дворовой (внутриквартальной) сетью. Такое решение имеет своей целью уменьшить вероятность засорения трубопроводов и нарушения работы системы водоотведения.

Общее представление об устройстве внутренней сети водоотведения можно получить по рис. 4.8.1.

Организация самотечного движения сточных вод в системе внутреннего водоотведения обусловлена условиями эксплуатации системы: необходимостью обеспечения надежного сплава сточных вод, периодичностью поступления сточных вод, разнообразием видов и значительным количеством санитарных приборов в зданиях, загрязненностью сточных вод и рядом других факторов.

Бытовые сточные воды от санитарных приборов 1 (ванн, умывальников, унитазов, моек и др.) последовательно поступают в отводные трубы 2, стояк 3, выпуск 4 и в колодец дворовой канализации 5. Ревизии 6 и прочистки 7 предназначаются для устранения засоров в стояках, отводных трубах и выпусках. Для вентиляции сети предусмотрено устройство вытяжной части стояка 8, устье которой возвышается над кровлей на 0,5 м.

Так как исходными элементами системы водоотведения здания являются санитарные приборы, то их размещение в помещениях здания во многом определяет трассировку водоотводящих сетей, их диаметры, способы

прокладки трубопроводов и их размещение, а также устройство системы водоотведения в целом.

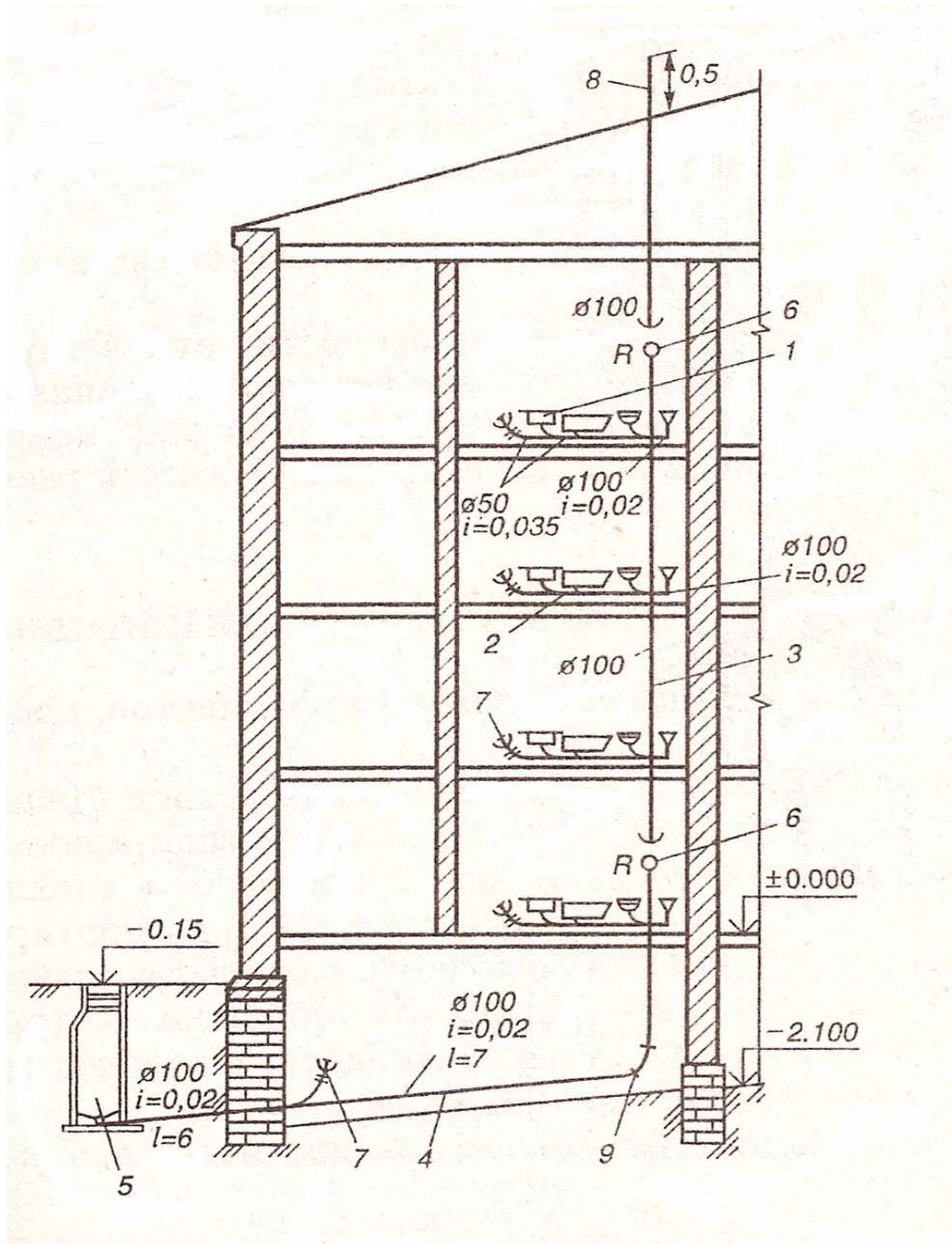


Рис. 4.8.1. Внутренняя канализация жилого дома.

1 – санитарные приборы; 2 – отводные трубы; 3 – стояк; 4 – выпуск; 5 – колодец дворовой канализации; 6 – ревизия; 7 – прочистка; 8 - вытяжная часть стояка; 9 – отвод.

4.9. Санитарные приборы.

Типы, конструктивные решения и размеры санитарных приборов во многом определяются физиологическими особенностями человека, поэтому типология санитарных приборов достаточно устойчива и не претерпела существенных изменений за период устройства в зданиях внутренних сетей водоотведения.

К характерной особенности санитарного прибора можно отнести его универсальность, проявляющуюся в необходимости адаптации его конструкции для пользования людьми с различными антропометрическими характеристиками и разных возрастов. Именно это определяет традиционную консервативность форм, конструктивных решений санитарных приборов и их типологического ряда.

Консерватизм санитарных приборов во многом определяется также специфическими требованиями к ним, в частности:

- материалы, из которых изготавливаются приборы, должны быть гигиеничны, устойчивы к химическим воздействиям, выдерживать температуру до 90 °С и механические нагрузки;

- форма санитарного прибора должна соответствовать антропометрическим характеристикам человека и не иметь мест, в которых возможно накопление загрязнений.

- конструкция санитарного прибора должна обеспечивать эффективный прием использованной воды, минимизировать ее разбрызгивание и загрязнение окружающего пространства.

К основным типам санитарных приборов относят *унитазы, писсуары, умывальники, ванны, души, душевые кабины, биде, раковины и мойки.*

Унитазы в основном изготавливают из фаянса и полуфаянса, реже – из нержавеющей стали. По способу установки они могут быть *напольными* или *консольными*, которые крепятся к стене. Традиционные конструкции унитазов имеют *косой* выпуск сточных вод (под углом 30 ° к плоскости пола) или *прямой* – перпендикулярно плоскости пола. В последнее время получили

распространение унитаза с выпуском, параллельным плоскости пола.

Унитазы с косым выпуском или с выпуском, параллельным плоскости пола присоединяются непосредственно к стояку, рис. 4.9.1, или к отводной трубе, проложенной над перекрытием, на котором установлен унитаз, рис. 4.9.2.

Минимальный диаметр труб, к которым присоединяется унитаз, равен 100 мм.

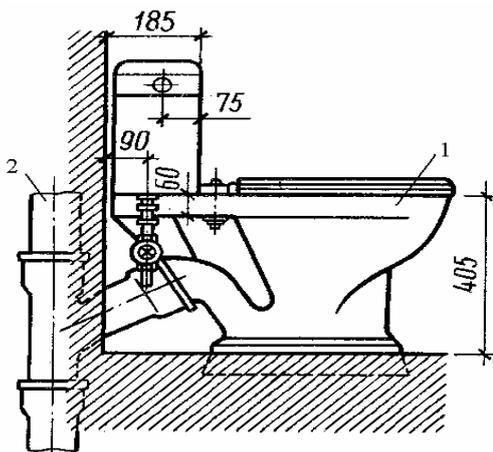


Рис. 4.9.1. Присоединение унитаза с косым выпуском к стояку.
1 – унитаз; 2 – стояк.

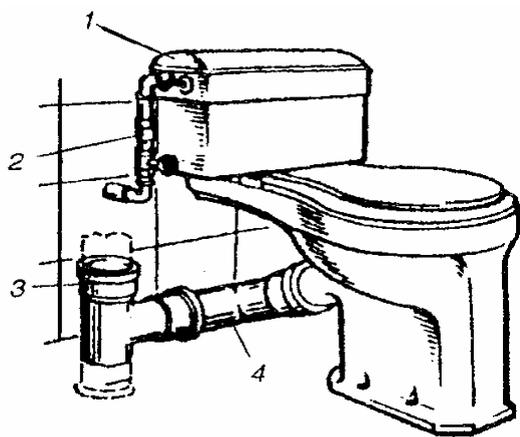


Рис. 4.9.2. Присоединение унитаза с косым выпуском к отводной трубе.
1 - смывной бачок; 2 – подводка водопровода; 3 – стояк; 4 - отводная труба.

Применение унитазов с косыми или параллельными выпусками имеет то преимущество, что их монтаж и демонтаж не требует вскрытия конструкции

перекрытия или проведения работ на нижележащем этаже. Унитазы с параллельными выпусками допускают их консольную установку.

Отличительной конструктивной особенностью унитазов является наличие в них встроенных *гидравлических затворов*, препятствующих проникновению газов и запахов из водоотводящей сети в помещения здания.

Унитаз с прямым выпуском присоединяется к отводной трубе, проложенной в перекрытии на котором установлен унитаз, рис. 4.9.3, или расположенной под перекрытием.

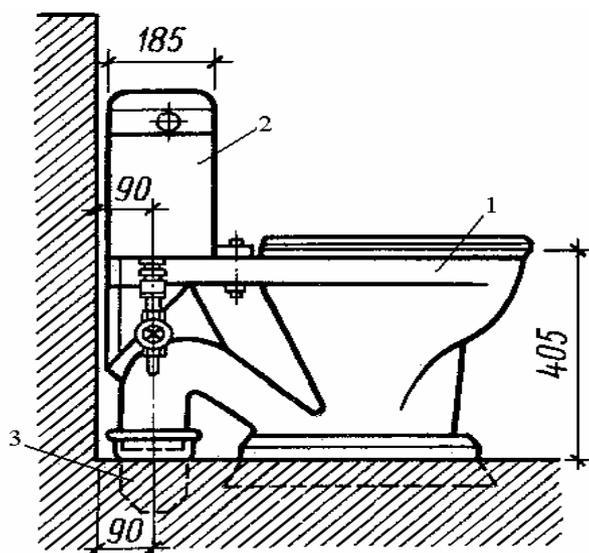


Рис. 4.9.3. Присоединение унитаза с прямым выпуском к отводной трубе, проложенной в перекрытии.
1 – унитаз; 2 – смывной бачок; 3 – отводная труба.

Унитаз с прямым выпуском удобен при групповой установке унитазов в общественных уборных.

Унитаз с параллельным выпуском может присоединяться к стояку или отводной трубе аналогично унитазу с косым выпуском.

В качестве промывных устройств унитазов используют *смывные бачки* и *смывные краны*. Смывные бачки относятся в водоаккумулирующим устройствам и имеют расчетный секундный расход воды равный 0,1 л/с, поэтому для их работы не требуется водопроводов, рассчитанных на большой расход воды. Смывные краны не имеют водоаккумулирующих

устройств, поэтому для их работы необходим значительно больший секундный расход воды, чем для смывных бачков, ориентировочно около 2 л/с. Поэтому при применении смывных кранов необходим внутренний водопровод, рассчитанный на подачу значительно большего секундного расхода воды, чем при использовании смывных бачков. Применение смывных кранов оправдано в тех зданиях, где по условиям технологии или противопожарной безопасности требуется устройство внутреннего водопровода с большими секундными расходами воды.

Бидэ, или женский восходящий гигиенический душ, устанавливается в комнатах личной гигиены женщин на производственных предприятиях, в лечебных учреждениях, общественных зданиях и в санитарных узлах жилых домов повышенной комфортности. Изготавливают бидэ из фаянса или полуфарфора. Присоединяются бидэ к отводным трубам диаметром 50 мм.

Отличительной особенностью унитаза и бидэ является наличие в их конструкции *гидравлического затвора*, препятствующего проникновению газов из трубопроводов внутренней сети водоотведения в помещения.

В санитарных узлах жилых домов повышенной комфортности унитазы и бидэ размещаются в одной зоне помещения.

Примеры установки унитазов и биде в санитарных узлах жилья повышенной комфортности приведены на рис. 4.9.4 и рис. 4.9.5.



Рис. 4.9.4. Установка унитаза и биде напольного крепления.



Рис. 4.9.5. Установка унитаза и биде настенного крепления.

Писсуары устанавливают в мужских уборных общественных и промышленных зданий. На рис. 4.9.6 показана установка писсуаров настенного и напольного типов.

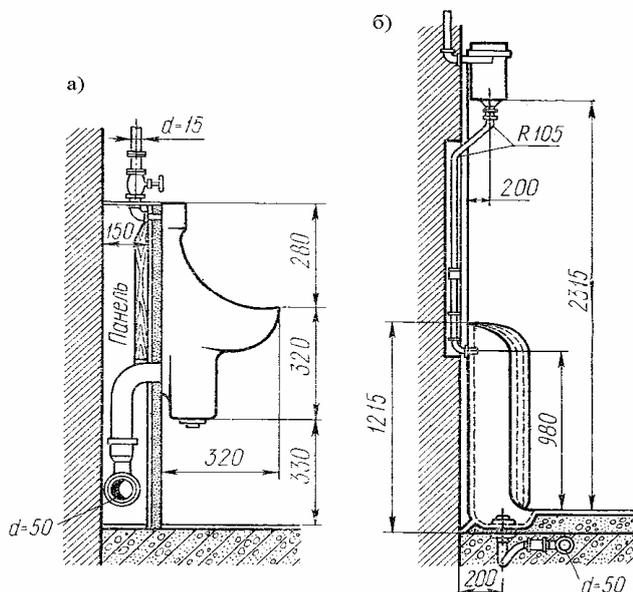


Рис. 4.9.6. Установка писсуаров: а) настенного типа; б) напольного типа.

Писсуары присоединяются к отводным трубам диаметром 50 мм и снабжаются промывающими устройствами. Писсуары могут иметь встроенные гидравлические затворы. В том случае, если писсуар не имеет встроенного гидравлического затвора, он присоединяется к отводной трубе через внешний гидравлический затвор (*сифон*).

Изготавливаются писсуары из фаянса или полуфарфора.

Умывальники отличаются большим разнообразием форм, размеров. Традиционными материалами для их изготовления являются фаянс и полуфарфор. В последнее время, в связи с появлением новых стилевых решений оформления ванных комнат, получили распространение умывальники из нержавеющей стали, стекла и других материалов.

Схема установки умывальника приведена на рис. 4.9.7.

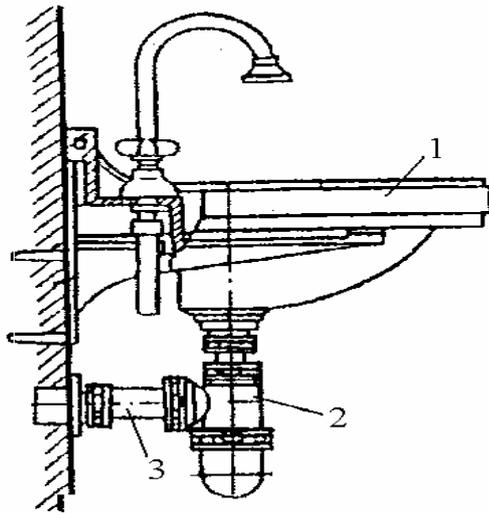


Рис. 4.9.7. Схема установки умывальника.

1 – умывальник; 2 – сифон; 3 – отводная труба от сифона.

При выборе места для установки умывальника необходимо учитывать зону пользования данным санитарным прибором, которая составляет не менее 0,75 м по ширине и не менее 1,15 м по длине, считая от стены, к которой крепится умывальник.

Умывальники подсоединяются к отводным трубам диаметром 50 мм через *сифоны*. Варианты установки умывальников в ваннных комнатах жилого дома повышенной комфортности приведены на рис. 4.9.8 и 4.9.9, 4.9.10.



Рис. 4.9.8. Установка умывальника с открытым сифоном.



Рис. 4.9.9. Напольная установка умывальника с постаментом.



Рис. 4.9.10. Вариант настенной установки умывальника.

Умывальник с постаментом, приведенный на рис.4.9.9, выполнен в едином стилевом решении с унитазом и бидэ на рис. 4.9.4, а умывальник, представленный на рис. 4.9.10 – с унитазом и бидэ на рис. 4.9.5.

Ванны также отличаются большим конструктивным и стилевым разнообразием. В ваннных комнатах жилых зданий массовых серий устанавливаются ванны прямоугольной формы, рис.4.9.11, чугунные или стальные эмалированные. В последние годы большое распространение получили пластмассовые ванны, например, акриловые, выгодно отличающиеся от металлических долговечностью, малой массой и способностью долго удерживать тепло.

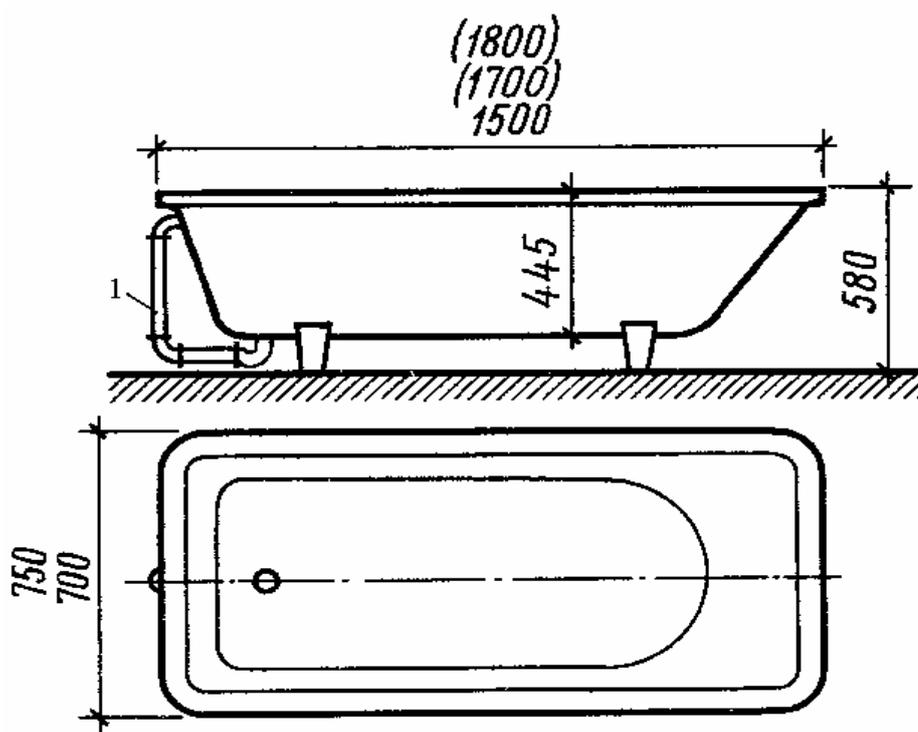


Рис. 4.9.11. Прямоугольные ванны. 1 – сифон с переливом.

Ванны присоединяются к отводным трубам диаметром 50 мм. Сифон ванны конструктивно объединен с переливом, отводящим воду из верхнего переливного отверстия ванны. Общий вид сифона с переливом приведен на рис. 4.9.12.

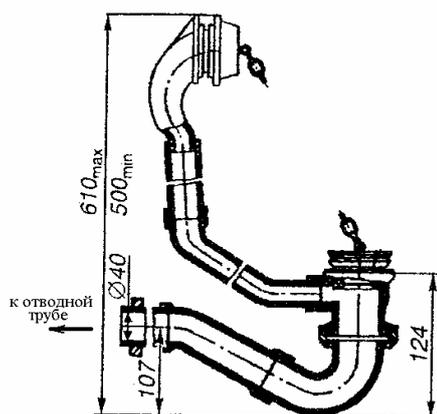


Рис. 4.9.12. Общий вид сифона с переливом для ванны.

Ванны для ванных комнат жилых домов повышенной комфортности отличаются как многообразием форм и материалов, так и расширенным набором дополнительных функций – подводным массажем, подводным восходящим душем, автоматической регулировкой температуры воды в ванне, устройствами для дополнительной очистки и обеззараживания воды и др.

В последние годы значительное распространение получили *душевые кабины*, представляющие собой полнокомплектное оборудование для приема водных процедур. Душевые кабины с расширенными функциональными возможностями позволяют принимать обычный или циркуляционный душ, задавать программу водных процедур и многое другое.

Полным набором водных процедур обладает душевая кабина, совмещенная с ванной.

Размещение санитарных приборов.

Проблема размещения санитарных приборов приобретает особую остроту при минимальных размерах уборных и ванных в домах массовой застройки. Стремление уменьшить площадь вспомогательных помещений квартир приводит к необходимости компактного размещения санитарных приборов. Примеры компоновки уборных и ванных комнат в домах массовой застройки приведены ниже. На рис. 4.9.13 приведена планировка отдельного санитарного узла. Стояки систем водоотведения, хозяйственно-питьевого

водопровода и системы горячего водоснабжения размещены в нише уборной. Глубина ниши равна 400 мм. Стояк системы водоотведения расположен на центральной оси унитаза непосредственно за ним. Такое решение сокращает до минимума протяженность отводных труб диаметром 100 мм.

Для ванны и умывальника используется один смеситель с длинным изливом и душевой сеткой. Компактное размещение санитарных приборов сводит до минимума протяженность подводок водопровода холодной и горячей воды и отводных труб водоотведения. В тоже время обеспечивается свободный доступ к стоякам и другим трубопроводам водоснабжения и водоотведения для проведения профилактических работ и ремонта.

Двери в ванную комнату и уборную открываются наружу.

На рис. 4.9.14 приведена схема размещения санитарных приборов в санузле с установкой в уборной унитаза и раковины.

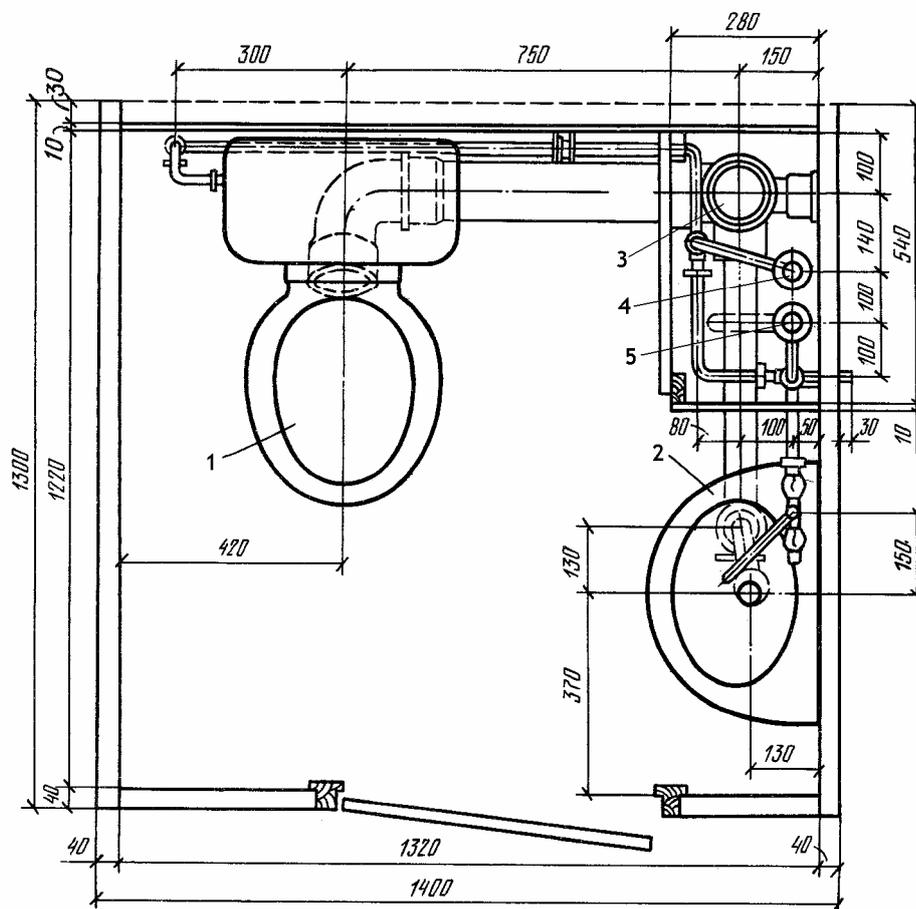


Рис. 4.9.14. Размещение унитаза и раковины в уборной.

1 – унитаз; 2 – раковина; 3 – стояк системы водоотведения; 4 – стояк водопровода холодной воды; 5 – стояк водопровода горячей воды.

Стояки системы водоотведения, водопроводов холодной и горячей воды размещаются в угловой нише размером 530 x 280 мм. Сточные воды от унитаза к стояку системы отведения отводятся по отводной трубе диаметром 100 мм, от раковины – по отводной трубе диаметром 50 мм.

План размещения ванны, умывальника, унитаза, стояков системы водоотведения, водопровода холодной и горячей воды в унифицированном совмещенном санузле жилых зданий массовой застройки приведен на рис. 4.9.15.

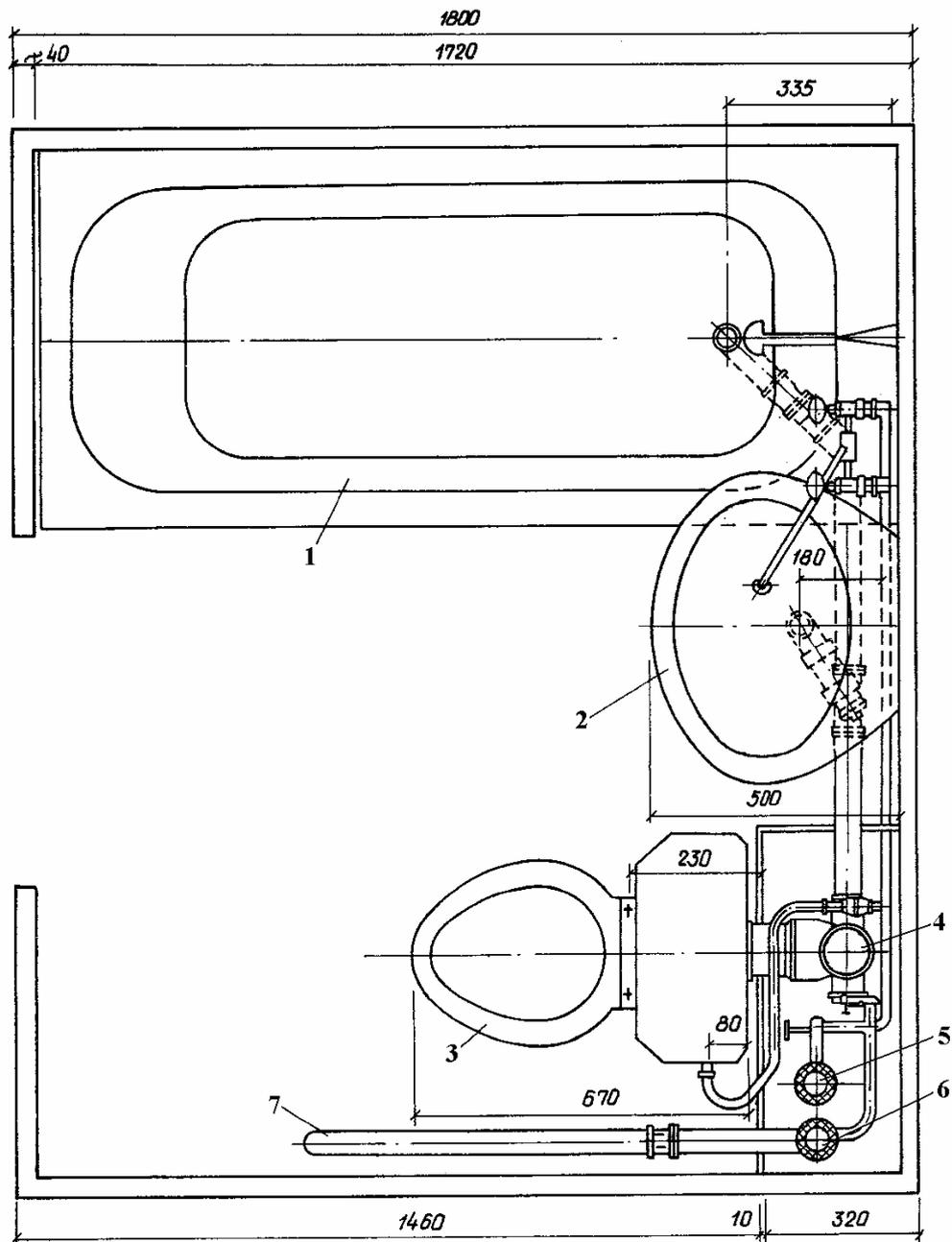


Рис. 4.9.15. План размещения санитарных приборов, стояков системы водоотведения, водопроводов холодной и горячей воды в санитарном узле совмещенного типа.

1 – ванна; 2 – умывальник; 3 – унитаз; 4 – стояк системы водоотведения; 5 – стояк водопровода холодной воды; 6 – стояк водопровода горячей воды; 7 – полотенцесушитель.

Стояки системы водоотведения, водопроводов холодной и горячей воды проложены в угловой нише. Компактная установка санитарных приборов вдоль стены, противоположной входу в санузел, облегчает прокладку отводных труб и подводок водопроводов холодной и горячей воды к

санитарным приборам и водоразборной арматуре. Размещение полотенцесушителя вне зоны забрызгивания при пользовании ванной и умывальником создает дополнительные удобства при пользовании санузлом.

Основные требования по размещению санитарных приборов.

При размещении санитарных приборов в многоквартирных жилых и общественных зданиях необходимо учитывать ряд обязательных нормативных требований, важнейшие из которых:

- не допускается размещение уборной и ванной (или душевой) непосредственно над жилыми комнатами и кухнями. Размещение уборной и ванной (или душевой) в верхнем уровне над кухней допускается только в квартирах, расположенных в двух уровнях;

- для предотвращения повышения уровня шума не допускается крепление санитарных приборов и трубопроводов непосредственно к межквартирным стенам и перегородкам, ограждающим жилые комнаты;

- в 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 государственного надзора;

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

В ряде помещений, в которых установлены санитарные приборы необходимо предусматривать *трапы*, предназначенные для отвода сточных вод с поверхности пола. Трапы необходимо устанавливать:

- в душевых коллективного пользования;
- в полу санузлов при номерах гостиниц, санаториев, кемпингов, турбаз, в уборных с тремя унитазами и более;

- в умывальных — с пятью умывальниками и более;

- в мусоросборных камерах жилых зданий.

В ваннах комнатах жилых зданий трапы не устанавливаются.

4.10. Основные правила устройства систем водоотведения зданий.

Для надежной работы системы водоотведения здания необходимо соблюдать ряд требований по ее устройству. Рассмотрим основные элементы системы водоотведения здания.

Отводные трубы, к которым присоединяются унитазы, должны иметь диаметр не менее 100 мм, для других отводных труб минимальный диаметр составляет 50 мм. Для обеспечения самотечного движения сточных вод и самоочищения труб их уклон должен составлять 0,033 в направлении течения сточных вод. Не допускается присоединять санитарные приборы, расположенные в разных квартирах на одном этаже, к одному отводному трубопроводу. Прокладку отводных трубопроводов от санитарных приборов, устанавливаемых в уборных административных и жилых зданий, раковин и моек в кухнях, умывальников в лечебных кабинетах, больничных палатах и других подсобных помещениях необходимо предусматривать над полом с устройством гидроизоляции и облицовки. В начале участков отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более устанавливаются *прочистки*, предназначенные для ликвидации засоров в отводных трубах. Прочистки устанавливаются в местах, удобных для их обслуживания.

Стояки – вертикальные трубопроводы системы водоотведения, прокладываются в помещениях, в которых установлены санитарные приборы. Диаметр стояка, к которому присоединены унитазы, принимается не менее 100 мм, в том случае, если к стояку унитазы не присоединяются, его минимальный диаметр принимается равным 50 мм. Для обеспечения возможности контроля состояния и прочистки стояка на нем устанавливаются *ревизии*. В жилых многоквартирных зданиях ревизии устанавливаются на первом, последнем этаже и через каждые 3 этажа. Ревизии размещаются на высоте, равной 1,0 м над уровнем пола. В верхней части стояка предусматривается *вытяжная часть*, которая выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту, не менее, 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 стояков водоотведения необходимо размещать от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4 м по горизонтали.

Нижняя часть стояка переходит в *выпуск* – горизонтальный трубопровод, прокладываемый с уклоном 0,02 в направлении дворового колодца. По выпуску сточные воды отводятся из здания и поступают в дворовую сеть водоотведения. Выпуск может предусматриваться от каждого стояка или объединять несколько близко расположенных друг от друга стояков.

Диаметр выпуска принимается равным диаметру стояка. Длина выпуска от стояка до оси смотрового колодца не должна превышать 8 м, 12 м и 12 м при диаметрах выпусков 50 мм, 100 и 150 мм соответственно. В том случае, если расстояние от стояка до смотрового колодца на дворовой сети водоотведения превышает данные значения, на выпусках необходимо устанавливать прочистки, при этом расстояния от прочисток до смотровых колодцев не должны превышать приведенных выше значений.

При выборе трассировки сетей водоотведения (отводных труб, стояков, выпусков) в жилых и общественных зданиях необходимо учитывать, что 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; под потолком (открыто или скрыто) кухонь, помещений предприятий общественного питания, торговых залов, складов пищевых продуктов и ценных товаров, вестибюлей, помещений, имеющих ценное художественное оформление.

Для внутренних сетей водоотведения применяют в основном чугунные, пластмассовые и керамические трубы. Сеть конструируется из прямолинейных участков труб и *фасонных частей*, устанавливаемых в местах изменения направления сети, присоединения трубопроводов, санитарных приборов, ревизий, прочисток и т. д.

До последнего времени наиболее широко для внутренних сетей водоотведения применялись чугунные раструбные трубы, благодаря в основном устойчивости к воздействиям и большому сроку службы. Все раструбные соединения труб между собой и с фасонными частями уплотнялись просмоленной пенькой или цементом. В редких случаях при прокладке водоотводящих сетей над помещениями с ценной отделкой для зачеканивания (уплотнения) стыков применялся свинец.

В последнее время для монтажа внутренних сетей водоотведения стали широко применяться пластмассовые трубы из полиэтилена и полипропилена. Отличными характеристиками обладают трубы из модифицированного полипропилена. Они устойчивы к высокой температуре сточных вод, обладают гладкой внутренней поверхностью, что снижает вероятность засоров в них, химически стойки. Пластмассовые трубы должны прокладываться скрыто, так как они могут разрушаться под действием ультрафиолетовых лучей. Особо необходимо выделить возможность снижения уровня шума, создаваемого системой водоотведения, при использовании полипропиленовых труб и специальных креплений трубопроводов к конструкциям зданий.

4.11. *Водосточные системы зданий.*

Водостоки предназначены для отвода дождевых и талых вод с крыш зданий. Необходимость организации водостоков определяется тем, что замачивание ограждающих конструкций зданий отрицательно влияет на их теплотехнические и прочностные характеристики.

Различают *наружные* и *внутренние* организованные водостоки.

Наружные водостоки состоят из приемных воронок и вертикальных водостоков, расположенных снаружи здания. К недостаткам наружных водостоков относятся возможность образования наледей в приемных воронках и стояках при чередовании в холодный период года промежутков с положительными и отрицательными температурами наружного воздуха, затрудненность отвода вод с плоских крыш при большой ширине зданий, подверженность коррозии элементов водостоков. Серьезным недостатком наружных водостоков является то, что сточные воды с кровли отводятся на территорию, прилегающую к зданию. Это может вызывать насыщение влагой грунта около фундамента и замачивание основания здания, что особенно опасно при просадочных грунтах. Устранить данное явление возможно путем отвода атмосферных вод по лоткам, однако это не всегда возможно.

Внутренние водостоки

Внутренние водостоки включают восточные воронки, заделываемые в конструкцию крыши, стояки, расположенные внутри здания, и выпуски, по которым атмосферные воды отводятся из здания. Размещение стояков в отапливаемых помещениях предотвращает замерзание атмосферных вод и значительно повышает надежность работы внутренних водостоков по сравнению с наружными.

Схема устройства внутренних водостоков приведена на рис. 4.11.1.

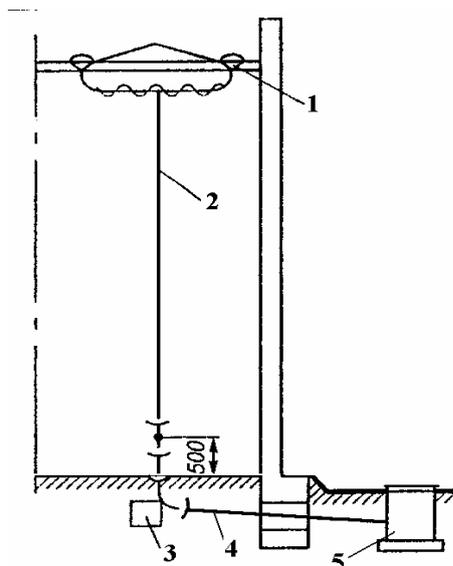


Рис. 4.11.1. Схема внутренних водостоков здания.

1 – водосточная воронка; 2 – стояк; 3 – упор; 4 – выпуск; 5 – колодец на наружной водосточной или общесплавной сети.

Атмосферные воды с кровли здания поступают в водосточную воронку 1, затем в стояк 2, выводятся из здания по выпуску 4 и поступают в колодец дождевой или общесплавной системы водоотведения города.

При отсутствии в районе застройки сети дождевой канализации выпуск дождевых вод из внутренних водостоков выполняют открыто на отмостку, рис. 4.11.2, или в лотки около здания (открытый выпуск); при этом следует предусматривать мероприятия, исключающие размыв поверхности земли около здания.

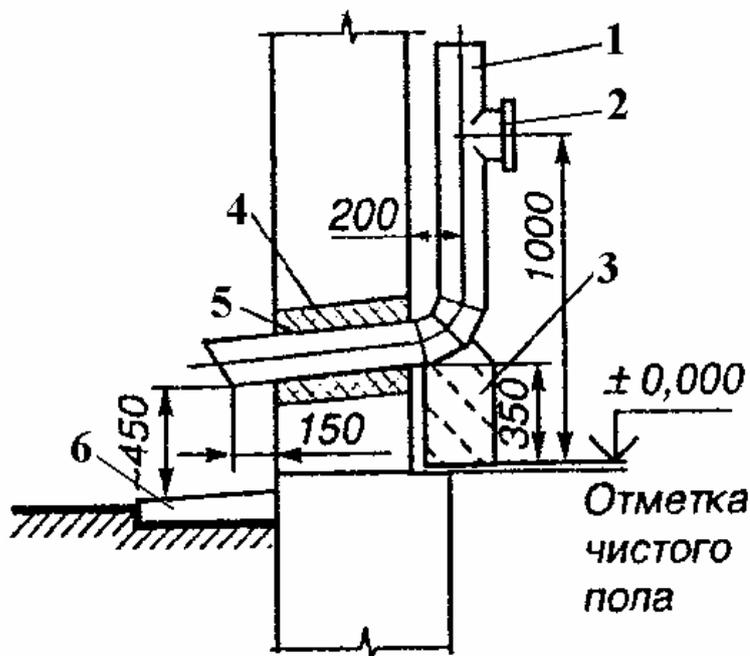


Рис. 4.11.2. Схема выпуска дождевых вод на отмостку здания.

1 – водосточный стояк; 2 – ревизия; 3 – бетонный упор; 4 - тепловая изоляция;
5 – выпуск; 6 – отмостка.

Количество водосточных воронок, размещаемых на кровле здания определяется расчетом и учетом рельефа кровли, допускаемой площади водосбора на одну воронку и конструкции здания.

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

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

Водосточная воронка для неэксплуатируемой кровли показана на рис. 4.11.3, для эксплуатируемой – на рис. 4.11.4.

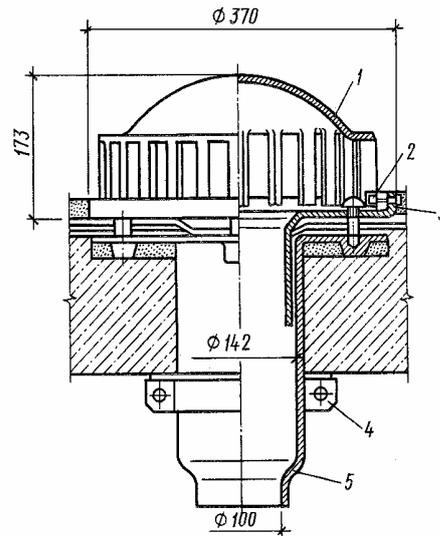


Рис. 4.11.3. Разрез водосточной воронки для неэксплуатируемой кровли.
 1 – колпак; 2 – гайка для крепления воронки; 3 – прижимное кольцо;
 4 – хомут; 5 – сливной патрубок.

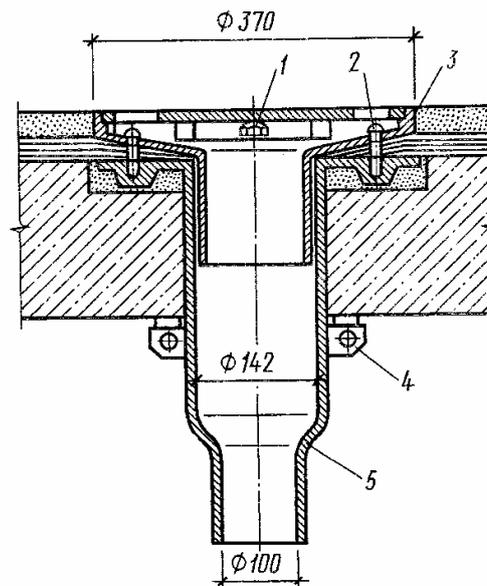


Рис. 4.11.4. Разрез водосточной воронки для эксплуатируемой кровли.
 1 – приемная решетка; 2 – гайка; 3 – прижимное кольцо; 4 – хомут;
 5 – сливной патрубок.