

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 270800 «Строительство» (бакалавриат)
и по программе переподготовки «Инженерное обеспечение зданий
и сооружений»

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2013

УДК 696(075.8)
ББК 38.76я73
С18

*Учебное пособие подготовлено в рамках проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рецензенты: ведущий специалист отдела ВК ООО
«Пензаагропроект» В.П. Пермяков;
кандидат технических наук, ст. препода-
ватель кафедры «Водоснабжение, водоот-
ведение и гидротехника» А.С. Кочергин
(ПГУАС)

Санитарно-техническое оборудование зданий. Конспект лек-
С18 ций: учеб. пособие / Т.В.Малютина, Л.А.Груньюшкина, Е.В.Титов,
В.Д. Черкасов; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. –
Пенза: ПГУАС, 2013. – 108 с.

Изложены теоретические и практические основы проектирования инженерных систем зданий – внутренних систем водоснабжения и водоотведения, отмечены особенности выбора этих систем в зависимости от назначения зданий, а также порядок их расчета. Приведены сведения о потребителях воды в жилых зданиях и зданиях специального назначения. Даны рекомендации по монтажу внутренних систем водоснабжения и водоотведения зданий с учетом материальных, энергетических ресурсов и охраны окружающей среды.

Учебное пособие направлено на ознакомление с правилами и технологией монтажа, испытания и сдачи в эксплуатацию инженерных систем и оборудования строительных объектов.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Пензпромстрой» и предназначено для использования студентами дневной и заочной форм обучения по направлению 270800 «Строительство» (бакалавриат, профиль «Водоснабжение и водоотведение») и по программе переподготовки «Инженерное обеспечение зданий и сооружений».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2013
© Малютина Т.В., Груньюшкина Л.А.,
Титов Е.А., Черкасов В.Д., 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство благоустроенных зданий различного назначения немислимо без глубокого знания современного состояния инженерного дела, а также основ смежных инженерных дисциплин.

Современные системы водоснабжения и водоотведения представляют собой сложные инженерные сооружения, обеспечивающие подачу воды потребителям, а также отвод и очистку сточных вод. Правильное решение инженерных задач водоснабжения и водоотведения в значительной степени определяет высокий уровень благоустройства жилых, общественных и промышленных зданий, населенных мест в целом.

Бакалавр по направлению «Строительство» должен быть всесторонне образованным специалистом, вооруженным прочными знаниями теоретических основ водоснабжения, водоотведения и санитарно-технического оборудования зданий. Без этого невозможно правильно решить многие инженерные задачи по проектированию и строительству различных промышленных и жилых зданий.

Целью изучения дисциплины «Санитарно-техническое оборудование зданий» является теоретическая и практическая подготовка студентов к проектированию и монтажу инженерных внутренних систем водоснабжения и водоотведения, к увязке их со строительными и архитектурными решениями зданий.

Настоящий конспект лекций подготовлен в соответствии с программой курса «Санитарно-техническое оборудование зданий» для студентов ВПО, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 270800 «Строительство» (профиль «Водоснабжение и водоотведение») и по программе переподготовки «Инженерное обеспечение зданий и сооружений».

Раздел I. СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Лекция 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОПРОВОДОВ. ЭЛЕМЕНТЫ

Благоустройство и комфортность жилых, общественных и производственных зданий обеспечивается инженерными системами, создающими в помещениях оптимальную температуру, влажность, чистый воздух, подачу воды, электроэнергии, топлива и удаляющими различные загрязнения из помещений.

Одним из видов инженерных систем зданий являются санитарно-технические системы:

- системы водоснабжения и водоотведения (ВВ);
- системы теплогасоснабжения и вентиляции (ТГВ);
- системы отопления.

В свою очередь, системы водоснабжения и водоотведения рассматривают потребление холодной и горячей воды в зданиях и сооружениях различного назначения и отвод сточных вод в систему наружной канализации.

Системы внутреннего водоснабжения подразделяются на систему холодного водоснабжения при температуре воды до 11 °С и систему горячего водоснабжения при температуре воды 50-75 °С.

Подробно рассмотрим внутреннюю систему холодного водоснабжения. Системой внутреннего водопровода называется комплекс инженерных устройств, обеспечивающих подачу воды к любой водоразборной точке здания в необходимом количестве с требуемым напором и заданного качества.

Классификация систем внутреннего водоснабжения

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

По назначению системы подразделяются на:

- хозяйственно-питьевые В1;
- противопожарные В2;
- производственные В3 (общее обозначение);
- поливочные В11.

Хозяйственно-питьевые системы водоснабжения зданий предназначены для обеспечения потребителей водой питьевого качества для приготовления пищи и санитарных нужд, отвечающей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Противопожарные системы водоснабжения зданий используются для тушения пожаров.

Производственные системы водоснабжения зданий применяются для обеспечения водой технологических процессов в производстве. В зависимости от технологического процесса на предприятии может быть несколько производственных водопроводов (ВЗ-В10).

Поливочные водопроводы предназначены для уборки внутренних помещений зданий, мытья технологического оборудования на предприятии, поливки тротуаров и зеленых насаждений.

По сфере обслуживания системы бывают:

- единые – обеспечивающие подачу воды на все нужды: хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные;
- отдельные – каждый вид водопровода проектируется отдельно;
- объединенные – по экономическим соображениям системы водоснабжения объединяют при совпадении требований к качеству воды в них (хозяйственно-питьевой – противопожарный или производственно-противопожарный).

По способу использования воды различают системы:

- прямоточные;
- обратные;
- с повторным использованием воды.

По обеспеченности напором с учетом установленного оборудования различают системы:

- обеспеченные напором от сети наружного водопровода;
- не обеспеченные напором от сети наружного водопровода, т.е. системы с водонапорным оборудованием:
 - с напорно-запасными баками;
 - с повысительными установками;
 - с запасными резервуарами (баками) и повысительными установками;
 - с уравнительными баками;
 - с гидропневматическими установками.

По типу сетей системы водоснабжения бывают:

- тупиковые;
- кольцевые.

Количество воды зависит от числа потребителей, пользующихся водопроводом, и норм расхода воды потребителями.

Количество воды оценивается расходом $Q_{\text{сут}}$, м³/сут:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q \cdot N}{1000}, \quad (1)$$

где q – норма водопотребления, л/сут;

N – число потребителей.

Кроме того, в расчетах используются максимально-часовые q_{hr} , м³/ч, и максимально-секундные q , л/с, расходы.

Качество воды зависит от назначения водопровода. Если вода используется для питьевых целей, то ее качество должно соответствовать Сан-ПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Для производственных целей и для полива может использоваться грубоосветленная вода.

Наиболее часто для водоснабжения зданий применяется городской водопровод, гарантирующий необходимое качество воды.

Кроме того, для отдельно стоящих зданий, а также промпредприятий используются местные источники водоснабжения (наиболее часто – подземные). Воду из данных источников необходимо очищать и обеззараживать.

Вода в здание подается под напором. Напор – линейная величина, выражающая удельную энергию потока в данной точке. Для расчета систем водоснабжения зданий необходимо знать следующие напоры: *требуемый, гарантированный, допустимый и избыточный*.

Требуемый – напор, м, обеспечивающий подачу воды потребителю:

$$H_r = 10 + 4(n - 1), \quad (2)$$

где n – количество этажей в здании.

Гарантированный – напор, м, в существующей наружной сети водопровода в точке присоединения ввода в здание.

Допустимый – максимальный напор, м, регламентируемый [1, п.6.7*]: 45 м – на хозяйственно-питьевое водоснабжение; 90 м – на противопожарный водопровод.

Избыточный – напор, м, выше допустимого или требуемого.

Основные элементы системы внутреннего водопровода

Внутренний водопровод состоит из основных элементов, представленных на рис.1.

Ввод в здание – напорный трубопровод, предназначенный для присоединения внутреннего водопровода к наружной водопроводной сети.

Водомерный узел служит для учета расхода воды потребителем.

Магистральная сеть предназначена для подачи воды к распределительным трубопроводам и стоякам с нижней или верхней разводкой сети.

Стояки и распределительные трубопроводы служат для распределения воды по этажам от магистрального трубопровода и к отдельным группам водоразборных точек.

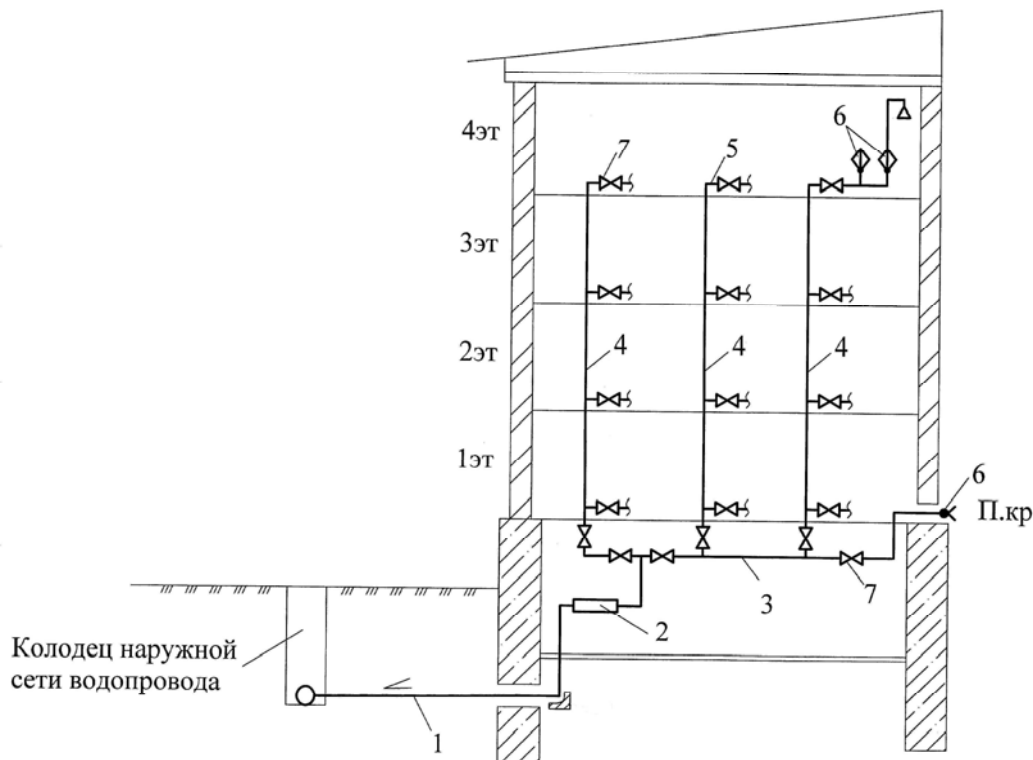


Рис. 1. Основные элементы внутреннего водопровода:
1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы(стояки); 5 – подводы к водораспределительной арматуре;
6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура

Подводки (разводящая сеть) используются для подачи воды внутри квартиры или другого помещения к водоразборной арматуре.

К водоразборной арматуре относятся смесители, краны туалетные, водоразборные, лабораторные, поливочные, пожарные.

Запорная арматура (вентили, задвижки, шаровые краны) предназначена для управления и распределения воды потребителям.

Кроме того, в зависимости от выбранной системы внутреннего водопровода, используются запасные и регулирующие емкости, повысительные установки (насосные и пневматические); предохранительная арматура (предохранительные клапаны, обратные клапаны).

Лекция 2. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ВО ВНУТРЕННИХ И НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДАХ. ЗОННЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Выбор системы внутреннего водопровода зависит от технико-экономической целесообразности, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, конфигурации здания и его этажности, а также требований технологического производства. Важным фактором при выборе системы является сравнение требуемого и гарантированного напоров.

Требуемый напор (H_r) – напор, м, необходимый для подачи воды в самую высокую и наиболее удаленную точку водоразбора (определяется расчетом).

Гарантированный напор (H_g) – напор, м, в наружной сети водопровода в точке подключения ввода.

Характеристика наружного водопровода (трассировка, глубина заложения, диаметр, гарантийный напор) представляется в технических условиях (ТУ) на проектирование эксплуатирующей организацией.

По принципу действия внутренние водопроводы можно подразделить на системы:

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

Системы внутренних водопроводов могут быть выполнены по различным схемам. Под схемой понимается начертание в пространстве сети трубопроводов в зависимости от установленного оборудования.

Рассмотрим основные случаи выбора системы.

Простая схема без дополнительных устройств для повышения напора применяется, когда напор в наружной сети водопровода достаточен для нормального функционирования всех водоразборных устройств, установленных на сети внутреннего водопровода, т.е. $H_q > H_r$.

При проектировании систем внутреннего водопровода используются тупиковые (рис.2) и кольцевые (рис.3) схемы.

При устройстве кольцевой сети предусматривают два и более ввода. Чаще всего кольцуют только магистрали, но иногда производят и кольцевание стояков (секционные узлы).

Схема с регулирующей емкостью применяется при периодическом недостатке давления в городской сети, т.е. $H_q = \text{var}$; $H_q > H_r$ – в часы минимального водоразбора и $H_q < H_r$ – в часы максимального водоразбора (рис.4).

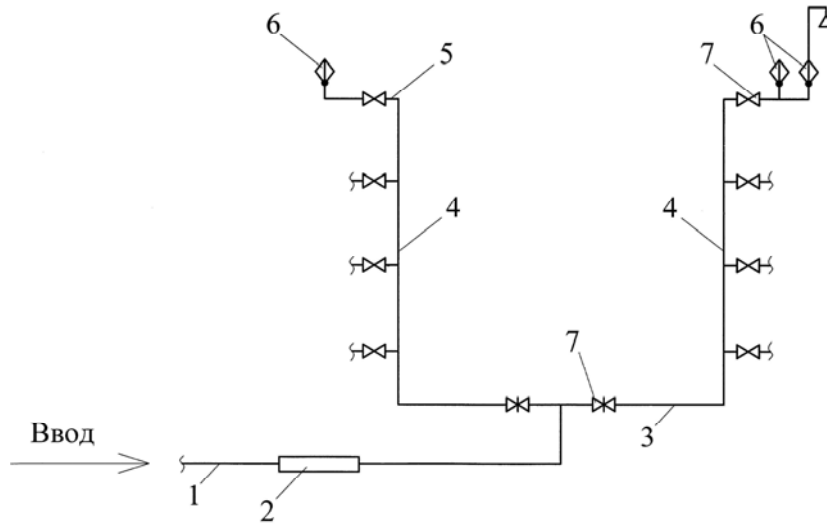


Рис.2. Схема без повысительных установок тупиковая (с нижней разводкой):
 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы(стояки); 5 – подводки к водораспределительной арматуре;
 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура

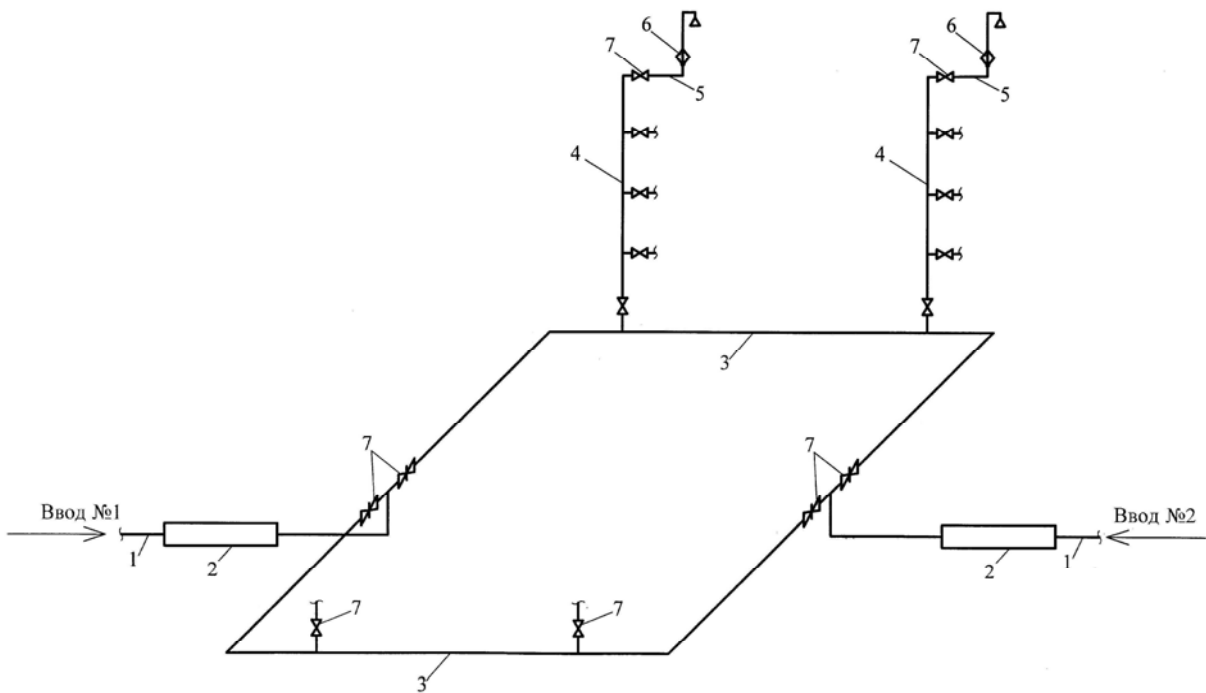
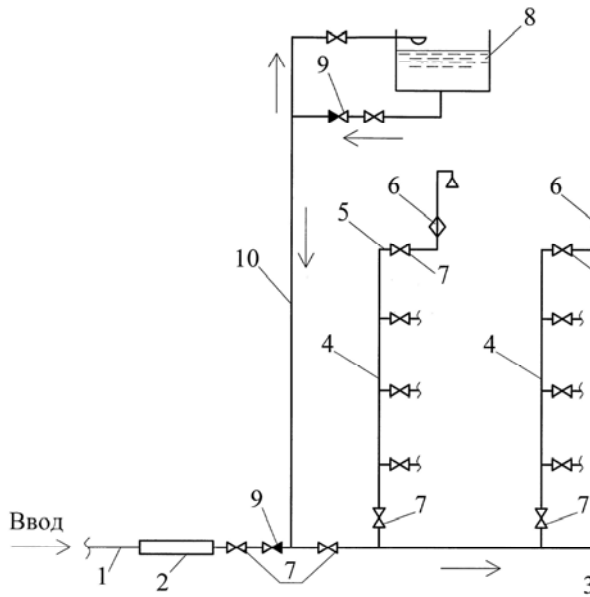


Рис.3. Схема без повысительных установок кольцевая (с нижней разводкой магистрали):
 1– ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы(стояки); 5 – подводки к водораспределительной арматуре;
 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура

а



б

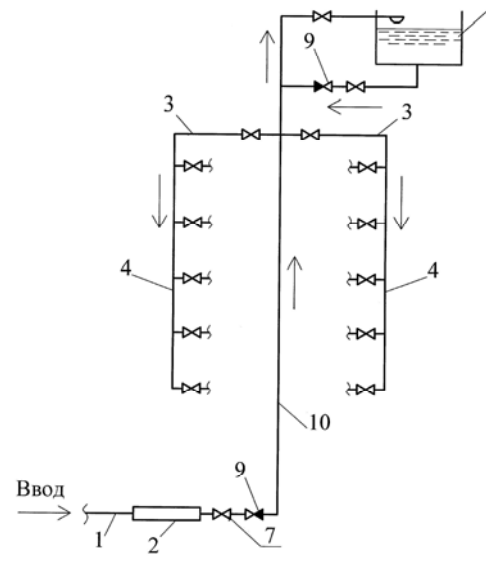


Рис.4. Схема с регулирующей емкостью:

а – тупиковая с нижней разводкой магистрали;

б – тупиковая с верхней разводкой магистрали;

- 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы (стояки); 5 – подводки к водораспределительной арматуре;
 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура; 8 – регулирующая емкость (водонапорный бак); 9 – обратный клапан; 10 – подающий стояк

Схема с повысительными установками используется при постоянном или длительном недостатке давления в наружной сети, т.е. $H_a < H_r$ (рис.5).

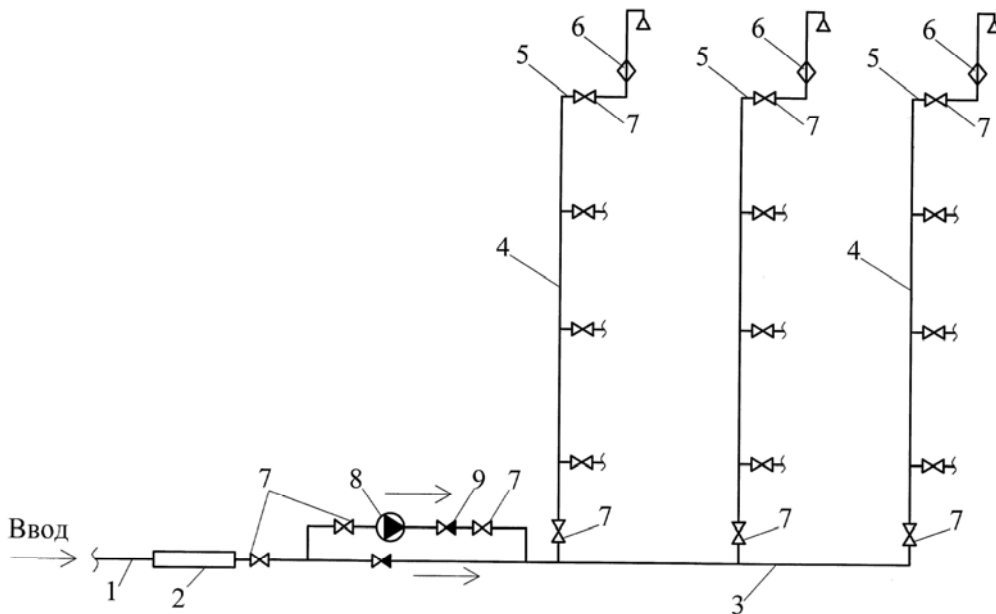


Рис.5. Схема с повысительными установками (с нижней разводкой магистрали):

- 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы (стояки); 5 – подводки к водораспределительной арматуре;
 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура; 8 – насос;
 9 – обратный клапан

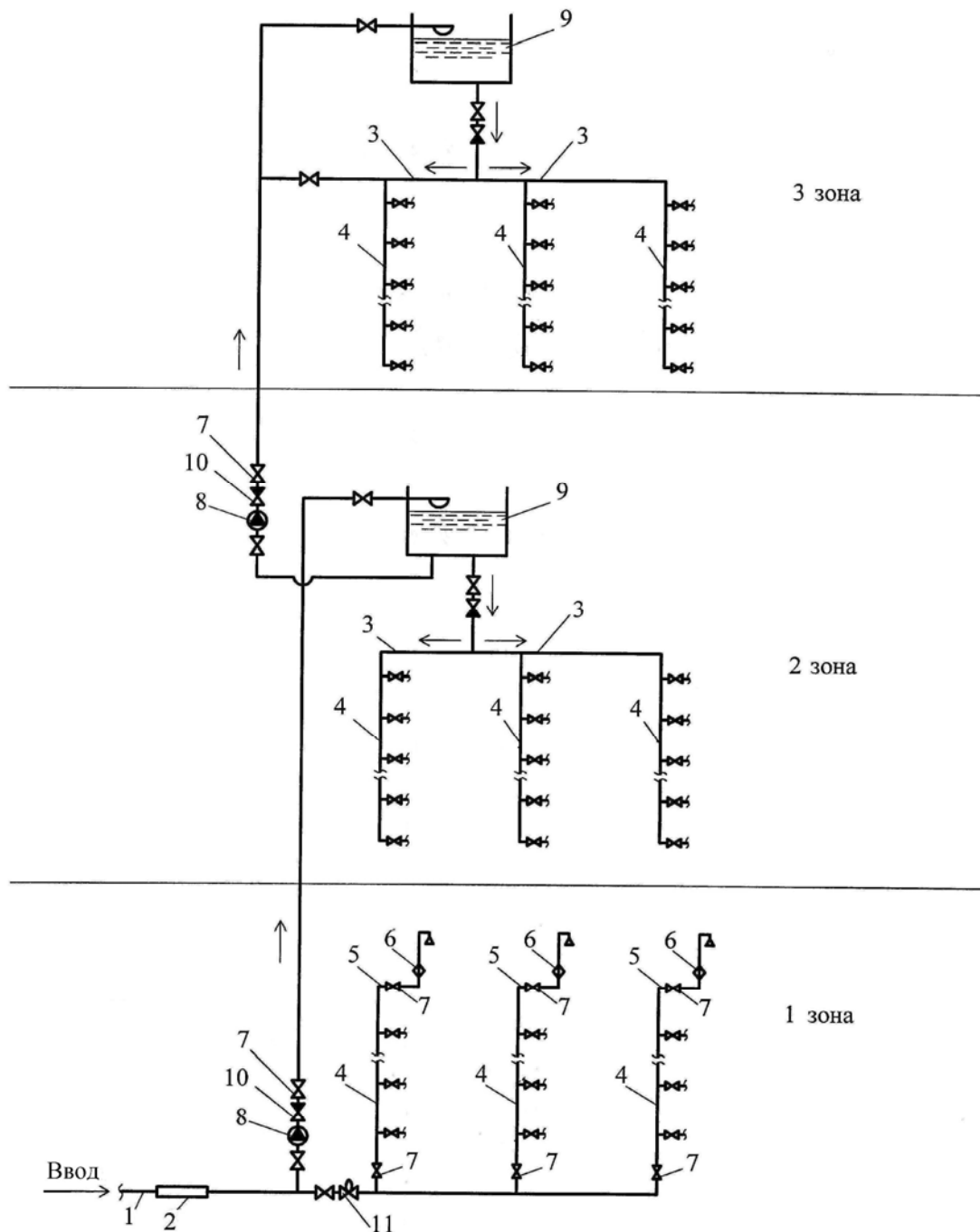


Рис.6. Схема последовательного зонирования водопроводов:
 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы (стояки); 5 – подводы к водораспределительной арматуре;
 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура; 8 – насос;
 9 – регулирующая емкость (водонапорный бак); 10 – обратный клапан;
 11 – регулятор давления

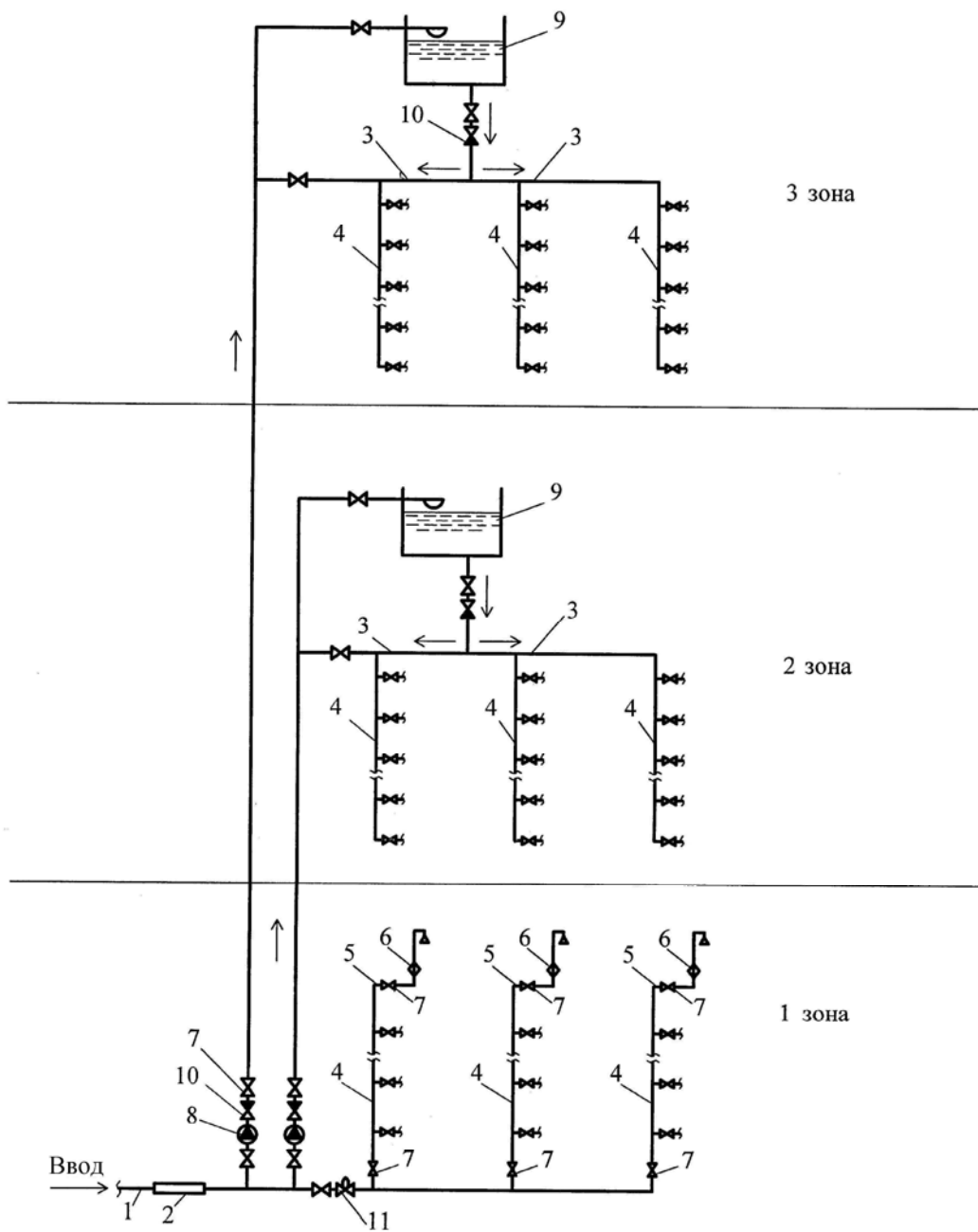


Рис.7. Схема параллельного зонирования водопроводов:
 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральная сеть; 4 – распределительные трубопроводы (стояки); 5 – подводки к водораспределительной арматуре;
 6 – водоразборная арматура; 7 – запорная арматура; 8 – насос; 9 – регулирующая емкость (водонапорный бак); 10 – обратный клапан; 11 – регулятор давления

Система с повысительными установками и водонапорными баками предусматривается при недостаточном давлении в наружной сети и неравномерном водопотреблении.

Зонные схемы применяются, когда давление во внутренней сети хозяйственно-питьевого водоснабжения превышает 45 м, а в сети противопожарного водопровода превышает 90 м.

Зонные системы внутреннего водоснабжения бывают последовательные и параллельные.

Если воду из водонапорного бака, размещенного в одном техническом этаже передают насосами в бак, обслуживающий сеть другой зоны, то такая сеть называется последовательной (рис.6). Однако при размещении на каждом техническом этаже повысительных насосов усложняется их обслуживание, требуется надежная звукоизоляция и увеличиваются эксплуатационные расходы.

Подача воды в каждой последующей зоне производится отдельными повысительными насосами.

Если воду подают в сеть каждой зоны повысительными насосами, размещенными централизованно на первом техническом этаже (в подвале), то такая схема называется параллельной (рис.7).

Лекция 3. ВВОДЫ ВОДОПРОВОДА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛАНИРОВКЕ КВАРТАЛОВ В СУХИХ И ВЛАЖНЫХ ГРУНТАХ

Вводом внутреннего водопровода называется участок сети, соединяющий наружный водопровод с внутренним, до водомерного узла или до запорной арматуры.

Вводы прокладываются с торца или фасада здания. Один ввод предусматривается, если внутренняя сеть тупиковая и количество пожарных кранов в здании не более 12 штук.

Варианты схем подключения одного ввода в здание представлены на рис.8.

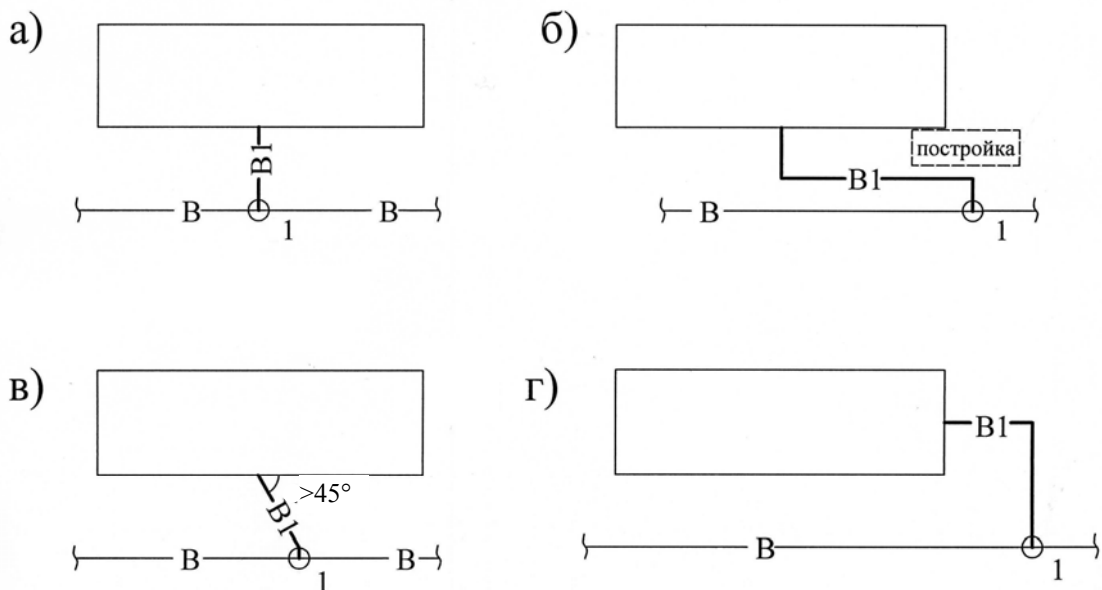


Рис.8. Схемы подключения одного ввода в здание:
 а – перпендикулярно к зданию; б – с углами поворота;
 в – под углом к зданию не менее 45° ; г – подключение с торца здания

Врезка ввода в наружную сеть водопровода предусматривается в водопроводном колодце 1. Детализировка колодца представлена на рис.9.

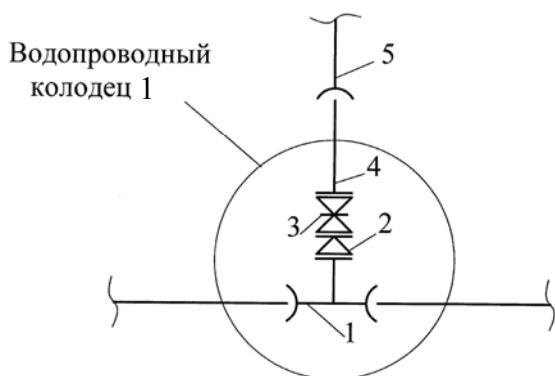


Рис.9. Водопроводный колодец 1:
 1 – тройник фланец – раструб;
 2 – переход с диаметра наружной сети водопровода на диаметр ввода;
 3 – задвижка (при диаметре ввода менее 50 мм устанавливается вентиль);
 4 – патрубок фланец-раструб;
 5 – труба ввода

Два и более ввода предусматриваются согласно требованиям [1, п. 9.1] для:

- зданий, в которых установлено более 12 пожарных кранов;
- жилых зданий с числом квартир более 400;
- театров и клубов со сценой независимо от числа мест.

Варианты схем подключения двух вводов в здании представлены на рис.10.

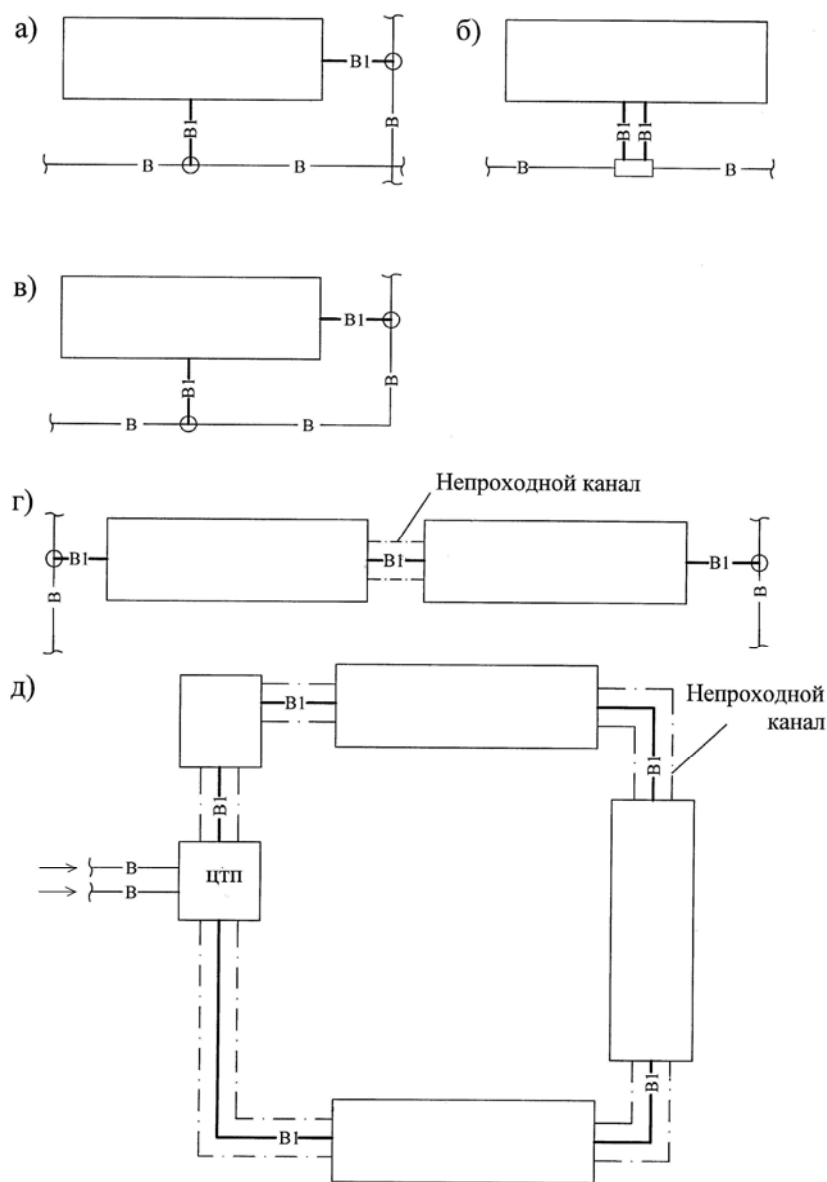


Рис.10. Схемы подключения двух вводов в здание:
 а – кольцевание двумя вводами от разных сетей наружного водопровода; б – два ввода из одного колодца или камеры наружной кольцевой сети; в – два ввода от одной сети, но с разных точек подключения; г – вводы для нескольких зданий от разных сетей наружного водопровода, соединенные водопроводом, проходящим в непроходном канале; д – два ввода в ЦТП, откуда вода поступает в здания, сеть которых соединена трубопроводами, проложенными в непроходных каналах

К наружной водопроводной сети ввод присоединяют:

- с помощью седелки (если нельзя отключить наружный водопровод);
- путем сварки трубы ввода;
- путем врезки тройника (при возможности отключения наружного водопровода) или с помощью соединительных частей, заранее установленных при прокладке наружного водопровода.

Рассмотрим вариант присоединения ввода к наружной водопроводной сети с помощью седелки (рис.11).

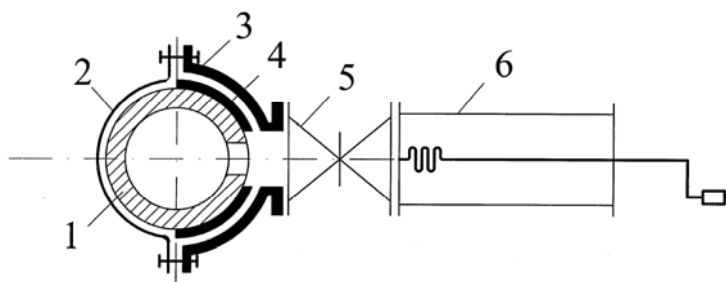


Рис.11. Присоединение ввода к действующему водопроводу:
 1 – труба наружного водопровода; 2 – металлический хомут; 3 – седелка;
 4 – прокладка уплотнительная; 5 – проходная задвижка;
 6 – сверильное приспособление

Седелка представляет собой чугунную фасонную деталь, которая крепится к трубе хомутом на болтах и с резиновой прокладкой. К седелке присоединяют проходной кран или задвижку с помощью резьбового или фланцевого соединения. Диаметр отверстия должен быть не $>1/3$ диаметра трубы. Для высверливания в трубе отверстия к запорной арматуре временно прикрепляют сверильное приспособление (которое затем снимают) и прикрепляют трубу ввода. Ввод прокладывается через фундамент здания или ниже его (рис.12).

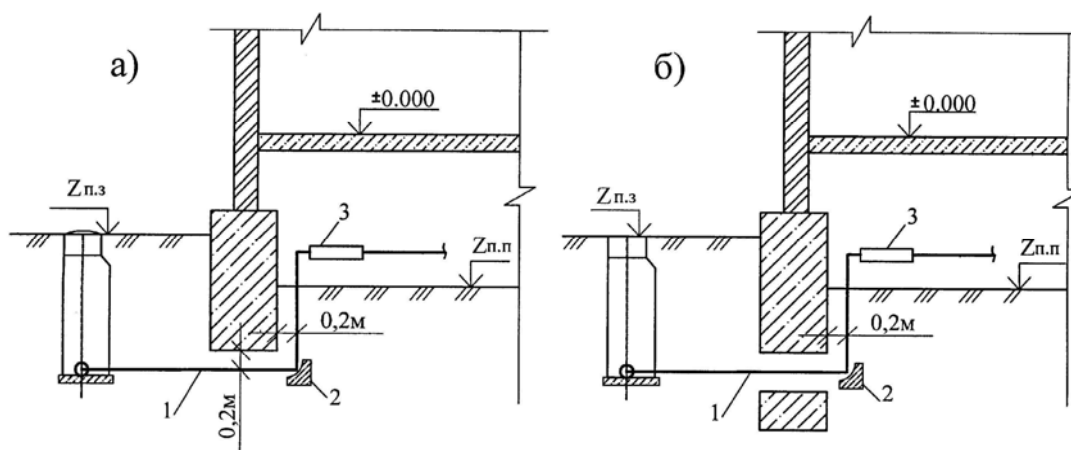


Рис.12. Схемы прокладки ввода ниже фундамента (а) и через фундамент (б):
 1 – трубопровод ввода; 2 – упор; 3 – водомерный узел

Вводы прокладываются ниже фундамента на 0,2 м. Расстояние от внутренней стены до трубы ввода должно быть не менее 0,2 м.

На вводах в местах поворотов в горизонтальных и вертикальных плоскостях предусматривается установка упоров, если возникающие усилия не воспринимаются соединениями труб.

При пересечении вводами стен подвалов и технических подполий следует предохранять:

- трубопроводы от возможной усадки здания;
- помещение подвала от проникновения атмосферных осадков и грунтовых вод.

Для устройства вводов применяют чугунные раструбные водопроводные трубы диаметром 50, 100 мм и более, стальные оцинкованные трубы с битумной изоляцией (при диаметрах менее 50 мм) и напорные из полиэтилена трубы. Вводы водопровода прокладывают ниже глубины промерзания грунта в данной местности. Минимальная глубина укладки ввода (при отсутствии промерзания грунта) составляет 1 м.

Проход ввода через отверстие фундамента здания или стены подвала устраивают в стальной гильзе, диаметр которой на 400 мм больше диаметра ввода (рис. 13,а). Кольцевой зазор между трубой ввода и гильзой заделывают просмоленной прядью, мятой глиной и цементным раствором.

В водонасыщенных грунтах ввод заделывают бетоном и цементным раствором или с помощью сальника, применяя просмоленную льняную прядь и грундбуксу (рис.13, б, в).

Принимают следующие минимальные расстояния от вводов до других подземных коммуникаций, м:

- до теплотрассы и наружной канализации при диаметре ввода:
 - до 200 мм.....1,5
 - более 200 мм3,0
- до газопроводов:
 - низкого давления.....1,5
 - высокого давления.....1,5
- до электрического и телефонного кабелей.....0,75–1,0

При пересечении с коммуникациями водопровод прокладывают выше канализационных труб на 0,4 м. При меньшем расстоянии водопроводные трубы помещают в металлическую гильзу с вылетом 0,5 м в обе стороны от точки пересечения, а в водонасыщенных грунтах – 1,0 м.

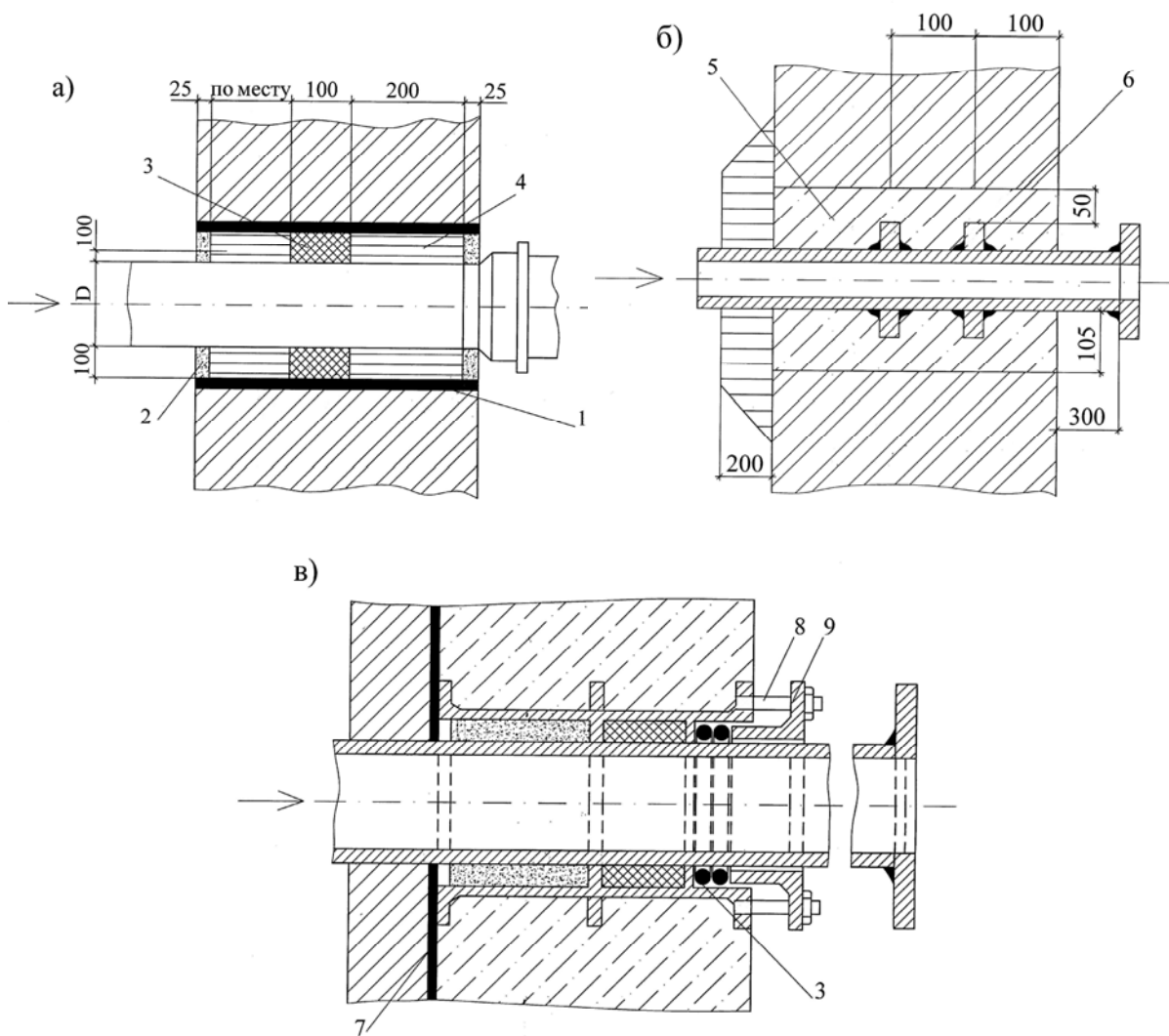


Рис.13. Заделка трубы ввода в фундаменте здания в сухих (а),
 в водонасыщенных грунтах (б,в):
 1 – гильза; 2 – цементный раствор; 3 – уплотнитель (просмоляная прядь);
 4 – глина; 5 – бетон; 6 – фланцы; 7 – гидроизоляция; 8 – стяжные болты;
 9 – грундбукса (сальниковый стакан)

Лекция 4. СЧЕТЧИКИ ВОДЫ. ВОДОМЕРНЫЕ УЗЛЫ

Комфортные условия водопользования нельзя обеспечить неограниченным увеличением подачи воды. Решить столь сложную задачу можно лишь с помощью экономии и рационального использования воды. Прежде всего, должен быть установлен строгий учет потребления воды. Для этой цели используются водомеры. Под этим названием подразумеваются два вида измерителей расхода воды:

- водосчетчики;
- расходомеры.

Для вновь строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий в системах холодного (горячего) водоснабжения следует предусматривать приборы измерения водопотребления – счетчики холодной (горячей) воды [1, п.11.1].

Счетчики воды следует устанавливать:

- на вводе трубопровода холодного (горячего) водоснабжения;
- в каждую квартиру жилых зданий;
- на ответвлениях трубопроводов в магазины, столовые и т.д., встроенные или пристроенные к жилым, производственным и общественным зданиям.

Для учета количества воды, расходуемой в зданиях, применяют крыльчатые и турбинные скоростные водосчетчики. Принцип действия водосчетчиков основан на учете частоты вращения помещенной в поток воды вращающейся крыльчатки или турбинки. Скорость вращения крыльчатки или турбинки пропорциональна средней скорости движения воды в месте установки прибора. Передаточный механизм передает частоту вращения крыльчатки (турбинки) счетному механизму, связанному с циферблатом, который суммирует количество воды, прошедшей через водосчетчик.

Крыльчатые водосчетчики изготавливают диаметром условного прохода 10-40 мм. Ось вращения крыльчатки у водосчетчиков расположена перпендикулярно направлению движения воды. В зависимости от способа подвода воды к крыльчатке водосчетчики бывают одноструйные и многоструйные (рис.14).

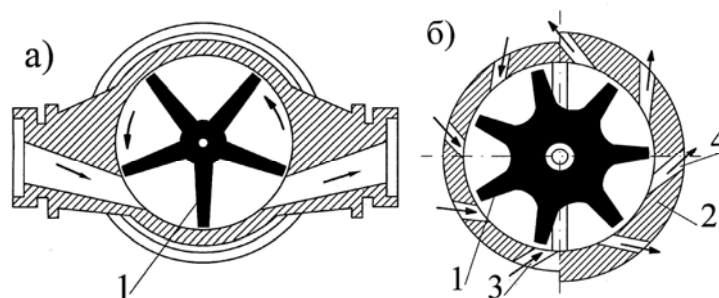


Рис.14. Схемы движения потока в крыльчатых счетчиках воды:
а – одноструйном; б – многоструйном;
1 – крыльчатка; 2 – корпус; 3 – подводящие каналы; 4 – отводящие каналы

Крыльчатые водосчетчики присоединяются к трубопроводам с помощью резьбовых соединений.

Турбинные водосчетчики выпускают диаметром условного прохода 50-250 мм с фланцами для установки на трубопроводе. Ось вращения турбинки этого водосчетчика расположена параллельно направлению потока воды, поэтому его установка не зависит от ориентации в пространстве. Вращение турбинки с помощью червячной передачи, расположенной на оси, приводит в движение передаточный и счетный механизмы водосчетчика.

Водосчетчики бывают холодноводные, горячеводные, сухоходные.

При значительных колебаниях расходов воды применяют комбинированные водосчетчики, состоящие из крыльчатого и турбинного, с переключающим клапаном. Малые расходы воды фиксируются крыльчатым водосчетчиком, а при увеличении расхода клапан направляет поток воды в турбинный счетчик. Показания счетчиков суммируют.

В настоящее время разработаны конструкции с дистанционной передачей показаний счетчиков по линии связи к регистрирующим приборам.

Основные данные для подбора скоростных счетчиков воды, т.е. их гидрометрические характеристики, приведены в [1, табл.4].

Важнейшими гидрометрическими характеристиками счетчиков воды являются:

➤ *минимальный расход* – наименьший расход, м³/ч, для которого нормируется погрешность;

➤ *эксплуатационный расход* – расход, м³/ч, при котором счетчик может непрерывно работать;

➤ *максимальный расход* – максимальный расход, м³/ч, при котором водосчетчик может работать кратковременно без ухудшения своих характеристик (тушение пожара);

➤ *порог чувствительности* – наименьший расход, м³/ч, при котором начинается устойчивое вращение рабочего органа водосчетчика.

Диаметр (калибр) условного прохода водосчетчика подбирают так, чтобы средний часовой расчетный расход воды (за смену, сутки) был не больше эксплуатационного расхода счетчика выбранного диаметра (табл.1).

Среднечасовой расход, м³/ч, в максимальные сутки, определяется по формуле

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T}, \quad (3)$$

где q_u – норма водопотребления, л/сут, в максимальные сутки принимаем по [1, прил.3] в зависимости от назначения здания;

U – число потребителей, чел.;

T – время потребления воды, ч.

Т а б л и ц а 1

| Диаметр условного прохода счетчика, мм | Параметры | | | | | |
|--|---------------------------|------------------|--------------|---|--|--|
| | Расход, м ³ /ч | | | Порог чувствительности, м ³ /ч | Максимальный объем воды за сутки, м ³ | Гидравлическое сопротивление счетчика S , м/(л/с) ² |
| | минимальный | эксплуатационный | максимальный | | | |
| 15 | 0,03 | 1,2 | 3 | 0,015 | 45 | 14,5 |
| 20 | 0,05 | 2 | 5 | 0,025 | 70 | 5,18 |
| 25 | 0,07 | 2,8 | 7 | 0,035 | 100 | 2,64 |
| 32 | 0,1 | 4 | 10 | 0,05 | 140 | 1,3 |

Выбранный счетчик проверяют на пропуск максимального секундного (расчетного) расхода воды (q_p , л/с), при котором потери напора в нем не должны превышать допустимого значения: для крыльчатого счетчика – 5 м, а для турбинного – 2,5 м. При пропуске максимального (расчетного) секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на пожаротушение потери напора в счетчике не должны превышать 10 м.

Потери напора, м, в счетчиках воды определяются по формуле

$$h_w = S q_p^2, \quad (4)$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(л/с)²;

q_p – расчетный расход воды, л/с.

Если условие не выполняется, то необходимо принять к установке счетчик с ближайшим большим диаметром условного прохода.

Для учета больших расходов воды, которые не могут быть измерены скоростными водосчетчиками, применяют расходомеры с сужающими устройствами: камерные диафрагмы, сопла и трубы Вентури. Эти расходомеры измеряют расход воды по перепаду напора (давления) до и после сужения потока. Перепад напора изменяется пропорционально скорости тока воды и фиксируется вторичным прибором – дифференциальным манометром.

Применяют также расходомеры индукционные, в которых количество протекшей воды измеряется по изменению электромагнитной индукции при движении электропроводной жидкости через однородное магнитное поле. Расходомер состоит из датчика и измерительного электронного блока. Индукционные расходомеры имеют пределы измерения от 0 до 2500 м³/ч. Диаметры входа воды в датчик – от 10 до 300 мм. Погрешность измерения не превышает 1,5 %. Работают расходомеры от сети переменного тока 220 В с частотой 50 Гц.

Водомерные узлы. Счетчики воды устанавливают в водомерных узлах. Существуют два вида водомерных узлов: простые и с обводной линией. В состав водомерных узлов входят: вентили (или задвижки), контрольно-спускной кран, манометр, фильтры.

Устройство обводной линии на водомерном (измерительном) узле обязательно в тех случаях, когда не допускается перерыв в подаче воды или же счетчики воды не рассчитаны на пропуск противопожарного расхода воды. На обводной линии устанавливают опломбированную задвижку в закрытом положении в обычное время. Если счетчики воды не рассчитаны на максимальный расход на пожаротушение, то на обводной линии следует предусмотреть установку задвижек с электроприводом, открывающихся автоматически одновременно с пуском пожарных насосов от кнопок пожарных кранов.

Схемы водомерных узлов представлены на рис.15, 16.

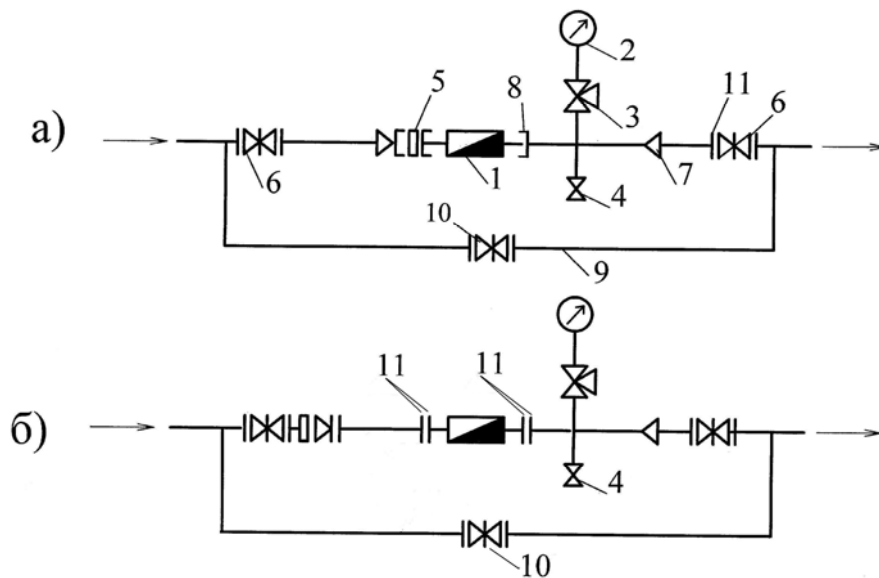


Рис.15. Водомерные узлы:

- а – с крыльчатый счетчиком воды ВСХ (10-40);
- б – с турбинным счетчиком воды ВСХ (50 – 250);
- 1 – счетчик воды; 2 – манометр; 3 – трехходовой кран; 4 – контрольно-спускной кран; 5 – фильтр магнитный; 6 – запорная арматура; 7 – переход;
- 8 – муфтовое соединение; 9 – обводная линия; 10 – опломбированная арматура;
- 11 – фланцевое соединение

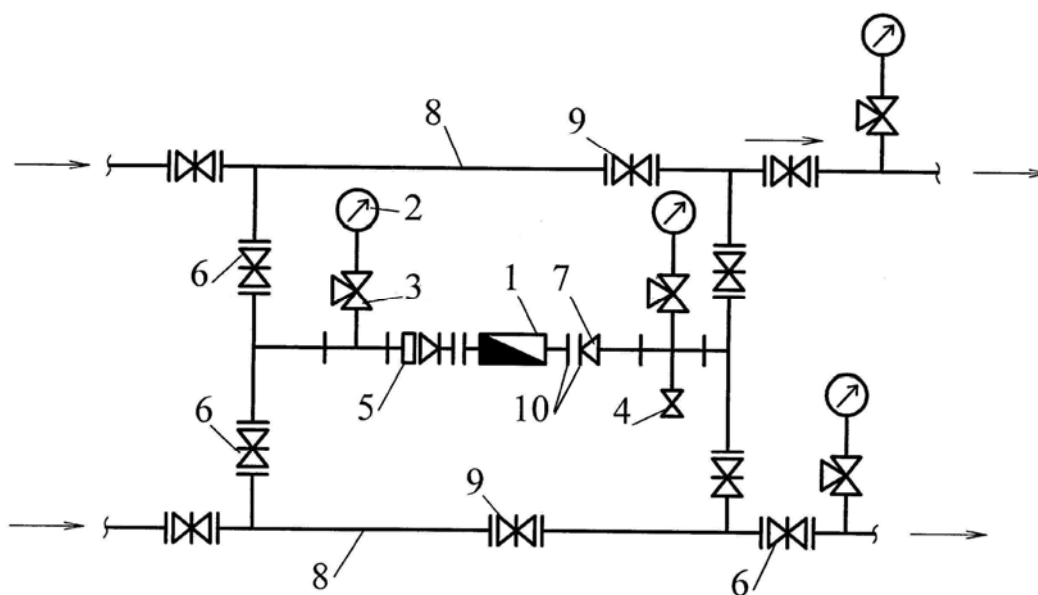


Рис.16. Водомерный узел при двух вводах в здание:
 1 – счетчик воды; 2 – манометр; 3 – трехходовой кран; 4 – контрольно-спускной кран; 5 – фильтр магнитный; 6 – запорная арматура; 7 – переход;
 8 – обводная линия; 9 – электрифицированная задвижка;
 10 – фланцевое соединение

Для того чтобы не происходило увеличения погрешности из-за искажения потока, перед счетчиками воды рекомендуется выполнить прямой участок трубопровода длиной не менее $5d_y$, а после – не менее d_y .

Водомерные узлы устанавливаются вблизи капитальной стены в удобном и легкодоступном помещении. При наличии подвала водомерный узел монтируется на расстоянии 1-1,5 м от места прохода ввода через фундамент. Водомерные узлы устанавливаются в помещении с температурой не ниже $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в местах, недоступных для посторонних людей, с искусственным или естественным освещением. При необходимости, их можно размещать в утепленных колодцах с люком.

Лекция 5. ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ. ТРУБЫ И АРМАТУРА

Сети внутреннего водопровода являются основным элементом в системе водоснабжения. Они состоят из магистральных и распределительных трубопроводов, стояков, арматуры, подводок к водоразборной арматуре, фасонных частей. В зависимости от назначения здания, от технологических и противопожарных условий сети подразделяются по конфигурации и расположению магистральных трубопроводов. Водопроводные сети бывают тупиковыми, кольцевыми и комбинированными, а по расположению магистральных трубопроводов – с нижней, верхней, горизонтальной и вертикальной разводками.

Тупиковые водопроводные сети применяются для зданий, где разрешается перерыв в подаче воды и число пожарных кранов не более 12 (рис.17).

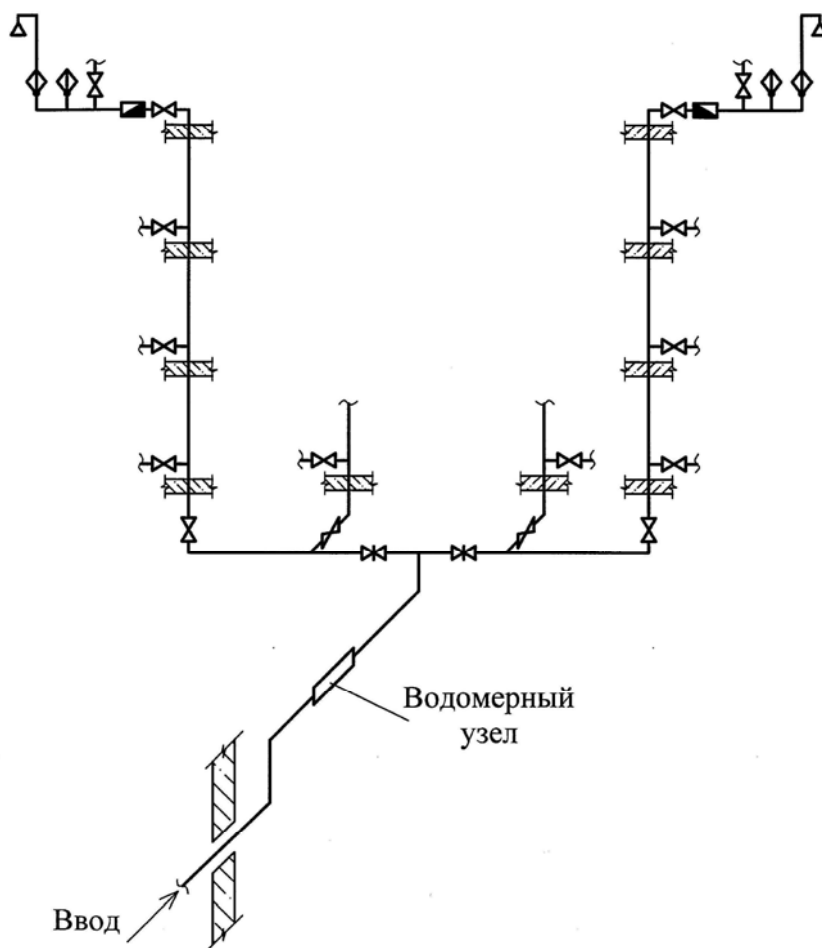


Рис. 17. Тупиковые водопроводные сети

Кольцевые водопроводные сети используются при числе пожарных кранов больше 12, а также для обеспечения бесперебойности подачи воды потребителям. Число вводов при кольцевой сети должно быть не менее двух, причем каждый ввод должен быть рассчитан на 100 % расхода воды.

Комбинированные водопроводные сети состоят из кольцевых магистральных и тупиковых распределительных водопроводов (рис.18). Комбинированные сети применяют в здании с противопожарным водопроводом и в зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

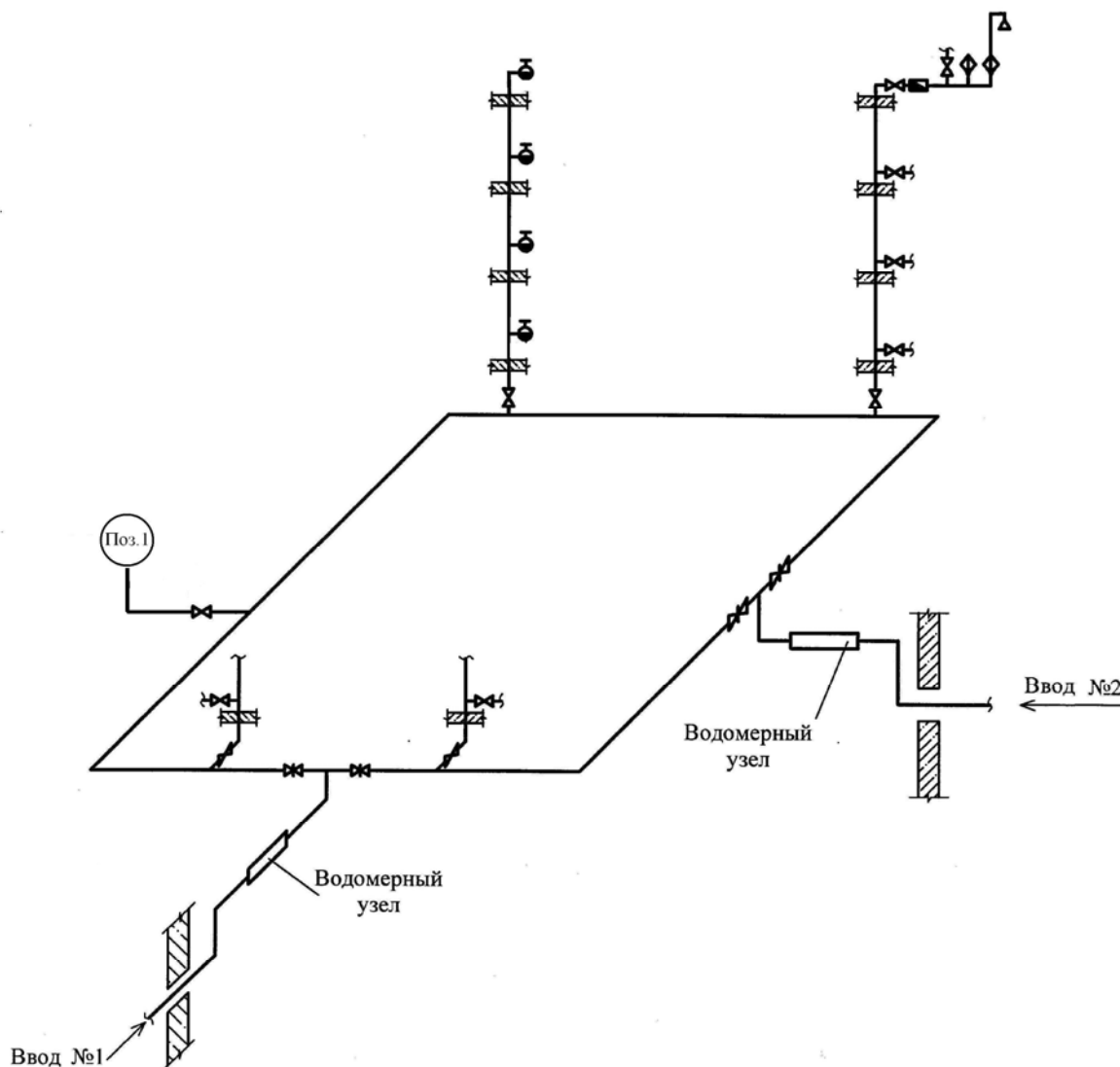


Рис. 18. Кольцевые водопроводные сети

Зонные водопроводные сети применяются в высотных зданиях. Водопроводная сеть состоит из самостоятельных зон, не соединенных одна с другой. Для каждой зоны в здании предусматривается технический этаж, где размещают магистральные трубопроводы водопроводных сетей, водонапорные баки, арматуру и другое оборудование.

В зависимости от расположения магистральных труб могут быть схемы с верхней и нижней разводками. При нижней разводке трубопроводы монтируют в подвале или техническом подполье. Нижние разводки водопроводной сети предпочтительны из-за удобства эксплуатации, надежности работы и меньших экономических потерь при протечке сетей. При верхней

разводке трубопровод прокладывается в верхней части здания – на чердаке или под потолком верхнего этажа. Такая разводка характерна для зонных водопроводов.

Прокладка магистральных и разводящих сетей осуществляется открыто и скрыто. В основном применяется открытая прокладка труб, как более простая и дешевая. Скрытая прокладка труб используется для зданий с повышенной степенью отделки. Не допускается скрытая прокладка трубопроводов, соединяемых на резьбе.

Горизонтальные трубопроводы внутреннего водопровода прокладывают с уклоном 0,002-0,005 в сторону вводов, стояков, водоразборных кранов или других пониженных точек.

Сеть холодного водопровода при совместной прокладке в каналах с трубопроводами, транспортирующими горячую воду, необходимо размещать ниже этих трубопроводов и изолировать от потерь теплоты.

Трубопроводы, кроме стояков, прокладываемые в каналах, шахтах, кабинах и т.п., а также в помещениях с повышенной влажностью, следует изолировать от конденсации влаги.

При пересечении строительных конструкций зданий трубопроводы прокладывают в стальных или пластмассовых футлярах (гильзах) (рис.19).

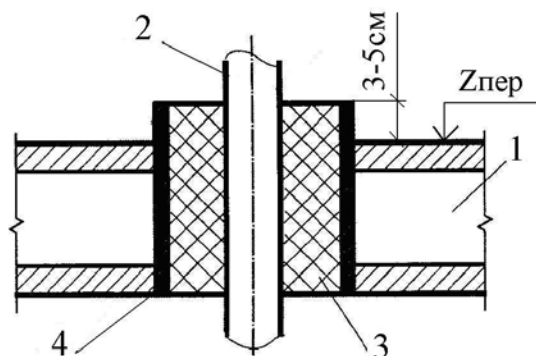


Рис.19. Заделка трубопровода в перекрытии:

1 – плита перекрытия; 2 – труба; 3 – заделка битумом (асбестом); 4 – гильза

Средства крепления трубопроводов на прямолинейных участках устанавливаются в зависимости от материала труб и их диаметра по сериям: 5.900-7 – для стальных труб, 4.900-9 – для пластмассовых труб, а также рекомендаций по подбору опорных конструкций и средств крепления трубопроводов АЗ-1026.

Выбор опорной конструкции производят исходя из диаметра и массы трубопровода, вида строительной конструкции и допускаемого максимального расстояния между опорами, массы изолированных и неизолированных трубопроводов.

Пластмассовые трубопроводы диаметром до 110 мм включительно, как правило, следует прокладывать на сплошном основании, делая разрывы в местах установки различных соединений. При невозможности установки сплошного основания допускается прокладка трубопроводов на отдельных опорах, при этом необходимо соблюдать расстояния между ними.

В случаях, если строительная конструкция (стена, колонна, перекрытие) не позволяет выдержать максимальное расстояние, необходимо предусматривать промежуточную опору с закреплением ее к другим строительным конструкциям (полу и др.)

Трубы и способы их соединения. Основным элементом внутренней водопроводной сети являются трубы. Они должны пропускать заданный расход воды, выдерживать максимальное давление, иметь значительный срок службы, небольшие вес и стоимость, не влиять на качество воды.

Для внутреннего монтажа используются:

1. Стальные водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262–75*) условным диаметром 10-150 мм. Данные трубы бывают оцинкованные и черные (без покрытий). Слой цинка предохраняет трубу от коррозии. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо использовать только оцинкованные трубы. Для производственного водоснабжения можно применять черные.

2 Стальные электросварные трубы (ГОСТ 10704-91) выпускаются со стенками различной толщины и маркируются по наружному диаметру. Например: Ø57×3; Ø89×4; Ø159×4,5. Соединения стальных труб могут быть неразъемными (с использованием сварки) и разъемными (на резьбе и фланцах). Разъемные соединения позволяют демонтировать участки, часто выходящие из строя, и производить замену арматуры.

3. Чугунные трубы (ГОСТ 9583–75*) условным диаметром 65-500 мм, соединяемые с помощью раструбов. Трубы обладают большой коррозионной стойкостью и долговечностью, поэтому их применяют для устройства вводов, внутриквартальных и микрорайонных сетей.

4. Напорные пластмассовые трубы. Рассмотрим некоторые виды пластмассовых труб. Металлопластиковые (металлополимерные), которые состоят из многих слоев с добавлением защитного слоя в виде тонкой алюминиевой фольги, выпускаются в бухтах различной длины. Соединение металлополимерных труб со стальными трубами, арматурой выполняется на резьбе с помощью специальных соединительных деталей.




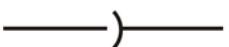

Полипропиленовые трубы и фасонные части к ним (фитинги) изготавливаются как в России, так и за рубежом. В зависимости от толщины стенки трубы могут использоваться в системе как холодного, так и горячего водоснабжения. Соединение труб с фитингами осуществляется с помощью диффузионной контактной сварки нагревания соединяемых деталей до нужной температуры.

С помощью сварочного аппарата происходит нагрев трубы и фитингов до 240-260 °С, что является температурой плавления труб и фитингов из полипропилена. После чего их прижимают друг к другу по направлению оси. Через несколько секунд две детали будут представлять собой однородный материал с однородной структурой. Трубы поставляются в штангах по 4 м.

Преимущества пластмассовых труб:

- полное отсутствие коррозии, ржавчины, грязи, гниения, известковых отложений, продуктов распада;
- отсутствие блуждающих токов;
- гладкая внутренняя поверхность трубопроводов и отсутствие обрастания внутренней поверхности труб позволяет снизить потери напора на 30 %;
- идеальная совместимость труб и фитингов обеспечивает надежность сварного соединения;
- пластмассовые трубы передают меньше звуковых шумов по сравнению с металлическими трубами;
- малый вес – в 9 раз меньше, чем у стальных трубопроводов;
- простота монтажа, надежность соединений;
- выдерживают давление 1,3 МПа и температуру до 100 °С;
- срок службы для холодного водоснабжения 50 лет и для горячего водоснабжения – 25 лет;
- высокая прочность при замерзании воды в трубах.

Обозначение на чертежах видов соединений:

-  сварка
-  муфтовые на резьбе
-  фланцевые
-  раструбные
-  муфтовые (используют для асбестоцементных труб на вводе в здание и наружных сетях водопровода)

При монтаже внутренних водопроводов условный проход труб обозначают в дюймах: 1/2 дюйма → 15 мм, 3/4 дюйма → 20 мм, 1 дюйм → 25 мм.

Если на участках трубопроводов возможны аварийные ситуации, то устраиваются сгоны – патрубок с удлиненной резьбой, на которую навернута муфта и контргайка.

Отдельные участки труб между собой соединяются с помощью фасонных частей (фитингов): муфт, угольников, тройников, крестовин, переходных муфт и т.д.

Присоединение водоразборной арматуры к трубам может осуществляться с помощью гибких шлангов.

Арматура бывает трубопроводная, предохранительная и водоразборная. Трубопроводная арматура устанавливается на водопроводной сети для управления потоком жидкости (изменение расхода или давления); для отключения отдельных участков водопроводной сети.


Предохранительная арматура предназначена для защиты от повреждения сети и оборудования при внезапном повышении напора.

Водоразборная арматура регулирует подачу воды потребителям.

Места установки трубопроводной арматуры нормируются [1].

К трубопроводной арматуре относятся вентили, шаровые краны, задвижки, дисковые затворы, пробковые краны. К предохранительной арматуре – обратные клапаны, регуляторы давления, регуляторы расхода.

Арматуру изготавливают из чугуна, бронзы, латуни, стали, пластмассы.

Вентили (обозначение на чертежах: ) состоят из корпуса, маховика со шпинделем, клапана (рис.20). Устанавливаются в основном на тупиковой сети. Потери напора в них незначительные.

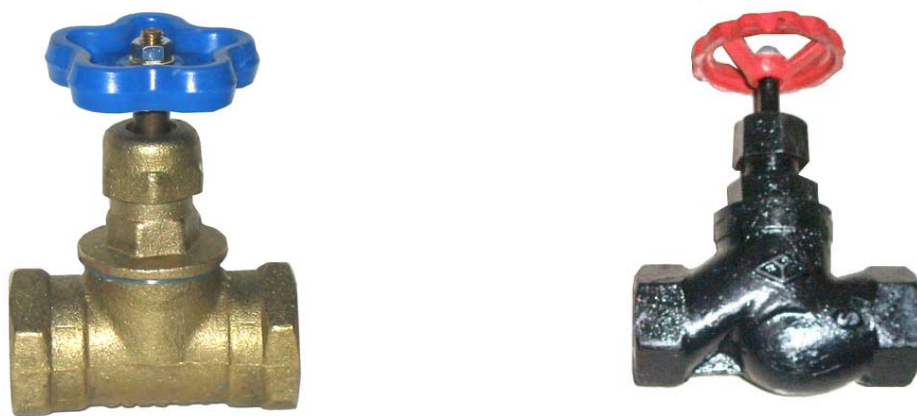




Рис.20. Запорные вентили прямые муфтовые

Задвижки (обозначение на чертежах: ) используются на кольцевой или тупиковой сети при диаметре труб более 50 мм. Состоят из корпуса, диска, клина, шпинделя, маховика (рис.21).

Пробковый кран (обозначение на чертежах: ) состоит из корпуса и плотно притертой к стенке пробки с отверстием. При повороте головки, располагаемой на штоке, соединенном с пробкой, на 90° поток полностью перекрывается. Используется там, где требуется большое количество воды (рис.22).

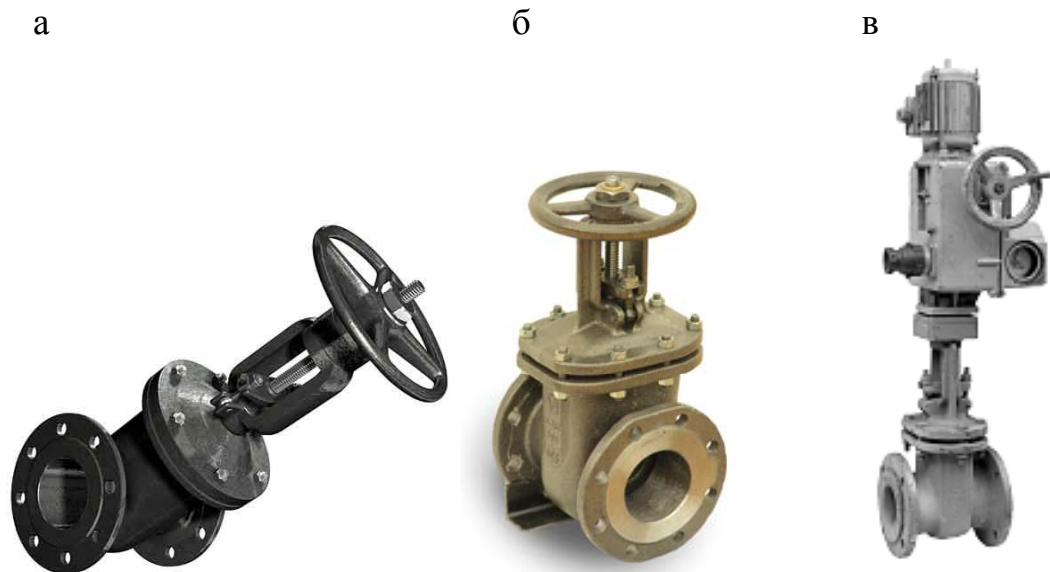


Рис.21. Задвижки фланцевые параллельные:
а, б – с ручным приводом, в – с электроприводом

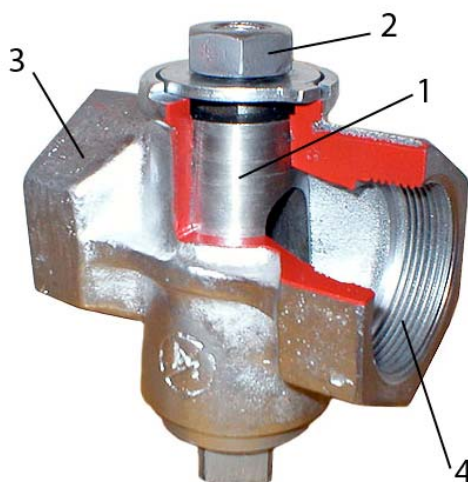

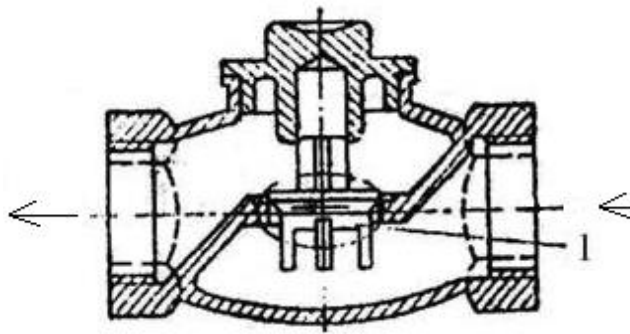


Рис.22. Пробковый кран:
1 – пробка; 2 – гайка; 3 – корпус; 4 – резьба

Предохранительная арматура: обратный клапан, регулятор давления. Обратный клапан (обозначение на чертежах ) устанавливается на трубопроводах, где возможны аварийные ситуации (отключение энергии) и направление воды только в одну сторону (рис.23).

Водоразборная арматура предназначена для отбора воды из системы. Цапковая арматура – для полива и пожаротушения. Водоразборная арматура является одним из самых важных элементов внутреннего водопровода. Она во многом определяет успешное его функционирование в целом. Водоразборная арматура – основной источник утечек и непроизводительных расходов воды.

а



б

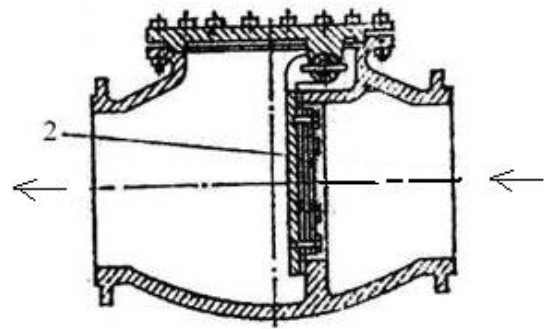


Рис.23. Обратный клапан:
а – подъемный; б – «заслонка»; 1 – подъемный клапан; 2 – заслонка

В настоящее время выпускаются различные типы водоразборной арматуры как общего, так и специального назначения.

По своему назначению водоразборная арматура подразделяется на водоразборную (туалетные краны умывальников, смесители умывальников, моек и ванн) и наполнительную (поплавковые клапаны смывных бачков).

Конструктивно водоразборная арматура отличается очень большим разнообразием. По принципу работы запорных устройств водоразборная арматура может быть следующих типов:

- вентильного;
- золотникового;
- шайбового.

Одним из первых и простейших видов водоразборной арматуры является пробковый кран, который не обладает функцией регулирования и используется исключительно как запорное устройство для наполнения какой-либо емкости (в банях).

Широкое распространение в качестве водоразборной арматуры получила смесительная арматура вентильного типа. Запорно-регулирующим устройством подобного рода является клапан, закрывающийся «против давления». Краны вентильного типа достаточно медленно закрываются и открываются, чтобы не вызывать гидравлических ударов.

Для обеспечения долговечности водоразборную арматуру изготавливают из цветных металлов и покрывают декоративным покрытием.

Смесительная водоразборная арматура предназначена для подачи и смешения холодной и горячей воды. В зависимости от назначения она подразделяется на смесители для моек, умывальников, ванн и душевых. По способу регулирования температуры и расхода воды они делятся на вентильные (точнее, на двухвентильные), шайбовые (с одной рукояткой управления), термостатические и пр.

Смесители с одной рукояткой позволяют экономно расходовать воду и теплоту, так как отрегулированная температура при пользовании смесите-

лем сохраняется и при его повторном открытии. Смесители с одной рукояткой имеют разнообразное конструктивное исполнение – с цилиндрической блок-гильзой, в которой расположены керамические шайбы с лабиринтными ходами, или с регулирующей плоской шайбой. Преимуществом подобных смесителей является не только отсутствие резиновых уплотнительных деталей в подвижных узлах, но и высокая герметичность затвора.

Термостатические смесители удобны в пользовании, позволяют экономить воду и автоматически обеспечивают постоянство температуры. Их применяют для поддержания заданных пределов температуры смешанной воды независимо от колебаний температуры и давления в подводящих трубопроводах. При отсутствии подачи только холодной или только горячей воды прекращается также подача воды из смесителя.

Для удобства пользования водоразборной арматурой она комплектуется дополнительными насадками на излив. Для этой цели используются струевыпрямители или аэраторы.

Наполнительная арматура служит для подачи воды в смывные бачки, напорно-запасные баки и другие емкости, которые могут быть заполнены водой до определенного уровня. После достижения расчетного уровня подача воды должна быть надежно перекрыта.

Существуют два основных типа поплавковых клапанов для смывных бачков:

- 1) клапаны противодействия, закрывающихся против давления в подводке;
- 2) клапаны попутного давления.

Гидравлическими характеристиками водоразборной арматуры являются:

- зависимость расхода воды от напора на подводке при различных значениях относительного открытия: $q=f(H)$ при $\mu=var$ (расходная характеристика);
- зависимость относительного расхода от относительного открытия арматуры $\mu=f(n)$ – регулирующая характеристика.

Нормативные гидравлические показатели арматуры определяются при полном открытии, что не соответствует условиям ее действительной работы.

Качество санитарно-технической арматуры в первую очередь должно определяться степенью соответствия функциональному назначению и требованиям потребителей. Основное функциональное назначение водоразборной арматуры заключается в подаче из системы водоснабжения здания определенного количества воды, необходимого для санитарных, хозяйственных и других процедур. Смесительная арматура, кроме того, должна обеспечивать регулирование температуры в определяемом нормам или потребностями диапазоне от 5 до 45 °С.

Лекция 6. УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Существуют три способа повышения давления в сетях водоснабжения зданий:

- использование напорно-запасных баков;
- использование насосных установок;
- использование гидропневматических установок.

Для обоснования выбора способа повышения напора необходимо знать режим водопотребления и величины гарантированного напора в наружной сети водопровода и требуемого напора на вводе в здание.

Напорно-запасные баки предназначены для аккумуляции воды (как регулирующие емкости) при колебании количества воды, поступающей в баки и расходуемой потребителями из баков, а также для сохранения запаса воды, часто необходимого на противопожарные нужды. Водонапорные баки применяются в малоэтажных зданиях. Запас воды создается в ночное время, когда возрастает напор в наружной сети водопровода из-за снижения водопотребления. Для данных зданий применяют схему с верхней разводкой магистрали (рис.24).

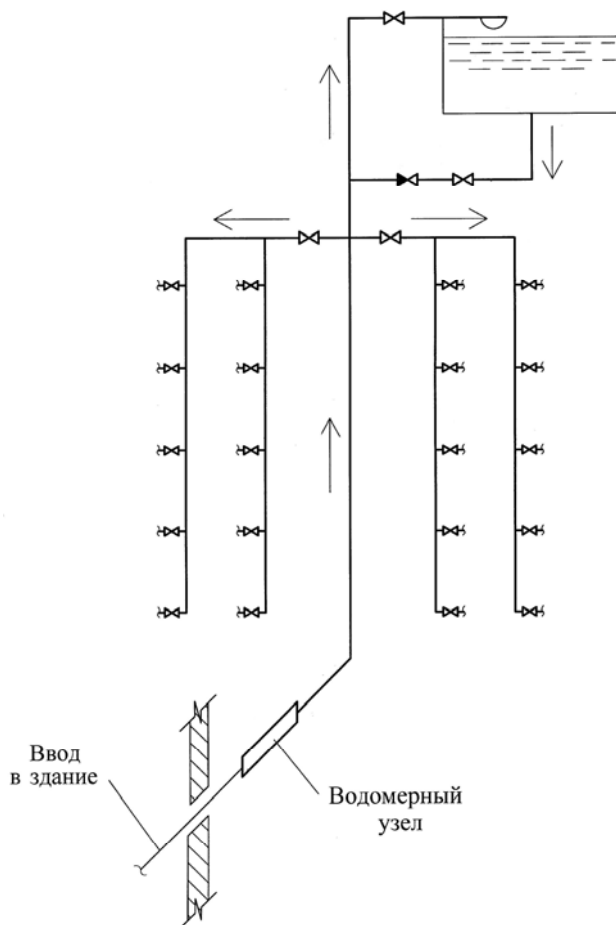


Рис.24. Схема с напорно-запасным баком

В зданиях высокой этажности напор наружной сети, даже в часы минимального водопотребления, не дает возможности заполнить бак, поэтому баки используются только совместно с насосными установками.

Водонапорные баки устанавливаются на чердаках, технических этажах зданий и в специальных пристройках. Помещение для баков высотой не менее 2,2 м должно быть изолировано и оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, освещением, температура в помещении +5 °С. Расстояния между водонапорными баками и строительными конструкциями регламентируются [1, п.3.15]. Водонапорные баки цилиндрической или прямоугольной формы изготавливаются из листовой стали с антикоррозионным покрытием и оборудуются трубопроводами (рис.25). Под баком устанавливается поддон из железобетона или листовой стали для сбора конденсирующей влаги и отвода ее сливной трубой.

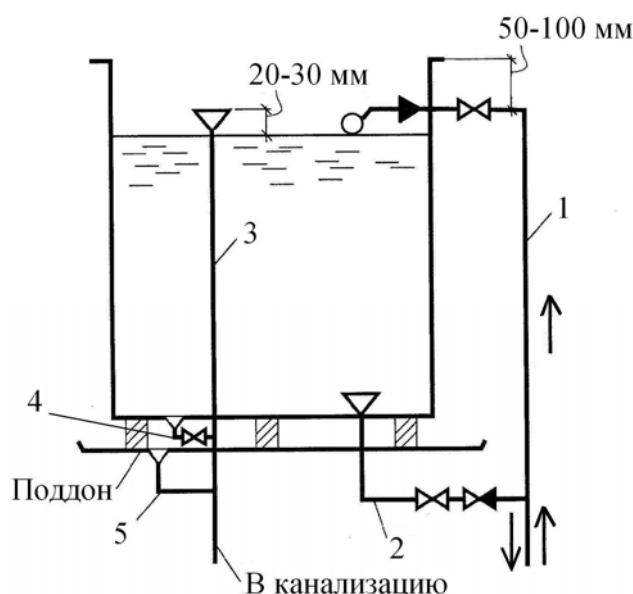


Рис. 25. Водонапорный бак:
 1 – подающий трубопровод; 2 – расходный трубопровод;
 3 – переливной трубопровод; 4 – спускная труба;
 5 – водоотводящий трубопровод с поддона

Подающий трубопровод присоединяется на 50-100 мм ниже верхнего борта бака, соединяется с поплавковым клапаном. Расходный трубопровод служит для подачи воды из бака. Переливной трубопровод устанавливается на расстоянии $2/3$ высоты бака. Диаметр переливного трубопровода равен двум диаметрам подающей трубы. Верхняя часть трубы оборудуется воронкой. Данный трубопровод присоединяется к канализации через промежуточный бачок с разрывом струи и установленный после него гидрозапор. Спускная труба присоединяется к днищу бака и к переливной трубе с запорной арматурой. Водоотводная труба служит для отвода стоков из поддона.

Полная вместимость водонапорного бака V , м³, для зданий без установки насосов равна регулирующему объему W , м³.

$$W = T \cdot q_{hr.m}^c, \quad (5)$$

где T – период недостатка напора в течение суток, ч;

$q_{hr.m}^c$ – среднечасовой расход холодной воды, м³/ч.

При использовании водонапорных баков совместно с насосными установками вместимость бака V , м³, определяется по следующей формуле:

$$V = BW + W_1, \quad (6)$$

где B – коэффициент запаса вместимости бака, принимается 1,1-1,3;

W – регулируемый объем воды, м³;

W_1 – противопожарный объем воды, м³; противопожарный объем воды предусматривается из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из пожарных кранов.

При проектировании водонапорных баков следует определять высоту их расположения, м, над отметкой размещения диктующего водоразборного устройства:

$$H_6 = Z_6 - Z_d = \sum h_6 + H_f, \quad (7)$$

где Z_6 – отметка дна бака, м;

Z_d – отметка диктующего прибора, м;

$\sum h_6$ – сумма потерь напора по длине и в местных сопротивлениях от диктующего прибора до дна бака;

H_f – рабочий напор у диктующего водоразборного устройства.

При применении водонапорных баков следует отметить следующие недостатки:

- возможность ухудшения качества воды из-за попадания пыли через плохо закрытые крышки;
- значительная сосредоточенная нагрузка;
- большие потери при переливе воды.

Повысительные установки применяются при постоянном или периодическом недостатке напора в системе водоснабжения. Схема установки насосов представлена на рис.26.

Для повышения напора часто используют центробежные насосы. Насос состоит из следующих основных элементов: спирального корпуса с рабочим колесом на валу; всасывающего и напорного патрубков. Для пуска насоса необходимо корпус или подводный трубопровод заполнить водой.

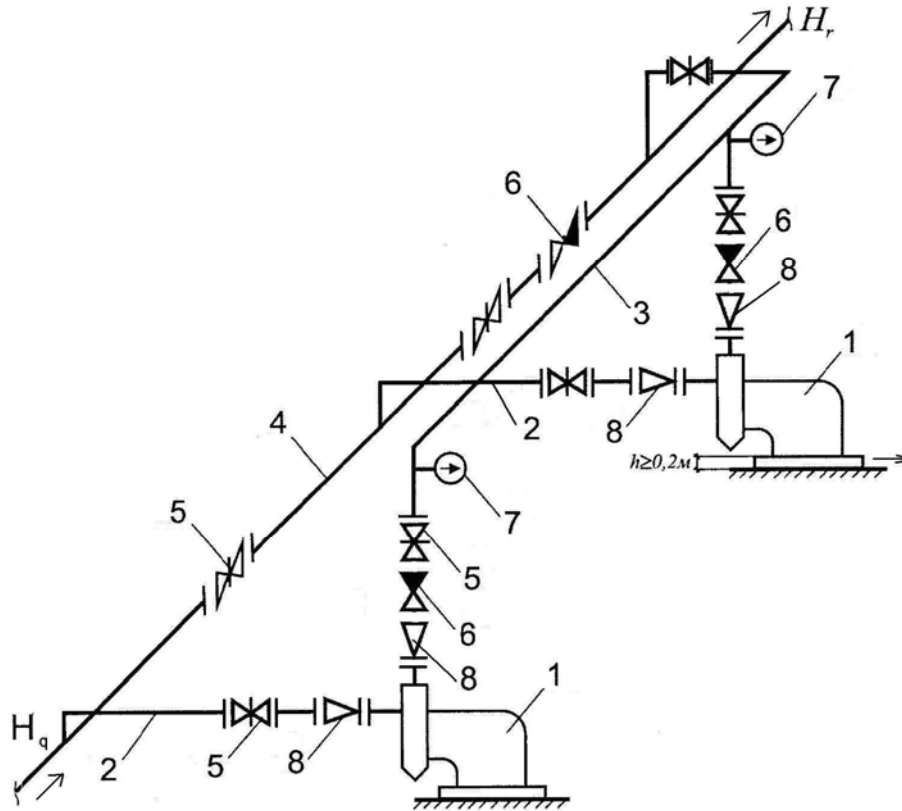


Рис.26. Схема установки насосов:
 1 – насос с электродвигателем; 2 – всасывающий трубопровод;
 3 – напорный трубопровод; 4 – подающий трубопровод; 5 – задвижка;
 6 – обратный клапан; 7 – манометр; 8 – переходы

Насос с электродвигателем размещаются в сухом, освещенном, отапливаемом помещении (ЦТП, бойлерная). Насосы устанавливаются на фундамент высотой от пола 0,2 м с устройством надежной звукоизоляции, состоящей из амортизаторов. Глубина заложения фундамента определяется строительным расчетом (0,7-1,0 м).

В целях устранения шума при работе под фундаментной плитой прокладывают резину, войлок, а под самим фундаментом делают песчаную подушку слоем 0,2-0,3 м.

На напорных и всасывающих трубопроводах следует предусматривать установку вибровставок.

Не допускается установка насосов под жилыми квартирами, помещениями детских, общеобразовательных и лечебных учреждений и т.п.

Подбор насосов осуществляется по двум характеристикам: производительности и напору.

Производительность насосов следует принимать:

1. При отсутствии регулирующих емкостей – равной максимально-секундному расходу q , л/с.

2. При наличии водонапорного бака – равной максимально-часовому расходу q_{hr} , м³/ч.

Напор насосов H_p , м, следует определять с учетом наименьшего гарантированного напора в наружной водопроводной сети:

$$H_p = H_r - H_q = H_{geom} + \sum H_{l,tot} + H_f - H_q, \quad (8)$$

где H_r – требуемый напор на вводе в здание, м;

H_q – гарантированный напор, м;

H_{geom} – геометрическая высота подъема воды, м;

$\sum H_{l,tot}$ – суммарные потери напора по длине и местные в системе внутреннего водопровода, м;

H_f – свободный напор, м;

H_q – гарантированный напор, м.

Насос имеет следующие характеристики:

Q – производительность, м³/ч, л/с;

H – напор, м;

N – мощность, кВт;

n – число оборотов, об/мин (частота вращения);

η – к.п.д., %.

Насосы могут работать параллельно и последовательно. При параллельной работе увеличивается подача q , л/с, при последовательной – напор H , м.

Если в наружной сети водопровода напор меньше 5 м, то перед насосными установками необходимо устанавливать резервуары.

По количеству рабочих агрегатов и с учетом надежности системы принимают резервные насосы. Жилые здания относятся ко II категории надежности, перерыв подачи воды допускается не более 6 часов.

Гидропневматические установки ввиду своих особенностей и преимуществ являются наиболее совершенными, экономичными и целесообразными для систем внутреннего водопровода. Данные установки обычно используются для водоснабжения отдельных объектов:

- детских оздоровительных лагерей;
- санаториев;
- домов отдыха;
- коттеджной застройки.

Пневматические установки устанавливаются в подвальных помещениях или на 1-м этаже зданий. Чаще всего установки используются, когда вода забирается из подземного источника (рис.27).

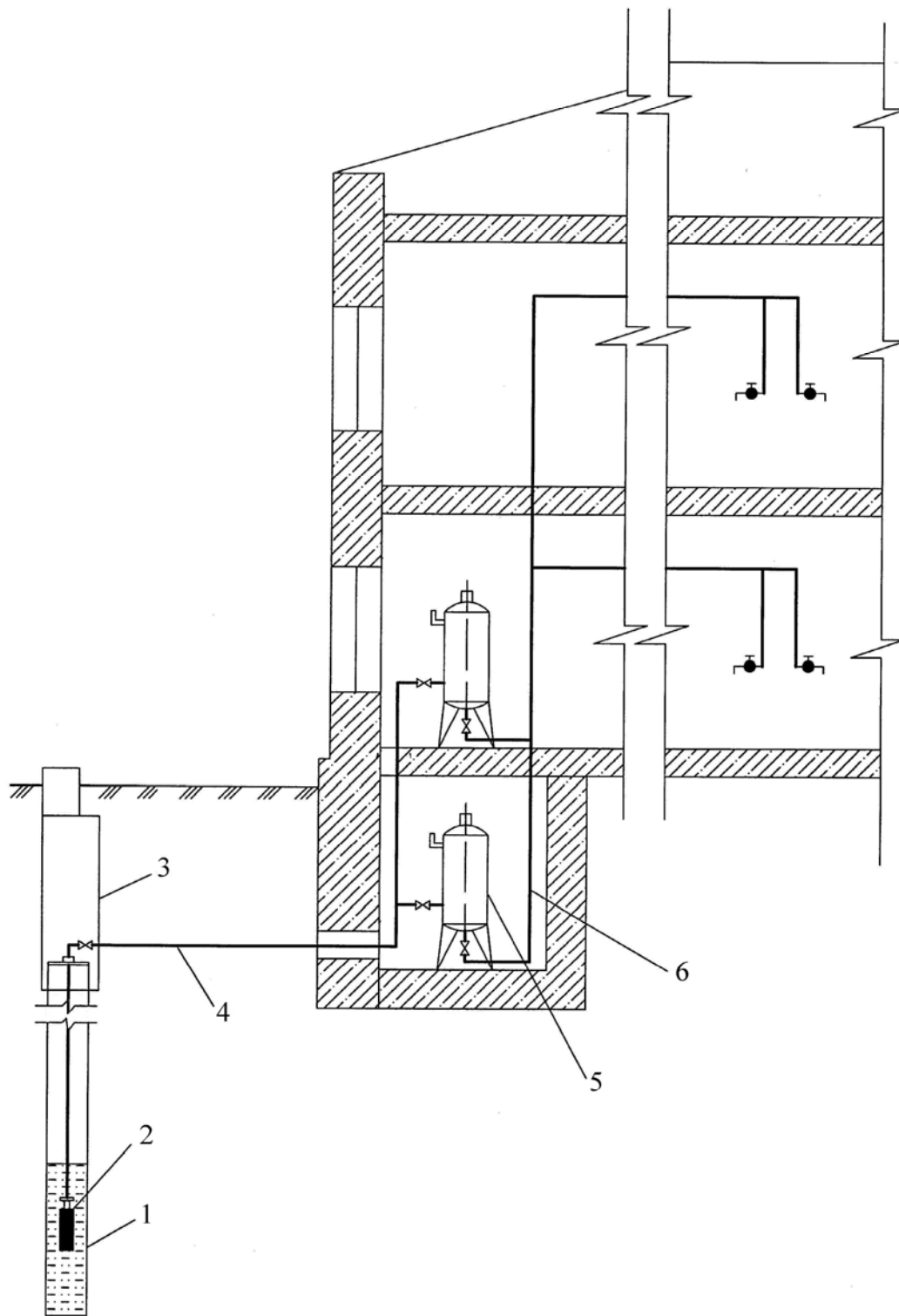


Рис. 27. Схема водоснабжения из скважины с гидропневмобаком:
 1 – скважина; 2 – погружной насос; 3 – оголовок скважины;
 4 – напорный трубопровод; 5 – гидропневмобако; 6 – трубопровод к потребителям

Создание напора происходит в гидропневмобаке с помощью сжатого воздуха (рис. 28). Он используется только для регулирования водопотребления.

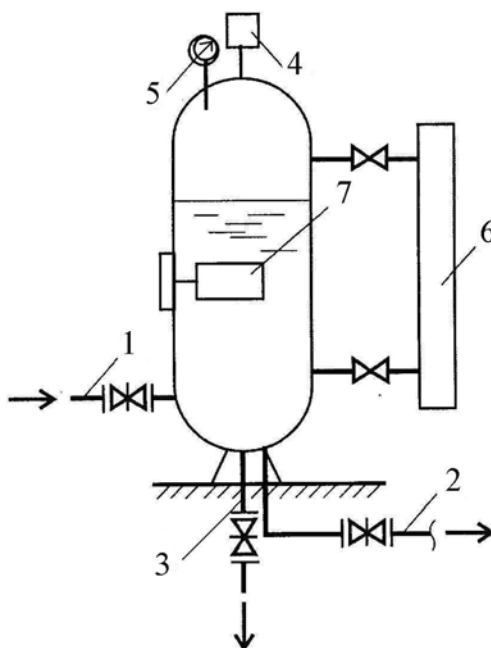


Рис. 28. Гидропневмобак:
 1 – подающая труба; 2 – отводящая труба; 3 – спускная труба;
 4 – предохранительный клапан; 5 – манометр; 6 – указатель уровня;
 7 – устройство для пополнения и регулирования запаса воздуха

Полный объем гидропневматических баков, m^3 , определяется согласно [1, п.13.12] по формуле

$$V = W \frac{B}{1 - A}, \quad (9)$$

где W – регулирующий объем бака, m^3 ;

B – коэффициент запаса вместимости (1,1÷1,3);

A – отношение абсолютного минимального давления в баке к максимальному, $A = 0,7 \div 0,8$.

Регулирующий объем воды зависит от подачи насосов (равномерная или неравномерная).

При производительности насосной установки, равной максимальному часовому расходу, регулирующая емкость W , m^3 , определяется по формуле

$$W = \frac{q_{hr}^{sp}}{4n}, \quad (10)$$

где q_{hr}^{sp} – подача воды насосной установкой, $m^3/ч$;

n – количество допустимых включений в час: для баков $n=4 \div 6$, для пневмоустановок $n=6 \div 10$.

При производительности насосной установки меньше максимального часового расхода регулирующая емкость, м^3 , определяется по формуле

$$W = \varphi T q_T^c, \quad (11)$$

где φ – коэффициент относительной величины регулирующего объема, принимается по [1, п. 13.5];

T – расчетное время водопотребления, ч;

q_T^c – среднечасовой расход, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Лекция 7. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

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

По использованию технических средств подачи воды к очагу пожара системы противопожарного водопровода подразделяются на:

- простые (оборудованные пожарными кранами ручного действия);
- автоматические (спринклерные);
- полуавтоматические (дренчерные).

Простые системы пожаротушения, оборудованные пожарными кранами (противопожарные водопроводы), применяются в местах, где возможно присутствие человека.

Противопожарные водопроводы предназначены для борьбы с огнем и должны подавать в каждую точку здания в случае возникновения пожара необходимое количество струй воды с заданным расходом и достаточным напором. Система должна находиться в постоянной готовности.

Противопожарные водопроводы в соответствии с требованиями [1] устраивают в: жилых зданиях высотой 12 этажей и более; общежитиях и гостиницах высотой в 4 этажа и более, зданиях учебных заведений; санаториях, домах отдыха, лечебных и детских учреждениях, магазинах и др. при объеме здания 5000 м³ и более; кинотеатрах, клубах, домах культуры.

Внутренние противопожарные водопроводы, в зависимости от огнестойкости и этажности зданий, могут быть отдельными или объединенными с водопроводом другого назначения. В жилых зданиях высотой 12-16 этажей устраивают объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод, а в зданиях высотой 17 этажей и более – отдельные противопожарный и хозяйственно-питьевой водопроводы.

Системы противопожарного водопровода с пожарными кранами состоят из таких же элементов, что и системы хозяйственно-питьевого водопровода, но из-за повышенных требований к надежности работы имеют свои особенности:

- сети противопожарных водопроводов с числом пожарных кранов более 12 должны быть закольцованы и присоединены к наружным сетям не менее чем двумя вводами;
- в зданиях высотой 6 и более при объединенной системе хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода пожарные стояки следует закольцовывать поверху;
- стояки отдельной системы противопожарного водопровода рекомендуется соединять перемычками с другими системами для сменности воды, если это возможно;

- для устройства противопожарного водопровода применяются стальные трубы.

Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м над полом помещения и размещаются в шкафах с надписью ПК в отапливаемых помещениях в легкодоступных местах (на лестничных площадках, в вестибюлях, коридорах, проходах). Пожарные шкафы имеют отверстия для проветривания, изготавливаются согласно НПБ 151 – 96 «Шкаф пожарный» и окрашиваются в белый или красный цвет. В пожарных шкафах предусматривается возможность размещения одного или двух ручных огнетушителей.

В состав оборудования пожарного крана входят:

- пожарный вентиль диаметром 50 или 65 мм, присоединенный к ответвлению стояка;

- пеньковый рукав длиной 10, 15, 20 м с быстросмыкающимися полу-гайками;

- пожарный ствол с наконечником (спрыском) диаметром 13, 16, 19 мм.

Состав оборудования пожарного крана и схема действия представлены на рис. 29.

Радиус действия пожарного крана R , м, рассчитывается по формуле

$$R = l_p + l_{к.стр}, \quad (12)$$

где l_p – длина рукава, м;

$l_{к.стр}$ – длина компактной струи.

Расстояние между двумя пожарными кранами L , м, определяется по формуле:

$$L = 2R - (1,5 \div 2,0 \text{ м}). \quad (13)$$

Внутренние пожарные краны должны устанавливаться на таком расстоянии, чтобы каждая точка помещения могла орошаться расчетным числом компактных струй. Число компактных струй и рекомендуемые минимальные расходы воды принимаются по [1] в зависимости от этажности, объема здания и его назначения.

Минимальный расход воды на одну струю нормируется 2,5 или 5,0 л/с. Если количество струй больше 2, то можно предусматривать спаренные краны, установленные один над другим, при этом второй кран устанавливается на высоте не менее 1 м от пола.

Расчетный расход воды на одну струю уточняется по [1, табл. 3] в зависимости от высоты компактной струи (высоты помещения), выбранных длины рукава и диаметра sprыска. Общий расход воды на пожаротушение для здания определяется с учетом продолжительности тушения пожара в течение трех часов. По этой же таблице определяют свободный напор H_f , м, у пожарного крана. Минимальный напор H_f , м, у пожарного крана – 10 м.

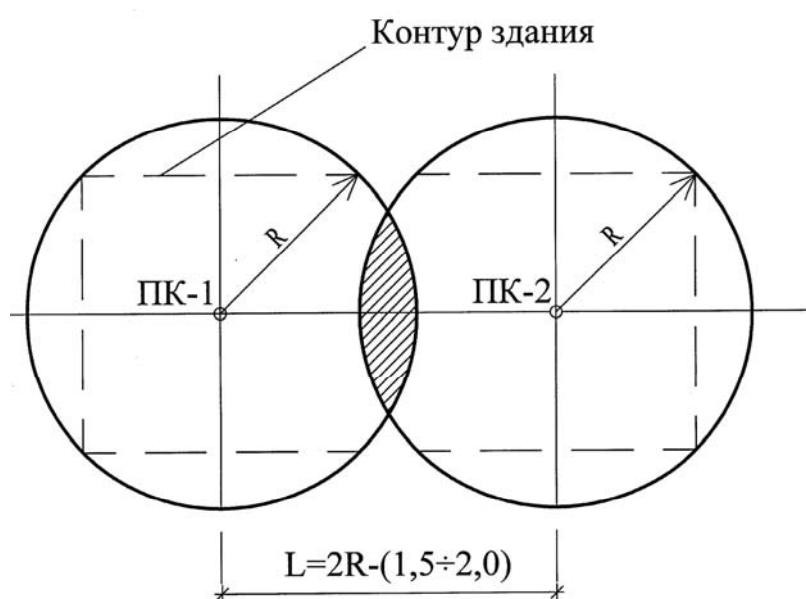
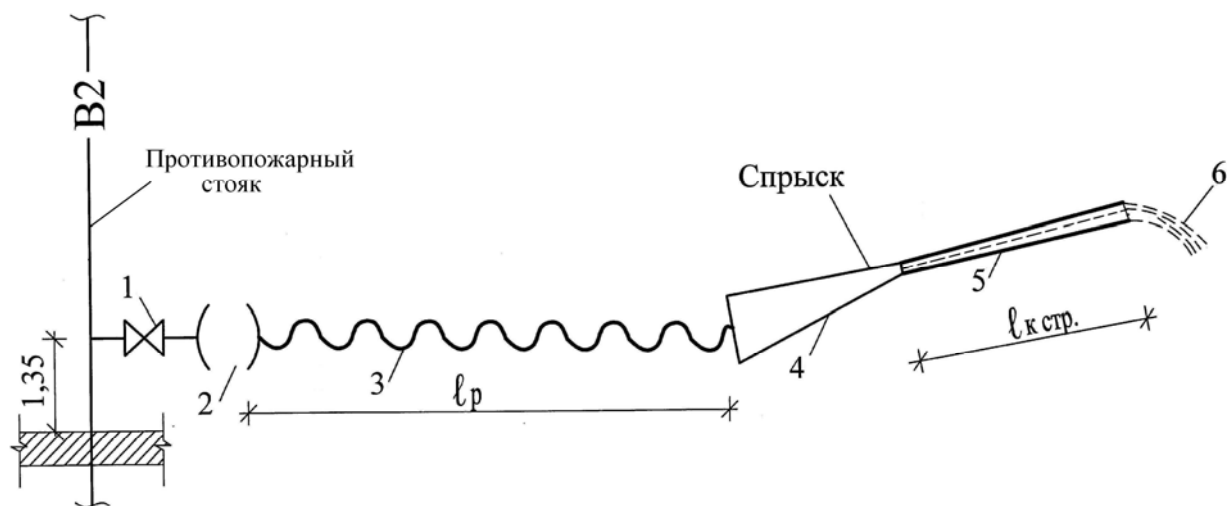


Рис. 29. Схема действия пожарного крана:
 1 – пожарный вентиль; 2 – полугайка; 3 – рукав; 4 – пожарный ствол с наконечником; 5 – компактная часть струи; 6 – раздробленная часть струи

Требуемый напор H_r , м, обеспечивающий подачу расчетных пожарных струй воды, вычисляется по формуле

$$H_r = H_{geom} + \sum H_l^{tot} + H_f, \quad (14)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъема воды от оси наружного водопровода до самого высокого, наиболее удаленного пожарного крана, м;

$\sum H_l^{tot}$ – сумма потерь напора по длине расчетного направления от диктующего пожарного крана до ввода и потерь на местные сопротивления, м;

H_f – свободный напор у пожарного крана, м, принимается по [1, табл. 3].

Потери напора по длине и местные H_l^{tot} , м, определяются по формуле:

$$H_l^{tot} = il(1 + K_l), \quad (15)$$

где i – удельные потери напора на трение при расчетном расходе, определяемые по таблицам для гидравлического расчета водопроводных труб [10];

l – длина расчетного участка, м;

K_l – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях.

Значение K_l следует принимать по [1]:

0,2 – в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводов жилых и общественных зданий;

0,15 – в сетях объединенных производственных противопожарных водопроводов;

0,1 – в сетях противопожарных водопроводов.

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

Гидростатический напор в системе противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного пожарного крана не должен превышать 90 м. При напорах, превышающих эти ограничения, между пожарным краном (вентилем) и соединительным патрубком устанавливают диафрагму для снижения избыточных напоров.

Объединенные хозяйственно-противопожарные и производственно-противопожарные системы рассчитывают на пропуск расчетного расхода воды на пожаротушение при наибольшем расходе ее на хозяйственно-питьевые и производственные нужды. При этом расход воды на пользование душами, мытье полов и поливку прилегающей территории не учитывается.

Автоматические спринклерные противопожарные системы применяются в помещении с повышенной пожарной опасностью. Они гасят очаг пожара без участия человека с одновременной подачей сигнала пожарной тревоги.

Спринклерные противопожарные системы применяются на промышленных предприятиях, в зданиях театров, гаражах, складах, торговых центрах и т.д. с повышенной пожарной опасностью. Спринклерная установка состоит из спринклеров (разбрызгивателей), распределительных и магистральных трубопроводов, контрольно-сигнального клапана (КСК), водопитателей (рис.30). Спринклеры ввертывают на резьбе в стальные трубы на расстоянии 3-4 м друг от друга в шахматном порядке в плане, от перекрытия на 0,08-0,4 м розетками вниз или вверх. Число оросителей в одной секции не более 800.

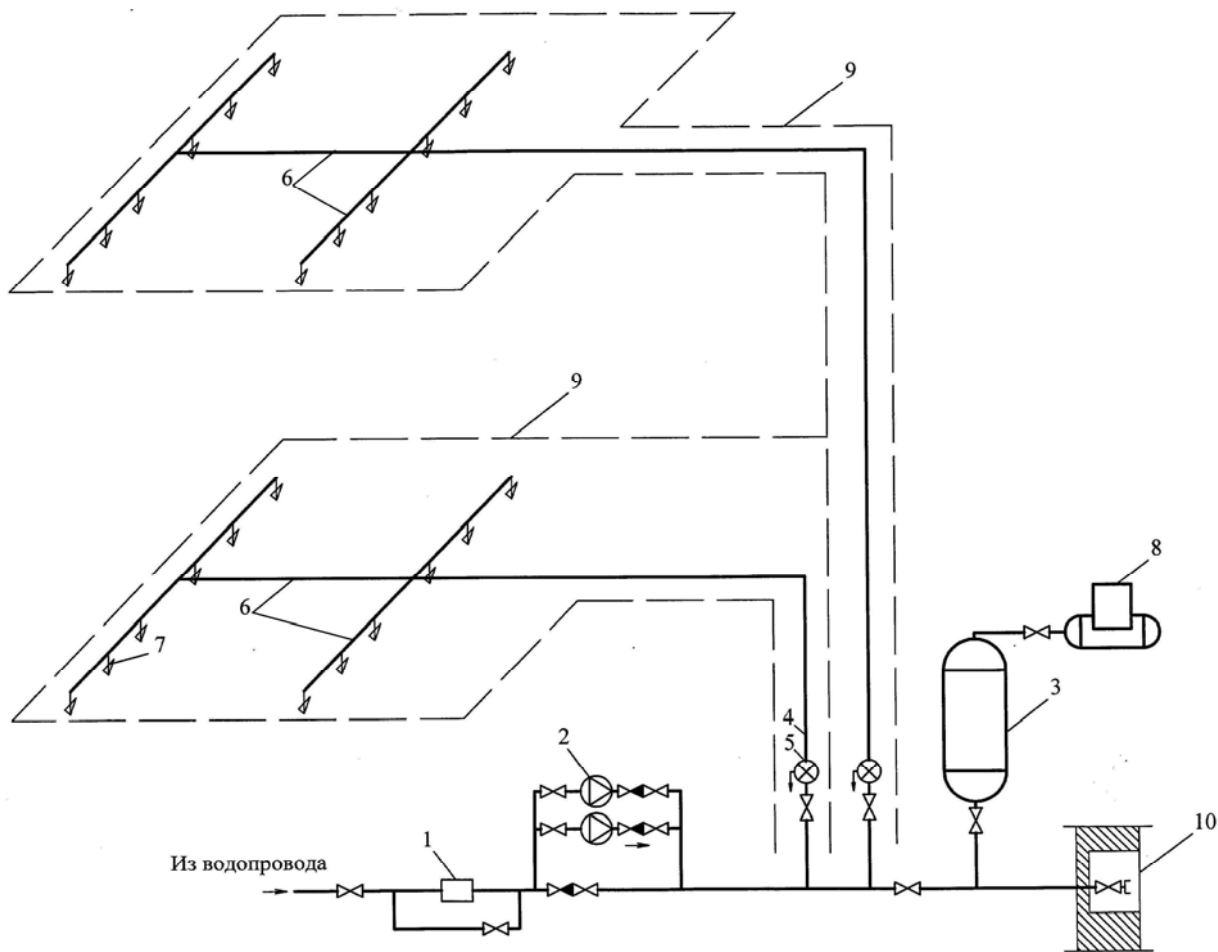


Рис. 30. Спринклерная установка автоматического пожаротушения:
 1 – водомерный узел; 2 – насосы; 3 – резервный водопитатель (гидропневматический бак); 4 – главный трубопровод; 5 – контрольно-сигнальный клапан (КСК);
 6 – распределительная сеть; 7 – спринклер (разбрызгиватель); 8 – компрессор и воздушный бак; 9 – секция системы; 10 – присоединение автонасосов

Спринклер состоит из корпуса с резьбой, рамки с разбрызгивающей розеткой, штуцера с отверстием диаметром 8; 10; 12,7 мм, закрытым стеклянной пробкой, и замка в виде трех пластин, соединенных легкоплавким сплавом (рис.31). Температура плавления сплава 68-72 °С. Состав припоя: висмут – 50 %; свинец – 25 %; кадмий – 12,5 %; олово – 12,5 %. При возникновении пожара припой под действием температуры плавится, замок распадается, вода под давлением выбивает клапан, ударяясь об розетку, разбрызгивается и орошает площадь 9-12 м².

В отапливаемых помещениях ($t \geq 4$ °С) предусматривается водяная система, где трубы после КСК заполнены водой, а в неотапливаемых помещениях – водовоздушная система, заполненная летом водой, зимой – воздухом.

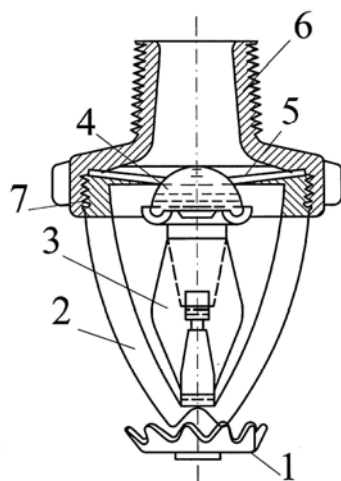


Рис. 31. Спринклер (разбрызгиватель):
 1 – розетка; 2 – кольцо с опорной рамкой; 3 – части замка; 4 – стеклянный клапан; 5 – диафрагма; 6 – корпус; 7 – опорная шайба

Для бесперебойной работы система должна иметь не менее двух водопитателей. Основным является наружный водопровод.

При недостаточном давлении в наружном водопроводе в начале пожара применяют автоматический водопитатель – водонапорный бак или пневмоустановку, емкость которых должна обеспечивать работу системы до пуска пожарных насосов в течение 10 минут.

Спринклерная сеть системы автоматического пожаротушения состоит из:

- магистрального трубопровода, подводящего воду от водопитателя к контрольно-сигнальному клапану;
- главного и второстепенного питательных трубопроводов, подающих воду в спринклерную сеть;
- распределительных трубопроводов, на которых устанавливаются спринклеры.

Спринклерные трубопроводы монтируются из стальных труб.

Спринклерная сеть разбивается на отдельные секции с числом спринклеров не более 800 шт. Каждая секция имеет свой контрольно-сигнальный клапан.

Основным элементом установки является контрольно-сигнальный клапан (КСК), который также может быть водяным, воздушным и водовоздушным. Принцип действия КСК следующий. Вся спринклерная сеть оборудована спринклерными головками, находящимися под напором и заполненными водой. Вода в спринклерную сеть подается через главную задвижку. Под действием повышенной температуры воздуха в помещении от возникновения пожара замки спринклерных головок расплавляются. Вода начинает выливаться из труб данной сети. При этом давление в сети над КСК падает, клапан открывается, поднимаясь вверх под напором автоматического резервного водопитателя, и вода снизу по главному трубопроводу поступает в спринклерную сеть. Одновременно вода поступает к сигнальному устрой-

ству и к пускателю насоса для подачи воды в спринклерную сеть от основного водопитателя.

Расчет системы автоматического пожаротушения ведется согласно своду правил СП5.13130.2009.

Исходные данные для расчета системы автоматического пожаротушения представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

| Группа помещений | Интенсивность орошения, м/с·м ² | | Максимальная площадь на 1 спринклер, м ² | Площадь расчета расхода воды (пенный раствор), м ² | Продолжительность работы установки, мин | Максимальное расстояние между спринклерами, м |
|------------------|--|----------------|---|---|---|---|
| | вода | пенный раствор | | | | |
| 1-7 | 0,08-0,3 | 0,08-0,17 | 12÷9 | 120-240 | 30-60 | 4÷3 |

Расчетный расход воды (раствора пенообразователя) через диктующий ороситель, л/с, определяется по формуле

$$q_1 = k \sqrt{H_f}, \quad (16)$$

где k – коэффициент производительности оросителя, принимаемый по технической документации на изделие;

H_f – свободный напор перед оросителем, м.

Свободный минимальный напор перед самым дальним оросителем принимается 5 м.

Затем определяются диаметр, мм, и потери напора, м, на каждом расчетном участке, геометрическая высота подъема, м, от насосной установки до самого высокого и наиболее удаленного оросителя.

Полуавтоматические дренчерные установки могут защищать всю площадь помещения или создавать водяные завесы в дверных проемах, устраиваемые для предупреждения распространения пожара в другие помещения. Данные установки состоят из сети с открытыми оросителями (дренчерами), автоматического и основного водопитателей, а также узла управления в виде запорной арматуры, которая открывается только при возникновении пожара. Различают заливные (водяные) и сухотрубные (воздушные) дренчерные установки. Заливные установки применяют в помещениях взрывоопасных производств. Дренчер состоит из корпуса дренчера, рамки и розетки.

Площадь пола, защищаемая одним дренчером (оросителем), составляет 9 м². Расстояние между дренчерами, орошающими вертикальные плоскости или предназначенными для создания водяных завес, определяют из условий расхода воды 0,5 л/с на 1 м ширины орошаемой плоскости или проема. Все побудители (спринклеры, легкоплавкие замки и электрические датчики) устанавливаются на расстоянии не более 0,4 м от перекрытия.

Дренчерные системы, как и спринклерные, питаются от двух водопитателей и проектируются по СП5.13130.2009.

Лекция 8. РАСЧЕТ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Определение расчетных расходов и напоров в системе холодного водоснабжения

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. Основными категориями расхода воды, как известно, являются расходы на хозяйственно-питьевые нужды, производственные (технологические) нужды объекта и на пожаротушение. Расходы воды на нужды объекта зависят от принятой системы водоснабжения (единая, объединенная или раздельная), от норм и режима водопотребления воды.

Суточный расход, м³/сут, в средние сутки на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле

$$Q_m = \frac{q_{um} \cdot U}{1000}. \quad (17)$$

Суточный расход, м³/сут, в максимальные сутки вычисляется по формуле

$$Q_u = \frac{q_u \cdot U}{1000}, \quad (18)$$

где q_{um} и q_u норма водопотребления, соответственно в средние сутки и – максимальные сутки, л/сут [1, прил.3];

U – число потребителей.

Среднечасовой расход, м³/ч, в средние сутки рассчитывается по формуле

$$q_m = \frac{Q_m}{T} = \frac{q_{um} U}{1000T}. \quad (19)$$

Среднечасовой расход, м³/ч, в максимальные сутки определяется по формуле

$$q_T = \frac{Q_u}{T} = \frac{q_u U}{1000T}, \quad (20)$$

где T – время водопотребления, ч.

Для определения диаметров труб внутреннего водопровода и других гидравлических параметров находим расчетный расход, л/с:

$$q = 5\alpha q_o, \quad (21)$$

где q – расчетный расход, л/с;

q_o – норма водопотребления одним прибором, л/с [1, прил.2];

α – коэффициент, зависящий от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P [1, прил.4].

Вероятность действия приборов на участках сети определяется по формулам в зависимости от водопотребителей.

При одинаковых водопотребителях в зданиях или сооружениях

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{Nq_o^{tot} \cdot 3600}, \quad (22)$$

где P – вероятность действия приборов при общем водопотреблении;

$q_{hr,u}$ – норма водопотребления на одного потребителя, л/ч [1, прил.3];

N – число приборов.

Если число приборов во внутренней системе водоснабжения неизвестно, то формула (22) примет вид:

$$P \cdot N = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_o \cdot 3600}. \quad (23)$$

При отличающихся группах водопотребителей в зданиях или сооружениях различного назначения вероятность действия приборов определяется по формуле

$$P_{\sum i} = \frac{\sum_1^i N_i P_i}{\sum_1^i N_i}. \quad (24)$$

Давление в системе водоснабжения должно обеспечивать бесперебойную работу системы водоснабжения, т.е. подачу воды всем потребителям.

Требуемый напор в точке подключения к наружной сети водопровода определится по формуле

$$H_r = H_{geom} + \sum H_l^{tot} + h_w + H_f, \quad (25)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъема воды от оси наружного водопровода у места присоединения ввода до отметки диктующего водоразборного устройства, м;

$\sum H_l^{tot}$ – суммарные потери по длине и на местные сопротивления на всем расчетном направлении, м;

h_w – потери напора в водомерном узле, м;

H_f – свободный напор, м, перед диктующим прибором, принимается по [1, прил.2] (душевая сетка – 3 м, пожарный кран – 10 м).

Геометрическая высота подъема воды, м:

$$H_{geom} = Z_2 - Z_1, \quad (26)$$

где Z_2 – отметка диктующего водоразборного устройства, м;

Z_1 – отметка оси наружного водопровода, м.

Потери по длине на трение и местные сопротивления на расчетном участке, м, определяются по формуле

$$H_l^{tot} = il(1 + K_l), \quad (27)$$

где i – удельные потери по длине;

–

l – длина расчетного участка, м;

K_l – коэффициент местных сопротивлений.

Согласно [1] K_l принимается в зависимости от вида выбранной системы:

- для хозяйственно-питьевого водопровода – $K_l=0,3$;
- для противопожарного водопровода – $K_l=0,1$;
- для производственного водопровода – $K_l=0,2$.

Расчетная схема для определения необходимой величины требуемого напора представлена на рис.32.

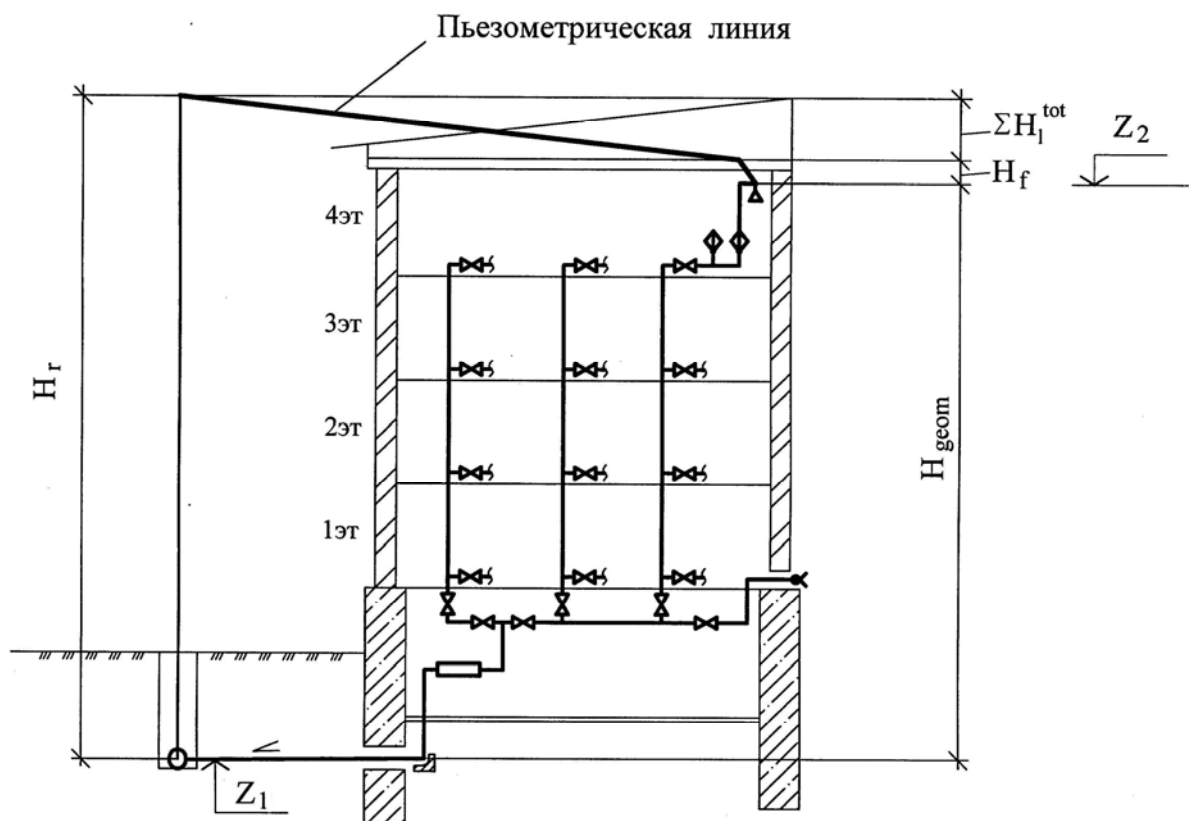


Рис.32. Расчетная схема для определения величины требуемого напора

Расчет элементов системы (гидравлический расчет)

Методика расчета системы водоснабжения применяется согласно [1].

Цель расчета – определение диаметров трубопроводов, скорости, требуемого напора в сети для обеспечения надежности подачи воды к водоразборным устройствам и параметров других элементов системы водоснабжения.

Расчет системы водоснабжения выполняется в следующей последовательности:

1. По аксонометрической схеме и генплану намечается расчетное направление движения воды от колодца наружной сети (точка 9) до диктующей точки 1 (рис.33). В качестве диктующей точки принимается наиболее высокорасположенное и удаленное от ввода водоразборное устройство.

2. Расчетное направление разбивается на расчетные участки. Границы участков назначают в точках изменения расходов, т.е. в точках присоединения к расчетному пути ответвлений стояков или водоразборных устройств.

3. Определяется расчетный расход воды на расчетном участке q^c , л/с, по формуле (21).

4. По величине расчетного расхода q^c , л/с, и наиболее экономичной скорости v , м/с, по таблице гидравлического расчета трубопроводов подбирают диаметр d , мм; уточненную скорость v , м/с; удельные потери i . Скорость на расчетном участке должна быть не более 2 м/с в стояках и магистральных, а в подводках – не более 2,5 м/с.

Значение экономичной скорости принимается $v=0,7-1,3$ м/с.

По расчетному расходу и выбранному диаметру находят потери напора по длине на трение и на местные сопротивления на каждом участке расчетного направления по формуле (27), вычисляют потери во всех элементах системы. Определяется требуемый напор H_r , м, по формуле (25).

5. Сравнивается величина требуемого напора H_r , м, с гарантированным напором H_q , м, в наружной сети водопровода и с максимально допустимым напором H_{max} , м, для данной системы.

Согласно [1, п.6.7*] для системы холодного водоснабжения, а также для системы хозяйственно-питьевого, объединенной с другими системами, максимально допустимый напор не должен превышать 45 м, а для системы противопожарного водоснабжения – 90 м.

Если:

а) требуемый напор меньше гарантированного ($H_r < H_q$), то используется простая система без повысительной установки.

Если $H_r > H_q$ на 2÷3 м, то на некоторых участках сети следует увеличить диаметр, найти потери напора, определить требуемый напор и принять простую систему без повысительной установки;

б) требуемый напор больше гарантированного ($H_r > H_q$), необходима система с повысительной установкой;

в) гарантированный напор есть величина переменная $H_q - var$, то есть в часы минимального водоразбора $H_r < H_q$, а в часы максимального водоразбора $H_r > H_q$, принимается система с водонапорными баками или пневматическими установками.

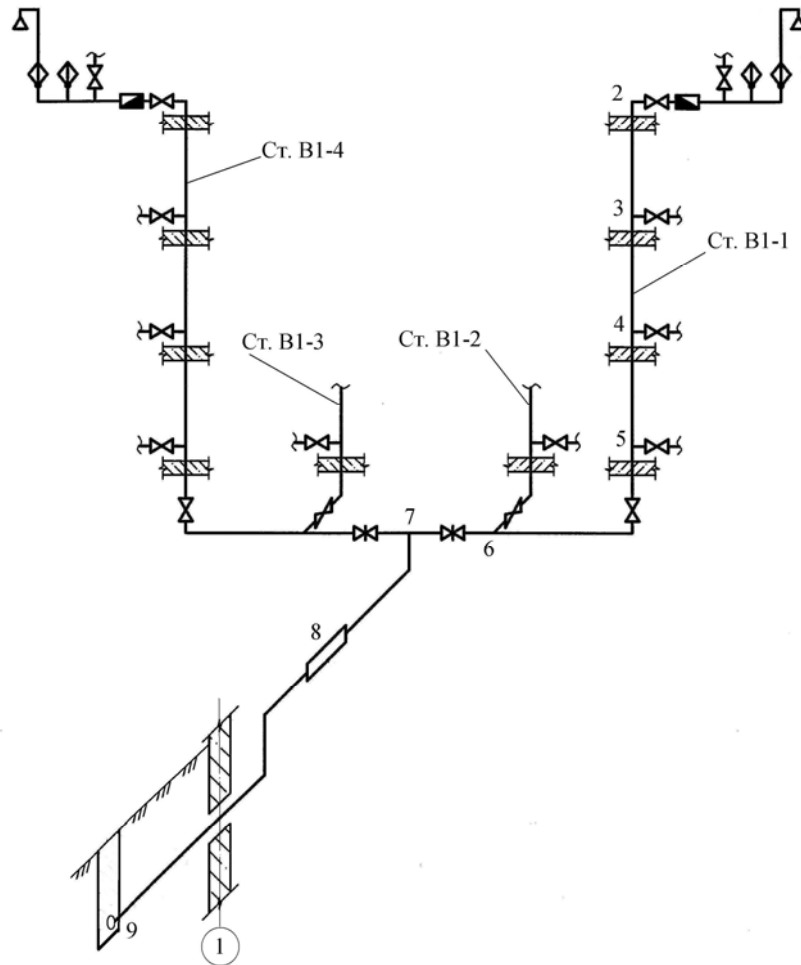


Рис.33. Расчетная схема сети внутреннего водопровода

Лекция 9. СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Горячее водоснабжение представляет собой систему устройств и трубопроводов для подогрева воды до расчетной температуры и распределения ее потребителям. Горячее водоснабжение используется на хозяйственные, производственные нужды и на обогрев ванных комнат (полотенцесушители).

Системы горячего водоснабжения подразделяются по ряду признаков:

- по радиусу и сфере действия;
- в зависимости от источника тепла;
- в зависимости от способа аккумуляции теплоты.

По радиусу и сфере действия системы горячего водоснабжения могут быть:

- местные;
- централизованные.

Местные системы устраивают в зданиях, где нагрев воды производится у каждого потребителя или у небольшой группы потребителей. В качестве местных установок для подогрева воды используют газовые водонагреватели, водогрейные колонки, котлы, электрокипятильники. В малоквартирных зданиях иногда принимают систему горячего водоснабжения, объединенную с отоплением.

Положительные стороны местных установок:

- автономность работы;
- малые теплопотери;
- независимость сроков ремонта, каждый в отдельности от сроков ремонта общих устройств.

Недостатки: местные установки требуют постоянного наблюдения и технологического обслуживания в разбросанных точках, что затрудняет организацию эксплуатации.

Централизованные системы горячего водоснабжения (ЦСГВ) устраивают при наличии в населенных пунктах мощных источников тепла (ТЭЦ, котельные). Для потребителей централизованные системы горячего водоснабжения более доступны, просты и гигиеничны.

Однако данные системы имеют ряд недостатков:

- необходима сложная служба эксплуатации городского теплоснабжения;
- требуется значительно более высокая культура технического обслуживания;
- транспортировка теплоносителя на большие расстояния сопровождается значительными теплопотерями.

В зависимости от источника тепла система централизованного горячего водоснабжения (ЦГВ) может использовать закрытые и открытые тепловые сети.

Открытые тепловые сети предусматривают непосредственное смешение теплоносителя (перегретая вода) с нагреваемой водой в смесительных устройствах.

Закрытые тепловые сети предусматривают нагрев воды через поверхности, где теплоноситель (пар и перегретая вода) и нагреваемая вода не соприкасаются, а теплота передается через поверхность теплообмена.

В зависимости от способов получения воды и обеспечения напоров в сети от системы холодного водопровода системы горячего водоснабжения также, в свою очередь, делятся на открытые и закрытые.

В *закрытых системах* вода поступает из промежуточного резервуара через поплавковые клапаны. Давление в этих системах определяется высотой их расположения.

Открытые системы горячего водоснабжения питаются водой непосредственно от холодного водопровода и находятся под давлением насосов этой системы.

В зависимости от способа аккумуляции теплоты различают системы:

- имеющие дополнительные емкости – аккумуляторы теплоты;
- не имеющие аккумуляторов теплоты.

Дополнительные емкости – аккумуляторы теплоты – обеспечивают равномерную работу водонагревателей и устраняют резкие колебания температуры нагреваемой воды.

Требования к качеству воды для горячего водоснабжения

Качество горячей воды, подаваемой в систему централизованного горячего водоснабжения (ЦГВ), должна отвечать требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01.

Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

- не ниже 60 °С – для систем ЦГВ, присоединенных к открытым системам теплоснабжения;
- не ниже 50 °С – для систем ЦГВ, присоединенных к закрытым системам теплоснабжения;
- не выше 75 °С – для всех категорий систем горячего водоснабжения.

Наибольшее значение температуры воды принято ограничивать по двум причинам:

- 1) с целью предохранения населения от ожогов;
- 2) ввиду резкого усиления накипеобразования в оборудовании и трубопроводах при увеличении температуры воды свыше 75 °С.

Для получения воды более высокой температуры используются дополнительные установки для подогрева воды.

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

При нагревании воды выше 40 °С начинается выпадение углекислых солей кальция и магния (временная жесткость воды) на внутренних стенках труб. Для предотвращения накипеобразования карбонатная жесткость воды в закрытых системах теплоснабжения допускается не более 7 мг·экв/л. Кроме того, высокая температура воды интенсифицирует агрес-

сивное воздействие коррозии на стальные трубы и оборудование. Коррозия активизируется под влиянием свободного кислорода и углекислого газа, растворенных в воде. Для снижения коррозионной активности производят стабилизационную обработку горячей воды.

Схема горячего водоснабжения

Система горячего водоснабжения состоит из тех же элементов, что и система холодного водоснабжения (водомерный узел, трубопроводы, арматура, насосные установки). Особенностью является подогрев воды и циркуляция в системе горячего водоснабжения. Дополнительно включается в систему устройство для приготовления (нагрев) горячей воды, в котором теплоноситель, циркулирующий по подающей циркуляционной сети, переносит теплоту от генератора (источника теплоты) к водонагревателю. Нагретая в водонагревателе (горячая) вода по подающей (распределительной) сети системы горячего водоснабжения поступает к потребителям через водоразборную арматуру. Для поддержания расчетной температуры горячей воды во всех точках водоразбора и компенсации теплопотерь в подающей сети в ней предусматривается циркуляция, для чего прокладывается циркуляционная сеть с циркуляционным насосом.

На рис. 34 показана общая схема централизованной системы горячего водоснабжения (ЦСГВ).

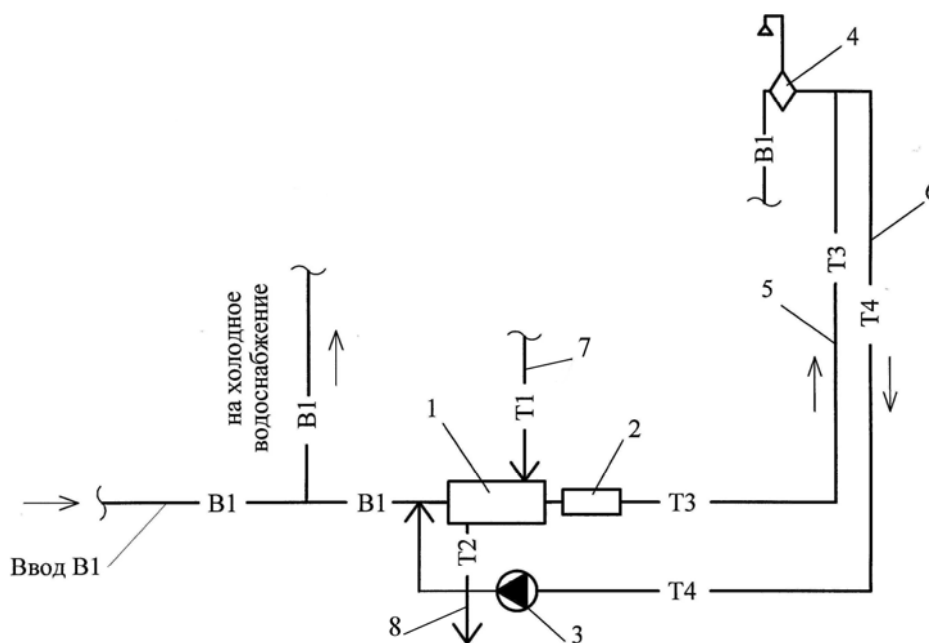


Рис. 34. Общая схема системы централизованного горячего водоснабжения (ЦСГВ):

- 1 – водонагреватель; 2 – водомерный узел со счетчиком горячей воды;
- 3 – циркуляционный насос; 4 – водоразборная арматура;
- 5 – подающий трубопровод горячей воды Т3; 6 – циркуляционный трубопровод Т4; 7 – подвод теплоносителя Т1; 8 – отвод теплоносителя Т2

Лекция 10. УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ

В зависимости от радиуса и сферы действия системы горячего водоснабжения подразделяются на местные (децентрализованные) и централизованные.

Децентрализованные системы горячего водоснабжения с приготовлением горячей воды у места ее потребления предназначены для бытовых и производственных нужд, обеспечивают одно- или многоточечный водоразбор.

Для приготовления горячей воды для одного или группы зданий при наличии мощных источников тепла (ТЭЦ, котельная) применяется централизованная система горячего водоснабжения с использованием водонагревателей большой производительности.

Источниками теплоты для приготовления горячей воды могут служить: пар, перегретая вода, твердое и газообразное топливо, электроэнергия, солнечная энергия, отработанная теплота предприятий.

В системах с децентрализованными установками малой производительности для приготовления воды применяют водонагреватели различных конструкций: водогрейные колонки, газовые и электрические водонагреватели, водогрейные котлы малой производительности, гелеустановки, теплоуловители.

Если в здании предусмотрены каналы для отвода продуктов сгорания газа, то в квартирах могут устанавливаться местные установки для получения горячей воды в газовых водонагревателях. На рис.35 приведена схема горячего водоснабжения квартиры с газовым водонагревателем.

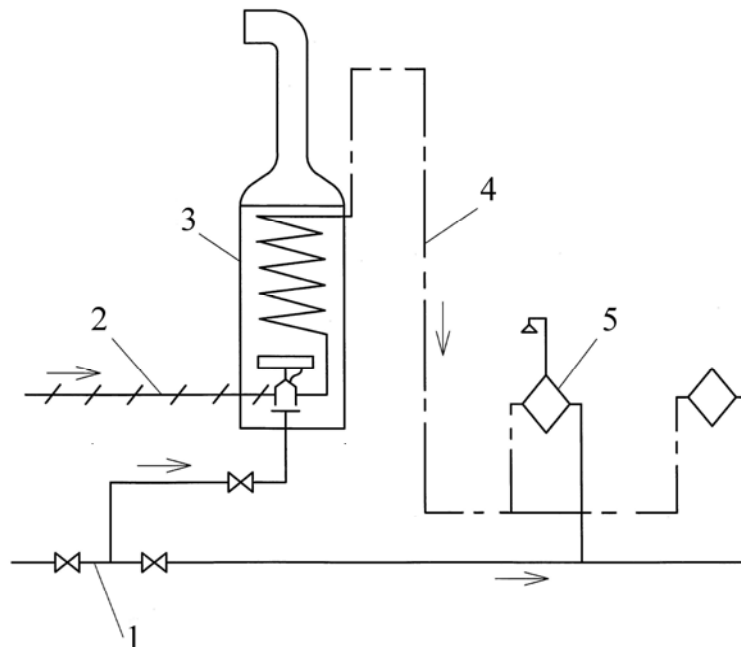


Рис. 35. Местная установка горячего водоснабжения с газовыми водонагревателями: 1 – подача холодной воды; 2 – газопровод; 3 – водонагреватель; 4 – трубопровод горячей воды; 5 – смеситель

Для приготовления малых количеств горячей воды от 5 до 90 л применяют самые простые устройства: водогрейные коробки (баки), кухонные очаги, плиты.

Электроводонагреватели бывают двух типов: емкостные и проточные (скоростные). Электроводонагреватели проточные требуют большой мощности. На нагрев 100 л воды за короткое время (12-15 мин до 35-40 °С) затрачивается мощность в 14-15 кВт.

Для приготовления горячей воды для санитарно-технических процедур и в душевых установках используют емкостные водонагреватели вместимостью 15-100 л, которые на нагрев воды затрачивают более длительное время, но требуют меньшей мощности. Емкостный водонагреватель имеет простое устройство. В корпусе с водой укрепляют нагревательный трубчатый элемент ТЭН, внутри которого находится никелированная спираль, запрессованная материалом, обладающим хорошей теплоотдачей. Корпус электроводонагревателя выполняют из металла с надежной теплоизоляцией.

Солнечные водонагреватели (теплоустановки) применяются для санитарно-технических процедур и душевых установок в местностях с большим количеством солнечных дней.

Гелеустановка состоит из генератора теплоты (водонагревателя), аккумулятора, циркуляционного водопровода, труб, подающих холодную и горячую воду.

Для систем централизованного горячего водоснабжения используются скоростные и емкостные водонагреватели. В скоростных водонагревателях нагреваемая вода движется со скоростью 0,5-2,5 м/с и подогревается до заданной температуры теплоносителем. Нагреваемая вода и теплоноситель в скоростных водонагревателях могут двигаться параллельно друг другу (параллельная схема) и навстречу друг другу (противоточная), рис. 36.

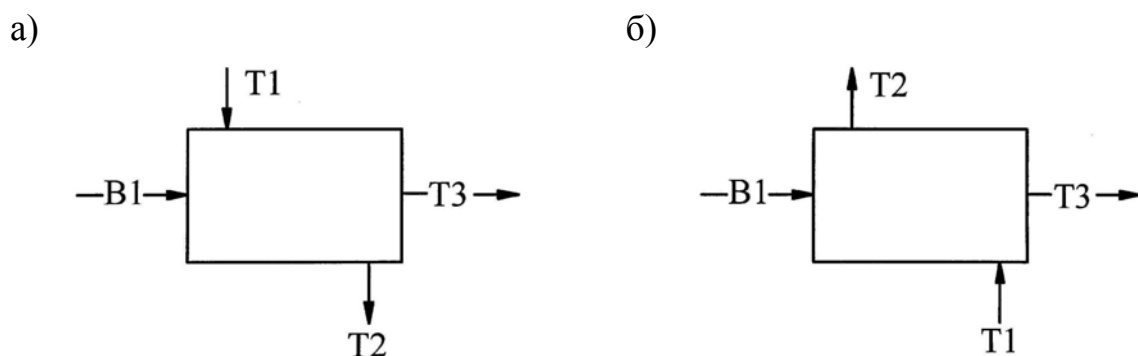


Рис. 36. Параллельная схема (а), противоточная схема (б)

Скоростные водонагреватели широко распространены, т.к. имеют простую конструкцию, компактны и обеспечивают постоянство температур теплоносителя во времени.

В теплотехническом отношении противоточные теплообменные аппараты выгоднее, чем прямоточные. Критерием для оценки их эффективности является средний температурный напор $\Delta t'_{cp}$, т.е. средняя разность температур греющей и нагреваемой воды (рис.37).

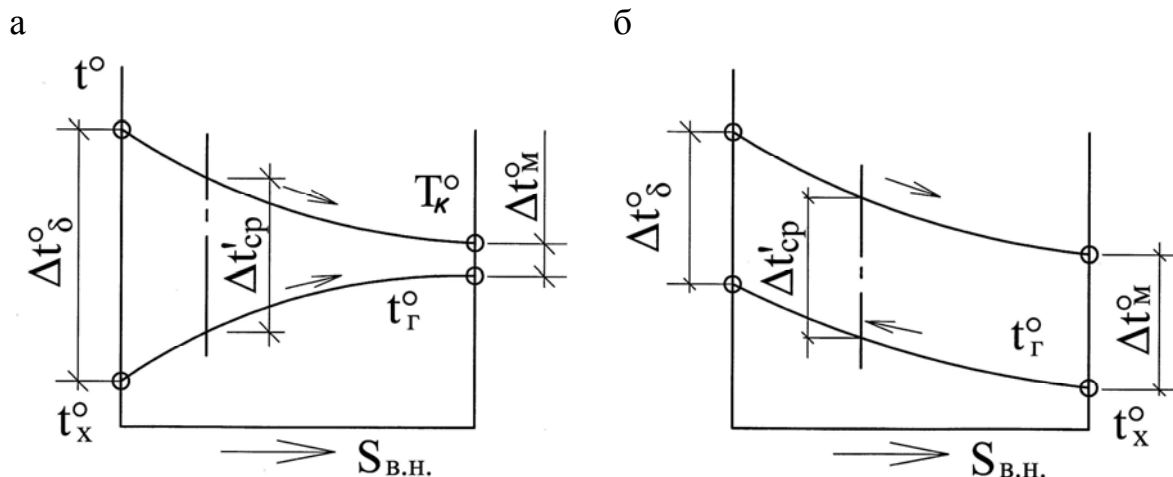


Рис. 37. Изменение температуры теплоносителя и нагреваемой воды в скоростных водонагревателях по параллельной (а) и противоточной (б) схемам

В противоточной схеме $\Delta t'_{cp}$ почти всегда больше, чем в прямоточной, поэтому поверхность нагрева с противотоком меньше.

В системах централизованного горячего водоснабжения широко распространены водонагреватели проточного типа, которые отличаются большой теплопроизводительностью и малой теплоемкостью.

В промышленных зданиях, имеющих паросиловое хозяйство, используются пароводяные скоростные водонагреватели. В них пар, подаваемый в корпус, проходит в межтрубном пространстве и нагревает воду.

Водо-водяные скоростные секционные разъемные водонагреватели применяются в системах централизованного теплоснабжения. Теплоносителем является вода из системы теплоснабжения (сетевая вода). Теплоноситель и нагреваемая вода движутся по изолированным контурам.

По форме поверхности нагрева водонагреватели подразделяются на трубчатые и кожуховые, которые могут быть выполнены однокорпусными и секционными.

На рис.38 представлен трубчатый противоточный водонагреватель. Отверстия поддерживающей решетки, через которое проходят трубки, расположены в шахматном порядке. Латунные трубки вынимаются и очищаются от накипи 1 раз в год. Площадь водонагревателя и его технические данные подбираются по каталогу «Оборудование и приборы для горячего водоснабжения». Водонагреватель подбирается на зимнее время.

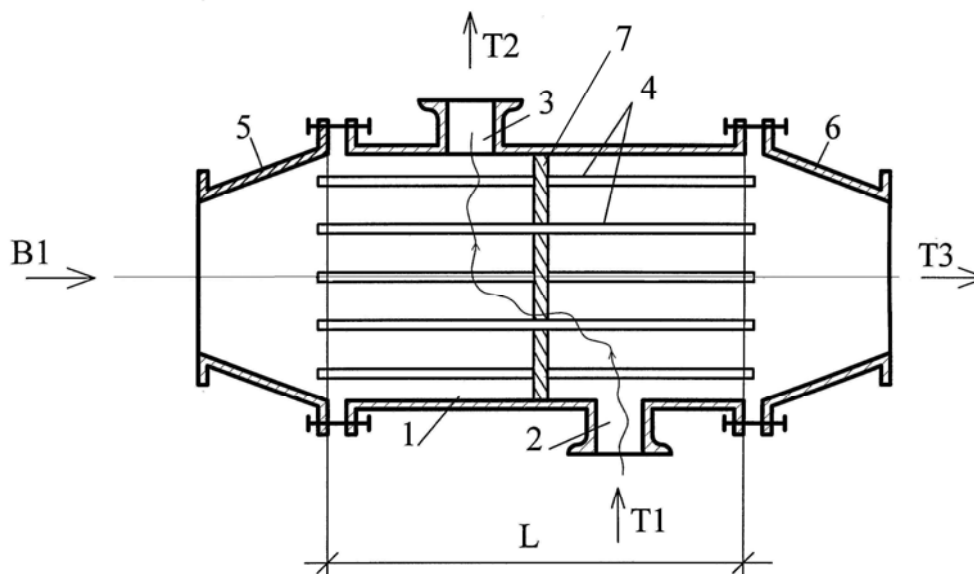


Рис. 38. Трубчатый противоточный водонагреватель:
 1 – корпус водонагревателя; 2 – патрубок для подачи теплоносителя T1;
 3 – патрубок для отвода теплоносителя T2; 4 – трубки; 5 – переходной патрубок с диаметра трубопровода холодной воды B1 на диаметр водонагревателя;
 6 – переходной патрубок с диаметра водонагревателя на трубопровод горячей воды T3; 7 – поддерживающая решетка

Технические данные водонагревателя:

- диаметр водонагревателя 57÷530 мм;
- диаметр трубок 16 мм;
- количество трубок от 4 до 150 штук;
- длина секции $L=2$ м, 4 м.

Пример условного обозначения водонагревателя – ПВ 76x2-1,0-РП-Z:

ПВ – подогреватель водо-водяной;

76 – диаметр корпуса секции, мм;

2 – длина секции, м;

1,0 – максимальное рабочее давление, МПа;

РП – разъемный с профилированными трубками;

Z – число секций.

Водонагреватели в зависимости от количества подаваемой воды объединяют в секции (рис.39).

В настоящее время широко применяются *пластинчатые водоподогреватели*, изготавливаемые как российскими, так и зарубежными фирмами. Поверхность этих подогревателей состоит из тонкостенных низколегированных штампованных пластин гофрированного профиля. Все пластины теплообменника скомпонованы в виде пакета с помощью зажимных болтов.

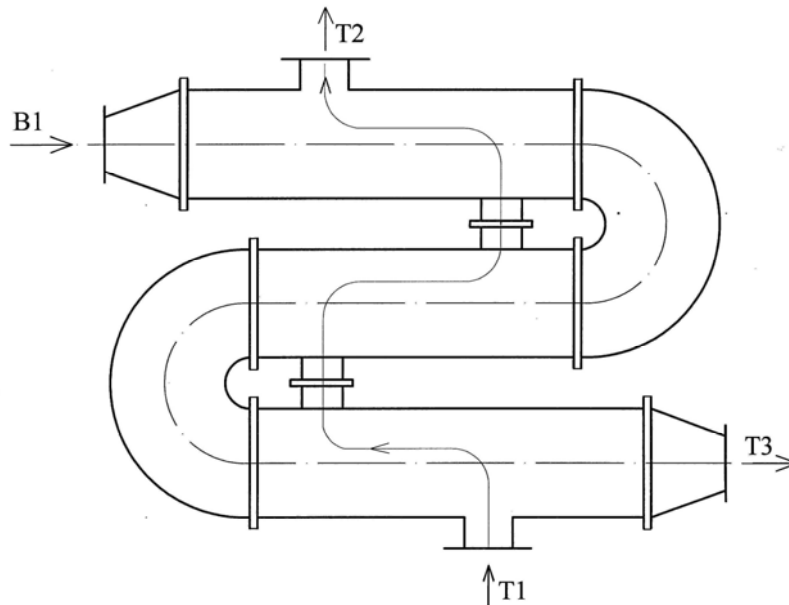


Рис.39. Многосекционный трубчатый водонагреватель

Преимущества пластинчатых подогревателей заключаются в следующем:

- коэффициент теплопередачи в пластинчатых теплообменниках в 3-4 раза больше по сравнению с кожухотрубными, благодаря специально гофрированному профилю проточной части пластины, обеспечивающему высокую степень турбулизации потоков теплоносителей, соответственно в 3-4 раза поверхность нагрева пластинчатых теплообменников меньше поверхности нагрева кожухотрубных секционных подогревателей;
- имеют малую металлоемкость, очень компактны, их можно установить в небольшом помещении;
- легко и быстро разбираются и очищаются от накипи и загрязнений, при этом не требуется демонтаж подводящих трубопроводов;
- в пластинчатом теплообменнике можно легко и быстро заменить пластину или прокладку, а также увеличить его поверхность, если со временем возросла тепловая нагрузка.

Емкостные водонагреватели совмещают функцию аккумулятора тепла и водонагревателя. Емкостные водонагреватели применяются для систем с естественной циркуляцией или для систем, из которых происходит резкое залповое водопотребление (рис.40).

Нагревательный элемент представляет собой гребенчатый змеевик, выполненный из U-образных трубок или пучков прямых трубок, собранных с помощью замыкающих коллекторов. По контуру нагреваемой воды в силу незначительных скоростей движения воды имеется небольшое гидравлическое сопротивление, из-за чего теплообмен происходит конвективным путем (плотность холодной воды больше, чем плотность нагретой воды). Теплопроизводительность емкостных водонагревателей небольшая.

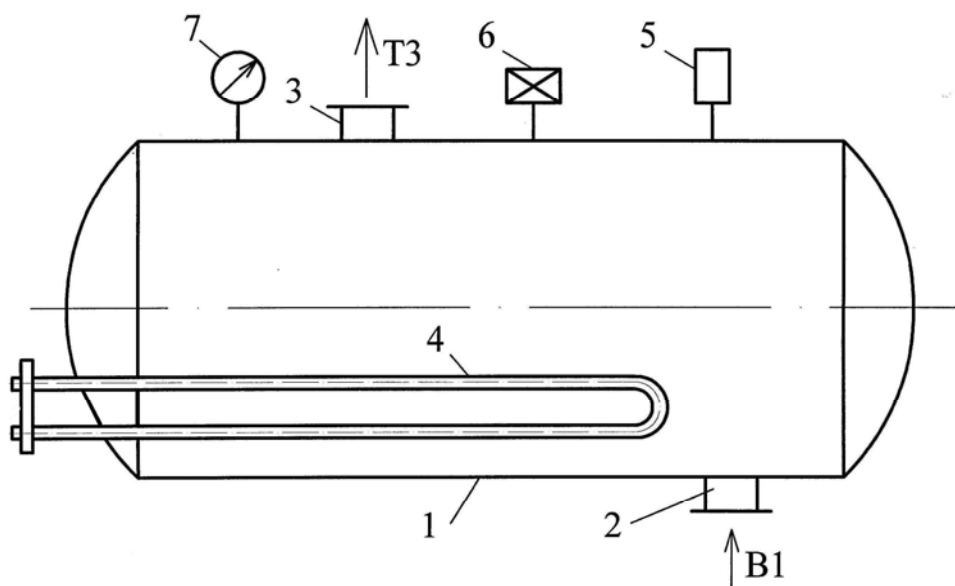


Рис.40. Емкостные водонагреватели:

- 1 – корпус; 2 – подающий патрубок холодной воды; 3 – отводящий патрубок горячей воды; 4 – теплообменные трубки; 5 – термометр;
6 – предохранительный клапан; 7 – манометр

Емкостные водонагреватели выпускаются промышленностью для использования в качестве теплоносителя не только пара, но и сетевой воды. Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды не более 0,5 МПа. Рабочий объем водонагревателя (выше змеевика) составляет 90 % общего объема. Продолжительность нагрева рабочего объема воды до 75 °С при теплоносителе «пар» составляет около 1 часа.

Лекция 11. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ К ТЕПЛОЙ СЕТИ

В системах ЦГВ вода нагревается в районных котельных, ТЭЦ, ЦТП и используется для горячего водоснабжения и отопления.

В системах с непосредственным разбором воды (открытые системы) для подогрева воды применяются водогрейные котлы, в которых вода нагревается до 130-150 °С зимой и до 70 °С летом. Вода по тепловой сети подается в тепловые пункты, где ее температура снижается в терморегуляторе до 65-75 °С, и далее потребителям. Охлажденная вода по циркуляционному трубопроводу поступает в обратный трубопровод тепловой сети, который возвращает воду в котельную.

Широко используется закрытая система горячего водоснабжения, где вода из наружного водопровода нагревается в водонагревателях. Водонагреватели подключаются к тепловой сети по одноступенчатой или двухступенчатой схеме. Теплоноситель, который идет на нагрев холодной воды не используется на отопление. В одноступенчатой схеме водонагреватель подключается к подающей Т1 и обратной Т2 линиям тепловой сети параллельно системе отопления (рис. 41). Для поддержания постоянной температуры на линии Т1 устанавливается терморегулятор. Охлажденная вода Т4 подается насосами перед водонагревателем. Недостатком одноступенчатой схемы является большая пиковая нагрузка на тепловые сети. Для устранения этого применяется 2-ступенчатая схема (рис.42).

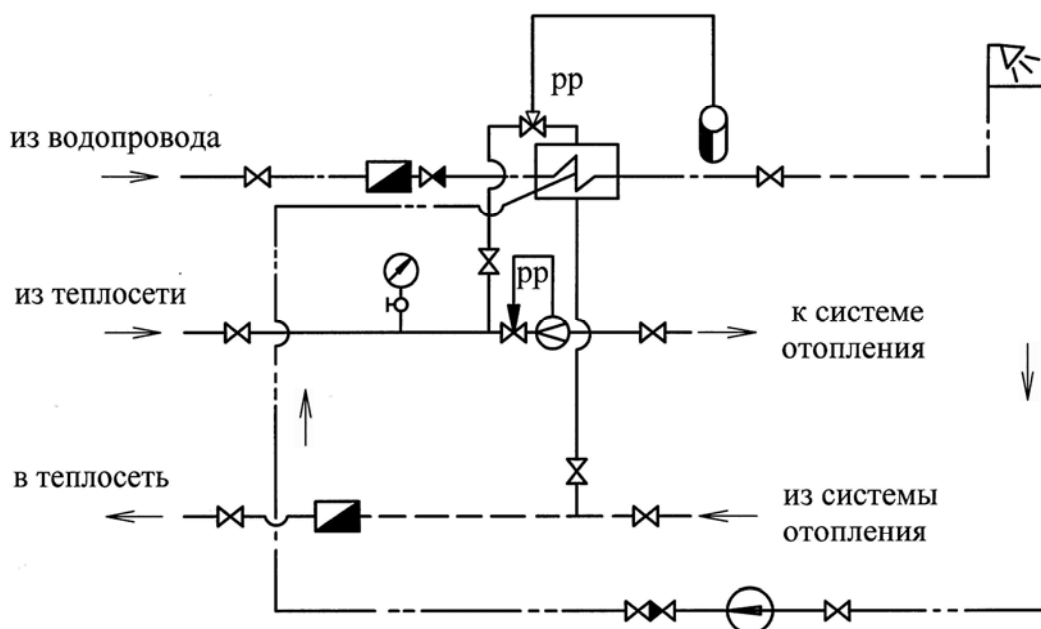


Рис.41. Одноступенчатая схема отопления

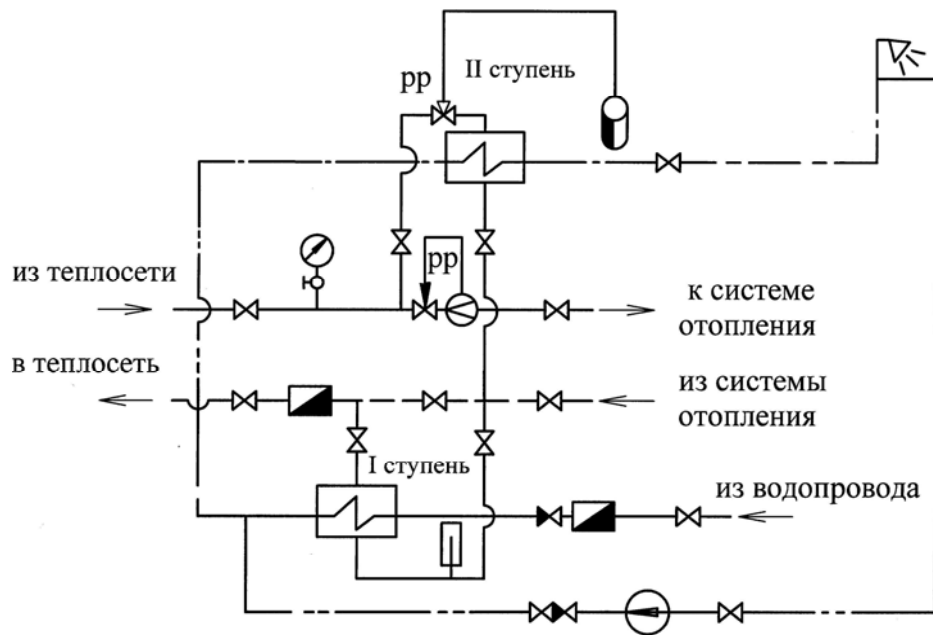


Рис.42. Двухступенчатая схема отопления

Двухступенчатая схема с последовательным включением водонагревателей обеспечивает нагрев холодной воды в водонагревателе первой ступени, в котором теплоносителем служит вода из обратной магистрали системы теплоснабжения после системы отопления. Во второй ступени водонагревателя теплоносителем является подающая сетевая вода теплоснабжения перед подачей ее в элеватор. Вторая ступень водонагревателя рассчитывается на средний часовой расход горячей воды при максимальной температуре сетевой воды по выходе из системы отопления. Вторая ступень служит для подогрева воды до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ при расходах, больших средних значений, и температурах обратной воды менее $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

К преимуществам двухступенчатой последовательной схемы надо отнести наименьший по сравнению с другими схемами установки водонагревателей расход теплоносителя.

Недостатками подобной схемы являются завышение площади поверхностей нагрева и то, что работа теплового узла, собранного по ней, невозможна без автоматического регулирования.

Лекция 12. СЕТИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ. СХЕМЫ СЕТЕЙ

Системы централизованного горячего водоснабжения являются частью внутреннего водопровода. Сеть горячего водоснабжения бывает тупиковой и закольцованной. Кольцевание сети необходимо для выполнения важной функциональной задачи – сохранения высокой температуры воды.

Простые (тупиковые) сети горячего водоснабжения с подающими трубопроводами применяют в небольших малоэтажных зданиях высотой до 4-х этажей с короткими стояками, а также в бытовых помещениях промышленных зданий и в зданиях с длительным и более или менее стабильным потреблением горячей воды (бани, прачечные).

Схемы сетей горячего водоснабжения с циркуляционным трубопроводом следует применять в жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, лечебных и дошкольных учреждениях, а также во всех случаях, когда возможен неравномерный и кратковременный отбор воды.

Рассмотрим наиболее распространенные схемы сетей с циркуляционным трубопроводом. При значительной протяженности магистральных труб и ограниченной высоте стояков используют схему с закольцованными подающей и циркуляционной магистралями с установкой на них циркуляционного насоса (рис.43). Подобная схема позволяет увеличить протяженность сети.

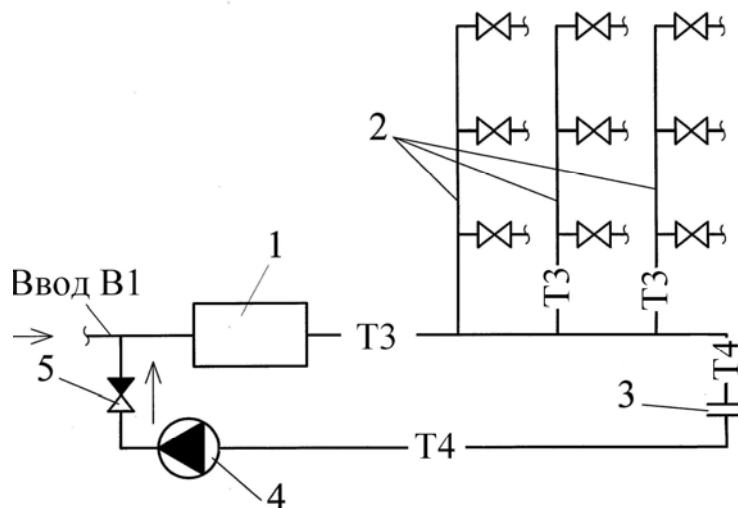


Рис.43. Схема с закольцованными магистральными трубопроводами:
1 – водонагреватель; 2 – распределительные стояки; 3 – диафрагма (дополнительное гидравлическое сопротивление); 4 – циркуляционный насос;
5 – обратный клапан

Широкое распространение получила двухтрубная схема (рис.44), в которой циркуляция по стоякам и магистралям осуществляется с помощью

насоса, забирающего воду из обратной магистрали и подающего ее в водонагреватель. На подающем стояке предусматривается присоединение подводов к водоразборной арматуре. На циркуляционном стояке устанавливаются полотенцесушители. Двухтрубная схема оказалась надежной в эксплуатации и удобной для потребителей, но для нее характерна высокая металлоемкость.

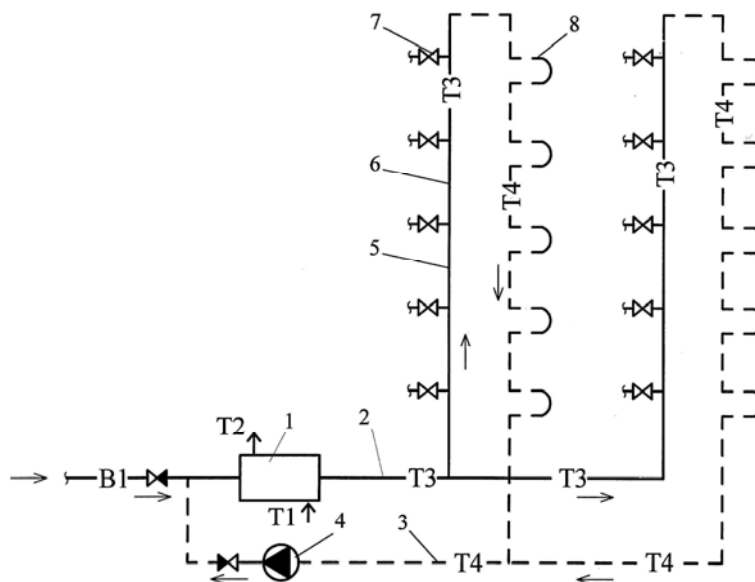


Рис.44. Двухтрубная схема горячего водоснабжения:
 1 – водонагреватель; 2 – подающая магистраль; 3 – циркуляционная магистраль;
 4 – циркуляционный насос; 5 – подающий стояк; 6 – циркуляционный стояк;
 7 – запорно-регулирующая арматура; 8 – полотенцесушители

Для снижения металлоемкости используют схему, в которой несколько подающих стояков объединяются перемычкой с одним циркуляционным стояком (рис.45). Схемы отличаются низкими эксплуатационными показателями, т.к. верхняя перемычка выполняется из труб того же диаметра, что и подающие стояки; сопротивление ее превышает сопротивление магистрали; поэтому вода движется только в стояках, близких к циркуляционному.

В схеме однотрубной системы горячего водоснабжения с одним холодным подающим стояком на группу водоразборных стояков (рис.46) холодный стояк изолирован и устанавливается в паре с одним водоразборным или в секционном узле, состоящем из 2-8 закольцованных водоразборных стояков. По холодному стояку горячая вода из магистрали подается в верхнюю перемычку и далее в водоразборные стояки. В каждом стояке происходит самостоятельная дополнительная циркуляция за счет гравитационного напора, возникающего в контуре секционного узла из-за остывания

воды в водоразборных стояках с полотенцесушителями. Секционные схемы с холостым стояком используются в здании высотой 9 и более этажей.

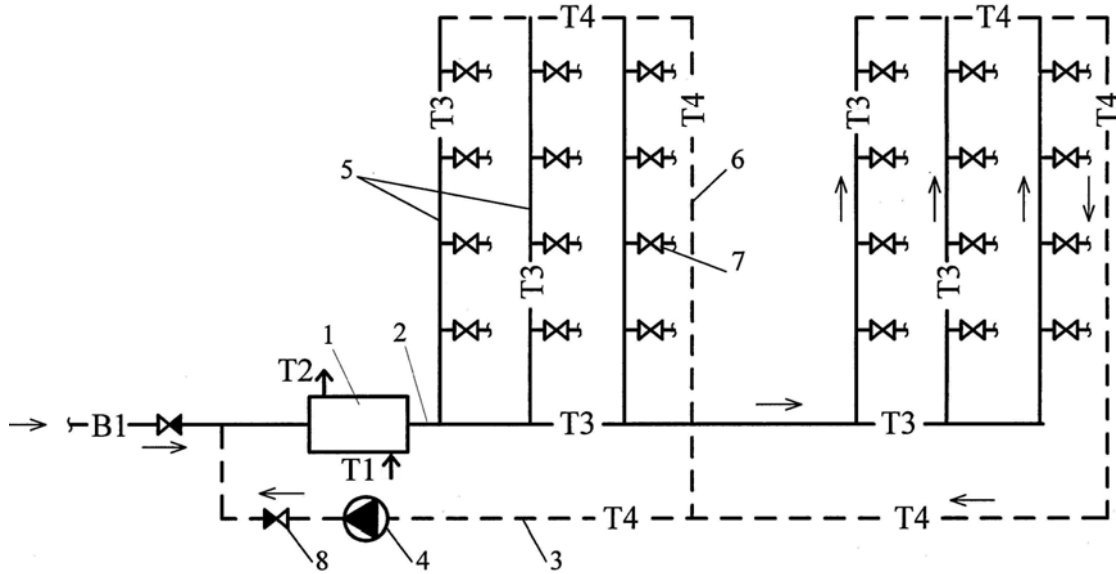


Рис.45. Схема с одним объединяющим циркуляционным стояком:
 1 – водонагреватель; 2 – подающая магистраль; 3 – циркуляционная магистраль;
 4 – циркуляционный насос; 5 – водоразборные стояки; 6 – циркуляционный стояк;
 7 – запорно-регулирующая арматура; 8 – обратный клапан

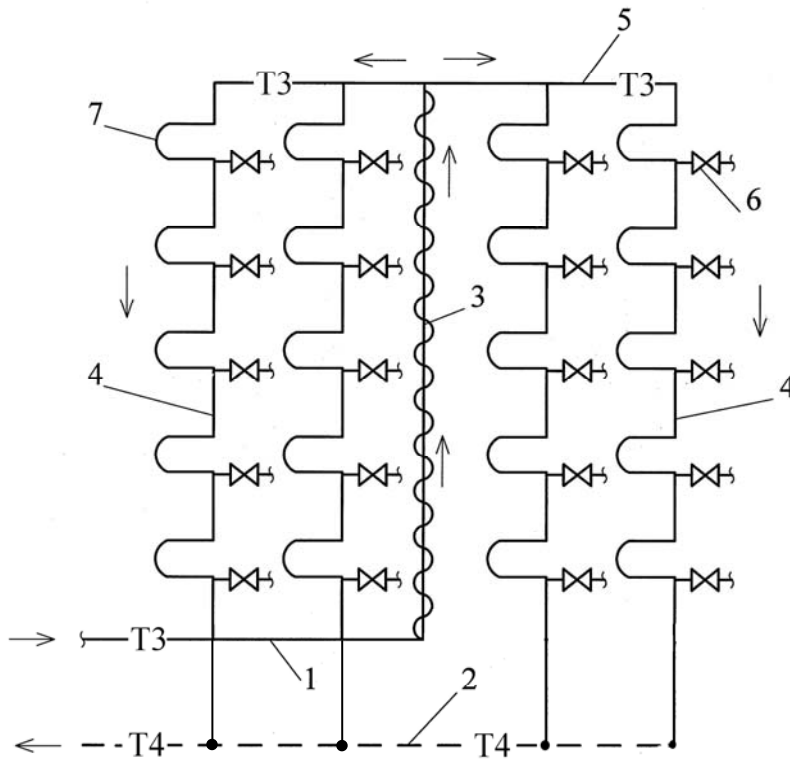


Рис.46. Секционная однотрубная схема горячего водоснабжения:
 1 – подающая магистраль; 2 – циркуляционная магистраль; 3 – холостой подающий стояк;
 4 – водоразборный стояк; 5 – кольцевая перемычка; 6 – запорно-регулирующая арматура;
 7 – полотенцесушители

Для внутренних трубопроводов горячей воды согласно [1] следует применять пластмассовые трубы и фасонные изделия из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена, металлополимерные, из стеклопластика и других пластмассовых материалов. Допускается применять медные, бронзовые, латунные трубы и фасонные изделия, а также стальные с внутренним и наружным защитными покрытиями от коррозии. При проектировании и монтаже систем горячего водоснабжения из металлополимерных труб необходимо руководствоваться рекомендациями СП 40.103-98.

Для хозяйственно-питьевого и горячего водопроводов следует использовать трубы, разрешенные для применения Госкомсанэпидемнадзором России.

Запорно-регулирующая арматура устанавливается так же, как и в системе холодного водоснабжения:

- водомерный узел;
- на подводках к стоякам;
- на подключении в квартиру;
- на ответвлениях в зависимости от количества санитарных приборов согласно [1].

В ваннных комнатах и в душевых предусматривается установка постоянно обогреваемых полотенцесушителей, выполняющих функцию отопления ванной комнаты. Полотенцесушители устанавливаются согласно принятой схеме горячего водоснабжения на подающих или циркуляционных стояках. Полотенцесушители изготавливают из стальных оцинкованных труб, выполненных в виде змеевика или в виде регистра. Промышленность также выпускает латунные, никелированные или хромированные полотенцесушители. Полотенцесушители (условный диаметр 32-40 мм, а длина в развертке 2-2,5 м) устанавливают на высоте около 1,5 м от пола.

Лекция 13. РАСЧЕТ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Определение расчетных расходов воды для внутренних систем горячего водоснабжения в режиме водоразбора

Нормы расхода горячей воды потребителями с температурой $t^h = 55$ °С приведены в [1, прил. 3]. Потребление горячей воды не остается постоянным как по часам суток, так и по дням недели. В связи с этим различают:

- расход горячей воды в средние сутки на одного потребителя $q_{u,m}^h$, л/сут;
- расход горячей воды в сутки наибольшего водопотребления q_{us}^h , л/сут;
- расход горячей воды в час наибольшего водопотребления $q_{hr,u}^h$, л/ч;
- расход воды диктующим прибором q_{o}^h , л/с ($q_{o,hr}^h$, л/ч).

Расход воды в системах горячего или холодного водоснабжения в каждый момент времени или за конкретный период, например за 1 час, является случайной величиной; поэтому расчетные расходы находят в соответствии с теорией вероятностей.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с, определяется по формуле

$$q^h = 5 \cdot q_o^h \cdot \alpha, \quad (28)$$

где q_o^h – секундный расход горячей воды водоразборной арматурой (прибором), определяемый по [1, прил. 2], для каждой группы водопотребителей;

- для отдельного прибора – согласно [1, прил.2] $q^h = q_o^h$;
- в жилых и общественных зданиях и сооружениях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических приборах, допускается принимать:

$$q^h = q_o^h = 0,2 \text{ л/с}; \quad q^{tot}_o = 0,3 \text{ л/с};$$

здесь q^{tot}_o – общий расход воды (холодной и горячей), л/с;

- для различных приборов, обслуживающих одинаковых потребителей на участке тупиковой сети, – согласно [1, прил.3];

α – коэффициент, зависящий от числа водоразборных приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по [1, прил.4].

Вероятность действия санитарно-технических приборов P на участках сети определяется по формулам:

- при одинаковых водопотребителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) без учета изменения отношения числа водопотребителей U к числу водоразборных приборов N

$$P = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_o^h \cdot N}, \quad (29)$$

где $q_{hr,u}^h$ – расход воды в час наибольшего водопотребления, л;
 U – число потребителей в здании, чел.;
 q_o^h – расход воды диктующим прибором, л/с;
 N – количество приборов, шт.

В жилых зданиях в каждой квартире должны устанавливаться, как минимум, три водоразборных прибора: смеситель ванны, смеситель умывальника и смеситель мойки в кухне.

В качестве диктующего прибора в жилых зданиях высотой до 12 этажей принимается ванна (смеситель ванны). Норма расхода горячей воды для жилого дома, оборудованного ванной длиной 1500 мм, согласно [1, прил. 3]:

- в сутки наибольшего водопотребления $q_u^h = 120$ л/сут;
- в час наибольшего водопотребления $q_{hr,u}^h = 10$ л/ч;
- расход воды диктующим прибором $q_o^h = 0,2$ л/с ($q_{o,hr}^h = 200$ л/ч).

Определение циркуляционных расходов воды секционного узла

Циркуляция горячей воды в системе необходима для предотвращения остывания ее у точек водоразбора в период отсутствия или незначительного расхода горячей воды. Наиболее неблагоприятным в этом смысле является режим работы систем при отсутствии водоразбора. В закрытых системах теплоснабжения температура горячей воды на выходе из теплообменника поддерживается на уровне 60°C, минимально допустимая температура в водоразборном приборе 50°C [1], т.е. расчетная величина остывания воды при движении ее к самому удаленному прибору составляет 10 °C. При этом считается, что в квартальных сетях остывание равно примерно 1,5 °C, а в секционных узлах 8,5 °C.

Величина циркуляционного расхода:

$$q^{h,cir} = \beta \cdot \sum \frac{Q^{ht}}{4,2 \cdot \Delta t}, \quad (30)$$

где Q^{ht} – теплотери трубопроводами секционного узла ГВС, кВт (с учетом теплотерь в полотенцесушителях);

Δt – разность температур в подающих трубопроводах системы от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °C;

β – коэффициент разрегулировки циркуляции.

Согласно [1, п. 8.2] для водоразборных стояков или секционных узлов теплотери Q^{ht} следует определять по подающему трубопроводу, включая кольцующую перемычку, принимая следующие значения: $\Delta t = 8,5$ °C; $\beta = 1,0$.

Таким образом, равенство для секционного узла принимает вид:

$$q^{h,cir} = \sum \frac{Q^{ht}}{35,7}, \quad (31)$$

Теплопотери трубопроводами горячего водоснабжения ΣQ^{ht} рассчитываются по всем участкам подающих трубопроводов секционного узла вместе с кольцующей перемычкой, за исключением подводок к водоразборным приборам, по формуле

$$\Sigma Q^{ht} = \Sigma Q_i \cdot l_i, \quad (32)$$

где Q_i – удельные потери теплоты одним погонным метром трубы, кВт/м, определяемые в зависимости от расположения, материала и диаметра трубопровода.

Считается, что циркуляционный расход $q^{h,cir}$, л/с, равномерно распределяется по всем стоякам. Тогда расход воды через один стояк, л/с, равен:

$$q_{st}^{cir} = \frac{q^{h,cir}}{n}, \quad (33)$$

где n – количество подающих стояков в секционном узле, шт.

Гидравлический расчет внутридомовых систем горячего водоснабжения

В задачу гидравлического расчета входят выбор диаметров трубопроводов и определение потерь давления в них при расчетных значениях расходов воды по участкам. Сеть разбивается на расчетные участки с определением диктующего прибора. В качестве диктующего прибора в жилых зданиях принимается смеситель ванной комнаты. Нумеруются все стояки и расчетные участки. Для каждого участка определяются секундные расходы воды в зависимости от количества приборов и вероятности их действия. Для проведения гидравлического расчета составляются расчетная схема сети, на которой указываются расходы и длины всех участков сети, а также количество водоразборных приборов, снабжаемых горячей водой по соответствующему участку.

Гидравлический расчет секционного узла в режиме водоразбора. Водоразборный стояк принимается за один участок. При последовательном расположении полотенцесушителей на подающем стояке в общую длину стояка входят длина полотенцесушителей и подводки к ним от вертикальной части стояка. Выбирается расчетное направление движения воды (от верха самого удаленного и нагруженного водоразборного стояка до точки

подключения секционного узла к распределенному трубопроводу квартальной сети).

Потери напора, м, на участках трубопроводов систем горячего водоснабжения определяются по формуле

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_i), \quad (34)$$

где i – удельные потери напора для систем горячего водоснабжения с учетом за растания труб; i следует принимать по [1, прил.6];

l – длина, м, расчетного участка;

k_i – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях и принимаемый равным: 0,2 – для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов; 0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для водоразборных стояков с полотенцесушителями; 0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков.

Диаметр стояков, закольцованных в секционный узел, выбирается при расчетном расходе воды в стояке с коэффициентом 0,7 и скорости не более 1,5 м/с [1].

Расчетный расход воды по отдельному подающему стояку, л/с, составляет:

$$q_{st}^h = 0,7 \cdot q_{уч}^h, \quad (35)$$

где $q_{уч}^h$ – расход воды на участке, примыкающем к стояку, л/с.

При гидравлическом расчете диаметры трубопроводов в системах ГВС выбираются в зависимости от расхода воды и рекомендуемой, экономически выгодной скорости течения воды в расчетном контуре, в стояках, распределительных трубопроводах (0,9-1,5 м/с). Максимальная скорость движения воды в распределительных трубах и стояках внутреннего водопровода не должна превышать 1,5 м/с. Диаметр стояка, не закольцованного в секционный узел, выбирается при расходе в режиме водоразбора (формула (28)) в нем и скорости движения воды в стояке не более 1,5 м/с.

Контрольные вопросы

1. Какую роль выполняют инженерные системы здания?
2. Что называется внутренним водоснабжением?
3. Какие системы внутреннего водоснабжения применяются в жилых и общественных зданиях?
4. Что называется гарантированным, фактическим и требуемым напорами?
5. Из каких основных элементов состоит система внутреннего водопровода? Какие существуют схемы водоснабжения зданий?
6. Что называется вводом водопровода?
7. При помощи какого устройства выполняется присоединение внутреннего водопровода к наружной водопроводной сети?
8. Как проектируется ввод водопровода в здание?
9. В каких случаях необходимо предусмотреть два ввода?
10. Каково назначение водомерного узла и его составляющих элементов?
11. Какие бывают счетчики воды?
12. Как подбираются счетчики воды?
13. Как определяется расчетный расход во внутреннем водопроводе?
14. Какие параметры определяются при гидравлическом расчете участков водопроводной сети?
15. Как можно повысить давление в сети водоснабжения зданий?
16. Где устанавливаются повысительные установки?
17. Где устанавливаются гидропневматические установки и каково их назначение?
18. Как подразделяется арматура внутреннего водопровода по назначению?
19. Из каких материалов изготавливают трубы для систем внутреннего водопровода?
20. При помощи каких деталей осуществляется соединение водопроводных труб?
21. Как подразделяются системы противопожарного водоснабжения зданий?
22. Где устраиваются противопожарные водопроводы?
23. Когда предусматриваются внутренние пожарные краны в жилых зданиях?
24. Где применяются спринклерные противопожарные системы?
25. Как работает спринклер?
26. Где устанавливаются дренчерные установки?
27. Из каких основных элементов состоит система горячего водоснабжения?

28. Какие бывают системы горячего водоснабжения в зависимости от объема и режима потребления горячей воды?
29. Каковы особенности систем централизованного горячего водоснабжения?
30. Каковы особенности местных систем горячего водоснабжения?
31. Какие существуют виды водонагревателей?
32. Какие требования предъявляются к качеству воды для горячего водоснабжения?
33. Как могут подключаться водонагреватели к тепловой сети?
34. Какие схемы используются в системе горячего водоснабжения?
35. Каковы особенности расчета системы горячего водоснабжения?
36. Для каких режимов выполняется расчет систем горячего водоснабжения?

Раздел II. СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Лекция 14. ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ. ЭЛЕМЕНТЫ

Внутренняя канализация – это система трубопроводов и устройств, предназначенных для приема сточных вод, их транспортировки внутри здания и далее в сеть наружной канализации.

Система канализации предназначена для удаления из зданий загрязнений, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур хозяйственной и производственной деятельности человека, а также атмосферных и талых вод.

Системы внутренней канализации различают:

- по способу сбора и удаления загрязнений;
- по назначению и характеристике стоков;
- по сфере обслуживания;
- по способу транспортирования;
- по устройству вентиляции сети;
- по наличию специального оборудования.

По способу сбора и удаления загрязнений различают сплавную и вывозную системы. Сплавная система может быть централизованной, если ее устраивают в канализованных районах при наличии в зданиях внутреннего водопровода. Сплавная система может быть самотечной или напорной. Вывозная система предусматривает децентрализованный (местный) сбор загрязнений и их вывоз транспортными средствами на очистные сооружения.

По назначению и характеристике сточных вод системы разделяют на:

бытовые К1 – для канализования хозяйственно-бытовых сточных вод;

производственные К3 (общие обозначения) – для канализования производственных сточных вод; если в производственных зданиях предусматривается отводить сточные воды, различающиеся по составу и качеству, то их смешение недопустимо. Нецелесообразно устраивать несколько систем канализации;

дождевые (внутренние водостоки) **К2** – для канализования дождевых и талых вод с кровли зданий.

По сфере обслуживания:

- раздельная (каждая система существует самостоятельно);
- объединенная -КО- (некоторые системы объединяются, например хозяйственно-бытовая и производственная). Такую систему применяют, если возможны совместная очистка бытовых и производственных сточных вод

и их беспрепятственное транспортирование в наружную канализационную сеть.

По способу транспортирования загрязнений различают:

- трубопроводные системы;
- лотковые системы для транспортирования сточных вод по открытым лоткам и каналам.

По устройству вентиляции системы внутренней канализации разделяют на:

- системы с вентилируемыми стояками, которые выводятся выше кровли здания;
- системы с невентилируемыми стояками, применяют при устройстве внутренней канализации в одно-и двухэтажных зданиях.

По наличию специального оборудования системы бывают:

- простые, без специального оборудования;
- со специальным оборудованием – с местными установками для перекачки сточных вод или для предварительной очистки сточных вод перед их отведением в наружную канализационную сеть.

Элементы системы канализации. Система внутренней канализации приведена на рис.47.

Приемники сточных вод подразделяются на санитарные приборы, предназначенные для санитарно-гигиенических процедур и хозяйственно-бытовых нужд, и устройства для приема производственных стоков.

Гидравлический затвор является обязательным и ответственным элементом, который предотвращает распространение вредных газов из канализационной сети в помещение. С помощью гидравлических затворов приемники сточных вод присоединяются к отводным линиям. Некоторые приемники сточных вод (унитазы, трапы и т.п.) имеют встроенные гидравлические затворы.

Внутренняя канализационная сеть собирает и отводит сточные воды в дворовую (наружную) канализацию. Она состоит из отводных линий, стояков, выпусков, устройств для прочистки, вытяжной части.

Сточные воды, которые нельзя сбрасывать в наружную сеть, проходят предварительную обработку на местных установках для очистки стоков.

Для удаления засоров в канализационной сети используются ревизии и прочистки.

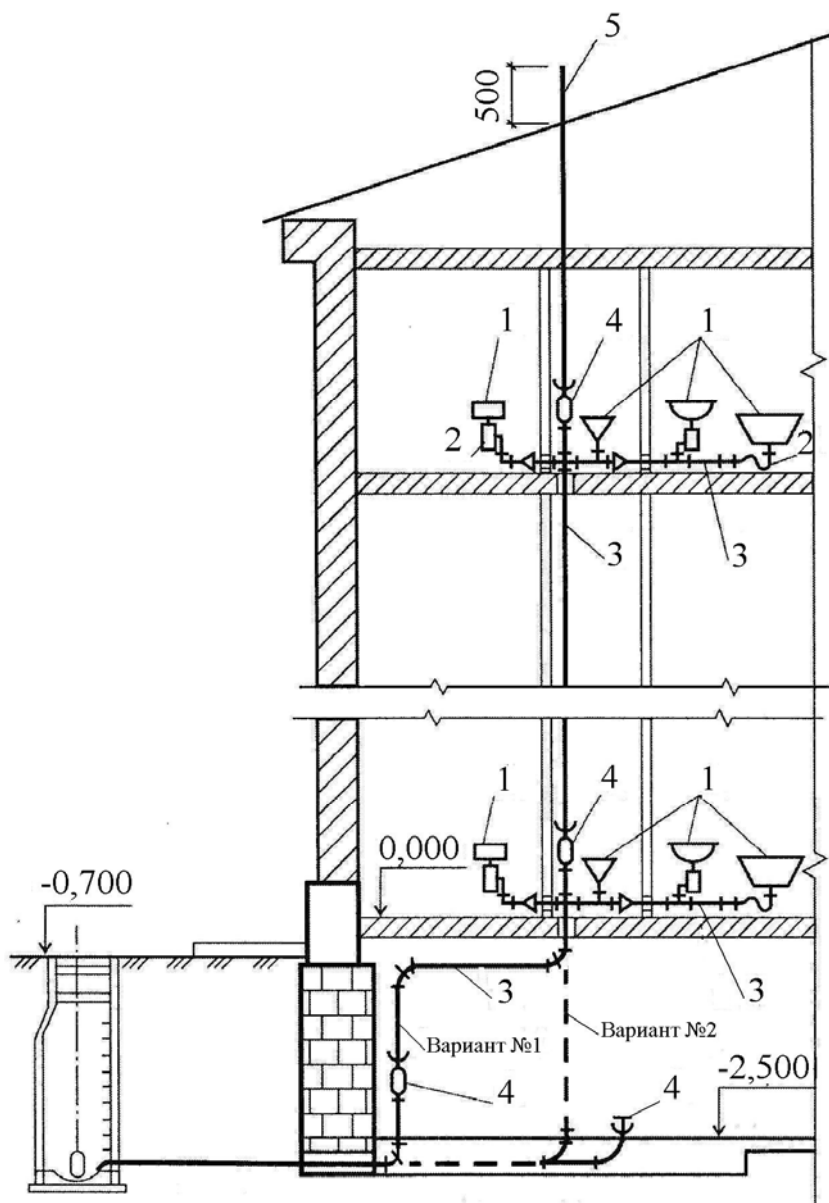


Рис.47. Основные элементы хозяйственно-бытовой канализации:
 1 – приемники сточных вод; 2 – гидрозатворы (сифоны); 3 – внутренние канализационные сети (отводящие трубопроводы, стояки, выпуски);
 4 – устройства для прочистки сети (ревизии, прочистки); 5 – вытяжная часть стояка
 Пунктиром обозначен один из вариантов проектирования

Лекция 15. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ

Приемники сточных вод устраивают для приема сточных вод и направления их в сеть внутренней канализации.

По назначению можно выделить следующие приемники:

– санитарные приборы общего назначения, предназначенные для выполнения гигиенических и санитарных процедур, необходимых в процессе жизнедеятельности человека (умывальники, мойки, раковины, ванны, душевые поддоны, биде, унитазы);

– санитарные приборы специального назначения для лечебных учреждений (хирургические умывальники и т.п.);

– непрерывно функционирующие, т.е. проточные (умывальники, раковины, трапы и т.п.).

Основные требования к санитарным приборам: простота и надежность конструкции, удобство в эксплуатации. Условные обозначения основных санитарно-технических приборов представлены на рис.48.

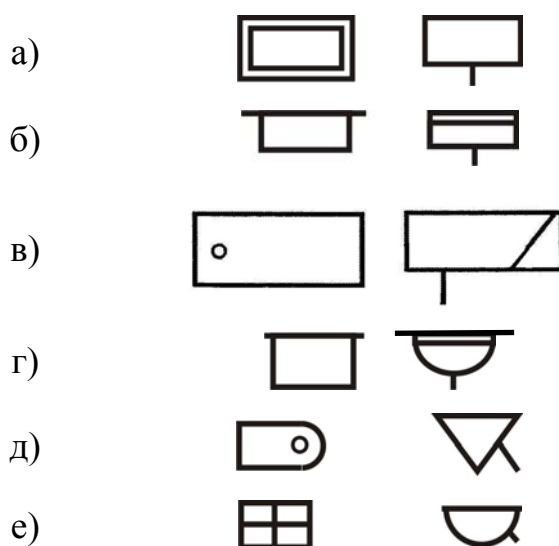


Рис.48. Условные обозначения санитарно-технических приборов:
а – мойка; б – раковина; в — ванна; г – умывальник; д – унитаз; е – трап

Внутренняя поверхность приемников гладкая, форма должна иметь плавные очертания, обеспечивающие полный смыв загрязнений.

Умывальники собирают грязную воду от мытья лица, рук, чистки зубов, мелкой стирки. Процедуры в умывальнике проводят под проточной струей воды. Умывальники выполняют прямоугольной, полукруглой, овальной и трапециевидной формы. Они изготавливаются разных размеров, бывают керамические, стальные, эмалированные и из нержавеющей стали. Умывальники комплектуются туалетными кранами или смесителями, устанавливаются на высоте 0,5-0,8 м от пола на постамент или крепят-

ся на стене с помощью кронштейнов. Для отвода воды в центре чаши имеется выпуск диаметром 32 мм. В туалетных комнатах рядом с унитазом устанавливают умывальники меньших размеров (рукомойники).

Мойки предназначены для мытья посуды и пищевых продуктов. Их устанавливают на кухнях жилых домов и в пищеблоках общественных и лечебных зданий. Изготавливают из чугуна, листовой стали, покрытой стекловидной эмалью, пластмассы, нержавеющей стали. Они оборудуются смесителем диаметром 15 мм, излив которого устанавливается на высоте 200 мм от борта, что удобно для наполнения водой бытовой посуды. В центре, под изливом или в углу чаши, имеется латунный или пластмассовый выпуск диаметром 40 мм, к которому присоединяется бутылочный или двухоборотный сифон (гидрозатвор).

Раковины служат для слива загрязненных вод, например, от уборки помещений и при отсутствии горячего водоснабжения. Их устанавливают в столовых, котельных, лабораториях, иногда в жилых зданиях (при отсутствии горячего водоснабжения). Изготавливаются из чугуна, стали с эмалированной поверхностью, пластмассовые, керамические, преимущественно прямоугольной формы. В дне раковины имеется выпуск диаметром 45 мм с решеткой. Раковина крепится к стене на высоте 350 мм. Водоразборный кран для подводки холодной воды устанавливается на высоте 1,0-1,1 м от пола.

Ванны предназначены для мытья и оздоровительных процедур. Чаша ванны имеет в плане прямоугольную форму. Вместимость ванны составляет 100-200 л. Для уменьшения объема ванны на 20-25 % чашу сужают к ногам и голове купающегося. Габаритные размеры ванны: 1700×750, глубина чаши 400-460 мм. Имеются конструкции ванн уменьшенных габаритов: 1500×750, а также сидячие ванны и глубокие поддоны. Сидячие ванны размерами 1200×700 имеют выступ для сидения высотой 250 мм и шириной 350 мм. Глубокий поддон позволяет принимать душ и ванну в сидячем положении. Один из бортов поддона уширен, чтобы можно было сидеть. Размеры 800×800×365 мм. Высота расположения борта ванны над полом 600-650 мм. Ванны устанавливаются на ножках высотой 130-150 мм так, чтобы борт ванны был горизонтальным, а при этом дно ванны имеет уклон 0,02 в сторону выпуска. Для облегчения установки ванны применяются регулируемые ножки.

Арматура ванны (наполнительная и сливная) устанавливается в торце со стороны ног купающегося. Смесители для ванн размещают на высоте 0,8-1,0 м от пола (1,1 м – для комбинированного смесителя). Сливная арматура ванны включает выпуск, закрываемый пробкой, переливную трубу, крышку перелива. Выпуск и переливная труба соединяются с дном ванны тройником, к которому присоединяется напольный сифон для ванны.

Души предназначены для мытья и оздоровительных процедур под проточной струей воды. Души гигиеничны, занимают мало места, поэтому широко применяются не только в промышленных и общественных, но и в жилых зданиях. Души выполняются в виде душевых кабин размерами 900х900 мм, отделенных от помещения водонепроницаемой перегородкой или занавесом высотой 1,8-2,0 м. Кабина оборудуется душевой сеткой (стационарной или на гибком шланге) со смесителем холодной и горячей воды. Душевая сетка устанавливается на высоте 2,0-2,2 м от пола. Загрязненная вода забирается поддоном, изготовленным из чугуна или стали.

Биде, ножные ванны имеют керамическую чашу, которая устанавливается на полу. В полый борт чаши подается теплая вода из смесителя. Смеситель и излив с аэратором закрепляются на торцовой стене над бортом прибора.

Унитазы – наиболее опасные в санитарно-гигиеническом отношении приборы. Требуют быстрого и эффективного удаления загрязнений. Они оборудуются индивидуальными промывными устройствами. Унитазы предназначены для индивидуального пользования. Состоят из чаши, которая плавно переходит в гидрозатвор. В торце под бортом размещается водораспределительное устройство, которое подает воду для ополаскивания внутренних поверхностей унитаза. Унитазы имеют округлые формы, что помогает содержать их в чистоте. Размеры унитазов 460х360 мм. Борт располагается на высоте 0,32-0,34 м. Для промывки унитаза требуется 6-7,5 л воды при расходе не менее 1,6 л/с.

Унитазы устанавливаются на полу и крепятся к тафте (доске), заделанной в пол или клеятся к полу эпоксидным клеем. Смывная труба присоединяется к унитазу на резиновом манжете, чтобы исключить повреждение хрупких керамических приборов. Выпускают унитазы с прямым выпуском (для присоединения к отводящей трубе, расположенной в полу или под полом) и с косым выпуском (для присоединения к трубе, расположенной над полом).

Консольные унитазы устанавливаются на стене или специальной подставке. По конструкции различают тарельчатые, воронкообразные, козырьковые и сифонирующие унитазы.

Напольные чаши конструктивно аналогичны унитазам, но дополнительно оборудуются подставками для ног или боковыми стенками. Напольные чаши оборудуются смывными бачками или смывными кранами.

В мужских туалетах устанавливаются писсуары. Их выполняют в виде чаши, которую крепят на стене (настенные писсуары) или на полу (уриаллы). В качестве промывных устройств писсуаров используют писсуарные краны или автоматические смывные бачки для промывки группы писсуаров.

Промывные устройства выполняются из емкостей или арматуры, подающей воду непосредственно из водопроводной сети (смывных кранов). Преимуществом смывных бачков является возможность получения больших секундных расходов на промывку при незначительных секундных расходах, забираемых из водопроводной сети, что позволяет уменьшить диаметры подающих водопроводов. Это важно в жилых зданиях, где диаметры трубопроводов обычно невелики.

В общественных и промышленных зданиях целесообразно применять смывные краны с подводками 20-25 мм. Смывные краны постоянно готовы к действию, компактны, прочны и надежны в работе. Промывные устройства обычно работают в полуавтоматическом режиме. Рычагом включается устройство, которое выдает заданное количество воды и автоматически закрывается. Это гарантирует качество промывки. Промывные устройства должны обеспечить подачу 6,5-7,5 л на смывку с секундным расходом 1,2-1,8 л/с.

Смывные бачки устанавливают непосредственно на унитазе (бачок-компакт) на стене на высоте 800 мм (среднерасполагаемые) и 1800 мм (высокорасполагаемые). Корпус бачка изготавливается из керамики, чугуна, пластмассы. Бачок закрывается крышкой. В качестве дополнительной арматуры в бачках используют поплавковые клапаны.

Трапы забирают загрязненную воду с пола помещения или от технологического оборудования. Они состоят из корпуса, в котором имеется перегородка, образующая гидравлический затвор. Трапы изготавливают из чугуна (с асфальтированной внутренней поверхностью) или пластмассы. Выпуск трапа может быть направлен вниз (прямой выпуск) или в бок (косой выпуск).

Гидравлический затвор (сифон) является обязательным элементом, которым должны быть оборудованы все без исключения приемники сточных вод.

Назначение гидрозатвора – препятствовать проникновению в помещение зловонных и взрывоопасных газов, образующихся при анаэробных процессах в системах водоотведения. Некоторые приемники сточных вод (унитазы, трапы и т.д.) имеют встроенные гидрозатворы.

Гидрозатвор представляет собой изогнутый канал или трубу, заполненную слоем воды $H_3=60$ мм, надежно закрывающим выход газов после сброса стоков в канализационную сеть.

Сифоны диаметром 32 или 50 мм изготавливают из чугуна, пластмассы, керамики, цветных металлов. По конструкции сифоны бывают (рис.49):

- двухоборотные с выпуском, направленным вниз, прямым, косым;
- сифон с ревизией;
- напольные (для ванн);
- бутылочные.

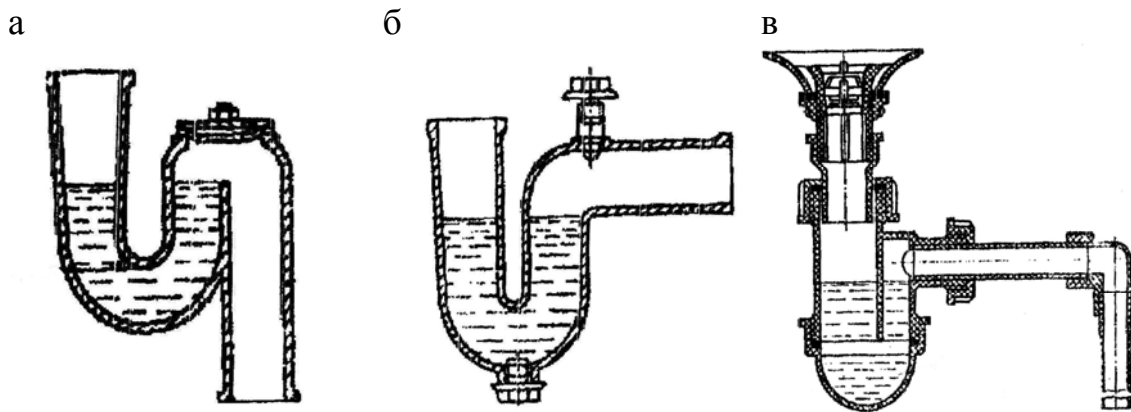


Рис.49. Гидрозатворы (сифоны):
 а – двухоборотный с ревизией; б – прямой с ревизией; в – бутылочный

Все конструкции водяных затворов должны иметь гладкую внутреннюю поверхность без выступов и шероховатостей.

Если давление воздушной среды в канализационной сети и стояке становится ниже атмосферного, то уровень жидкости в гидрозатворе понижается и часть жидкости выплескивается в сеть или стояк, а когда понижение давления превышает величину высоты гидрозатвора $P_{ст} > H_з$, то происходит срыв гидрозатвора.

Канализационная сеть. Внутренняя канализационная сеть состоит из отводных трубопроводов, стояков, выпусков, вытяжной части, устройств для прочистки.

Отводные трубы служат для сбора сточных вод от санитарных приборов и передачи их в стояк. Отводные трубы присоединяют к гидрозатворам санитарных приборов, они имеют диаметр не менее максимального диаметра выпуска, прибора или гидрозатвора. Трубы прокладывают с уклоном в сторону стояка. Все отводные трубопроводы прокладываются кратчайшим путем с установкой на концах и поворотах прочисток. Отводные трубы прокладываются по полу вдоль стен, а иногда под потолком нижерасположенного нежилого помещения в виде подвесных линий или же в междуэтажном перекрытии.

При повышенных требованиях к отделке помещений подвесные трубопроводы маскируют путем устройства подшивных потолков, коробов.

Канализационные стояки – вертикальные трубопроводы, предназначенные для транспортирования стоков в канализационный выпуск. Они собирают стоки от отводных труб и принимаются диаметром не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку. Минимальный диаметр – 50 мм. Размещаются стояки вблизи от санитарных приборов (в туалетах, кухнях). В свою очередь, санитарные приборы необходимо размещать по этажам здания друг под дру-

гом в целях уменьшения общего числа стояков. Канализационные стояки должны иметь одинаковый диаметр по всей высоте.

Для вентиляции канализационных сетей устраивают вытяжные трубы, являющиеся продолжением канализационных стояков (рис.50а,б). Такие стояки называются вентилирующими. Для уменьшения количества вытяжных частей на кровле возможно объединение нескольких стояков (4-6) сборным трубопроводом и выводом одной вентиляционной трубы на кровлю (рис. 50б). Вытяжная часть канализационных стояков устраивается для предотвращения отсасывания воды из гидравлических затворов (срыв затвора) при образовании вакуума в стояке во время сброса жидкости и для вентиляции внутренней канализационной сети при отсутствии стока или небольших расходах сточных вод. Загрязненный воздух и газы поднимаются по стояку и через вытяжную его часть выходят в атмосферу.

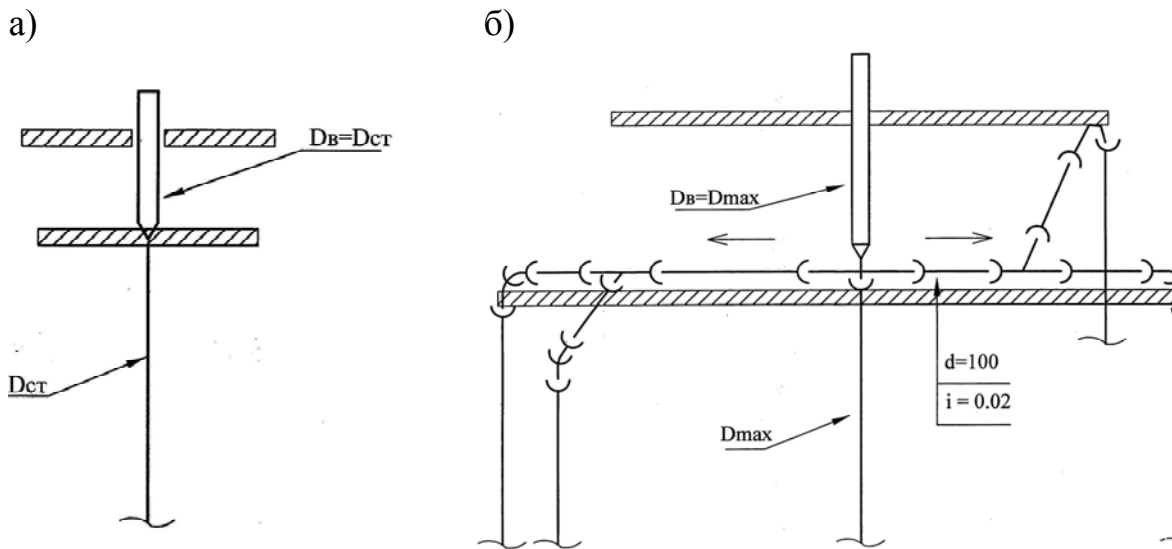


Рис.50. Устройство вентилируемых стояков:
 а – одиночный стояк; б – группа стояков на одну вытяжку

До попадания сточных вод в стояк при их малом количестве наблюдается выход газов и воздуха из вытяжной части стояка, образно говоря, стояк «дышит». Внутри стояка воздух и газы занимают часть поперечного сечения и поднимаются в виде стержня вверх. Такой вид движения в стояке называется «стержневым» (рис.50а). Если количество сточных вод, которое входит в стояк, больше допустимого (критического) $q^s > q^s_{доп}$ (при этом в отводном трубопроводе наполнение $H/d > 0,6$), то поток в стояке начинает движение вниз, постепенно смешивается со встречными потоками воздуха и газов, образуя газоздушную смесь и занимая все сечение трубы. Такой вид движения водовоздушной смеси называется поршневым. Такой поршень при своем падении вниз начинает засасывать в стояк воздух

(эжектировать) из атмосферы. Вытяжная часть стояка начинает всасывать воздух из атмосферы (рис. 51б).

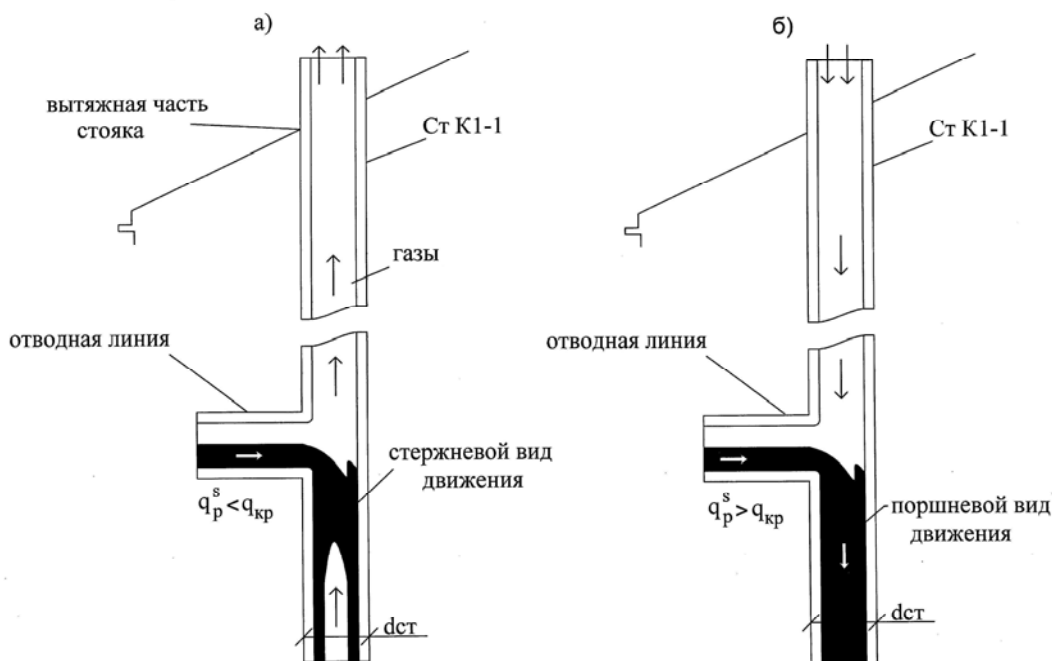


Рис.51. Стержневой (а) и поршневой (б) виды движения сточных вод в вертикальном трубопроводе

В случае сброса по стояку больших расходов сточных вод, когда количество поступающего через вытяжную часть воздуха недостаточно, применяются отдельные вытяжные стояки, при засорах на основном стояке вентилируемый стояк работает как резервный, пропуская часть стока.

Высота вентиляционного патрубка зависит от вида кровли (для плоской – 0,3 м, для скатной – 0,5 м). Стояки размещаются вблизи санитарных приборов, по всей высоте имеют одинаковый диаметр.

При невозможности вывести канализационные стояки выше кровли каждый стояк оканчивается вентиляционным клапаном (пропускающим воздух только в одну сторону – в стояк), устанавливаемым в устье стояка над полом этажа, где установлены самые высокорасположенные приборы и оборудование.

Выпуски служат для сбора стоков от одного или от группы стояков и отвода их в дворовую (внутриквартальную) канализацию. Они выполняются в виде горизонтальных трубопроводов, прокладываемых с уклоном в сторону дворовой (внутриквартальной) канализации. Диаметр выпуска должен быть не менее максимального диаметра стояка. Минимально допустимый уклон выпуска зависит от диаметра трубопровода: $\varnothing 50 - i_{\min} = 0,03$; $\varnothing 100 - i_{\min} = 0,02$; $\varnothing 150 - i_{\min} = 0,01$.

Санитарные приборы, борта которых расположены ниже уровня люка ближайшего смотрового колодца, должны быть защищены от подтопления сточной жидкостью в случае его переполнения. В таких случаях допускается присоединение соответствующих санитарных приборов к отдельной системе канализации (изолированной от системы канализации вышерасположенных помещений) с устройством отдельного выпуска. На выпуске устраивается автоматизированная запорная арматура (канализационный затвор) или автоматическая насосная установка, управляемая по сигналу датчика, установленного на трубопроводе в подвале или вмонтированного в запорное устройство, и подачей аварийного сигнала в дежурное помещение или на диспетчерский пункт.

Для устройства сети применяются:

- чугунные трубы ГОСТ 6942-98 \varnothing 50, 100, 150 мм;
- трубы безнапорные полипропиленовые PPS ТУ 4926-002-88742502-00 \varnothing 50, 110, 160 мм.

Изменение направления труб, а также присоединение ответвлений производятся с помощью фасонных частей (рис.52):









| | |
|---|------------------------------|
|  | Отвод 90° |
|  | Тройник прямой |
|  | Тройник |
|  | Отвод 110°, 120°, 135°, 150° |
|  | Отступ |
|  | Муфта |
|  | Крест прямой |
|  | Крест |
|  | Переход |

Рис.52. Условные обозначения фасонных частей

Для прочистки сети используются ревизии и прочистки.

Ревизии устанавливаются на стояках на высоте 1 м от пола, а также, при необходимости, на горизонтальных участках. В зависимости от этажности зданий ревизии предусматриваются на первом и последнем этажах, а в зданиях выше пяти этажей – через три этажа на последующем.

Прочистки устраиваются только на горизонтальных участках:



1) в начале участка (на отводных линиях) при числе присоединяемых приборов 3 и более;

2) на поворотах сети.

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допустимые расстояния, м, между ревизиями и прочистками в зависимости от вида сточных вод и диаметра трубопровода, мм, следует принимать на основании рекомендаций [1].

Лекция 16. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Нормы водоотведения, приведенные в СНиП 2.01.04-85*, устанавливаются в зависимости от назначения и степени благоустройства здания, климатических и местных условий в соответствии с нормами водопотребления.

Нормативные расходы сточных вод, сбрасываемых приемниками в канализационную сеть, диаметры отводных труб приведены в [1, прил.2].

Суточный расход сточных вод принимают равным водопотреблению без учета расхода воды на поливку. Суточные и часовые нормы водоотведения близки к нормам водопотребления без учета безвозвратно потерянной водопроводной воды. Режим водоотведения зависит от режима водопотребления, тоже характеризуется неравномерностью и должен оцениваться вероятностными характеристиками, связывающими число одновременно действующих приемников сточных вод и число потребителей, пользующихся приемниками сточных вод.

Суточные и часовые расходы сточных вод можно вычислять по методике определения расходов в системе водоснабжения зданий (см. формулы (17)–(20)).

При малых расходах воды в системе водоснабжения наблюдаются залповые сбросы сточных вод, расчетный расход которых отличается от расхода воды из водопровода. При больших расходах воды, т.е. когда сбрасывают сточные воды большого числа приемников, расчетный расход стоков приближается к расчетным расходам водопроводной воды. Максимальный секундный расход сточных вод q^s , л/с, определяется по формулам:

- при $q^{tot} \leq 8$ л/с (включая холодную и горячую воду)

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \quad (36)$$

- при $q^{tot} > 8$ л/с

$$q^s = q_o^{tot}, \quad (37)$$

где q^{tot} – общий расчетный расход холодной и горячей воды на расчетном участке канализации, л/с, $q^{tot} = 5\alpha q_o^{tot}$;

q_o^s – удельный нормативный расход стоков, л/с, от приемника с наибольшим водоотведением;

α – коэффициент, зависящий от общего числа приборов ΣN на расчетном участке и вероятности их действия P , принимают по [1, прил.4].

Расчет вертикальных и горизонтальных трубопроводов

В горизонтальных трубопроводах транспортирующая способность потока сточных вод характеризуется двумя основными гидравлическими параметрами – скоростью движения и наполнением, которые должны обеспечить движение сточных вод без образования отложений в трубах, надежно исключив засоры.

Пропускную способность и надежность работы отдельных горизонтальных участков канализационной сети проверяют на соблюдение соотношения между скоростью движения сточных вод и наполнением так, чтобы было выполнено неравенство

$$v\sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (38)$$

где $K=0,5$ – для трубопроводов из пластмассовых труб;

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

Выполнение неравенства (38), исключающего засоры в трубопроводах, возможно, если правильно подобрать диаметры и уклоны труб. При этом критическая или самоочищающая скорость движения сточных вод должна быть для труб диаметром до 250 мм не менее 0,7 м/с. При меньших значениях скорости в трубах наблюдается отложение органических и минеральных осадков сточных вод.

Наполнение в трубах H/d выбирают не менее 0,3 и не более 0,9. При частичном заполнении труб сточной жидкостью возможны пропуски по трубам пиковых залповых расходов, превышающих расчетные, хорошая вентиляция (т.е. удаление выделяющихся газов) и надежные условия для транспортирования загрязнений, которые могут выпасть в осадок.

Если после гидравлического расчета на расчетном участке трубопровода неравенство не выполняется, то такой участок считают безрасчетным и ему уделяют особое внимание при эксплуатации канализационной сети: для предотвращения возможных засоров предусматривают периодическую прочистку и промывку этого участка.

Гидравлический расчет горизонтальных трубопроводов с определением диаметров, уклонов, скоростей и наполнений производят, применяя основные формулы гидравлики или используя составленные на их основе номограммы.

Расчет выпусков из зданий

В сети внутренней канализации преобладают залповые поступления сточных вод, но из-за аккумулирующей способности трубопроводов максимальный секундный расход резко снижается по длине трубопровода.

Стабильный расход сточной вод, на который следует выполнять гидравлический расчет канализационного выпуска, устанавливается на длине $100d$ и более.

Расчет выпусков производится в следующей последовательности:

- определяется число приемников сточных вод N , присоединенных к каждому стояку и по участкам к выпуску;
- по [1] рассчитывается вероятность действия установленных приемников сточных вод.

При одинаковых водопотребителях в зданиях или сооружениях вероятность действия приборов при общем водопотреблении следует определять по формуле

$$P^{tot} = \frac{q_{hru}^{tot} \cdot U}{Nq_o^{tot} \cdot 3600}, \quad (39)$$

где q_{hru}^{tot} – норма водопотребления на одного потребителя, л/ч [1, прил.3];

N – число приборов.

Если число приборов во внутренней системе водоснабжения неизвестно, то формула (39) примет вид:

$$P^{tot} \cdot N = \frac{q_{hru}^{tot} \cdot U}{q_o^{tot} \cdot 3600}. \quad (40)$$

При отличающихся группах водопотребителей в зданиях или сооружениях различного назначения вероятность действия приборов определяется по формуле

$$P_{\sum i} = \frac{\sum_i N_i P_i}{\sum_1 N_i}. \quad (41)$$

По [1] находят максимальные расходы на расчетных участках выпуска по формуле (36) или (37):

$$q^s = q^{tot} + q_o^s \\ q^s = q_o^{tot},$$

Из условия незасоряемости (формула (38)) выбирают наполнение и скорость.

Для безрасчетных участков труб принимают уклоны не меньше допустимых минимальных уклонов.

Для решения практических задач на безрасчетных участках горизонтальных трубопроводов принимают стандартные диаметры и уклоны, несколько большие минимально допустимых:

| | | | |
|----------|-------|------|-------|
| d , мм | 40-50 | 100 | 150 |
| i | 0.03 | 0.02 | 0.008 |

Вертикальные трубопроводы (стояки) подвергают лишь проверочному расчету, сравнивая расчетный расход сточных вод с пропускной способностью стояка принятого диаметра. Пропускная способность стояка характеризуется предельно допустимым (на 10 % меньше критического) расходом, при котором может произойти срыв гидравлических затворов. Допустимые расходы, приведенные в табл. 3, должны быть больше расчетных. Диаметр канализационного стояка должен быть не меньше наибольшего диаметра отводных линий, присоединенных к стояку (поэтажных отводов).

Т а б л и ц а 3

| Диаметр отводных линий, присоединенных к стояку, мм | Угол присоединения отводных линий к стояку α , град | Допустимые расходы сточных вод, л/с, для канализационных вентилируемых стояков диаметром, мм | | | |
|---|--|--|-----|-----|------|
| | | 50 | 85 | 100 | 150 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 50 | 90 | 0,8 | 2,8 | 4,3 | 11,4 |
| | 60 | 1,2 | 4,3 | 6,4 | 17,0 |
| | 45 | 1,4 | 4,9 | 7,4 | 19,6 |
| 85 | 90 | - | 2,1 | - | - |
| | 60 | - | 3,2 | - | - |
| | 45 | - | 3,6 | - | - |
| 100 | 90 | - | - | 3,2 | 8,5 |
| | 60 | - | - | 4,9 | 12,8 |
| | 45 | - | - | 5,5 | 14,5 |
| 150 | 90 | - | - | - | 7,2 |
| | 60 | - | - | - | 11,0 |
| | 45 | - | - | - | 12,6 |

При расчетных расходах сточных вод больше допустимых для данного диаметра вентилируемого стояка следует выполнить контрольный расчет стояка на образование вакуума и возможный срыв гидравлического затвора.

Для невентилируемых стояков контрольный расчет выполняют, руководствуясь [1, табл. 9].

Лекция 17. ВНУТРИКВАРТАЛЬНАЯ (ДВОРОВАЯ) КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ. УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ

Дворовой канализацией называется наружная сеть, прокладываемая внутри кварталов. Если в одном квартале объединяются все здания единой сетью, то она называется внутриквартальной.

Назначение сети: сбор сточных вод от одного или группы зданий и их отвод в наружную уличную сеть.

Канализационную сеть обычно прокладывают на расстоянии не менее 3 м параллельно зданию, объединяя выпуски внутренних канализационных сетей этих зданий. Отвод стоков по проектируемой сети К1 осуществляется самотеком к контрольному колодцу, а затем в существующий уличный коллектор К (рис.53). Основные элементы: трубопроводы и колодцы. Канализационные сети устраиваются из безнапорных керамических, асбестоцементных, пластмассовых труб. Чугунные трубы применяют в особых условиях (вечномерзлые, просадочные грунты и т.д.).

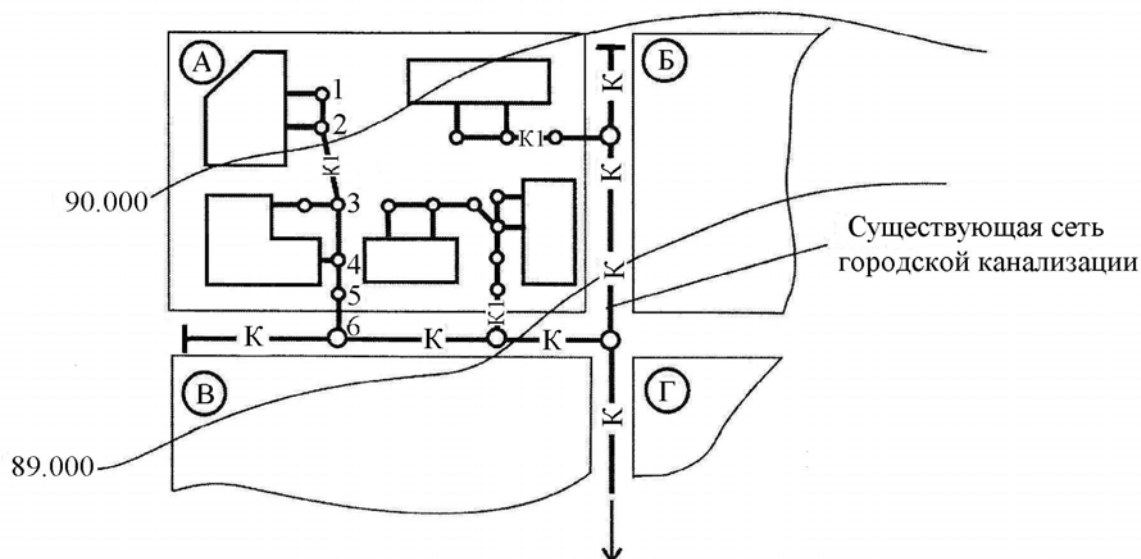


Рис.53. Схема расположения дворовой канализационной сети внутри квартала (генплан):

А, Б, В, Г – кварталы; 1, 2, 3, 4 – смотровые колодцы;
5 – контрольный колодец; 6 – существующий колодец

Диаметр труб дворовой (внутриквартальной) сети независимо от расхода стоков принимается не менее 150 мм.

Колодцы на сетях предназначены для осмотра, прочистки и контроля качества сточной воды. Они устраиваются в местах: присоединения выпусков из зданий, присоединения ответвлений от других зданий, изменения направления сети, изменения диаметров и уклонов труб, устройства перепадов. Расстояние между колодцами на прямолинейных участках сети

зависит от диаметра труб: при $\varnothing 150$ мм – 35 м, $\varnothing 200-450$ мм – 50 м. Смотровой колодец представлен на рис.54.

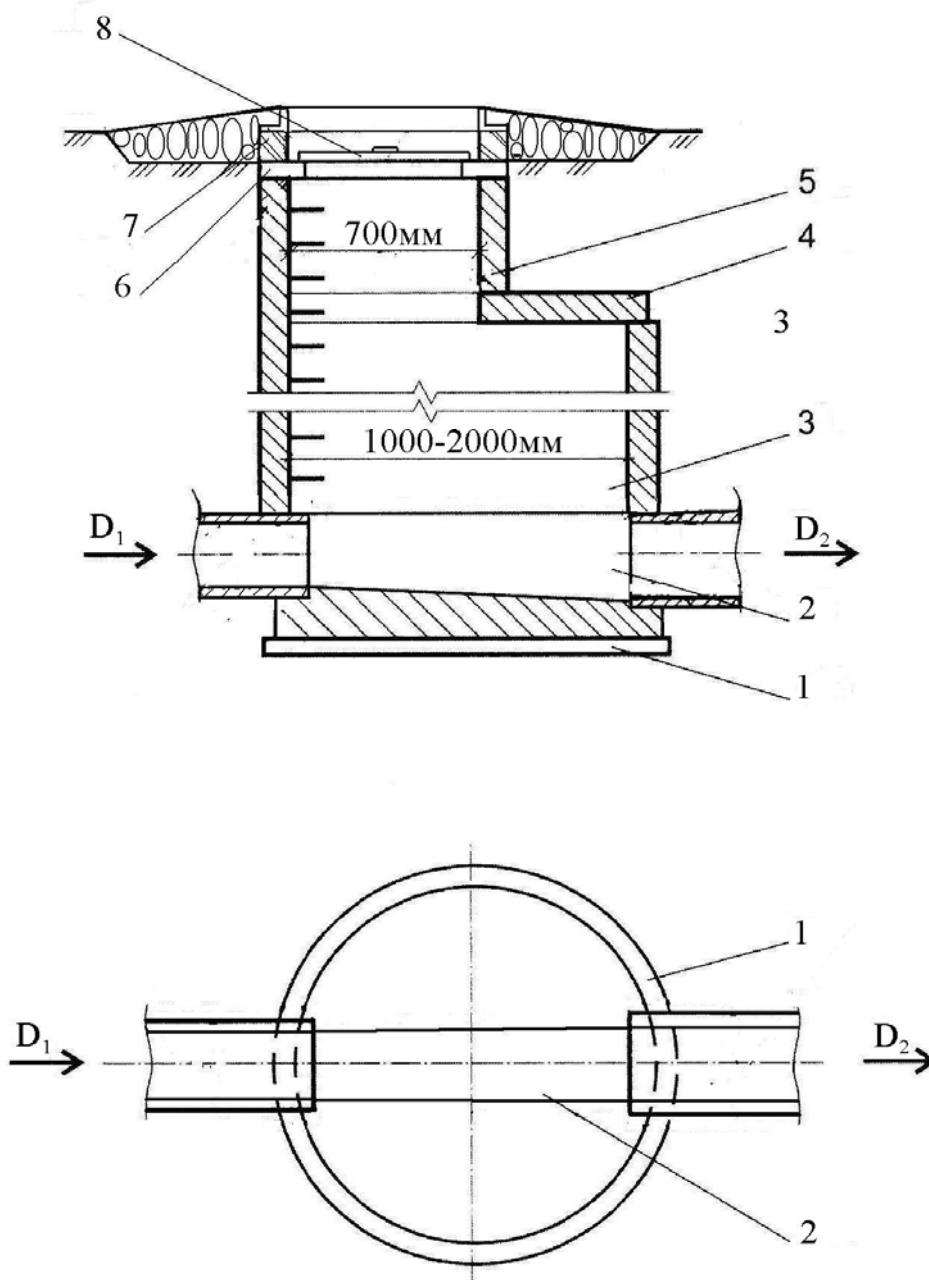


Рис.54. Смотровой колодец:
 1 – плита дна; 2 – лоток; 3 – рабочая камера; 4 – плита перекрытия;
 5 – горловина; 6 – опорное кольцо; 7 – кирпичная кладка; 8 – люк с крышкой

Высота лотка зависит от диаметра отводящего трубопровода. Лоток набивается всегда с помощью бетона. Диаметр рабочей камеры должен быть не менее 1,0 м, а диаметр горловины – не менее 0,7 м.

Контрольный колодец устраивают в конце дворовой (внутриквартальной) сети на расстоянии 1,5-2 м внутрь от границы квартала (красной линии). Данный колодец используется для контроля качества сточных вод,

сбрасываемых в городскую канализацию, и для устройства перепада при сопряжении дворовой сети с существующей уличной сетью.

Расчет канализационной сети

Так как сеть канализации работает на безнапорный (самотечный) режим движения сточных вод, необходимо произвести гидравлический и геодезический расчеты.

Целью гидравлического расчета канализационной сети является выбор оптимальных диаметров d , мм, на расчетных участках, уклонов i , скоростей движения сточных вод V , м/с, и наполнения в трубах h/d по расчетным расходам q^s , л/с.

1. Канализационная сеть разбивается на расчетные участки.
2. На каждом участке определяется расход сточных вод, л/с:

$$q^S = q^{tot} + q_0^s. \quad (42)$$

3. Уклон прокладки трубопровода увязывается с рельефом местности, но должен быть не менее $i_{\min} = 1/d$, где d – диаметр трубопровода, мм.

Для диаметра 150 мм минимальный уклон принимается 0,008, при обосновании – 0,007.

Уклон поверхности земли $i_{п.з}$ определяется по формуле:

$$i_{п.з} = \frac{Z_{п.з}^{ВН} - Z_{п.з}^{ВК}}{l}, \quad (43)$$

где $Z_{п.з}^{ВН}, Z_{п.з}^{ВК}$ – отметка поверхности земли в начале и в конце участка, м;
 l – длина участка, м.

Схемы выбора уклона прокладки трубопровода представлены на рис.55.

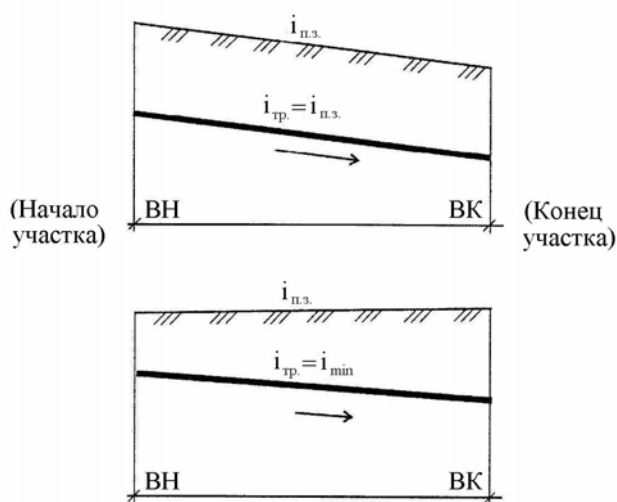


Рис.55. Схемы выбора уклона прокладки трубопровода

4. По таблицам (табл. 4) для гидравлического расчета канализационных труб по расходу q^s , л/с, на расчетном участке подбираются диаметр d , мм, уклон i , скорость V , м/с, наполнение h/d .

Т а б л и ц а 4

Значения q , v , i для труб диаметром 150 мм

| h/d | Уклоны трубопроводов | | | | | | | |
|-------|--|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|
| | 0,007 | | 0,008 | | 0,009 | | 0,01 | |
| | q | v | q | v | q | v | q | v |
| 0,1 | | | | | | | | |
| 0,15 | | | | | | | | |
| 0,3 | Необходимый расчётный промежуток для труб данного диаметра h/d от 0,3 до 0,6 | | | | | | | |
| 0,6 | | | | | | | | |
| 0,65 | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | |

Диаметр дворовой (внутриквартальной) сети должен быть не менее 150 мм, при этом скорость $V \geq 0,7$ м/с, $h/d = 0,3-0,6$, $i_{\min} = 0,008$.

На каждом участке проверяется условие незасоряемости сети, по формуле (38):

$$v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K.$$

Если условие не выполняется из-за малых расходов, то такие участки называются безрасчетными.

5. Падение трубопровода на участке – потери напора на трение h_l , м, – определяется по формуле

$$h_l = i \cdot l, \quad (44)$$

где i – принятый уклон прокладки трубопровода;

l – длина участка, м (см. генплан).

6. Слой воды в трубе h , м (рис.57):

$$h = \frac{h}{d} \cdot d. \quad (45)$$

Целью геодезического расчета является определение отметок лотков труб и глубины их заложения. По данным геодезического расчета строится продольный профиль.

Минимальная глубина заложения трубы, м (см. рис.56) вычисляется по формуле

$$H_{\min} = h_{\text{ГПГ}} - 0,3, \quad (46)$$

где $h_{\text{ГПГ}}$ – глубина промерзания грунта, м.

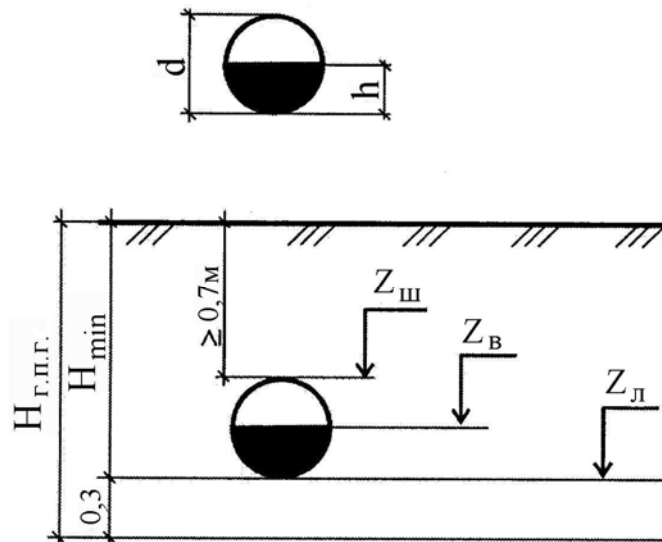


Рис.56. Минимально допустимая глубина заложения трубопровода

Глубина первого колодца дворовой канализации зависит от того, как прокладывается выпуск внутри здания: 1) по полу подвала; 2) под полом подвала; 3) под потолком подвала с выходом из здания на минимально допустимой глубине заложения.

Рассмотрим третье условие (см. трассу по генплану – рис.53). Схема присоединения выпуска к дворовой канализации представлена на рис.57.

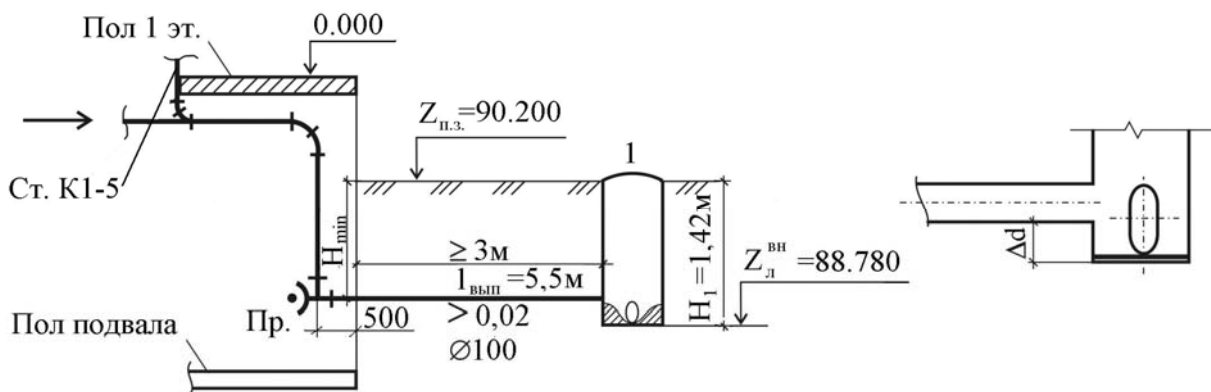


Рис.57. Схема для определения глубины колодца дворовой канализационной сети

Последовательность расчета представлена ниже.

Определяем отметку лотка в начале участка, $Z_{\text{л}}^{\text{BH}}$:

$$Z_{\text{л}}^{\text{BH}} = Z_{\text{л1-2}}^{\text{BH}} = Z_{\text{п.з.}}^{\text{BH}} - H_{\text{min}} - i_{\text{вып}} \cdot l_{\text{вып}} - \Delta d, \quad (47)$$

где $Z_{\text{п.з.}}^{\text{BH}}$ – отметка поверхности земли в начале участка, м;

H_{min} – минимально допустимая глубина заложения трубопровода, м;

$i_{\text{вып}}$ – уклон выпуска;

$l_{\text{вып}}$ – длина выпуска от прочистки до колодца;

Δd – соединение по шельгам для труб разного диаметра.

Находим отметку лотка в конце участка, $Z_{\text{Л}_{1-2}}^{\text{БК}}$:

$$Z_{\text{Л}_{1-2}}^{\text{БК}} = Z_{\text{Л}_{1-2}}^{\text{БН}} - h_1 = Z_{\text{Л}_{1-2}}^{\text{БН}} - i \cdot l_{1-2}, \quad (48)$$

Для дворовой сети:

$$Z_{\text{Л}_{2-3}}^{\text{БН}} = Z_{\text{Л}_{1-2}}^{\text{БК}} \quad (49)$$

Определяем глубину заложения трубопровода, м:

в начале расчетного участка

$$H^{\text{БН}} = Z_{\text{ПЗ}}^{\text{БН}} - Z_{\text{Л}}^{\text{БН}}, \quad (50)$$

в конце расчетного участка

$$H^{\text{БК}} = Z_{\text{ПЗ}}^{\text{БК}} - Z_{\text{Л}}^{\text{БК}}. \quad (51)$$

Рассмотрим пример: определение начального заглубления сети дворовой канализации (см. рис.57).

Глубина промерзания грунта $H_{\text{Г.П.Г.}}=1,6$ м.

Минимальная глубина заложения

$$H_{\text{min}} = 1,6 - 0,3 = 1,3 \text{ м.}$$

Отметка лотка трубы в начале участка:

$$Z_{\text{Л}}^{\text{БН}} = Z_{\text{Л}_1} = 90,20 - 1,3 - 0,02 \cdot 3 - (0,15 - 0,1) = 88,78 \text{ м.}$$

Разница в диаметрах труб в сети дворовой канализации $d=150$ мм и выпуска из здания $d=100$ мм, Δd , мм, составит:

$$\Delta d = 0,15 - 0,1 = 0,05 \text{ м.}$$

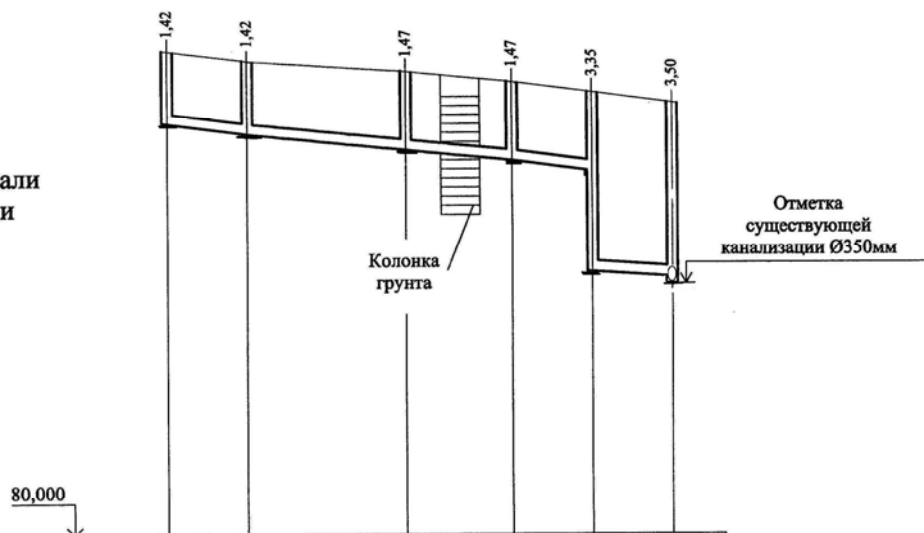
Начальная глубина диктующего колодца 1 будет:

$$H_1 = 90,20 - 88,78 = 1,42 \text{ м.}$$

По такой же методике производится геодезический расчет участков дворовой (внутриквартальной) канализации. Результаты расчета сводятся в таблицу, а затем осуществляется построение продольного профиля по ГОСТ 21.604–82* «Водоснабжение и канализация. Наружные сети». Профили выполняют в двух масштабах: горизонтальном, согласно генплану, 1:1000 или 1:500 и вертикальном 1:100.

Продольный профиль дворовой канализации представлен на рис.58.

М 1:500 по горизонтали
 М 1:100 по вертикали



| | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|------------------|------------------|
| Отметка низа или лотка трубы | 88.780 | 88.630 | 88.330 | 88.130 | 87.980 86.050 | 85.900 85.700 |
| Проектная отметка земли | 90.200 | 90.050 | 89.900 | 89.700 | 89.500 | 89.400 |
| Натурная отметка земли | 90.200 | 90.050 | 89.900 | 89.700 | 89.500 | 89.400 |
| Обозначение трубы и тип изоляции | Труба канализационная Ø160мм ГОСТ -Р-54475-2011-(НПВХ) | | | | | |
| Основание | Грунтовое плоское | | | | | |
| Уклон | 10‰ | | | | | |
| Длина | 95 | | 10‰ | | | |
| Расстояние | 15 | 30 | 20 | 15 | 15 | |
| Номер колодца, точки, угла поворота | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Подпрофильный план трассы | | | | | | |

Рис. 58. Продольный профиль дворовой канализационной сети

Лекция 18. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ

Дождевые и талые воды с кровли зданий могут удаляться сбросом воды со свесов или организованным отводом по наружным или внутренним водостокам.

Наружные водостоки состоят из желобов, которые собирают воду со ската крыши и водосточных труб с воронками, сбрасывающих воду на отмокту около здания.

В связи со строительством многоэтажных зданий с плоскими большепролетными и многоскатными кровлями со световыми фонарями и сложным рельефом стали широко внедряться системы внутренних водостоков. Внутренние водостоки отводят воду по трубопроводам, расположенным внутри здания в наружные сети дождевой или общесплавной канализации (закрытый выпуск) (рис.59). Присоединение водостоков к хозяйственно-бытовой системе канализации не допускается. При отсутствии дождевой канализации выпуск предусматривается в лотки около здания (открытый выпуск) (рис.59б).

Классифицируют внутренние водостоки в зависимости от трассировки и схемы сети: с перпендикулярной и пересеченной схемами (рис.59в).

Перпендикулярная схема характеризуется отсутствием сборных водосточных трубопроводов (рис. 59а, б, в). От водоприемной воронки дождевые воды отводят по стояку, соединенному непосредственно с открытым или закрытым выпуском.

По пересеченной схеме на чердаке здания устраивают отводные сборные подвесные линии или сборные подпольные коллекторы, размещаемые в подвале или техническом подполье здания. Сборные подвесные трубопроводы объединяют все или часть водоприемных воронок и отводят воду в один стояк и выпуск (рис.59г). Сборный коллектор собирает воду от группы стояков и отводит ее в один общий выпуск (рис. 59д).

Внутренние водостоки состоят из водосточных воронок, отводных труб, стояков, выпусков, устройств для прочистки.

Водосточные воронки должны обеспечивать быстрый прием, отвод атмосферных вод и задерживать все, что может загрязнить систему (листья, ветки).

Водосточные приемные воронки размещают с учетом рельефа кровли и допускаемой на одну воронку площади водосбора. Максимальное расстояние между воронками 48 м. На плоской кровле в ендове устанавливают не менее двух водоприемных воронок. В секционных зданиях на плоских кровлях допускается располагать по одной воронке на каждую секцию. Уклон участков кровель и ендов в сторону приемных воронок должен быть не менее 0,01–0,015. Воронки присоединяют к стоякам с помощью компенсационных раструбов с эластичной заделкой. Конфигурация воронок зависит от ската крыши, от площади водосбора.

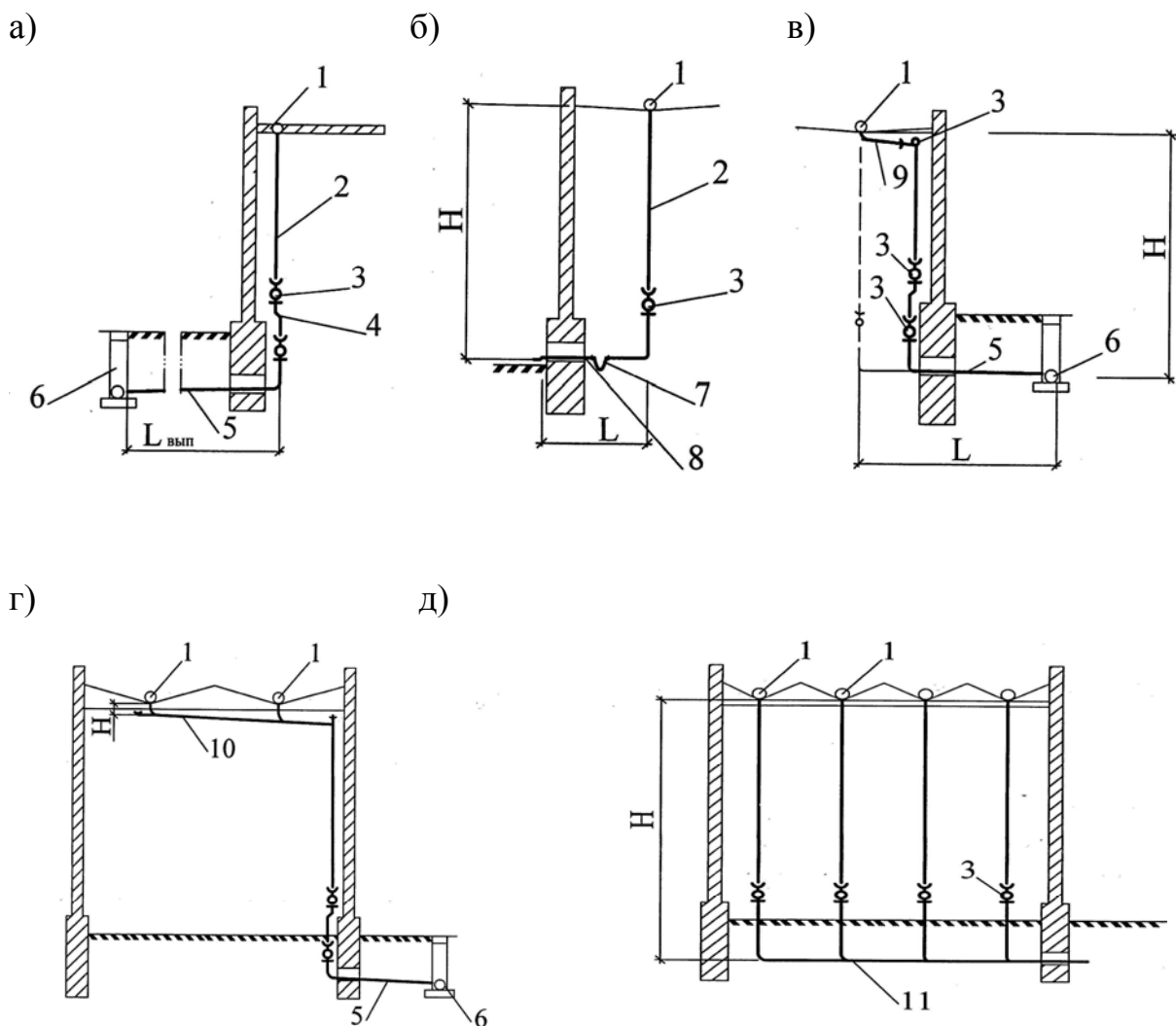


Рис.59. Схемы внутренних водостоков перпендикулярные и пересеченные; с подвесным трубопроводом; с коллектором:
 1 – водосточная воронка; 2 – стояк; 3 – прочистка и ревизия; 4 – отступ;
 5 – выпуск; 6 – приемный колодец; 7 – гидрозатвор; 8 – открытый выпуск;
 9, 10 – подвесная линия; 11 – сборный трубопровод

Воронки бывают двух типов: плоские и колпаковые (рис.60).

Воронки с решетками (плоские) (рис.60а) устанавливают на плоских эксплуатируемых кровлях. Воронки с колпаком (колпаковые) (рис. 60б) применяют на скатных, а также плоских неэксплуатируемых кровлях.

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

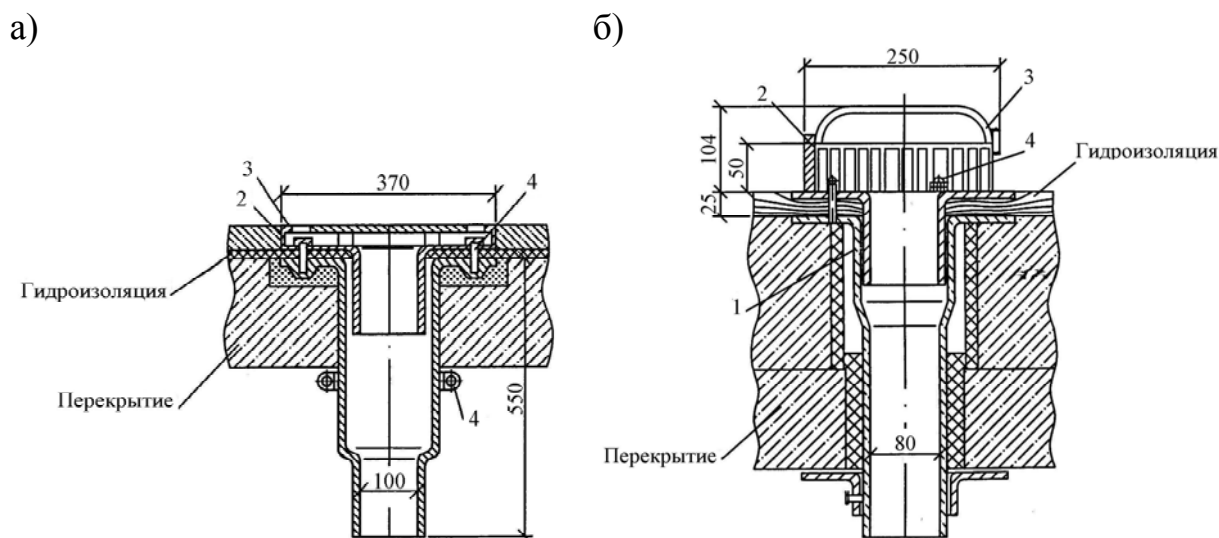


Рис.60. Водосточные воронки:
а – плоская; б – колпаковая

Отводные трубы выполняются в виде подвесных линий. Отводные трубы, соединяющие воронки, прокладываются на чердаке на расстоянии 1,0-1,5 м от кровли. Сеть горизонтальных отводных трубопроводов прокладывается параллельно линиям колонн или стен с уклоном $i_{\min}=0,005$. Боковые присоединения подходят под прямым углом, что позволяет упростить монтаж. Диаметр отводных труб принимают не менее диаметра выпуска воронки и проверяют расчетом.

Водосточные стояки прокладывают в отапливаемых помещениях вдали от наружных стен, около колонн, стен так, чтобы длина подземных линий была минимальной. Замоноличивать стояки в строительные конструкции не рекомендуется, т.к. на стенках труб образуется конденсат во время таяния снега. Наиболее целесообразно прокладывать стояки в нишах, в лестничных клетках, коридорах у стен, не граничащих с жилыми комнатами. Для предотвращения замерзания стояка необходимо обеспечить постоянную подачу в него теплого воздуха. При закрытом выпуске воздух поступает из наружной сети. При открытом выпуске с гидрозатвором движение воздуха в стояке не происходит. Воронки не получают достаточного количества тепла и обмерзают, поэтому воздух подается в стояк из подвала через тройник, который закрывается при положительной температуре воздуха, или из хозяйственно-бытовой канализации через перемычку.

Выпуски служат для отвода воды за пределы здания. Открытые выпуски выполняются в виде стальной или чугунной трубы, выходящей за стены здания на 150-200 мм, на высоте не менее 150 мм над отмосткой здания или лотком, предотвращающим размыв грунта около здания. Для исключения промерзания выпуска зазор между стенкой и трубой заполняется

слоем теплоизоляции и оштукатуривается цементным раствором. В районах с расчетной зимней температурой $t < -5$ °С открытые выпуски оборудуются гидрозатвором высотой 100 мм, который исключает поступление холодного воздуха в стояк и его промерзание (рис.61). Для отвода талых вод в зимне-весенний период предусматривается трубопровод с краном, присоединяемый к хозяйственно-бытовым канализациям. Выпуски располагаются с южной стороны здания, в зоне положительной температуры.

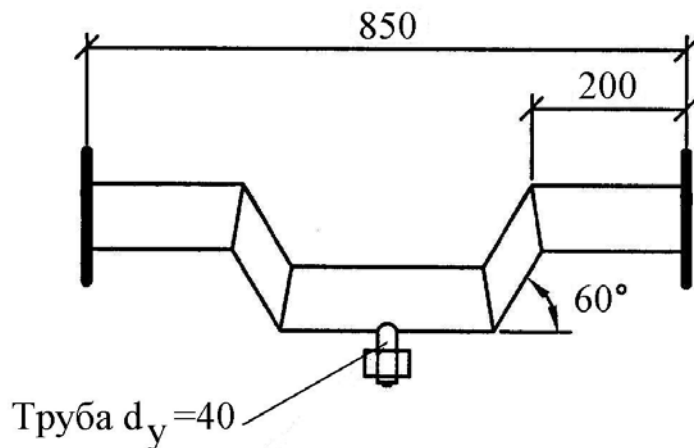


Рис.61. Гидрозатвор в системе для отвода талых вод

Закрытые выпуски собирают воду от одного или нескольких стояков и через сеть горизонтальных трубопроводов, проложенных в земле, подвале, отводят ее за пределы здания.

Для устройства водосточной сети применяют напорные стальные, асбестоцементные, чугунные и пластмассовые трубы. Для прочистки используются на стояках ревизии на высоте 1 м от пола; на горизонтальных участках при изменении направления трубопроводов – прочистки.

Диаметры труб выпуска принимаются не менее наибольшего диаметра присоединяемого стояка и проверяются расчетом.

Для уменьшения глубины заложения сеть следует прокладывать с наименьшим уклоном, а именно:

| | | | | |
|---|------|-------|-------|--------|
| диаметр труб, мм..... | 50 | 100 | 150 | 200 |
| минимальный уклон труб системы водостоков.... | 0,02 | 0,008 | 0,005 | 0,004. |

Глубина заложения принимается в зависимости от материала труб, конструкции полов от 0,4 до 1,0 м.

Проектирование внутренних водостоков

При проектировании системы внутренних водостоков необходимо учитывать следующее:

- климатические характеристики для района строительства объекта;

- конструктивную характеристику здания и рельеф кровли;
- выбор системы внутренних водостоков;
- комплексное рассмотрение санитарно-технических, планировочных, архитектурных и технологических вопросов.

Проектирование внутренних водостоков включает следующие этапы:

- детальное изучение поэтажных планов здания (включая подвал, чердак, технические этажи, кровлю, перекрытие, фундаменты);
- размещение приемных водосточных воронок и трубопроводов;
- нанесение всех элементов внутренних водостоков на планы и разрезы здания;
- построение аксонометрической схемы сети водостоков со всеми элементами;
- расчет и подбор оборудования.

Расчет внутренних водостоков

В водосточные воронки вода попадает в результате выпадения дождя или таяния снега на кровле здания. Наиболее обильными атмосферными осадками являются дожди; поэтому внутренние водостоки должны обеспечить отвод максимальных расходов дождевых вод, которые можно ожидать в данной местности.

Расчетные расходы дождевых вод q , л/с, с водосборной площади определяют согласно [1] по формулам:

- для плоских кровель с уклоном до 1,5 % включительно:

$$q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}; \quad (52)$$

- для скатных кровель с уклоном свыше 1,5 %:

$$q = \frac{F \cdot q_5}{10000}; \quad (53)$$

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20}, \quad (54)$$

где F – водосборная площадь, м²;

q_{20} и q_5 – интенсивность дождя в л/с с га (для данной местности продолжительностью 20 и 5 минут при периоде расчетной интенсивности, равном 1 году [3];

n – показатель степени, зависит от географического расположения и периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя [3].

Площадь водосбора определяется как горизонтальная проекция участка кровли, с которого вода стекает к воронкам. При наличии стен, примы-

кающих к кровле и возвышающихся над ней, водосборная площадь увеличивается на 30 % от суммарной площади вертикальных проекций стен. Диаметр стояка выбирают с таким расчетом, чтобы расчетный расход дождевых вод не превышал максимально допустимых расходов согласно [1] (табл.5).

Т а б л и ц а 5

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

Тип и диаметр водосточной воронки принимается по паспортным данным.

Отводные трубы и горизонтальные участки выпусков рассчитываются так же, как и канализационные трубопроводы. При этом наполнение принимается не более 0,8; минимальные уклоны в зависимости от диаметра труб. Скорость движения воды 0,7–3 м/с.

Контрольные вопросы

1. Что называется системой внутренней канализации?
2. Какие системы внутренней канализации применяются в жилых и общественных зданиях?
3. Из каких элементов состоит система бытовой внутренней канализации?
4. Что такое приемники сточных вод?
5. Какие санитарно-технические приборы устанавливаются в жилых зданиях?
6. Как осуществляется вентиляция внутренней канализации?
7. Как устраивается канализационный выпуск?
8. Как подбирается диаметр внутренней сети канализации?
9. Что такое гидравлический затвор?
10. Где на внутренней канализационной сети устраиваются прочистки?
11. Где на внутренней канализационной сети устраиваются ревизии?
12. Как определяется расчетный расход на участках внутренней сети канализации?
13. На какое условие проверяются горизонтальные участки трубопроводов после выбора диаметра и уклона?
14. Из каких материалов изготавливают трубы для систем внутренней канализации?
15. Каковы основные элементы дворовой (внутриквартальной) канализационной сети?
16. Каким образом соединяются трубы в канализационных колодцах?
17. Что включает в себя расчет внутриквартальной канализационной сети?
18. Как определяется расчетный расход сточных вод на участках дворовой сети канализации?
19. Что такое наполнение канализационной сети?
20. Что такое скорость самоочищения канализационной сети?
21. Где устанавливается на канализационной сети контрольный колодец?
22. Когда устраиваются системы внутренних водостоков?
23. Каковы основные элементы внутренних водостоков?
24. В каких случаях принимаются открытые и закрытые выпуски?
25. Как классифицируются внутренние водостоки в зависимости от трассировки и схемы сети?
26. В чем заключается расчет внутренних водостоков?
27. Как подобрать диаметр стояка внутренних водостоков?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.01–85*. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 60 с.
2. СНиП 2.04.02–84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 128 с.
3. СНиП 2.04.03–85*. Канализация. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: ОАО «ЦПП», 2008. – 87 с.
4. СНиП 2.07.01–89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Текст]. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 56 с.
5. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* [Текст]. – М.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 60 с.
6. СП 40-107–2003. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб [Текст]. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 24 с.
7. Добромыслов, А.Я. Таблицы для гидравлических расчетов безнапорных трубопроводов из полимерных материалов [Текст] / А.Я. Добромыслов. – М.: ТОО «Изд-во ВНИИМП», 2004. – 128 с.
8. Кедров, В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий [Текст]: учебник для вузов / В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. – 2-е изд., перераб. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 480 с.
9. Калицун, В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальности «Промышленное и гражданское строительство» / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2004. – 397 с.
10. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб [Текст]: справочное пособие / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – 9-е изд., испр. – М.: ООО «ИД «БАСТЕТ», 2009. – 352 с.
11. Лукиных, А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н. Н. Павловского [Текст]: справочное пособие / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «ИД «БАСТЕТ», 2011. – 384 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|--|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 3 |
| Раздел I. СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ..... | 4 |
| Лекция 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОПРОВОДОВ. ЭЛЕМЕНТЫ..... | 4 |
| Лекция 2. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ВО ВНУТРЕННИХ И НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДАХ. ЗОННЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ..... | 8 |
| Лекция 3. ВВОДЫ ВОДОПРОВОДА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛАНИРОВКЕ КВАРТАЛОВ В СУХИХ И ВЛАЖНЫХ ГРУНТАХ | 14 |
| Лекция 4. СЧЕТЧИКИ ВОДЫ. ВОДОМЕРНЫЕ УЗЛЫ | 19 |
| Лекция 5. ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ. ТРУБЫ И АРМАТУРА..... | 24 |
| Лекция 6. УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ..... | 33 |
| Лекция 7. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ | 41 |
| Лекция 8. РАСЧЕТ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ..... | 48 |
| Лекция 9. СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ..... | 53 |
| Лекция 10. УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ..... | 56 |
| Лекция 11. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ К ТЕПЛОВОЙ СЕТИ | 62 |
| Лекция 12. СЕТИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ. СХЕМЫ СЕТЕЙ | 64 |
| Лекция 13. РАСЧЕТ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ..... | 68 |
| Контрольные вопросы | 72 |

| | |
|---|-----|
| Раздел II. СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ..... | 74 |
| Лекция 14. ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ. ЭЛЕМЕНТЫ | 74 |
| Лекция 15. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ..... | 77 |
| Лекция 16. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ..... | 86 |
| Лекция 17. ВНУТРИКВАРТАЛЬНАЯ (ДВОРОВАЯ) КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ. УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ | 90 |
| Лекция 18. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ | 97 |
| Контрольные вопросы..... | 103 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 104 |

Учебное издание

Малютина Татьяна Викторовна
Грунюшкина Людмила Андреевна
Титов Евгений Александрович
Черкасов Вячеслав Дмитриевич

**САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ.
КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

Учебное пособие

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова



Подписано в печать 27.06.13. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 12,79. Уч.-изд. л. 13,75. Тираж 80 экз.
Заказ № 333.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.