

Водоснабжение и водоотведение

КУРС ЛЕКЦИЙ

ЧАСТЬ 2

Москва 2008

1.1. Классификация систем водоснабжения

Системы водоснабжения зданий и объектов любого назначения должны обеспечивать потребителей водой **заданного качества**, в **требуемом количестве** и под **необходимым напором**.

Снабжение водой зданий и отдельных объектов может осуществляться от наружной водопроводной сети (населенного пункта, предприятия) – централизованное водоснабжение или от собственного местного (подземного или поверхностного) источника водоснабжения – децентрализованное водоснабжение.

Системы водоснабжения подразделяются по назначению, сфере обслуживания, способу использования воды, обеспеченности напором (с учетом установленного оборудования).

По назначению системы подразделяют на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные.

Хозяйственно-питьевые системы водоснабжения зданий (внутренние водопроводы) предназначены для обеспечения потребителей водой питьевого качества, отвечающей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода». Потребителями вода расходуется на питьевые, хозяйственно-бытовые, санитарно-гигиенические нужды.

Производственные системы водоснабжения обеспечивают подачу воды на технологические нужды предприятия, цеха. Качество и количество воды в производственных водопроводах должны удовлетворять требованиям технологии производства. В производственных водопроводах вода может быть непитьевого качества или специально очищена (умягчена, обессолена, обезжелезена, обесцвечена и т.п.); в таких случаях, как правило, предусматривается водоподготовка.

Противопожарные системы водоснабжения зданий предназначены для ликвидации очагов пожара. Качество воды не лимитируется, а количество ее должно быть предусмотрено в соответствии с требованиями СНиП.

По сфере обслуживания системы бывают:

- **раздельными**, не соединенными одна с другой (качество воды в них может быть разное);
- **объединенными** (хозяйственно-противопожарные, производственно-противопожарные или хозяйственно-производственные, в которых предполагается подача воды идентичного качества);
- **едиными**, обеспечивающими подачу воды на все нужды: хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные. Единые системы обеспечивают подачу воды только питьевого качества.

По способу использования воды различают системы: прямоточные, оборотные и повторного использования.

В системах оборотного водоснабжения предусматривается многократное использование одной и той же воды. Однако после такого использования изменяются показатели ее качества и общее количество, поэтому вода для обработки направляется на специальные сооружения и установки для очистки, обеззараживания и др.

Примером таких систем в жилых и общественных зданиях может быть оборотная система охлаждения установок кондиционирования и пылеудаления, система водоснабжения плавательного бассейна.

По обеспеченности напором с учетом установленного оборудования различают системы:

- **обеспеченные напором** от сети наружного водопровода, т.е. когда напор в наружной сети водоснабжения достаточен для нормального функционирования сети внутреннего водопровода;
- **не обеспеченные напором** от сети наружного водопровода, т.е. системы с водонапорным оборудованием – водонапорным баком, насосной или пневматической установкой.

1.2. Элементы внутреннего водопровода

Основными элементами внутреннего водопровода являются вводы (один или несколько), водомерный узел, местные водонапорные установки, регулирующие и запасные баки, водопроводная сеть, оборудованная трубопроводами и необходимой арматурой (см. рис. 1.1). В производственных системах технического водоснабжения, а также в ряде случаев и в хозяйственно-питьевых системах, иногда применяют местные установки кондиционирования воды.

Вводы предназначены для соединения внутренней системы водоснабжения здания или объекта с наружной водопроводной сетью, из которой предусматривается подача воды потребителям.

Водомерный узел предназначен для учета количества израсходованной воды. Водомерный узел оборудован измерительным прибором – водосчетчиком, контрольно-спускным краном для контроля расхода и спуска воды из сети, запорной арматурой.

Местные водонапорные установки предназначены для повышения напора в сети внутреннего водопровода, когда гарантированный (минимальный) напор на вводе меньше требуемого и не обеспечивает подачу необходимого нормированного расхода воды, особенно у водоразборных приборов, расположенных на верхних этажах зданий. К водонапорным относятся повысительные насосные и пневматические установки.

Гарантированный напор – минимальный напор в данной точке наружной водопроводной сети, который обеспечивается (гарантируется) при всех расчетных случаях.

Регулирующие и запасные баки (водоаккумулирующие и напорные устройства) – открытые и закрытые (пневматические) баки предназначены для аккумулирования некоторого объема воды при несоответствии режимов подачи и потребления воды в сети внутреннего водопровода. Эти баки могут быть использованы и для хранения водных запасов на технологические или противопожарные нужды.

Водопроводные сети предназначены для транспортирования воды ко всем водоразборным устройствам, размещенным в здании. Внутренняя водопроводная сеть состоит из трубопроводов, оборудованных необходимой арматурой: водоразборной, запорной, регулировочной и предохранительной.

При проектировании систем водоснабжения зданий следует различать водопроводные сети, расположенные внутри зданий, и сети микрорайонные (внутриплощадочные), соединяющие группу зданий между собой.

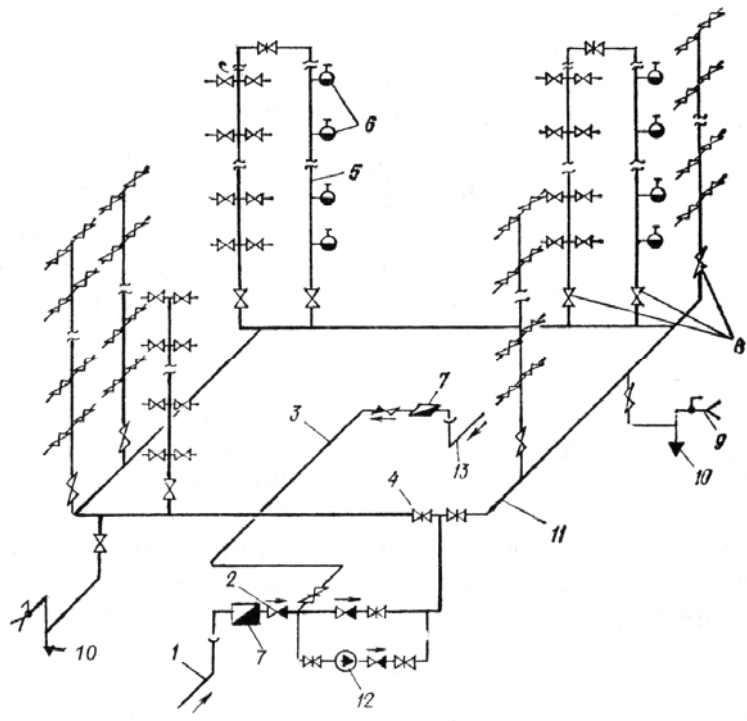
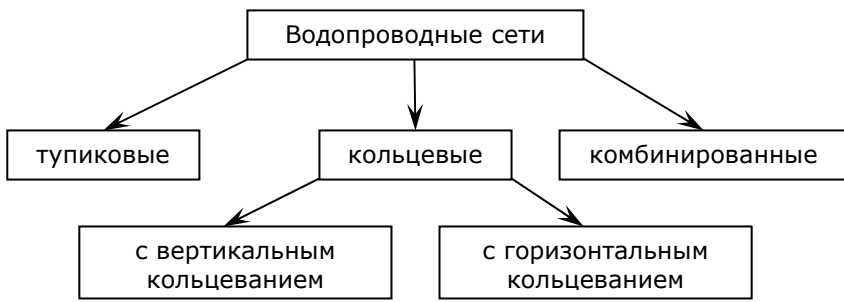


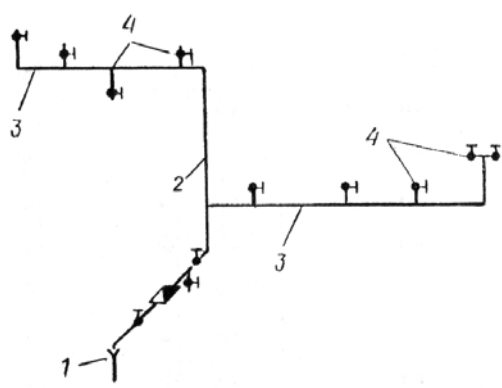
Рис. 1.1. Система водоснабжения здания с повысительной насосной установкой (сеть кольцевая с нижней разводкой):
 1 – ввод № 1; 2 – обратный клапан; 3 – перемычка; 4 – запорная арматура; 5 – пожарный стояк; 6 – пожарные краны; 7 – водомерный узел; 8 – запорные вентили; 9 – поливочный кран; 10 – спуск (пробка); 11 – кольцевая магистраль; 12 – насосная установка; 13 – ввод № 2

1.3. Схемы водопроводных сетей

Водопроводные сети в зданиях могут иметь различную конфигурацию в зависимости от мест расположения водоразборных приборов, а также от назначения здания, технологических и противопожарных требований. Сети состоят из магистральных и распределительных трубопроводов, распределительных стояков, а также подводов к водоразборной арматуре.



По расположению магистральных трубопроводов водопроводные сети бывают с нижней, верхней, горизонтальной (см. рис. 1.1, 1.3) и вертикальной разводкой (см. рис. 1.2).



По виду подачи воды:
 – циркуляционные напорные и самотечные;
 – двойные.
 В высотных зданиях используют зонирование водопроводной сети (см. раздел 1.4).

Рис. 1.2. Схема водопроводной сети с вертикальной разводкой магистрали и с горизонтальными распределительными трубопроводами:
 1 – ввод; 2 – магистральный трубопровод; 3 – распределительный трубопровод; 4 – подводы

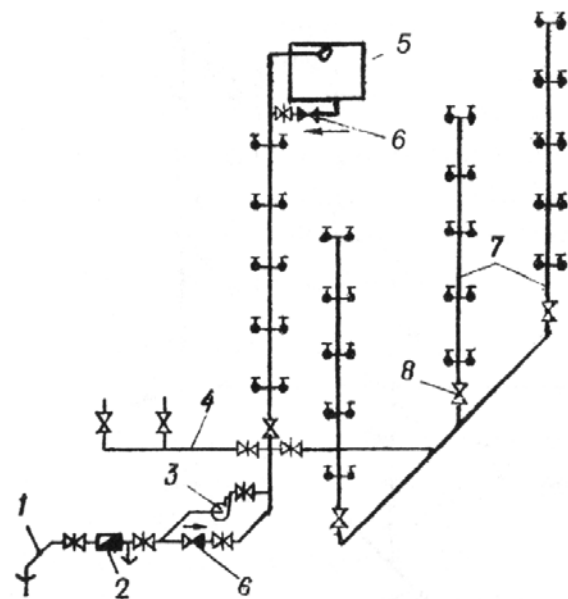


Рис. 1.3. Система водоснабжения здания с водонапорным баком и повысительным насосом:
1 – ввод; 2 – водосчетчик; 3 – повысительный насос; 4 – магистраль; 5 – водонапорный бак; 6 – обратный клапан; 7 – стояки; 8 – арматура

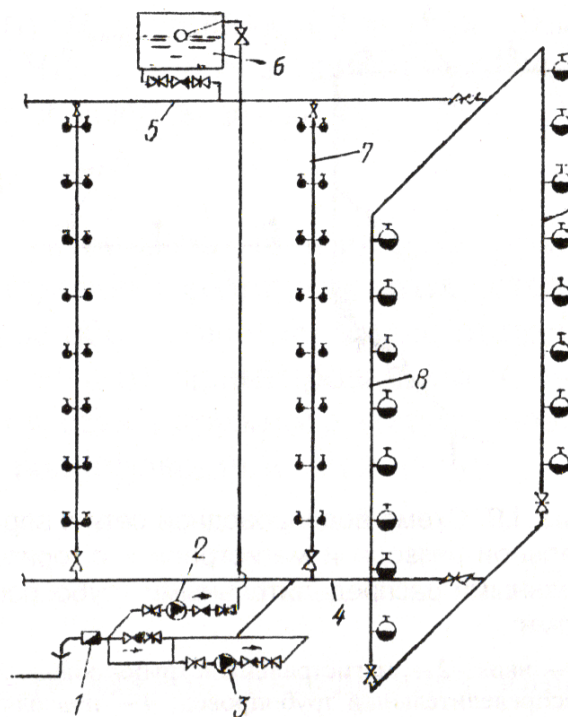


Рис. 1.4. Схема комбинированной водопроводной сети с нижней и верхней разводками магистралей, с вертикальным кольцеванием объединенного хозяйственно-противопожарного водопровода:
1 – водосчетчик; 2 – хозяйственный насос; 3 – пожарный насос; 4 и 5 – нижняя и верхняя магистрали; 6 – водонапорный бак; 7 – распределительная сеть; 8 – вертикальное кольцевание пожарных стояков

1.4. Схемы зонного водоснабжения высотных зданий

Зонные системы водоснабжения применяются в высотных зданиях высотой более 50 м (17 и более этажей), когда напор в сети превышает максимально допустимый (60 м для хозяйственно-питьевого водопровода и 90 м – для противопожарного). При этом водопроводную сеть разделяют на самостоятельные зоны, не соединенные одна с другой. Высота зоны определяется максимально допустимым гидростатическим напором $H_{\text{доп}}$ в самой нижней точке сети (резьбового соединения или арматуры). Число зон n_z в здании назначают в зависимости от числа этажей $n_э$ и высоты этажа $H_э$:

$$n_z = n_э \cdot H_э / H_{\text{доп}}$$

Тупиковые водопроводные сети целесообразно предусматривать в зданиях, где допускается перерыв в подаче воды при необходимости отключения отдельных участков для производства ремонтных работ (см. рис. 1.3).

Кольцевые водопроводные сети применяют в зданиях с противопожарным водопроводом, а также в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую надежность и бесперебойность подачи воды потребителям. Кольцевые сети, как правило, присоединяют двумя или несколькими вводами к одному или нескольким участкам наружного водопровода. Кольцевание сети может быть в горизонтальной (см. рис. 1.1) и вертикальной плоскостях (см. рис. 1.4).

Комбинированные водопроводные сети (см. рис. 1.1, 1.4) состоят из кольцевых магистральных и тупиковых распределительных трубопроводов. Комбинированные сети применяют в зданиях с противопожарным водопроводом, оборудованным 12-ю и более пожарными кранами, в зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

Магистральные трубопроводы в сетях с нижней разводкой размещают в подвале или техническом подполье здания, а в сетях с верхней разводкой – под потолком верхнего этажа, на чердаке или в техническом этаже здания. При выборе места размещения магистрали внутреннего водопровода следует учитывать удобство монтажа и эксплуатации. Трубопроводы, прокладываемые в неотапливаемых помещениях, должны быть утеплены, если температура воздуха опускается ниже -2°C .

В производственных зданиях применяют двойные и циркуляционные сети.

Двойные сети применяют при необходимости повышения надежности снабжения водой ответственных потребителей. Эти сети дублируются, т.е. рассчитываются на пропуск одинаковых расчетных расходов воды.

В циркуляционных сетях (см. рис. 1.5) напорные и самотечные участки рассчитывают различными методами. Монтаж, применяемые материалы и оборудование напорных и самотечных участков также могут быть различными.

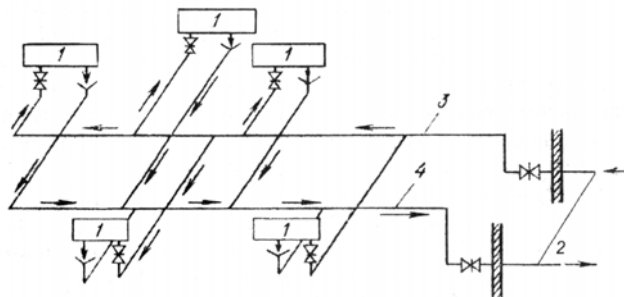


Рис. 1.5. Схема циркуляционных сетей производственных водопроводов:
1 – оборудование, цехи и т.п.; 2 – водопроводные сети; 3 – напорная циркуляционная сеть; 4 – самотечная циркуляционная сеть

Число этажей первой зоны $n_{э1}$, которая питается непосредственно от сети наружного водопровода, назначают в зависимости от гарантированного напора $H_{гар}$, принятого в ней у места присоединения внутренней водопроводной сети здания:

$$n_{э1} = \frac{H_{гар}}{4} - 1,5$$

Подача воды в водопроводные сети каждой последующей зоны производится отдельными повысительными насосами. Если воду из водонапорного бака, размещенного в одном техническом этаже, передают насосами в бак, обслуживающий сеть другой зоны, то такая схема называется *последовательной* (рис. 1.6а). Однако при размещении на каждом техническом этаже повысительных насосов усложняет их обслуживание, требуется надежная звукоизоляция, увеличиваются эксплуатационные расходы.

Если воду подают в сеть каждой зоны повысительными насосами, размещенными централизованно в первом техническом этаже (в подвале), то такая схема называется *параллельной* (рис. 1.6б, 10.6в).

Питание холодной и горячей водой каждой зоны рекомендуется предусматривать от водонапорных баков, подключенных к сетям по схеме «уравнительных баков» (см. рис. 1.6).

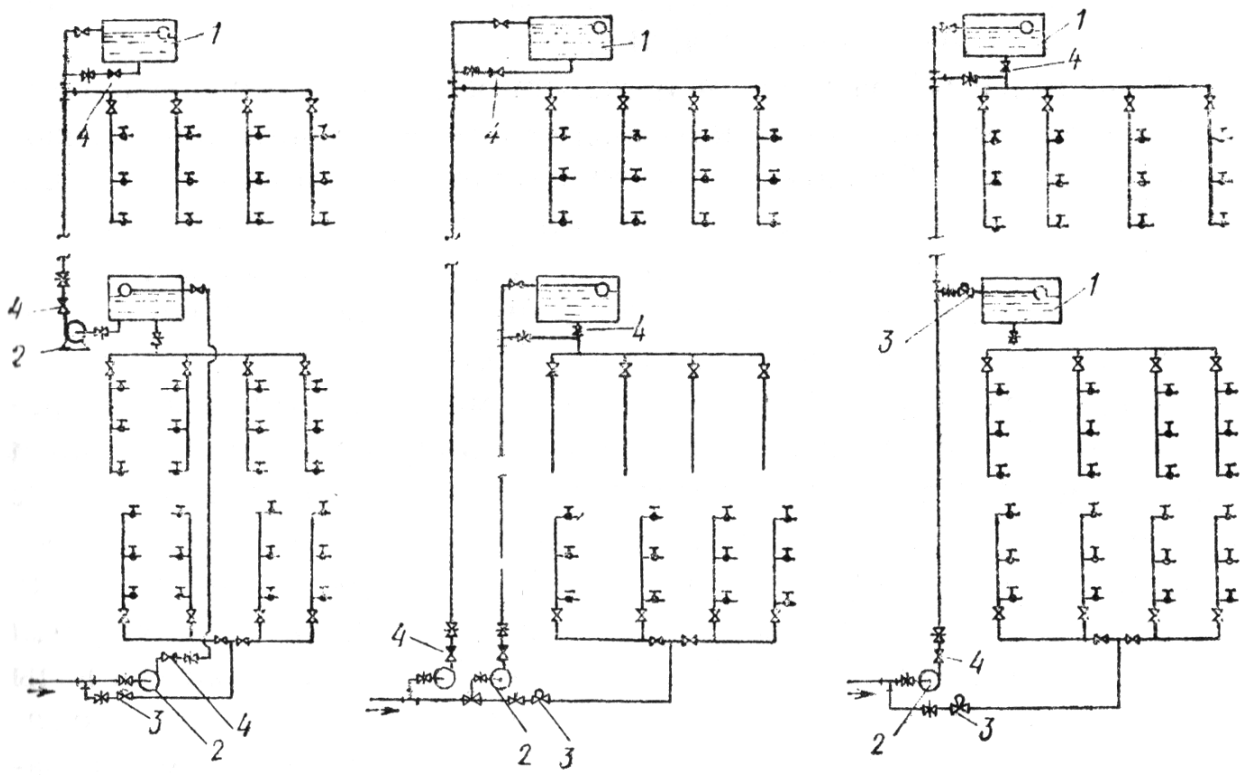


Рис. 1.6. Схемы зонного водоснабжения высотных зданий:
 а – последовательная; б – параллельная; в – параллельная с регуляторами давления;
 1 – водонапорный бак; 2 – повысительные насосы; 3 – регулятор давления; 4 – обратный клапан

1.5. Микрорайонные (внутриквартальные) сети водоснабжения

Исторически каждое здание имело собственные вводы, присоединенные к наружной водопроводной сети города. При современной «свободной» планировке создают микрорайонные (внутриквартальные) массивы, где строят жилые, административные, коммунальные, торговые здания, школы, детские сады и ясли, гостиницы и др. Для жизнеобеспечения этих зданий проектируют внутриквартальные коммуникации водопровода, горячего водоснабжения, отопления, водоотведения и др., а также центральные пункты управления: центральный тепловой пункт (ЦТП), диспетчерский пункт (ДП), дирекцию эксплуатации зданий (ДЭЗ) или жилищно-эксплуатационную контору (ЖЭК).

В здании ЦТП размещают инженерное оборудование, обслуживающее системы холодного и горячего противопожарного водоснабжения и теплоснабжения: основной водопроводный ввод (один или два), водомерные узлы с водосчетчиками, повысительные насосные установки для хозяйственно-питьевого, противопожарного и горячего водоснабжения, циркуляционные насосы горячего водоснабжения и отопления, водоподогреватели, тепловой ввод.

1.6. Материалы и оборудование водопроводной сети

Для устройства внутренних водопроводных сетей холодного и горячего водоснабжения СНиП 2.04.01-85* рекомендуют применять трубы пластмассовые, металлополимерные, из стеклопластика, стальные, чугунные и асбестоцементные. Допускается применять медные, бронзовые, латунные трубы и фасонные части к ним.

Пластмассовые трубы

Для систем водоснабжения органами здравоохранения разрешено использовать пластмассовые трубы со штампом «пищевые» из следующих материалов:

- полиэтилен низкой плотности (ПВП, LDPE),
- полиэтилен высокой плотности (ПНП, HDPE),
- сшитый полиэтилен (РЕХ),
- полипропилен (МП, РР),
- поливинилхлорид (ПВХ, PVC),
- поливинилиденфторид (ПВДФ, PVDF).

Наиболее распространены трубы из полипропилена.

достоинства	недостатки
– большая химическая стойкость (стойкость к коррозии) – низкая шероховатость – простота монтажа – малый вес – не подвержены воздействию блуждающих токов	– низкий предел прочности (ПНД) – высокий коэффициент линейного расширения при повышенных (более 40 °С) температурах – зависимость прочности трубы от давления и температуры – быстрое старение под воздействием прямых солнечных лучей – высокий коэффициент диффузии кислорода через стенку трубы

Полиэтиленовые трубы выпускают диаметром условного прохода 10 – 150 мм на давление до 1 МПа (1,6 МПа). Соединение труб между собой и с фасонными соединительными частями выполняют методом контактной сварки (раструбной или в стык), а также с помощью фланцев и накидных гаек (для установки задвижек, подключения насосов).

Стальные трубы водогазопроводные, оцинкованные и неоцинкованные (ГОСТ 3262-75*) изготовляют условным диаметром 10 – 150 мм; электросварные холоднодеформированные (ГОСТ 10707-80) на давление 1 – 2,5 МПа изготовляют длиной 2 – 12 м. Стальные трубы, как более надежные, прочные, удобные в монтаже, применяют, в основном, для внутренних водопроводов. Для водопроводной сети, транспортирующей питьевую воду, используют стальные оцинкованные трубы, которые менее подвержены коррозии.

достоинства	недостатки
– высокая прочность – удобство монтажа – надежность	– коррозия – большой вес и металлоемкость

Для соединения стальных труб используют либо сварку, либо соединительные части (фитинги) из стали и чугуна (ГОСТ 8943-75*). Цилиндрическая резьба обеспечивает прочное и герметичное соединение и требует применения уплотняющих материалов (льна, пропитанного суриком или масляной краской, синтетической ленты ФУМ).

Чугунные трубы изготовляют трех классов (ЛА, А и Б) условным диаметром 65 – 500 мм на давление до 1 МПа, длиной 2 – 6 м. Чугунные трубы имеют гладкий и раструбный концы. При их соединении кольцевые пазы в раструбах заделывают пеньковой прядью или резиновыми кольцами, зачеканивая асбестоцементом или свинцом (на особо ответственных участках).

достоинства	недостатки
– высокая прочность – коррозионная стойкость – надежность	– хрупкость – большой вес и металлоемкость

Асбестоцементные трубы выпускают двух марок: ВТ-6 и ВТ-12, диаметром 100 – 500 мм. Соединяют их с помощью асбестоцементных муфт, заделывая зазор между трубой и муфтой резиновыми уплотнительными кольцами или пеньковой прядью и асбестоцементом. Применяют также раструбное соединение асбестоцементных труб с чуянными раструбными фасонными соединительными частями.

достоинства	недостатки
– коррозионная стойкость изнутри – низкая шероховатость – малый вес – относительно низкая стоимость – не подвержены воздействию блуждающих токов	– хрупкость – коррозия бетона снаружи – некоторая сложность монтажа

Арматура

Во внутренних водопроводах, в зависимости от назначения, различают арматуру:

- водоразборную (краны, смесители);
- запорную (вентили, шаровые краны, задвижки, затворы);
- регулировочную (регуляторы давления и расхода),
- предохранительную (обратный и предохранительный клапан).

К трубопроводам арматуру присоединяют на резьбе или с помощью фланцев. Арматуру изготовляют из чугуна, стали, латуни, пластмассы. Для уплотнительных элементов клапанов используют прокладки и золотники из латуни, бронзы, резины, кожи, паронита и др.

По принципу перемещения затвора водопроводная арматура подразделяется на пять типов: вентильная, пробковая (крановая), дроссельная, шторная (задвижки) и клапанная (см. рис. 1.7).

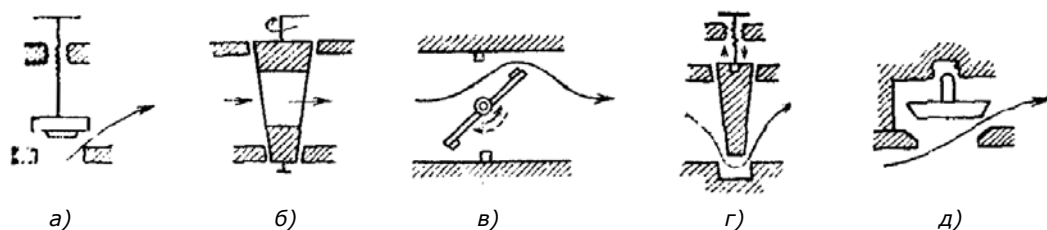


Рис. 1.7. Принципиальные схемы действия водопроводной арматуры: вентиль (а), пробкового крана (б), регулятора (в), задвижки (г), обратного клапана (д)

Запорная арматура – пробковые проходные краны, запорные вентили или (рис. 1.8а), задвижки (рис. 1.8б) – предназначена для отключения отдельных участков водопроводной сети. Поплавковые клапаны, как и смывные краны, являясь водоразборными устройствами, могут быть отнесены к самозапирающейся запорной арматуре.

На трубопроводах диаметром более 50 мм в качестве запорной арматуры устанавливают задвижки, а на трубопроводах меньших диаметров – вентили или шаровые краны.

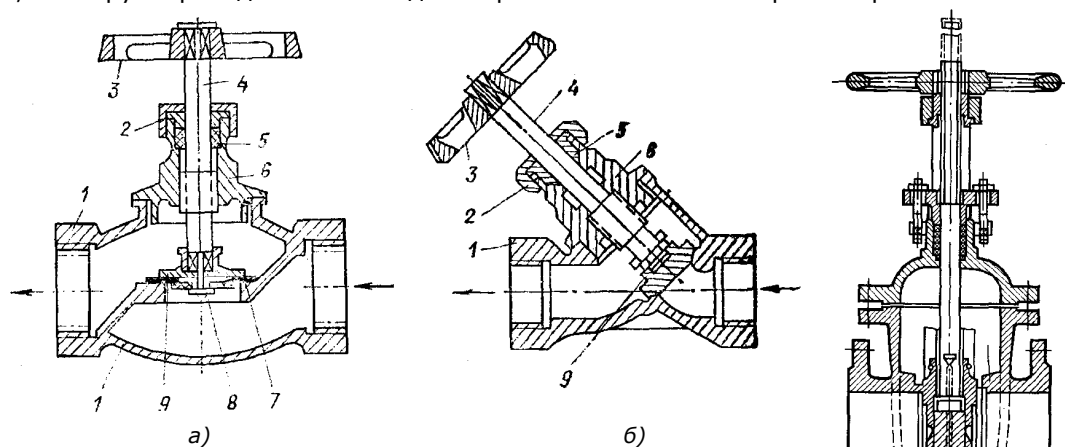


Рис. 1.8. Запорная арматура:

а – вентили прямой и косой; б) – задвижка проходная;
1 – корпус; 2 – накидная гайка; 3 – маховик; 4 – шпindelь;
5 – сальник; 6 – головка; 7 – резиновая прокладка; 8 – винт и шайба; 9 – клапан в сборе

Водоразборная арматура – краны водоразборные, туалетные, смесительные, лабораторные, банные, поливочные, писсуарные, смывные, пожарные и т.д. В зависимости от вида перемещения затвора водоразборную арматуру подразделяют на два типа: вентильную и пробковую. К водоразборной арматуре относятся также смесители, предназначенные для смешения холодной и горячей воды.

Водоразборные пожарные краны диаметром 50 и 65 мм представляют собой вентили с наружной и внутренней резьбой на концах для ввертывания в тройники пожарного стояка и для присоединения быстросмыкающихся полугаек.

Регулировочная арматура (регуляторы расхода, напора, регулировочные вентили и т.п.) предназначена для регулирования расхода воды, а также для поддержания определенного напора и сети или перед водоразборными приборами. Регулировочная арматура обеспечивает нормальные условия эксплуатации водоразборной арматуры и повышает гидравлическую устойчивость всей системы. Регуляторы давления, например, понижают избыточный напор и поддерживают его постоянным «после себя», поэтому их устанавливают на вводах в здания и квартиры, на этажах многоэтажных зданий и т.п.

Предохранительная арматура (предохранительные клапаны) предназначена для защиты от повреждения сети и оборудования при внезапном повышении напора. Пружинные или рычажные клапаны диаметром 20 – 100 мм применяют при давлениях до 1,6 МПа.

К предохранительной арматуре относятся также обратные клапаны различной конструкции, обеспечивающие движение воды в трубопроводе только в одном направлении.

1.7. Устройство водопроводных вводов

Вводом внутреннего водопровода считается участок трубопровода, соединяющий наружный водопровод с внутренней водопроводной сетью до водомерного узла или запорной арматуры, размещенных внутри здания. К наружной водопроводной сети ввод присоединяют с помощью седелки (рис. 1.9) (если нельзя отключить наружный водопровод), путем сварки трубы ввода, врезки тройника (при возможности отключения наружного водопровода) или с помощью заранее установленных соединительных частей.

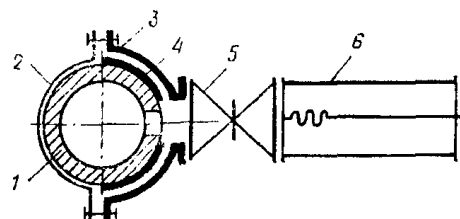


Рис. 1.9. Схема устройства для присоединения ввода:
1 – труба наружного водопровода; 2 – хомут; 3 – седло; 4 – прокладка уплотнительная; 5 – проходная задвижка; 6 – сверлильное приспособление

Число вводов зависит от режима подачи воды потребителям. Так, в зданиях, где недопустим перерыв в подаче воды, устраивают два ввода и более. Внутренние водопроводы, оборудованные более чем 12 пожарными кранами, присоединяют к наружной водопроводной сети тоже не менее чем двумя вводами. Несколько вводов присоединяют к разным участкам наружной сети или к одной магистрали, устанавливая на ней разделительную задвижку (рис. 1.10). В месте присоединения ввода к наружной водопроводной сети устраивают колодец диаметром не менее 700 мм, в котором размещают запорную арматуру (вентиль или задвижку) для отключения ввода.

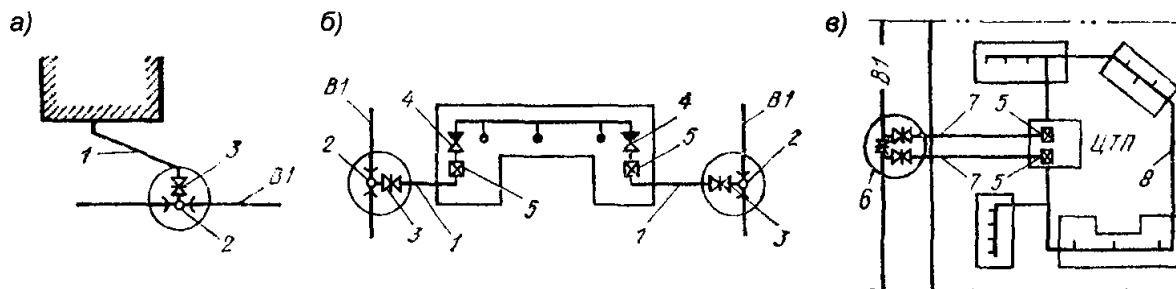


Рис. 1.10. Схемы устройства вводов в здания:
а – косой ввод; б – кольцевание двумя вводами; в – два ввода в ЦТП; 1 – ввод; 2 – врезка ввода в наружную сеть; 3 – задвижка; 4 – обратный клапан; 5 – водомерные узлы; 6 – разделительная задвижка; 7 – вводы в одной траншее; 8 – кольцевая сеть

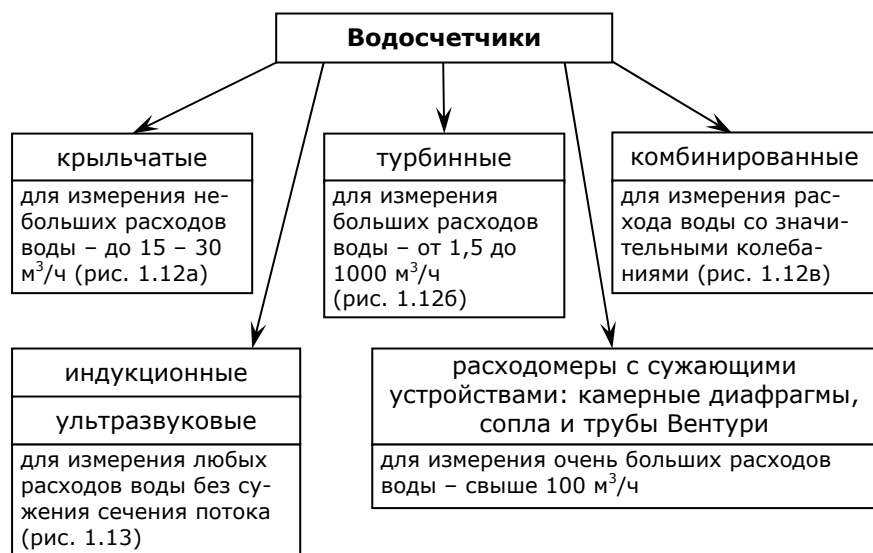
1.8. Измерение и учет расхода воды. Водомерные узлы и водосчетчики

Для учета количества потребляемой воды в системах водоснабжения зданий устанавливают **водосчетчики** или **расходомеры** – контрольно-измерительные интегрирующие приборы. Водосчетчик устанавливают на трубопроводе между двумя задвижками или вентилями, в результате чего образуется **водомерный узел**.

Счетчики воды устанавливают:

- на вводах холодного и горячего водоснабжения в каждое здание,
- на вводах в каждую квартиру (по СНиП) и на всех ответвлениях трубопроводов в отдельные помещения: магазины, рестораны и др.

На раздельном противопожарном водопроводе счетчик воды устанавливать не требуется.



Различают водомерные узлы простые (без обводной линии) и с обводной линией, на которой устанавливают вентиль или задвижку в закрытом (опломбированном) положении (рис. 1.11).

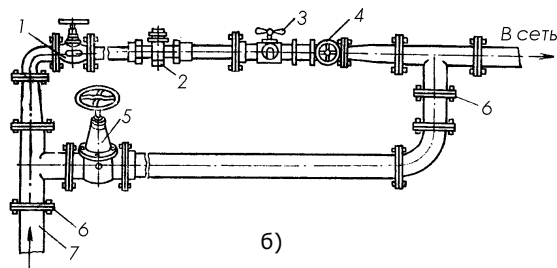
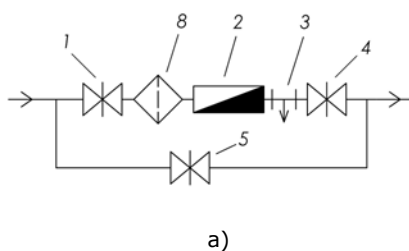


Рис. 1.11. Водомерный узел с обводной линией:

а) гидравлическая схема, б) внешний вид; 1, 4, 5 – запорная арматура; 2 – счетчик воды; 3 – контрольно-спускной кран; 6 – фланцевые соединения трубопроводов; 7 – трубопровод ввода; 8 – сетчатый фильтр

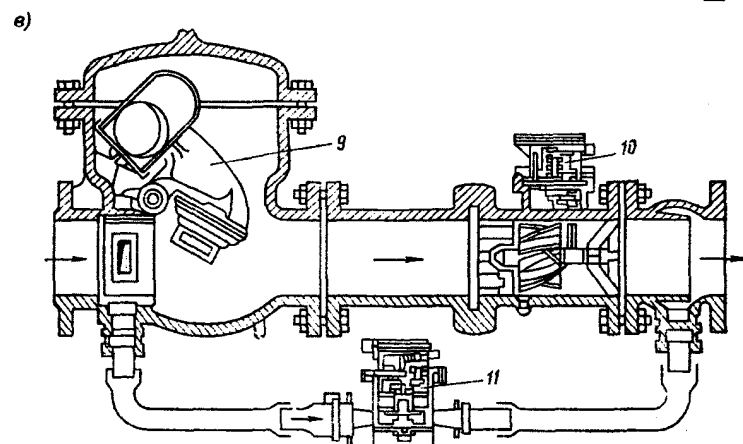
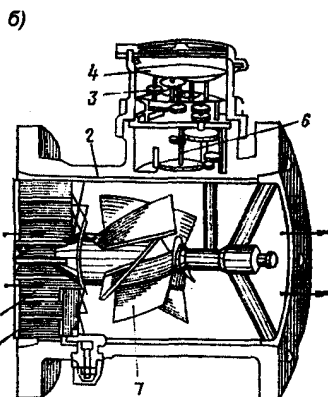
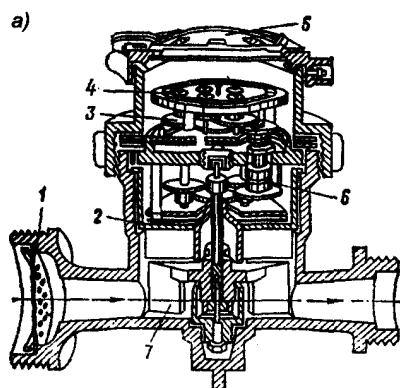


Рис. 1.12. Водосчетчики скоростные:

а – крыльчатый; б – турбинный; в – комбинированный; 1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – счетный механизм; 4 – циферблат; 5 – крышка; 6 – передаточный механизм; 7 – крыльчатка (турбинка); 8 – струевыпрямитель; 9 – клапан; 10 – турбинный водосчетчик; 11 – крыльчатый водосчетчик

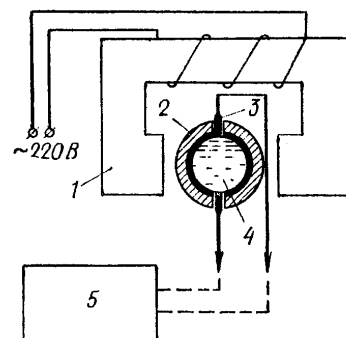


Рис. 1.13. Принципиальная схема индукционного расходомера:

1 – электромагнит; 2 – труба-датчик; 3 – электроды; 4 – вода в трубе датчика; 5 – измерительный блок

Перед водосчетчиками рекомендуется предусматривать прямой участок трубы длиной, равной пяти ее диаметрам.

При подборе водосчетчика следует учитывать его гидрометрические характеристики: средний часовой расход при длительной эксплуатации, предел чувствительности, область учета, а также допустимые значения потерь напора.

1.9. Режимы и нормы водопотребления

Режим водопотребления во внутренних водопроводах характеризуется неравномерностью и зависит от числа водоразборных устройств, числа потребителей, этажности и назначения здания и многих других факторов.

Различается неравномерность потребления воды по часам суток, дням недели и сезонам года. Расход воды в зданиях по часам суток изменяется существенно: наблюдаются периоды минимальных, увеличенных и максимальных расходов. В ночное время, например, в жилых и общественных зданиях полезный расход воды может отсутствовать.

Далее см. разделы 2.3 и 2.4 Часть I. Водоснабжение и водоотведение (стр. 9).

1.10. Давления (напоры) в системах внутренних водопроводов

Система водоснабжения должна обеспечить подачу воды ко всем водоразборным устройствам (арматуре). При этом потребитель должен получить расход воды не меньше нормированного q_0 (л/с) или $q_{0,hr}$ (л/ч).

Водоразборное устройство из числа установленных на сети внутреннего водопровода, расположенное выше всех других и находящееся дальше других от точки присоединения внутренней сети к наружной, а также имеющее наибольший рабочий напор H_f называется **диктующим водоразбором**, или **диктующей водоразборной точкой**.

Водоразборная арматура (устройство) или расчетная точка, расположенная на верхнем этаже здания и требующая наибольшего напора ($H_{тр}$), называется **диктующей**.

Требуемый напор должен обеспечить подъем воды до диктующего водоразборного устройства на высоту H_r , возместить потери напора Δh на преодоление всех сопротивлений по пути движения воды и создать необходимый рабочий (свободный) напор H_f , обеспечивающий нормативный расход q_0 :

$$H_{тр} = H_r + \Delta h + H_f$$

Внутренний водопровод считается обеспеченным напором от наружного водопровода, если в точке присоединения ввода гарантированный (наименьший) напор $H_{гар}$ в наружной сети будет равен требуемому напору $H_{тр}$ для внутреннего водопровода, т.е. $H_{тр} = H_{гар}$.

Если располагаемый (фактический) напор во вводе меньше требуемого, то необходима установка водонапорной установки:

– в случае если напор в наружной сети меньше требуемого только в определенные часы, то возможна установка водонапорного бака;

– в случае если напора в наружной сети недостаточно в течение большей части или всего времени, то необходима насосная установка.

Напор (давление), который должны создавать насосы (недостающий напор), равен разнице между требуемым напором и минимальным (гарантированным) напором в наружной сети:

$$H_{нас} = H_{тр} - H_{гар}$$

Чем больше избыточный напор перед водоразборной арматурой, тем больше непроизводительные расходы воды. У водоразборной арматуры, расположенной на нижних этажах здания, фактические напоры всегда больше требуемых. Избыточные напоры в зданиях не только создают расходы воды, но и увеличивают потери воды, главным образом, через поплавковые клапаны смывных бачков. Для уменьшения избыточных напоров требуется установка диафрагм и регуляторов давления. Установка диафрагм у водоразборной арматуры показана на рис. 1.14.

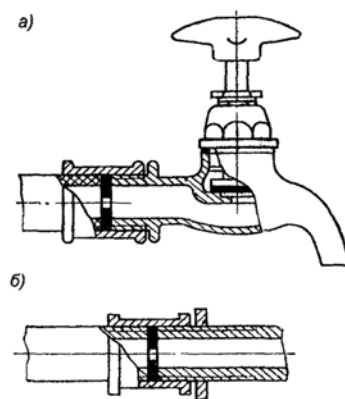


Рис. 1.14. Схемы установки диафрагм у водоразборной арматуры (а) и в сгоне (б)

Параллельное зонирование сетей в микрорайонах с разноэтажной застройкой приводит к максимальному использованию гарантированного напора в нижних этажах зданий; верхние этажи обеспечиваются напором от повысительных насосных установок.

Как видно из рис. 1.15, при параллельном зонировании требуется устройство двух сетей – для нижней и верхней зон. При параллельном зонировании снижаются избыточные напоры, сокращаются непроизводительные расходы воды и утечки, снижается общий расход воды на и расход электроэнергии. Экономия электроэнергии и воды компенсируют дополнительные затраты на прокладку двух сетей.

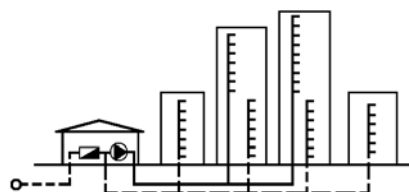


Рис. 1.15. Схема параллельного зонирования системы водоснабжения микрорайона с разноэтажной застройкой:

1 – ввод; 2 – здание ЦТП;
3 и 4 – сети верхней и нижней зон

1.11. Расчет внутреннего водопровода

Для проведения расчета внутреннего водопровода должны быть выявлены основные потребители воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды, выбрана принципиальная система водоснабжения и составлена аксонометрическая схема внутренней водопроводной сети, т.е. уточнены точки ее присоединения к наружной сети (источнику снабжения водой) и определены места размещения водомерных узлов, водонапорных установок и водоразборной арматуры, определены диктующая (расчетная) водоразборная точка (арматура) и «расчетное направление» от этой точки до колодца наружной сети. Для выполнения расчета необходимо знать нормы водопотребления, число потребителей, число и характеристики водоразборной арматуры (нормативные расходы и напоры).

Расчет внутреннего водопровода включает:

- определение общего расхода воды;
- гидравлический расчет отдельных участков расчетного направления водопроводной сети;
- подбор водосчетчика, водонапорных установок и другого оборудования.

Основная цель гидравлического расчета – определение диаметров отдельных участков водопроводной сети и требуемого напора для обеспечения надежной подачи воды к водоразборным устройствам.

Максимальный суточный расход воды, $m^3/сут$, на хозяйственно-питьевые нужды в жилых зданиях определяют по формуле:

$$Q_{сут} = Q_0 U K_{сут} / 1000,$$

где Q_0 – норма максимального потребления воды на одного человека, $л/(сут \cdot чел)$; U – расчетное число жителей; $K_{сут}$ – коэффициент суточной неравномерности потребления воды.

В производственных зданиях расходы воды, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды определяют по формуле:

$$Q_{\text{сум}} = Q_1 u_1 / 1000 + Q_2 u_2 / 1000,$$

где Q_1 и Q_2 – нормы водопотребления на одного работающего в горячих и холодных цехах, л/смену; u_1 и u_2 – число работающих в этих цехах.

Расход воды, м³/сут, на производственные нужды и режим водопотребления определяют с учетом данных, полученных на основании изучения технологии производства, по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = q_0 m z / 1000,$$

где q_0 – норма расхода воды на единицу выпускаемой продукции или на единицу производственного оборудования; m – число единиц выпускаемой продукции в смену или число работающего оборудования; z – число смен в сутки.

Расход воды для расчета внутреннего водопровода определяют как сумму максимальных расходов воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Расчетные максимальные расходы воды на отдельных участках внутренней водопроводной сети зависят от числа одновременно работающих водоразборных устройств (арматуры) и от нормативного расхода воды, которую эти устройства подают потребителям.

Включение водоразборных приборов является случайным процессом, который подчиняется закономерностям теории вероятности и математической статистики. Анализ фактического состояния водопотребления показывает, что наиболее часто повторяются во времени средние расходы. Расчет ведется на максимальный секундный расход с обеспеченностью подачи воды в пределах 0,999 – 0,98. Если известны нормативные расходы и максимальное число одновременно действующих водоразборных устройств, то можно определить расчетные расходы воды на данном участке сети.

Секундный расчетный расход воды q л/с, на участке водопроводной сети можно определить как сумму секундных расходов q_0 одновременно действующих водоразборных устройств n из числа установленных N , т.е.

$$q_p = \sum_{i=1}^n q_{0i},$$

или как произведение числа одновременно действующих водоразборных устройств n и характерного для всех секундного расхода воды q_0 :

$$q_p = n q_0$$

Секундные расходы воды для каждого водоразборного устройства нормируются для определенного рабочего напора, но фактически в жилых зданиях при различных напорах и степени открытия водоразборных устройств для них может быть принят средний (характерный) расход 0,2 л/с (для холодной воды).

Для разнотипных приборов, у которых характерный расход отличается от 0,2 л/с, число одновременно действующих водоразборных приборов n из числа установленных можно определить по формуле:

$$n = \alpha / 0,2 = 5\alpha,$$

где α – коэффициент, зависящий от вероятности работы P и числа установленных на расчетном участке водоразборных устройств N :

$$\alpha = f(NP).$$

Величину α для различных значений N и P следует принимать по данным приложения 4, СНиП 2.04.01-85*. Расчетный секундный расход воды, л/с, на участке определяют по формуле:

$$q_p = 5\alpha q_0.$$

В зданиях с **различными потребителями** или на участках, объектах, где установлены разные водоразборные устройства с существенно отличающимися нормативными расходами, значение q_0 следует определять как средневзвешенную величину.

Вероятность действия P определяется как отношение продолжительности t действия водоразборного устройства к выбранному расчетному периоду (сутки, час, смена):

$$P = t/T.$$

Продолжительность действия водоразборного устройства определяют как отношение количества воды $U q_{hr}$ израсходованной в течение 1 ч всеми потребителями U , к секундному нормативному расходу воды q_0 от всех водоразборных устройств N , т.е.:

$$t = (q_{hr} U) / (q_0 N),$$

где q_{hr} – часовой расход в час максимального водопотребления, л/ч.

Если расчетный период принять $T = 3600$ с, то вероятность одновременного действия водоразборных устройств будет

$$P = \frac{q_{hr} U}{3600 q_0 N}$$

По этой формуле определяют вероятность P для всего здания, например, жилого, так как на отдельных участках изменение отношения U к N не имеет существенного различия.

Число потребителей U в современных жилых зданиях определяют либо по средней заселенности и числу квартир, либо по санитарной норме жилой площади и всей жилой площади здания.

Определение диаметров труб на расчетном участке – наиболее ответственная часть расчета водопроводной сети. Диаметры труб определяют по расчетному расходу воды, проходящему по данному участку и наиболее экономичной скорости. Экономически наивыгоднейшая скорость определяется наименьшей суммой затрат на строительство сети (капитальные затраты) и затрат на подачу воды (эксплуатационные затраты). По рекомендациям НИИ санитарной техники экономичными можно считать скорости **0,9 – 1,2 м/с**, в трубопроводах производственных водопроводов – не более 1,2 м/с, а в трубопроводах спринклерных и дренчерных установок – не более 10 м/с.

Скорость движения воды в магистральных трубопроводах и стояках рекомендуется принимать не более 1,5 м/с, а в подводках к водоразборным устройствам – не более 2,5 м/с.

Для определения диаметров труб и потерь напора в них обычно пользуются «Таблицами для гидравлического расчета водопроводных труб» (Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф., М.: Стройиздат, 1984).

Определение потерь напора. В сетях внутреннего водопровода определяют потери напора на трение по длине труб для каждого расчетного участка и потери напора на местные сопротивления в соединительных частях и арматуре. Потери напора на трение по длине труб определяют по формуле:

$$h_l = il = Alq^2,$$

где l – длина расчетного участка трубопровода, м; i – гидравлический уклон (потери на 1 м длины), A – удельное сопротивление трубы.

Потеря напора на единицу длины тем больше, чем меньше диаметр и больше расход воды.

Местные потери напора в сетях внутреннего водопровода в соответствии со СНиП определяют приблизительно как 10 – 30 % потерь напора по длине труб, а именно:

для сетей противопожарного водопровода.....10 %

для объединенного производственно-противопожарного
водопровода.....15 %

для объединенного хозяйственно-противопожарного
водопровода.....20 %

для хозяйственно-питьевого водопровода.....30 %

После гидравлического расчета отдельных участков труб на главном расчетном направлении иногда производят расчет других распределительных трубопроводов (ответвлений). При однотипных конструктивных решениях участков водопроводной сети (стояки, подводки к водоразборной арматуре) диаметры отдельных трубопроводов принимают по аналогии с рассчитанными участками.

Требуемый напор (давление) $H_{тр}$ для внутреннего водопровода определяют по формуле:

$$H_{тр} = H_r + \Sigma h_l + \Sigma h_m + h_{вв} + h_{вод} + H_{своб},$$

где H_r – геометрическая высота подъема воды, м, от отметки грунта у места присоединения ввода к наружной водопроводной сети до отметки диктующего водоразборного устройства; Σh_l – сумма потерь напора на расчетном направлении от водомерного узла до диктующего водоразборного устройства, м; Σh_m – сумма потерь напора в местных сопротивлениях, м; $h_{вв}$ – потери напора во вводе, м; $h_{вод}$ – потери напора в водомерном узле, м; $H_{своб}$ – рабочий (свободный) напор у диктующего водоразборного устройства, м.

1.12. Местные водонапорные установки

К водонапорным установкам для внутренних водопроводов относятся:

- насосные повысительные водонапорные установки,
- пневматические установки,
- водонапорные баки.

Водонапорные установки служат для повышения недостающего напора в сети внутреннего водопровода до значения, которое определяют как разность между требуемым напором при расчетном расходе воды и наименьшем (гарантированном) напором на вводе.

Насосные повысительные водонапорные установки. В водонапорных установках применяют центробежные насосы, соединенные с электродвигателями. На всасывающих линиях каждого насоса устанавливают задвижку, а на напорной линии – обратный клапан, задвижку и манометр (рис. 1.16).

Число насосов определяют расчетом. Кроме рабочих насосов предусматривается установка резервных, число которых зависит от числа рабочих насосов, а также противопожарных насосов.

Насосные установки монтируют с последовательным или параллельным соединением насосов. Размещают насосы отдельно – в помещении центрального теплового пункта, бойлерной, котельной или в помещении подземной насосной, которое должно быть теплым, сухим, светлым, оборудованным вентиляцией и искусственным освещением, должно иметь отдельный выход наружу и быть изолированным от других помещений. Не допускается устанавливать насосы непосредственно под рабочими комнатами и жилыми помещениями.

Для уменьшения шума, возникающего при работе насосов, и его распространения по трубопроводам применяют вибровставки – гофрированные патрубки длиной 80 – 100 см из армированной резины, а также амортизаторы под насосные агрегаты, песчаные подушки под их фундаменты и грузовые фильтры – поглотители вибрации.

Насосные установки проектируют с ручным, дистанционным или автоматическим управлением.

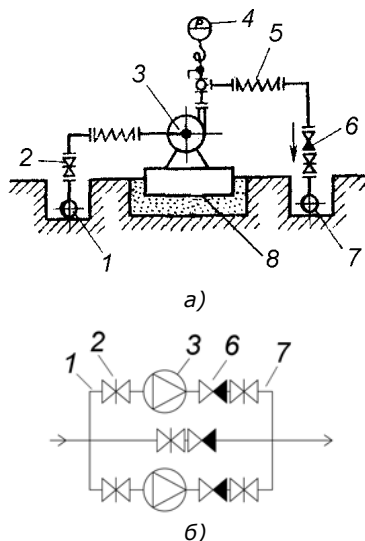


Рис. 1.16. Схема обвязки насосов: а) один насос, б) группа насосов; 1 - всасывающий трубопровод; 2 - запорная арматура; 3 - насос; 4 - манометр; 5 - вибровставка; 6 - обратный клапан; 7 - напорный трубопровод; 8 - плавающий фундамент

напор в пневмобаке может быть создан насосом или компрессором при подаче в пневмобак воды или сжатого воздуха. Насос работает с периодической подачей воды в бак. После остановки насоса вода поступает в сеть под напором сжатого воздуха. В зависимости от напора (давления) в пневмобаке различают пневматические установки с переменным и постоянным давлением.

Пневматическая водонапорная установка переменного давления показана схематически на рис. 1.17. Два герметически закрытых стальных резервуара 1 и 2 соединены трубой. При малом водоразборе давление в системе повышается, и бак 1 наполняется водой, которая перекачивает воздух в бак 2 и сжимает его, за счет чего повышается давление в баках 1 и 2. В часы, когда водопотребление будет превышать подачу воды насосами, вода будет уходить из бака 1, уровень воды в нем будет понижаться, и давление в системе будет падать. Возможно совмещение баков 1 и 2 в один гидропневмобак.

Для периодического восполнения убыли воздуха (вследствие его утечки и уноса с водой) обычно требуется установка компрессора 3. Он работает всего один-два раза в неделю и короткие промежутки времени, поэтому расход энергии на его работу крайне незначителен. Для исключения из установки компрессора гидропневмобаки делают с резиновой мембраной, которая разделяет воду и воздух.

В **пневматических установках постоянного давления** на трубе, соединяющей пневмобак с гидробаком, ставят редукционный клапан. Этот клапан при понижении уровня воды в гидробаке пропускает в него воздух под постоянным заданным давлением. При подъеме уровня воды в гидробаке воздух из него выпускается через специальный предохранительный клапан, также отрегулированный на заданное давление. Таким образом, в гидробаке может поддерживаться постоянное давление, что обеспечивает возможность надлежащего подбора насосов и их работы при оптимальных значениях КПД.

Пневматические установки постоянного давления требуют непрерывной работы компрессора для восполнения сбросов воздуха при каждом наполнении водяного котла. Установки постоянного давления менее экономичны и используются в тех случаях (относительно редких), когда колебание напора в сети не может быть допущено, например в некоторых системах производственного водоснабжения, где изменение напора воды вызывает недопустимые колебания расходов.

В качестве альтернативы пневматическим установкам постоянного давления используют насосные установки с частотным приводом, где подача и давление насоса могут регулироваться в широком диапазоне в зависимости от изменения частоты вращения электродвигателя.

Водонапорные баки предназначены для аккумуляции воды (как **регулирующие емкости**) при колебании расходуемой потребителями, а также для сохранения запаса воды (**запасные баки**), часто необходимого на противопожарные или технологические нужды.

Водонапорные баки размещают в специальных пристройках, башнях, на чердаках, технических этажах. Помещение для баков должно быть изолировано, оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, освещением и отоплением.

При заборе воды из наружной водопроводной сети повысительные насосы устанавливают с применением обводной трубы, оборудованной обратным клапаном и задвижками для пропуска воды в водопроводную сеть здания, минуя насосы (см. рис. 1.166). Если сеть питается от нескольких вводов, то их перед насосами объединяют. Насосы устанавливают в здании после водомерных узлов.

Насосы для внутреннего водопровода подбирают по требуемой подаче и напору с использованием графических характеристик, выражающим зависимость изменения напора, КПД и потребляемой мощности от подачи.

Подачу насосов определяют в зависимости от принятой системы внутреннего водопровода с учетом режима потребления и подачи воды. **Напор (давление)**, который должны создавать насосы, зависит от минимального (гарантированного) напора в наружной сети и требуемого напора для обеспечения подачи расчетного количества воды к диктующему водоразборному устройству, т.е.:

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{тр}} - H_{\text{гар}}$$

где $H_{\text{гар}}$ - заданный гарантированный напор в сети наружного водопровода, м.

Ориентировочно недостающий напор можно определить как разность свободного напора здания ($4n_{\text{эт}} + 6$) и гарантированного напора в сети наружного водопровода.

Пневматические водонапорные установки. Основным элементом пневматической установки является герметичный бак (гидропневмобак), из которого вода под давлением подается в распределительную сеть внутреннего водопровода (рис. 1.17). Требуемый

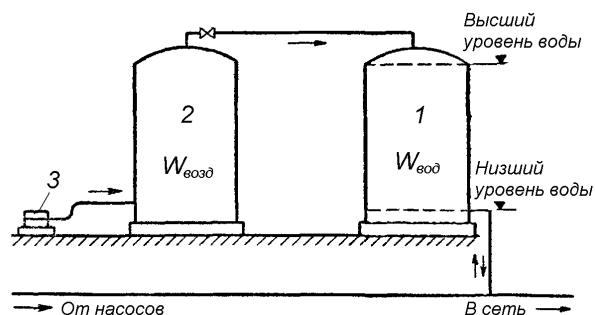


Рис. 1.17. Схема пневматической водонапорной установки: 1 - гидробак; 2 - пневмобак; 3 - компрессор

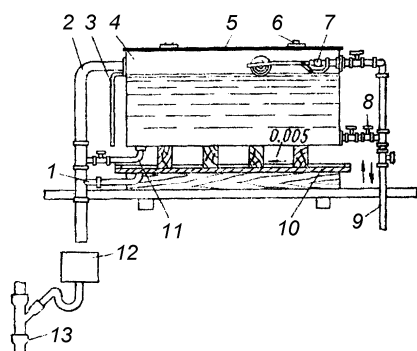


Рис. 1.18. Водонапорный бак:

1 – сливная труба; 2 – переливной трубопровод; 3 – сигнальный трубопровод; 4 – бак; 5 – крышка; 6 – люк; 7 – поплавковый клапан; 8 – обратный клапан; 9 – подающая и расходная трубы; 10 – поддон; 11 – спускная труба; 12 – промежуточный бачок; 13 – стояк

Объем баков составляет 0,5 – 20 м³ в зависимости от объема здания, режима водопотребления и режима подачи воды в баки. В здании используют не менее двух баков, чтобы обеспечить бесперебойную подачу воды на случай чистки и ремонта.

Водонапорные баки изготавливают цилиндрической или прямоугольной формы из листовой стали с антикоррозионным нетоксичным покрытием. Под баком устраивают поддон для сбора конденсирующейся влаги и отвода ее сливной трубой.

Баки оборудуют подающим, разводящим, спускным, переливным и сигнальным трубопроводами. Подающий трубопровод оборудуют запорной арматурой и двумя поплавковыми клапанами диаметром не более 50 мм.

Переливной трубопровод имеет диаметр в два раза больший, чем подающий, и присоединяется к баку на 100 мм выше подающего трубопровода. К переливному трубопроводу присоединяют спускной и сливной трубопроводы. Переливной трубопровод прокладывают до ближайшего стояка внутреннего водостока или канализации, где с разрывом струи и с гидрозатвором устанавливают переливной промежуточный бачок объемом 0,15 м³.

На подающей, разводящей и спускной трубах у бака должна быть установлена запорная арматура. На сигнальном, сливном и переливном трубопроводах запорную арматуру не устанавливают.

В системах водоснабжения с повысительными насосами регулирующий объем бака значительно уменьшается и зависит от частоты включений насоса.

Запасной объем воды на противопожарные нужды предусматривается из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из пожарных кранов.

1.13. Противопожарные водопроводы

Для защиты зданий и отдельных объектов от пожаров устраивают наружные и внутренние противопожарные водопроводы.

Внутренние противопожарные водопроводы, в зависимости от огнеопасности и этажности зданий, устраивают **раздельными** или **объединенными** с водопроводом другого назначения. Противопожарные водопроводы оборудуют пожарными кранами. В зданиях, требующих повышенной защиты, применяют автоматические (спринклерные) и полуавтоматические (дренчерные) установки.

Раздельные противопожарные водопроводы проектируют в зданиях, в которых другие внутренние водопроводы либо отсутствуют, либо когда объединение с ними запрещено по качеству транспортируемой воды или нецелесообразно по технико-экономическим соображениям.

Раздельный противопожарный водопровод состоит из сети трубопроводов с запорной арматурой и водоразборными пожарными кранами, водопитателя – насосных установок, обеспечивающих подачу необходимого количества воды для тушения пожара. Систему проектируют с соблюдением требований высокой степени надежности и бесперебойного снабжения водой, поэтому предусматривают дублированные, независимые источники питания водой и энергией, дистанционный пуск пожарных насосов, сдвоенные пожарные краны, кольцевые водопроводные сети.

Существенный недостаток раздельных противопожарных водопроводов состоит в том, что они являются закрытыми непроточными системами (при отсутствии водоразбора), поэтому вода в трубах портится и содержит продукты коррозии.

Наибольшее распространение получили объединенные противопожарные водопроводы, в которых обеспечивается движение воды. В отдельных случаях в неотапливаемых зданиях проектируют сухие противопожарные водопроводы с установкой выпусков и запорной арматуры в отапливаемых помещениях или колодцах.

Противопожарные водопроводы в соответствии с требованиями СНиП устраивают: в жилых одно- и многосекционных зданиях высотой 12 этажей и более; общежитиях и гостиницах высотой в четыре этажа и более; в зданиях учебных заведений; санаториях, домах отдыха, лечебных и детских учреждениях, магазинах и др. при объеме здания 5000 м³ и более; кинотеатрах, клубах, домах культуры.

В жилых зданиях высотой 12 – 16 этажей устраивают объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод, а в зданиях высотой 17 этажей и более – раздельный противопожарный и хозяйственно-питьевой водопровод.

Максимальный напор в объединенном противопожарном водопроводе на отметке наиболее низко расположенного водоразбора и пожарного крана должен быть не более 45 м, а у раздельного противопожарного водопровода – не более 90 м. При напорах, превышающих эти ограничения, между пожарным краном (вентилем) и соединительным патрубком устанавливают диафрагму для снижения избыточных напоров. Подобные диафрагмы устанавливают у водоразборной арматуры хозяйственно-питьевого водопровода.

Противопожарные водопроводы не нужно устраивать в зданиях и помещениях объемом меньше 5000 м³, в жилых зданиях высотой меньше 12 этажей, в школах, банях, кинотеатрах сезонного действия, бытовых зданиях промпредприятий (см. СНиП 2.04.01-85*).

В состав оборудования **пожарного крана** входят: пожарный вентиль диаметром 50 или 65 мм, присоединенный к ответвлению стояка; пеньковый рукав (шланг) того же диаметра длиной 10, 15 и 20 м с быстросмыкающимися полугайками и пожарный ствол с наконечником (спрыском) диаметром 13, 16 и 19 мм (рис. 1.19).

Пожарные краны размещают в шкафчиках с надписью ПК на высоте 1,35 м над полом в легкодоступных местах (в вестибюлях, коридорах, на лестничных площадках, в проходах и пр.).

Сети противопожарных водопроводов с числом пожарных кранов более 12 должны быть закольцованы и присоединены к наружным сетям не менее чем двумя вводами.

Число пожарных кранов в системе назначают с учетом орошения всех площадей помещений здания расчетным числом (по СНиП) компактных (нераздробленных) струй. Радиус действия пожарного крана определяется как сумма длины пожарного рукава и длины компактной части струи, равной высоте защищаемого помещения, но не менее 6 м для жилых и других зданий высотой до 50 м и 8 м – при высоте жилых зданий более 50 м.

Число одновременно действующих пожарных кранов и рекомендуемые минимальные расходы воды приведены в СНиП 2.04.01-85*. Минимальный расход воды на одну струю нормируется 2,5 и 5 л/с, а число одновременно действующих струй – от одной до трех, в зависимости от назначения, объема и высоты здания.

Спринклерные противопожарные установки предназначены для автоматического тушения пожара, возникшего в помещении. Одновременно с подачей воды возникает сигнал тревоги. Спринклерные установки применяют в помещениях с повышенной пожарной опасностью.

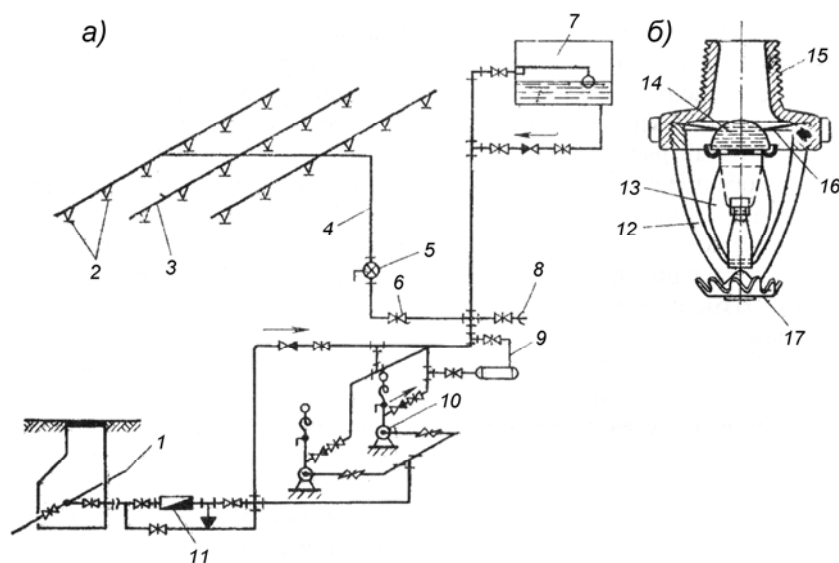


Рис. 1.20. Спринклерная установка автоматического пожаротушения: а – схема спринклерной установки; б – спринклер

диафрагма 16 с отверстием диаметром 8, 10 и 12,7 мм, которое закрыто стеклянным полусферическим клапаном 14, поддерживаемым тремя медными или латунными пластинами 13, соединенными легкоплавким сплавом. Температуры плавления сплава $72^{\circ}\text{C} \pm 2$; $93^{\circ}\text{C} \pm 2$; $141^{\circ}\text{C} \pm 3$; $182^{\circ}\text{C} \pm 3$. Пластины замка опираются на розетку 17, прикрепленную к раме 12 головки спринклера. Расчетная площадь орошения одного спринклера типа СП-2 составляет 9 – 12 м². Выпускают также спринклеры типа ОВС с повышенной площадью орошения (12, 27, 36 м²) и эвольвентные типа ЭС.

Спринклерные установки бывают водяные, воздушные и водовоздушные. Водяные системы применяют в отопляемых помещениях, воздушные и водовоздушные – в неотапливаемых.

Один из основных элементов установки – контрольно-сигнальный (пусковой) клапан (КСК), который, в зависимости от типа спринклерной установки, бывает водяной, воздушный и водовоздушный. Принцип действия водяного КСК следующий. Вся спринклерная сеть, оборудованная спринклерными головками, находится под напором и заполнена водой. Под действием повышенной температуры воздуха в помещении, где расположена спринклерная сеть, от возникшего пожара замки спринклерных головок расплавляются, и вода начинает выливаться из труб спринклерной сети. При этом давление в сети над КСК падает, клапан открывается, и вода по главному трубопроводу поступает в спринклерную сеть. Одновременно через отверстие клапана вода поступает к сигнальному устройству (датчику), включающему насос для подачи воды в спринклерную сеть от основного водопитателя.

Дренчерные полуавтоматические установки бывают заливные (во взрывоопасных помещениях) и сухотрубные. Оборудование этих установок состоит из сети с открытыми оросителями (дренчерами), автоматического и основного водопитателей и узла управления в виде запорной арматуры или клапанов группового действия, которые открываются только при возникновении пожара.

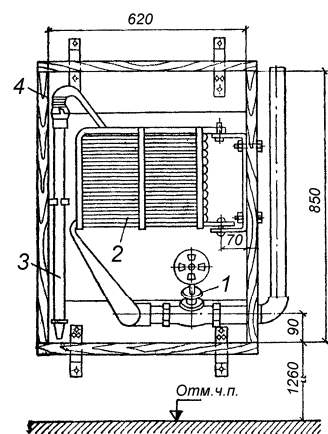
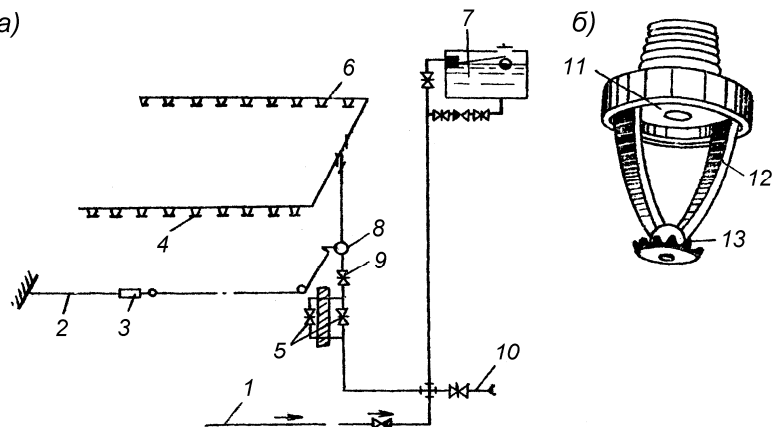


Рис. 1.19. Пожарный кран в сборе: 1 – вентиль; 2 – рукав; 3 – ствол; 4 – шкаф

Рис. 1.21. Дренчерная полуавтоматическая система противопожарного водоснабжения:

1 – подача воды от основного водопитателя; 2 – трос; 3 – легкоплавающий замок; 4 – дренчеры; 5 – задвижки управления; 6 – распределительная сеть; 7 – водонапорный бак (автоматический водопитатель); 8 – клапан группового действия; 9 – главная задвижка; 10 – резервный водопитатель; 11 – корпус дренчера; 12 – рамка; 13 – розетка



На рис. 1.21а приведена схема дренчерной установки, работа которой может быть автоматизирована с помощью спринклерных контрольных головок (оросителей), легкоплавающих замков с тросовым управлением или термоэлектрических датчиков.

Дренчер (рис. 1.21б) состоит из головки с диафрагмой, рамы и розетки. Выпускают открытые оросители (дренчеры) двух типов: розеточные ДР и лопаточные ДЛ с отверстиями диафрагм 8, 10 и 12,7 мм, а также оросители с повышенной до 58 – 210 м² площадью орошения.

Размещают дренчеры на расстоянии не более 3 м друг от друга и не более 1,5 м от стен защищаемого помещения.

1.14. Местные установки кондиционирования воды

Местные установки кондиционирования воды предназначены для доочистки водопроводной воды в зданиях для использования ее в хозяйственно-питьевом водоснабжении, в горячем водоснабжении и отоплении, для работы инженерного оборудования самого здания (системы кондиционирования и пылеудаления) и технологического оборудования потребителей.

Различные потребители воды в зданиях предъявляют различные требования к качеству воды: так для систем теплоснабжения (бойлеры и паровые котлы) необходима умягченная вода, а для систем кондиционирования – частично обессоленная. Для медицинского оборудования в больницах и поликлиниках требуется глубоко обессоленная и обеззараженная вода, свободная от всех механических примесей. Кроме того, в любом городе существует большое число мелких производств, которым требуется специально подготовленная вода в относительно небольших количествах.

Поскольку качество водопроводной воды в ряде городов не всегда отвечает требованиям СанПиН 2.1.1074-01, в том числе в результате вторичного загрязнения в распределительных сетях, то возникают ситуации, когда необходима установка систем доочистки водопроводной воды у конечного потребителя для получения питьевой воды.

Если система доочистки стоит в квартире, и предназначена для одного или нескольких человек, то такое оборудование, как правило, относится уже к категории «бытовые фильтры», однако принцип очистки аналогичен более крупным системам, устанавливаемым в технических и вспомогательных помещениях жилых и общественных зданий.

Набор оборудования системы доочистки водопроводной воды зависит от состава исходной воды и требований к качеству очищенной воды, и в число его задач может входить:

- удаление коллоидного (окисленного) железа, взвешенных частиц и крупных примесей (песок, окалина): сетчатые фильтры, механические фильтры с картриджами или зернистой загрузкой, микро- и ультрафильтрационные мембраны;
- удаление растворенного железа (фильтры-обезжелезиватели);
- умягчение воды (Na-катионитовые фильтры со сменными картриджами или автоматической регенерацией, нанофильтрация);
- удаление неприятных запахов и привкусов (фильтры с активированным углем или сорбционной загрузкой, реже озонирование);
- удаление токсичных примесей (тяжелые металлы, органические соединения, в т.ч. хлороформ) (фильтры с активированным углем или сорбционной загрузкой, нанофильтрация или обратный осмос);
- обессоливание воды (ионообменные фильтры, обратный осмос, электродиализ);
- обеззараживание воды (бактерицидные ультрафиолетовые лампы, дозирование обеззараживающих реагентов, обработка загрузок фильтров серебром).

Для получения высококачественной питьевой воды чаще всего используют последовательно: механическую очистку, умягчение и обезжелезивание (при необходимости) и сорбцию на активных углях. Мембранные системы нанофильтрации и обратного осмоса позволяют исключить все вышеуказанные стадии, оставив на выходе только сорбционный фильтр для удаления запахов и привкусов.

Для гарантированного обеспечения бактериальной чистоты обработанной воды установки дополняют чаще всего ультрафиолетовыми лампами.

Эксплуатация систем доочистки водопроводной воды связана, в первую очередь, с заменой картриджей, промывкой механических фильтров и регенерацией загрузок ионообменных и обезжелезивающих

вающих фильтров. Последнее выполняется, как правило, автоматически, однако требуется периодическое пополнение запасов реагентов.

Особо следует отметить необходимость точно контролировать срок работы картриджей и фильтров с активированным углем и своевременно менять сорбент, поскольку при длительной работе на них активно развивается микрофлора, а истощившие свою сорбционную емкость угольные фильтры могут передавать в воду задержанные ранее загрязнения.

1.15. Основы автоматизации систем водоснабжения зданий

Для работы водонапорных установок в автоматическом режиме, а также для автоматизации работы водоочистных систем существуют ряд устройств, реагирующих на изменение давления, уровня или скорости течения воды.

Автоматическое включение или выключение электродвигателей насосов и компрессоров в системах водоснабжения зданий возможно при изменении уровня воды в водонапорном баке, либо давления в трубопроводах сети (или пневматическом баке) или скорости движения воды в трубопроводе.

При изменении указанных параметров приводятся в действие датчики, связанные с исполнительными механизмами включения или выключения магнитного пускателя, соединяющего или размыкающего линию электропитания двигателя насоса.

Для **контроля уровня** применяют различные реле уровня воды: механические, электронные, датчики давления и ультразвуковые датчики. В механических (поплавковых) реле уровня (рис. 1.22) чувствительным элементом является поплавок, поступательное движение которого различными способами передается на контакты реле. В зависимости от верхнего или нижнего положения уровня воды в баке реле уровня включает или выключает контакты электроцепи двигателя.

Принцип действия электронного датчика основан на преобразовании изменения электрического сопротивления между электродами датчика в релейный сигнал. При погружении электродов датчика в воду, по ним начинает идти микроток, который регистрирует датчик.

Для измерения уровня также используют чувствительные электронные датчики давления, которые могут определить даже небольшое изменение давления водяного столба и, соответственно, уровня воды в резервуаре. Эти датчики устанавливают в нижней части бака.

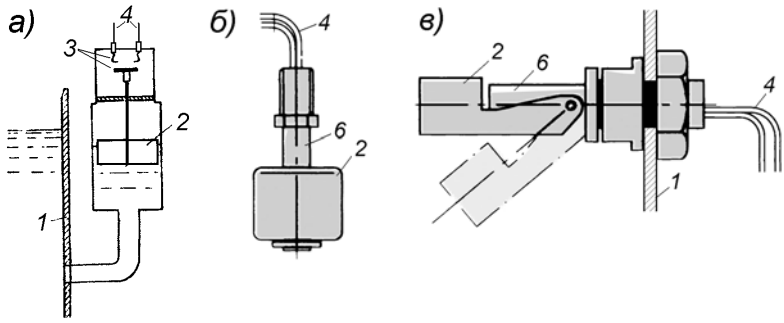


Рис. 1.22. Устройство поплавковых реле уровня:
1 – стенка резервуара; 2 – поплавок; 3 – контакты; 4 – провода; 5 – трубка с герконом; 6 – поплавок с магнитом

Для **контроля давления** применяют механические реле давления, электроконтактные манометры, электронные датчики давления.

Механические реле давления мембранного или диафрагмового типа и электроконтактные манометры широко используются для включения и выключения электродвигателей насосов и компрессоров в системах без водонапорных баков или с пневматическими баками. При изменении давления мембрана (диафрагма) изгибается и через рычаг реле замыкает или размыкает контакты цепи управления магнитного пускателя электродвигателя.

Для **контроля** наличия или отсутствия **потока** жидкости используют струйные реле. С помощью струйного реле включаются пожарные насосы. Принцип действия струйного реле основан на воздействии энергии струи воды, отклоняющем пластинку, которая замыкает контактное устройство. Струйное реле устанавливают у основания пожарных стояков либо у водонапорного бака (при отдельной системе водоснабжения).

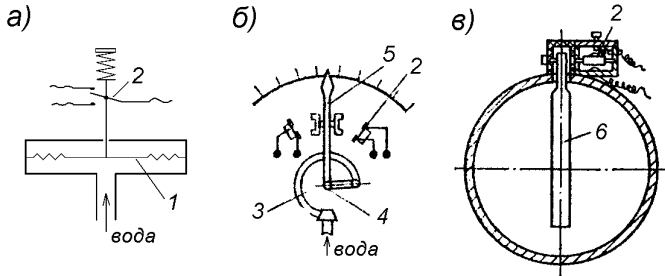


Рис. 1.23. Схема реле давления (а), контактного манометра (б) и струйного реле (в):
1 – мембрана; 2 – контакты; 3 – трубка датчика; 4 – ось стрелки; 5 – стрелка; 6 – чувствительная пластинка

2.1. Системы водоотведения зданий различного назначения

Система водоотведения (канализация) предназначена для удаления из здания загрязнений, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур, хозяйственной и производственной деятельности человека, а также для отведения атмосферных и талых вод.

При наличии водоснабжения устраивают **сплавные системы** – загрязнения удаляют водой. В неканализованных районах без водопровода для жилых зданий и общежитий высотой один-два этажа при числе проживающих не более 50 чел., детских оздоровительных лагерей, сельских клубов и т.д. допускается устраивать местную **вывозную систему** с использованием люфтклозетов или выгребов.

По назначению системы водоотведения разделяются на:

- бытовые,
- производственные,
- внутренние водостоки.

Бытовая система отводит загрязненную воду после мытья посуды и продуктов, стирки белья, санитарно-гигиенических процедур (умывания, принятия ванны и т.д.).

Производственная система удаляет за пределы здания жидкость, использованную в технологических процессах, и содержащую отходы, которые в дальнейшем не могут быть применены в производстве.

Внутренние водостоки (дождевая канализация) отводит с кровли здания дождевые и талые воды.

Твердые отходы (мусор) удаляют мусоропроводами, которые также можно отнести к системам канализации – канализование твердых отходов.

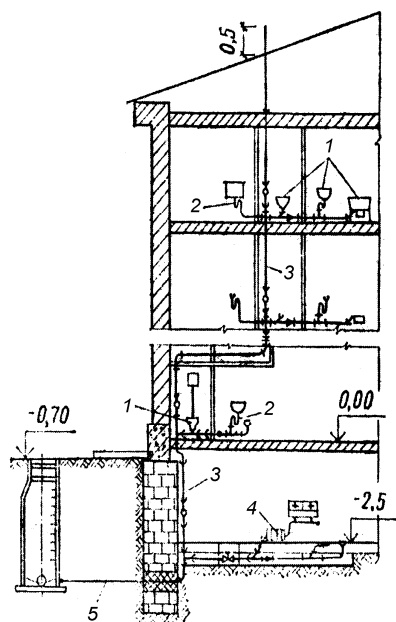


Рис. 2.1. Элементы системы канализации

Система водоотведения (рис. 2.1) состоит из следующих элементов: приемников сточных вод 1, гидрозатворов 2, внутренней водоотводящей сети 3, местных установок для очистки и перекачки сточных вод 4, выпусков 5.

Приемники сточных вод принимают загрязненную воду и отводят ее в водоотводящую сеть.

Гидравлические затворы предотвращают попадание вредных газов из водоотводящей сети в помещение.

Внутренняя водоотводящая сеть собирает и отводит сточные воды от приемников в дворовую канализационную сеть.

Местные установки для перекачки сточных вод предусматриваются на сети в том случае, если наружная сеть расположена выше дворовой сети.

На **установках для очистки сточных вод** производится предварительная очистка наиболее загрязненных стоков и удаляются вещества, которые могут нарушить нормальную работу наружной водоотводящей сети или очистных сооружений.

Выбор системы водоотведения отдельных зданий, а также ее схемы (число и взаимное расположение отдельных элементов системы) определяется назначением здания, видом технологического процесса, установленным оборудованием, глубиной расположения наружной водоотводящей сети, качественным составом сточных вод.

В жилых и общественных зданиях предусматривается хозяйственно-бытовая и ливневая (водостоки) система водоотведения. Охлаждающая вода от установок кондиционирования воздуха, не содержащая твердых и растворенных загрязнений, относится к условно-чистым стокам и сбрасывается в систему водостоков или бытовую водоотводящую сеть.

Схемы системы водоотведения **жилых зданий** обычно состоят из следующих основных элементов: приемников сточных вод (санитарных приборов), гидрозатворов, внутренней и дворовой водоотводящей сетей.

В **производственных зданиях** проектируются раздельная бытовая и производственная системы водоотведения и водостоки. Для отвода сточных вод, различающихся по составу, агрессивности, температуре или другим показателям, с учетом которых смешение этих вод недопустимо или нецелесообразно, предусматривается несколько производственных систем водоотведения, транспортирующих эти стоки раздельно. При проектировании систем необходимо рассмотреть возможность извлечения и использования ценных веществ, содержащихся в сточных водах, повторного использования очищенных сточных вод в производственном (оборотном) водоснабжении. Для этого в системах предусматривают местные установки для очистки и перекачки стоков.

С целью уменьшения строительных и эксплуатационных затрат желательно совместное отведение производственных и бытовых стоков объединенной системой. Это возможно в следующих случаях: если производственные сточные воды имеют температуру ниже 40 °С; содержат менее 500 мг/л взвешенных

и всплывающих частиц; не оказывают разрушающего воздействия на материал труб и элементы сооружений канализации; не содержат вещества, которые способны засорять трубы, отлагаться на их стенках, препятствовать биологической очистке, образовывать взрывоопасные или токсичные смеси в сетях и сооружениях и т.д.

При несоответствии стоков указанным требованиям на производственных системах водоотведения предусматривают установки для очистки, на которых сточные воды подвергаются предварительной обработке, в результате чего снижается содержание загрязнений до допустимого предела.

2.2. Материалы и оборудование водоотводящих сетей

Внутренняя канализационная сеть (рис. 2.2), состоящая из отводных трубопроводов 2, стояков 3, вытяжной части 1, горизонтальных линий 4, выпусков 6 и устройств для прочистки 5, монтируется из чугунных, пластмассовых, асбестоцементных труб. Стальные трубы применяются для прокладки коротких отводных линий от умывальников, моек, ванн и т.д.

Чугунные трубы изготавливают диаметром 50, 100, 150 мм. Для защиты труб от агрессивного воздействия сточных вод выполняют их антикоррозионное покрытие (нефтяной битум). Выпускают трубы двух классов — А и Б. К классу А относятся трубы, выдерживающие давление 0,1 МПа до нанесения антикоррозионного покрытия. Их используют для прокладки в строительных конструкциях. Трубы класса Б выдерживают то же давление после нанесения покрытия. Поскольку эти трубы менее герметичны, их применяют при открытой прокладке.

Чугунные трубы соединяются с помощью раструбов (рис. 2.3). Щель между раструбом 1 и гладким концом трубы 2 заполняют жгутом из смоляной пряди 3 и цементом 4. При использовании резинового кольца 5, размещаемого в канавке раструба, значительно снижается трудоемкость сборки труб и обеспечиваются эластичность и герметичность соединения.

Для изменения направления трубопровода, присоединения боковых ответвлений, соединения труб различного диаметра используют фасонные (соединительные) части (рис. 2.4): колено 4, отводы 2 с углом 110, 120 и 135°, крестовины прямые 6 (под углом 90°), косые 7 (под углом 45 и 60°), тройники прямые 10 и косые 9, отступы 11, муфты 8, патрубки переходные 5 и компенсационные 1.

Для облегчения монтажа и сокращения числа соединительных частей используют комбинированные фасонные части: тройники-переходы, позволяющие изменять направление трубопровода и присоединять трубу меньшего диаметра; отвод-крест 15 для присоединения унитаза к стояку

и боковых ответвлений меньшего диаметра; двухплоскостную крестовину 24, позволяющую присоединять к стояку горизонтальные ответвления, расположенные в разных плоскостях.

Для типовых разводов в санитарно-технических кабинках используют укрупненные унифицированные элементы, изготавливаемые путем отливки или с помощью контактной сварки отдельных фасонных частей.

За рубежом выпускаются чугунные трубы без раструбов, соединяемые с помощью специальных хомутов с резиновыми уплотнениями.

Пластмассовые трубы, по сравнению с металлическими, имеют меньшую массу, большую коррозионную стойкость, гладкую поверхность, обеспечивающую незасоряемость и небольшое гидравлическое сопротивление.

Однако при использовании этих труб необходимо учитывать их меньшую механическую прочность и значительный коэффициент линейного расширения.

Пластмассовые трубы изготавливают из полиэтилена низкой плотности (ПНП) и высокой плотности (ПВП), а также непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ). Полиэтиленовые трубы диаметром 50 – 100 мм можно применять в районах с температурой воздуха не ниже – 20 °С. Трубы из ПВХ диаметром 50 и 100 мм более морозостойки (до – 30 °С).

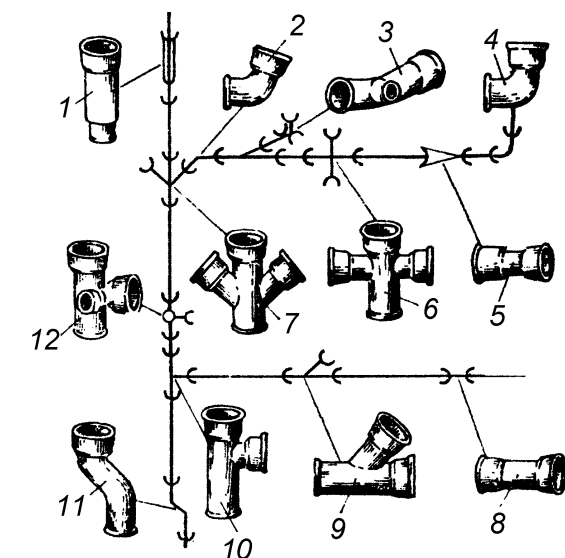


Рис. 2.4. Фасонные части:

1 - компенсационная муфта; 2 - отвод; 3 - отвод-крест; 4 - колено; 5 - переходный патрубок; 6, 7 - крестовина прямая и косая; 8 - муфта; 9, 10 - тройник косой и прямой; 11 - отступ; 12 - двухплоскостная крестовина

Пластмассовые трубы используют в системах бытового и производственного водоотведения, транспортирующих воду с температурой не выше 40 – 60 °С. Их соединяют раструбным соединением с резиновым кольцом. Для компенсации температурных удлинений гладкий конец трубы вводят в раструб так, чтобы между его торцом и внутренним торцом раструба оставался зазор 3 – 6 мм. Трубы из ПВХ соединяют также на клею, получая прочное, герметичное соединение. Иногда используют раструбное

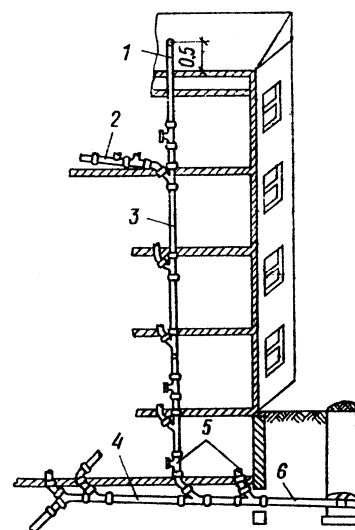


Рис. 2.2. Внутренняя канализационная сеть

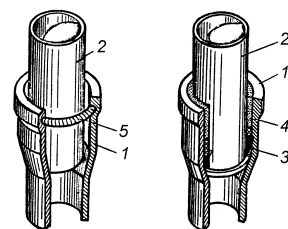


Рис. 2.3. Устройство раструбных соединений

сварное соединение (перед соединением расплавляют внутреннюю поверхность раструба и наружную поверхность гладкого конца).

Пластмассовые фасонные (соединительные) части по конфигурации и номенклатуре аналогичны чугунным фасонным частям.

Асбестоцементные безнапорные трубы диаметром 100 – 150 мм используют в производственной сфере для отвода агрессивных стоков. Соединяют асбестоцементные трубы асбестоцементными муфтами с резиновыми уплотнительными кольцами. При использовании чугунных муфт и фасонных частей зазор между трубой и муфтой заделывают аналогично чугунным трубам.

Стальные трубы для уменьшения коррозии покрывают асфальтовым или асфальтопечковым лаком. Их соединяют на резьбе, сварке или на клею.

Для устранения засоров и прочистки канализационной сети на ней предусматривают ревизии и прочистки.

Ревизии (рис. 2.5а, б) позволяют прочищать трубы в обоих направлениях. Их выполняют в виде люков 1 на трубе, закрываемых крышкой 2 с резиновой прокладкой, которые притягиваются к корпусу двумя или четырьмя болтами. Устанавливают их на вертикальных и горизонтальных участках трубопроводов. При подземной прокладке труб над ними устраивают смотровые колодцы 3 (см. рис. 2.5б).

Прочистки (рис. 2.5в) устанавливают в местах, где требуется прочистка труб только в одном направлении. Их выполняют в виде косо́го тройника и отвода в 135° или двух таких отводов, обеспечивающих плавный вход очищающего троса в трубу. Сверху раструб закрывают заглушкой 4 на легкоплавкой мастике или сурико-меловой замазке.

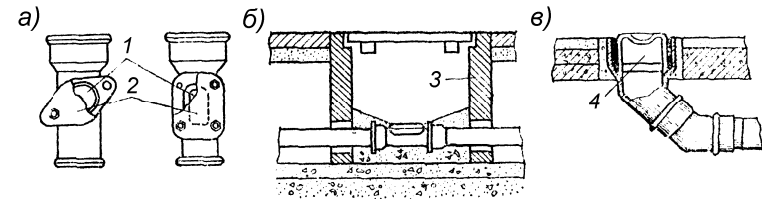


Рис. 2.5. Ревизии и прочистки

Приемники сточных вод собирают загрязненную воду и отводят в водоотводящую сеть. Их выполняют в виде открытых сосудов или воронок, в которые собираются вода и брызги, образующиеся при технологических процессах или проведении процедур. Приемники сточных вод разделяются на два вида: санитарные приборы, собирающие бытовые стоки, и приемники производственных сточных вод.

Санитарные приборы (см. табл. 2.1) служат для гигиенических целей (ванны, умывальники, раковины, души, писсуары, биде) и для хозяйственных нужд (мойки, раковины). Для питьевых нужд в общественных и производственных зданиях используют фонтанчики.

Таблица 11.1. Основные характеристики санитарных приборов

Санитарный прибор	Габариты, мм	Высота установки	Материал	Разновидности
Ванна	1700 x 750 1500 x 700 глубина чаши 400 – 460		эмалированный чугун, сталь, реже – пластик и керамика	сидячие ванны и глубокие поддоны
Умывальник	400 x 500 x 135 (I величина) 500 x 420 x 150 (II) 600 x 450 x 150 (II) 650 x 500 x 150 (IV) 700 x 600 x 150 (V).	0,8 – 0,85 м от пола, в детских учреждениях и школах – 0,7 м, в яслях-садах – 0,5 – 0,6 м.	керамика (фарфор, фаянс), реже пластмасса	прямоугольной, полукруглой, овальной, трапециевидной формы и др.; умывальник на постаменте
Рукомойник	480 x 320 x 130			
Мойка	одно отделение – 500 x 600 и 600 x 600; два отделения – 1000 x 600 и 800 x 600; глубина чаши 170 – 200	0,85 м от пола на подстолье, являющемся элементом кухонной мебели	чугун и листовая сталь, покрытые стекловидной эмалью; нержавеющая сталь без покрытия	
Унитаз	460 x 360; для детских и школьных учреждений – 405 x 290, высотой 330	Смывной бачок: на унитазе (бачок «Компакт»); на стене на высоте 0,8 – 1,0 м; на стене на высоте 1,8 м	керамика – фарфор, фаянс, покрытые глазурью.	Тип выпуска: прямой, направленный вниз, и косой, под углом 30°. По конструкции: тарельчатые, воронкообразные и козырьковые.

Разновидностью приемников сточных вод являются **трапы**, которые собирают загрязненную воду с пола помещения или от технологического оборудования. Трапы (рис. 2.6а, б) состоят из корпуса, в котором имеется перегородка, образующая гидравлический затвор. Для прочистки сети перегородка выполняется съемной (см. рис. 2.6а) или в ней делают отверстие, закрываемое пробкой (см. рис. 2.6б). Сверху трап закрыт съемной решеткой, задерживающей крупные загрязнения.

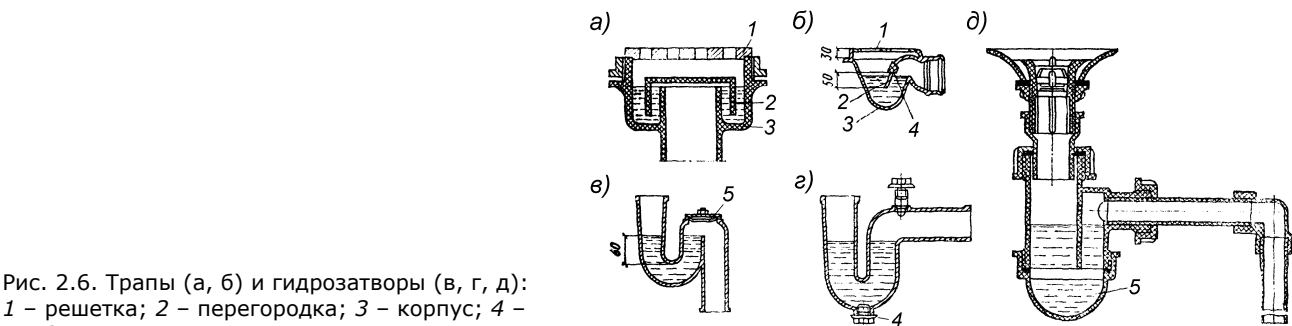


Рис. 2.6. Трапы (а, б) и гидрозатворы (в, г, д): 1 – решетка; 2 – перегородка; 3 – корпус; 4 – пробка; 5 – крышка

Все приемники сточных вод присоединяют к водоотводящей сети через гидрозатворы. **Гидрозатворы (сифоны)** задерживают вредные газы из системы канализации слоем воды высотой 40 – 70 мм, который образуется в изгибе трубопровода (U-образные гидрозатворы) (рис. 2.6в, г) или между двумя цилиндрами (рис. 2.6д). Незасоряемость сифонов обеспечивается большим проходным сечением и гладкой внутренней поверхностью. Для прочистки гидрозатворов и примыкающих к ним участков предусматриваются отверстия, закрываемые крышками (сифоны-ревизии) или резьбовыми пробками.

Гидрозатворы изготовляют из чугуна, пластмассы или латуни.

2.3. Трассировка и устройство водоотводящей сети

Трассировка внутренней водоотводящей сети производится с таким расчетом, чтобы сточные воды удалялись из здания по кратчайшему пути. Перед трассировкой сети на планах и разрезах здания определяют число и места расположения приемников сточных вод. Размещение санитарно-технических приборов на планах и разрезах, в большинстве случаев, намечают архитекторы.

После каждого санитарно-технического прибора предусматривается гидрозатвор (за исключением приборов, в которых он имеется). В производственных сетях, отводящих стоки, загрязненные только механическими примесями, гидрозатворы устанавливать не обязательно.

В местах сосредоточения приемников сточных вод предусматривают стояки. Для уменьшения числа стояков желательно, чтобы приемники сточных вод располагались группами и друг над другом по этажам. Стояки размещают у колонн ограждающих конструкций по возможности ближе к приемникам (унитазам), в которые поступают наиболее загрязненные стоки, и с таким расчетом, чтобы длина отводящих труб была минимальной. Во избежание замерзания не рекомендуется устраивать стояки около наружных стен, дверей, ворот.

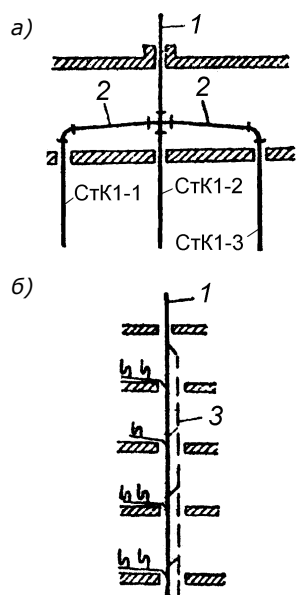


Рис. 2.7. Вентиляция канализационной сети:

1 – вытяжка; 2 – сборный трубопровод; 3 – вентиляционный стояк

Отводные трубопроводы присоединяют к гидрозатворам санитарно-технических приборов и прокладывают к стояку прямолинейно с постоянным уклоном. Санитарные приборы в разных квартирах на одном этаже подключают к отдельным отводным трубопроводам. Боковые ответвления присоединяют с помощью косых тройников и крестовин (прямые крестовины и тройники не применяют).

Вентиляция сети. Стояк сверху переходит в вытяжную часть, которая предусматривается во всех зданиях высотой более пяти этажей (рис. 2.7). При меньшей этажности необходимость устройства вытяжной части проверяется расчетом. Вытяжную часть устраивают для предотвращения отсасывания воды из гидравлических затворов («срыва затвора») при образовании вакуума в стояке во время сброса жидкости и для вентиляции внутренней и наружной сети.

Конструкцию вытяжной части принимают в зависимости от назначения кровли (неэксплуатируемая, с игровыми площадками, кафе и т.д.) и высоты здания. На неэксплуатируемой кровле предусматривают простую вытяжную часть, диаметр которой равен диаметру стояка, высота – 0,3 – 0,5 м. На эксплуатируемых кровлях вытяжная труба выводится на высоту не менее 3 м. Допускается объединять несколько стояков для уменьшения числа проколов кровли (рис. 2.7а). Отдельный вентиляционный стояк (рис. 2.7б) устраивают в высотных зданиях (более 20 этажей) в тех случаях, когда невозможно проложить стояк большего диаметра или два параллельных стояка.

Стояк водоотводящей сети в нижней части плавно присоединяют к горизонтальному трубопроводу, который прокладывают так же, как отводные трубопроводы к выпуску.

Стояки и отводящие трубопроводы в жилых зданиях располагают обычно сзади или сбоку унитаза в санитарном узле. При размещении кухни в отдалении от санитарного узла прокладывают отдельный стояк для отвода стоков от моек.

В типовых жилых и общественных зданиях стояки размещают вместе со стояками водоснабжения в санитарно-технических блоках, панелях, кабинах, которые монтируют одновременно со строительными конструкциями здания, что позволяет сократить объем монтажных работ на строительной площадке (см. рис. 2.8).

Трубы прокладывают открыто с креплением к конструкциям зданий, а также на специальных опорах, или скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом, в панелях, бороздах стен, в подшивных потолках, санитарно-технических кабинах, вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

Выпуски располагают, по возможности, с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам так, чтобы длина горизонтальных линий, соединяющих стояки, была минимальной.

В малоэтажных жилых домах проектируют, как правило, один выпуск на секцию, который выводят во двор. В зданиях с техническими подпольями и неэксплуатируемыми подвалами целесообразно устраивать два или один торцовый выпуск. Выпуски присоединяют к дворовой сети в колодце под углом не менее 90°. Расстояние между стенами здания и колодца принимается не менее 3 м. Максимальная длина выпуска (от оси прочности или стояка до оси колодца) принимается 6; 7,5; 10 м при диаметрах труб, соответственно 50; 100; 150 мм, что позволяет ликвидировать засоры через прочистку, установленную перед выпуском. При большей длине выпуска необходимо предусматривать дополнительный колодец.

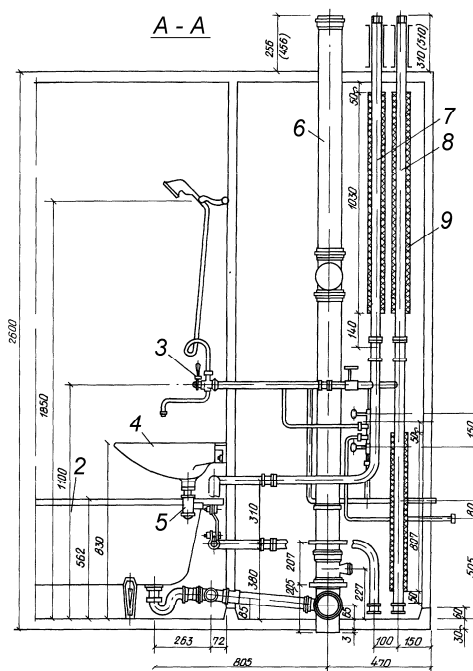
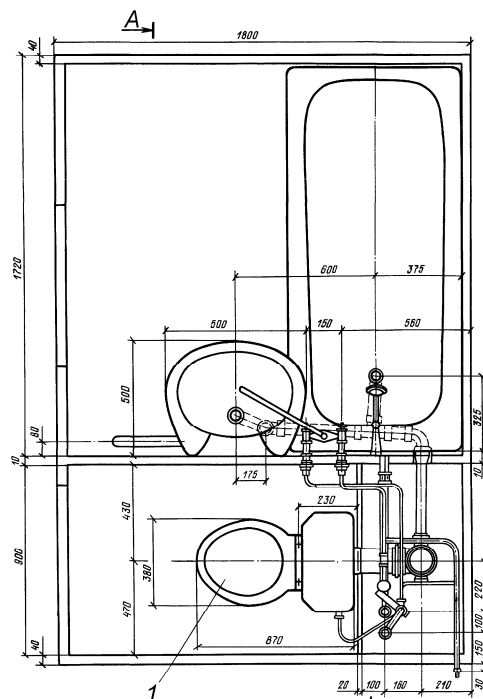


Рис. 2.8. Унифицированная санитарно-техническая кабина раздельного типа:

1 – унитаз, 2 – ванна, 3 – смеситель с душевой сеткой, 4 – умывальник, 5 – сифон бутылочный, 6 – стояк канализационный, 7 – стояк горячей воды, 8 – стояк холодной воды, 9 – изоляция

За пределами здания выпуск прокладывают ниже глубины промерзания грунта или не более чем на 0,3 м выше этой глубины. При необходимости выпуск можно прокладывать на меньшей глубине, обеспечивая теплоизоляцию. Минимальная глубина его заложения 0,7 м.

Материал труб водоотводящей сети выбирают с учетом требований прочности, коррозионной стойкости и экономичности. Наиболее часто для внутренних сетей используют раструбные чугунные и пластмассовые трубы. Для выпусков применяют также асбестоцементные трубы. Диаметр труб и уклон определяются расчетом или конструктивно исходя из условия незасоряемости. Максимальные уклоны для труб всех диаметров не более 0,15.

После нанесения элементов водоотводящей сети на планы и разрезы здания составляют аксонометрическую схему, на которой показывают места расположения устройств для прочистки сети. Ревизии и прочистки размещают в следующих местах: на стояках в нижнем и верхнем этажах при отсутствии на них отступов, а при наличии отступов – также и вышерасположенных над отступами этажах; в жилых зданиях высотой пять этажей и более – не реже, чем через три этажа; в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов три и более, под которыми нет устройств для прочистки; на поворотах сети – при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки; перед выпусками из здания. На горизонтальных участках наибольшее расстояние между ревизиями и прочистками принимается согласно СНиП 2.04.01-85*.

Ревизии и прочистки размещают в местах, удобных для обслуживания. На подземных трубопроводах ревизии устанавливают в колодцах.

2.4. Дворовая и микрорайонная водоотводящая сеть

Из здания сточные воды отводятся в наружную уличную сеть через систему трубопроводов, которая, в зависимости от расположения ее на территории населенного пункта или промышленного предприятия, называется дворовой, внутриквартальной или внутриплощадочной (заводской).

Дворовая сеть 3 (рис. 2.9) принимает стоки от выпусков 1 внутренней сети одного или нескольких домов.

Внутриквартальная (микрорайонная) сеть обслуживает большую группу зданий и, в зависимости от размеров и положения, может приближаться к дворовой или иметь магистральную линию, к которой присоединяются боковые ответвления (дворовые сети), собирающие воду от выпусков отдельных зданий.

Внутриплощадочные (заводские) сети включают участки, соединяющие отдельные выпуски из зданий, и магистральные участки, проложенные по проездам или в других местах предприятия.

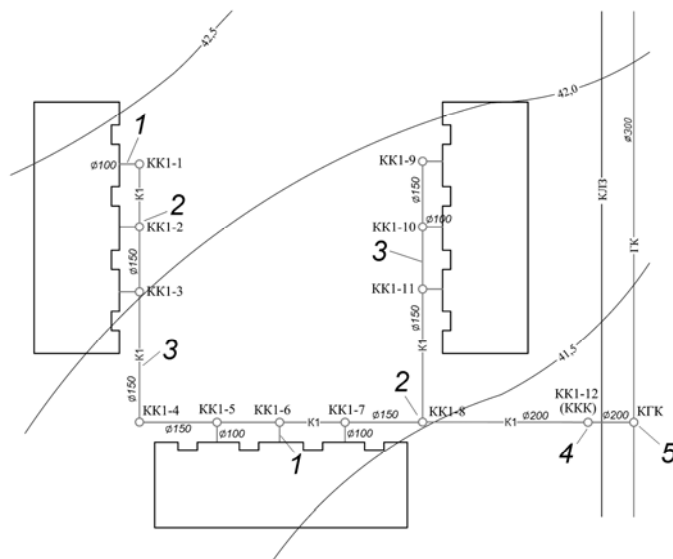


Рис. 2.9. Дворовая водоотводящая сеть:

1 – выпуск; 2 – смотровой колодец; 3 – трубопровод; 4 – контрольный колодец; 5 – колодец городской сети

Дворовые, внутриквартальные и внутриплощадочные сети устраивают из керамических, асбестоцементных, бетонных труб. Чугунные трубы применяют в особых условиях (вечномерзлые, просадочные грунты). Трасса дворовой, внутриквартальной и внутриплощадочной сети зависит от расположения зданий, выпусков, наружной канализационной сети и других коммуникаций, рельефа местности.

Трубопроводы прокладывают, как правило, параллельно зданиям по направлению к магистральным линиям и наружной сети так, чтобы направление движения стоков совпадало с уклоном местности. Протяженность сети должна быть минимальной. Расстояние от стены здания принимается не менее 3 – 5 м, чтобы при проведении земляных работ не повредить основание здания.

Расстояние между внутриквартальной сетью и другими коммуникациями принимают в соответствии со СНиП на составление генеральных планов. Боковые присоединения и повороты трассы должны производиться под углом не менее 90°, так как при остром угле создаются встречные потоки, происходит выпадение осадков и засорение труб.

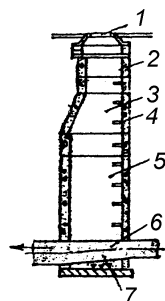


Рис. 2.10. Устройство колодца:

1 – люк; 2 – горловина;
3 – переходный конус;
4 – скобы; 5 – рабочая камера; 6 – лоток;
7 – дно

Перед присоединением к наружной сети на расстоянии 1,0 – 1,5 м от красной линии застройки устанавливают контрольный колодец 4 (см. рис. 2.9). Присоединение к наружной сети желательно производить в одной точке к имеющемуся колодцу 5.

Для контроля за работой сети и ее прочистки устраивают смотровые колодцы 3 в местах присоединения выпусков, на поворотах, в местах изменения диаметров и уклонов труб, на прямых участках на расстоянии не более 35 м при диаметре труб 150 мм и 50 м – при диаметре труб 200 – 450 мм.

Колодцы (рис. 2.10) устраивают из сборных железобетонных элементов или кирпича. При диаметре труб до 200 мм и глубине колодца до 2 м диаметр его принимается 700 мм; при больших диаметрах и глубинах – 1000 мм и более. Колодцы перекрывают чугунными люками 1 диаметром 650 мм со съемными крышками. На дне колодца 7 устраивают лоток 6, над которым расположена рабочая камера 5 высотой не менее 1800 мм и диаметром более 1000 мм, соединяющаяся с люком горловиной 2. Между рабочей камерой и горловиной находится переходный конус 3 или плита. Для спуска в колодец предусматривают скобы 4.

Диаметр и уклон труб определяют расчетом. На участках между колодцами прокладывают трубы одного диаметра с постоянным уклоном без перегибов и изломов. Трубы различного диаметра сопрягают по высоте в колодцах, обычно «шелыга в шелыгу», т.е. верхний свод обеих труб находится на одном уровне.

Начальная глубина заложения сети определяется глубиной заложения выпуска в начале сети. При необходимости (малая глубина заложения колодца наружной сети и т.д.) она может быть уменьшена, а трубы должны быть защищены от промерзания или механического повреждения. Уклон трубопровода следует выбирать с таким расчетом, чтобы заглубление труб было минимальным.

2.5. Расчет систем водоотведения

Нормы водоотведения (суточные и часовые) равны нормам водопотребления на хозяйственно-бытовые и другие нужды, при которых безвозвратные потери водопроводной воды незначительны. Если нормы водопотребления включают расходы воды, которые не поступают в систему водоотведения, на поливку или другие нужды, то при определении нормы водоотведения эти расходы необходимо вычесть из нормы водопотребления.

Режим водоотведения в зданиях тесно связан и определяется теми же закономерностями, что и режим водопотребления, поэтому суточные $q_{к.сут.к}$, часовые $q_{р.ч.к}$ и секундные $q_{р.к}$ расходы можно вычислить по методике определения расходов в системе водоснабжения, используя нормы водоотведения и секундные расходы стоков из санитарных приборов.

В системах, оборудованных санитарными приборами, работающими на проток (умывальники, биде и т.д.), вся вода, вытекающая из водопровода, сразу попадает в канализацию и расчетные расходы в обеих системах равны.

В системах, имеющих санитарные приборы (ванны, смывные бачки и т.д.), которые медленно наполняются из водопровода и быстро опорожняются после процедуры со значительным секундным расходом воды, расчетные расходы стоков при малом числе приборов выше, чем в системе водоснабжения. При большом числе приборов расходы от опорожнения отдельных приборов накладываются, усредняются и приближаются к расходам в системе водоснабжения. В связи с этим расходы, поступающие в систему водоотведения, можно определить по формулам:

$$\text{при } q_p < 8 \text{ л/с} \quad q_{р.к} = q_{р.общ} + q_{о.пр}$$

$$\text{при } q_0 > 8 \text{ л/с} \quad q_{р.к} = q_{р.общ}$$

где $q_{р.общ}$ – расчетный общий расход холодной и горячей воды, л/с; q_0 – расход сточных вод от прибора с наибольшим водоотведением, л/с.

Расход сточных вод от различных санитарных приборов согласно СНиП 2.04.01-85* составляет (л/с): умывальник – 0,15; ванна – 0,8; душевая кабина – 0,2; мойка – 0,6; унитаз со смывным бачком – 1,6.

Для надежной работы сети большое значение имеет **скорость движения сточных вод**, которая должна быть такой, чтобы смывать отложения со стенок труб и не допускать выпадения взвесей из

сточной жидкости. Минимальная скорость, удовлетворяющая этому условию, называется **самоочищающей**. Она зависит от состава сточных вод и количества взвешенных веществ. В пределах здания скорость движения сточных вод в трубах диаметром до 150 мм не должна быть менее 0,7 м/с.

Трубопроводы системы водоотведения работают при **частичном наполнении**, что позволяет удалять из сети вредные газы через пространство над уровнем воды, предотвращает нарушения гидрозатворов и позволяет принимать кратковременные пиковые расходы, не предусмотренные расчетом.

Максимальное наполнение для труб h/d внутри здания допускается до 0,5, минимальное наполнение, равное 0,3, принимается из условия транспортирования легких крупных взвесей (бумага, ветошь и т.д.).

Для облегчения гидравлического расчета канализационных трубопроводов составлены специальные номограммы и таблицы.

Для предотвращения засоров диаметр и уклон трубопровода должны быть подобраны так, чтобы соблюдалось условие

$$v\sqrt{h/d} > k$$

где $k = 0,5$ для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб; $k = 0,6$ для трубопроводов из других материалов.

Если это условие соблюсти невозможно, участки сети считаются безрасчетными и уклон трубопроводов диаметром 50, 100, 150 мм принимается, соответственно 0,025; 0,02; 0,008.

При падении жидкости в стояке образуется вакуум, который зависит от расхода, диаметра стояка и присоединяемого отводного трубопровода, угла присоединения его к стояку. При вакууме 650 Па гидрозатворы высотой 60 мм «срываются», т.е. из них уходит вся вода, и токсичные газы могут проникнуть в помещение. Предельные расходы, при которых происходит срыв гидрозатворов в вентилируемых стояках, приведены в СНиП 2.04.01-85*. В стояках небольшой высоты при движении сточных вод вакуум может быть меньше допустимого, поэтому их можно делать без вытяжной части, выводимой на крышу здания.

2.6. Местные установки во внутренних системах водоотведения

Местные установки для перекачки сточных вод предусматриваются в том случае, если водоотведение нельзя реализовать самотеком.

Для перекачки сточных вод применяют насосные установки с приемным резервуаром, погружные насосы, установленные в колодце, пневматические установки.

Насосные установки с приемным резервуаром (рис. 2.11) по конструкции аналогичны водопроводным установкам. Однако необходимо учитывать особенности, обусловленные значительной загрязненностью перекачиваемых сточных вод. В зависимости от вида стоков применяют насосы фекальные, песковые, кислотостойкие и т.п. Обычно используют канализационные центробежные насосы, имеющие увеличенные зазоры между лопастями и корпусом для свободного прохождения твердых частиц. Эти насосы оборудованы люками для осмотра и очистки рабочих колес и приспособлениями для очистки колес от грязи. Марка насосов и число агрегатов определяются расчетом.

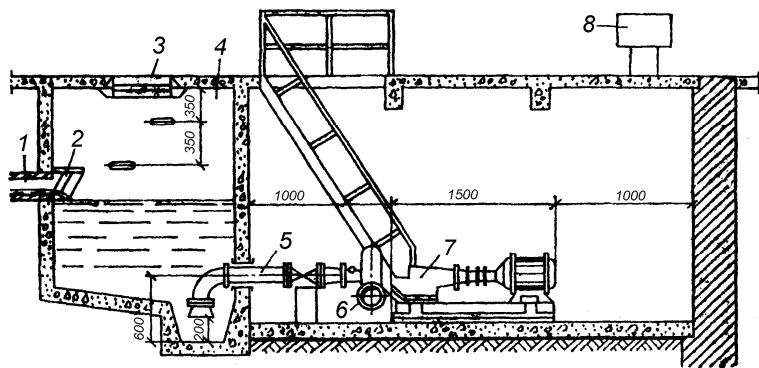


Рис. 2.11. Насосная установка для перекачки сточных вод с приемным резервуаром:

1 – подающая труба; 2 – решетка; 3 – крышка; 4 – приемный резервуар; 5 – всасывающая труба; 6 – напорный трубопровод; 7 – насос; 8 – вентиляция.

По напорной линии 6 стоки подаются в вышерасположенный колодец. Приемный резервуар 4 изготавливают из бетона или железобетона и покрывают гидроизоляцией. При наличии в сточных водах крупных примесей на подающем трубопроводе 1 в резервуаре устанавливают решетку 2 с зазорами 20 – 30 мм. Резервуар оборудуют крышкой 3, указателем уровня, устройством для взмучивания осадка и приточно-вытяжной вентиляцией 8. Объем резервуара определяют расчетом.

Для перекачки сточных вод целесообразно применять специальные погружные насосы (см. рис. 2.12), которые размещают в колодцах. Насосы работают в автоматическом режиме. Для ремонта насосы поднимают на поверхность по направляющим с помощью электротали.

Пневматические установки используют для перекачки с помощью сжатого воздуха небольшого количества сточных вод. Установки работают периодически по мере наполнения герметичного резервуара (объемом до 1 м³), размещаемого на дне колодца. При наполнении резервуара в него автоматически подается сжатый воздух, который выдавливает стоки в напорную трубу.

Установки для перекачки сточных вод, не имеющих ядовитого и неприятного запаха и не выделяющих вредные газы и пары, можно располагать в производственных и общественных зданиях. Установки для перекачки бытовых и производственных стоков, имеющие в своем составе токсические или быстро гнивающие загрязнения, а также имеющие ядовитый и неприятный запах и выделяющие газы и пары, следует располагать в отдельно стоящем здании, подвале или изолированном помещении, а при отсутствии подвала – в отдельном отапливаемом помещении первого этажа, имеющем самостоятельный выход наружу или на лестничную клетку. Помещение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Приемные резервуары для указанных стоков необходимо размещать за пределами зданий в изолированных помещениях вместе с насосами. Запрещается размещать насосные станции системы водоотведения в жилых домах, детских учреждениях, больницах, предприятиях общественного питания, предприятиях пищевой промышленности, под рабочими помещениями административных зданий, учебных заведений, а также в зданиях и помещениях, к которым предъявляются повышенные требования по уровню шума.

Местные установки для перекачки сточных вод подбирают по расчетному расходу и давлению, равному или большему, чем перепад отметок дна приемного резервуара и поверхности земли у колодца или лотка трубы, в которые перекачиваются стоки, плюс потери давления.

Объем приемного резервуара определяют в соответствии с часовым графиком притока сточных вод и режимом работы насосов так же, как объем резервуаров системы водоснабжения. В автоматических насосных установках объем резервуаров принимают исходя из условия включения насосов не более 6 раз в 1 ч.

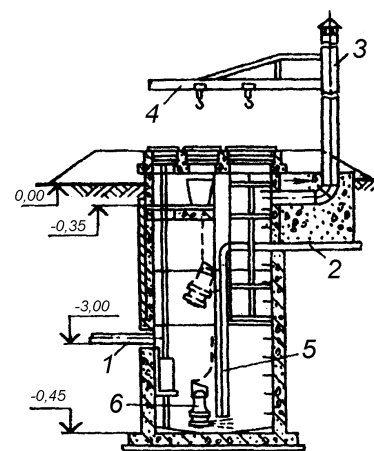


Рис. 2.12. Насосная установка с погружным насосом:

1 – подающая труба; 2 – напорный трубопровод; 3 – вентиляция; 4 – электроталь; 5 – направляющие; 6 – насос

Сточные воды из производственных систем перед сбросом в систему хозяйственно-бытового водоотведения или перед повторным использованием в оборотных системах подвергают очистке на местных установках (решетках, отстойниках, жирословителях, бензомаслоуловителях, усреднителях, нейтрализаторах и т.д.). Схема очистки и вид сооружений определяются составом загрязнений.

В частности, жирословители (жироловки) устанавливаются на предприятиях общественного питания, в крупных столовых и могут быть индивидуальные, устанавливаемые после моек оборудования, посуды и т.д., и групповые, предусматриваемые для группы приборов в отдельном помещении.

Бензомаслоуловители собирают загрязнения, которые легче воды (масло, керосин, бензин и т.д.) и могут устанавливаться на дождевой канализации, отводящей воду от автозаправок, автомоек и т.п.

2.7. Внутренние водостоки

Внутренние водостоки отводят дождевую и талую воду с кровли по трубопроводам, расположенным внутри здания. Из внутренних водостоков вода отводится в наружные сети дождевой канализации (закрытый выпуск) (рис. 2.13а) или на тротуары (открытый выпуск) (рис. 2.13б).

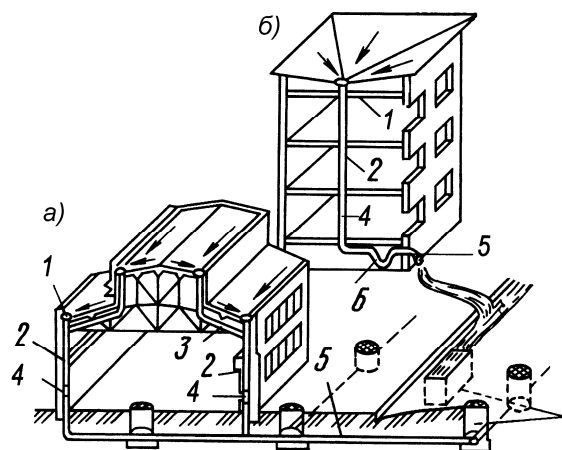


Рис. 2.13. Внутренние водостоки:

1 – воронка; 2 – стояк; 3 – отводная труба; 4 – прочистки; 5 – выпуск; 6 – гидрозатвор

Внутренние водостоки состоят из водосточных воронок 1, стояков 2, отводных труб 3, соединяющих водосточные воронки со стояками, выпусков 5, устройств для прочистки 4. Водостоки с открытым выпуском при расчетной температуре наружного воздуха ниже -5°C оборудуют гидрозатвором 6, который в холодное время года препятствует поступлению холодного воздуха и промерзанию водостока. В помещениях с отрицательной температурой воздуха предусматривают обогрев водостоков (подачу теплого воздуха, электрообогрев и т.д.).

Водостоки монтируют из напорных асбестоцементных, стальных, чугунных и пластмассовых труб. Стальные трубы применяют на подвесных участках при наличии вибрационных нагрузок.

Водосточные воронки (рис. 2.14) состоят из корпуса 4, устанавливаемого в перекрытии 5, рамы 2, решетки 1 или колпака 7 для задержания мусора. Воронки герметично соединяют с кровлей, чтобы атмосферные воды не просачивались и не разрушали перекрытие. Слой гидроизоляции 3 зажимают болтами между корпусом и рамой и заливают сверху мастикой. Применяют водосточные воронки диаметром 80, 100, 150 и 200 мм.

Воронки с решетками (плоские) (рис. 2.14а) устанавливают на плоских эксплуатируемых кровлях. Воронки с колпаком (колпаковые) (рис. 2.14б, в) применяют на скатных, а также плоских неэксплуатируемых кровлях. Для увеличения пропускной способности водосточных воронок устанавливают струе-выпрямители 6, которые препятствуют образованию завихрений у воронки, сужающих проходное сечение.

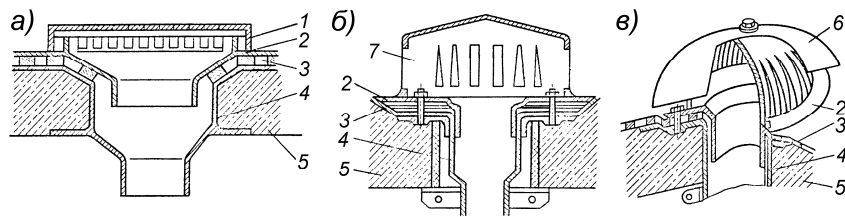


Рис. 2.14. Водосточные воронки:
1 – решетка; 2 – рама; 3 – слой гидроизоляции; 4 – корпус; 5 – перекрытие; 6 – струевыпрямитель

Тип водостоков в здании принимают в зависимости от вида здания, этажности, типа кровли, наличия наружной сети дождевой канализации. Водосточные воронки устанавливают на расстоянии не более 48 м друг от друга с учетом рельефа кровли, конструкции здания, расчетной площади водосбора. В жилых зданиях желательно устанавливать одну воронку на секцию. На кровле предусматривается уклон 0,01 – 0,015 к водосточным воронкам так, чтобы на крыше не было мест, где может скапливаться влага.

Стояки прокладывают в отапливаемых помещениях вдали от наружных стен, около колонн, перегородок с таким расчетом, чтобы длина подземных участков была минимальной. Для предотвращения замерзания в стояки должна быть обеспечена постоянная подача теплого воздуха.

Для расчета дождевой водоотводящей сети необходимо знать количество атмосферных осадков, которое зависит от метеорологических условий в районе расположения здания и определяется по расчетной интенсивности дождя заданной продолжительности (по данным многолетних метеорологических наблюдений или по карте изолиний).

Площадь водосбора определяется как горизонтальная проекция участка кровли, с которого вода стекает к воронке. При наличии стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над ней, водосборная площадь увеличивается на 30 % суммарной площади вертикальных проекций стен.

Содержание

1. Водоснабжение зданий и отдельных объектов	3
1.1. Классификация систем водоснабжения	3
1.2. Элементы внутреннего водопровода	3
1.3. Схемы водопроводных сетей	4
1.4. Схемы зонного водоснабжения высотных зданий	5
1.5. Микрорайонные (внутриквартальные) сети водоснабжения	6
1.6. Материалы и оборудование водопроводной сети	6
1.7. Устройство водопроводных вводов	8
1.8. Измерение и учет расхода воды. Водомерные узлы и водосчетчики	9
1.9. Режимы и нормы водопотребления	10
1.10. Давления (напоры) в системах внутренних водопроводов	10
1.11. Расчет внутреннего водопровода	11
1.12. Местные водонапорные установки	13
1.13. Противопожарные водопроводы	15
1.14. Местные установки кондиционирования воды	17
1.15. Основы автоматизации систем водоснабжения зданий	18
2. Водоотведение зданий и отдельных объектов	19
2.1. Системы водоотведения зданий различного назначения	19
2.2. Материалы и оборудование водоотводящих сетей	20
2.3. Трассировка и устройство водоотводящей сети	22
2.4. Дворовая и микрорайонная водоотводящая сеть	23
2.5. Расчет систем водоотведения	24
2.6. Местные установки во внутренних системах водоотведения	25
2.7. Внутренние водостоки	26