

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра гидротехнических сооружений и водоснабжения

*Н. В. Васильева, А. А. Боровиков*

# **ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ**

*Методические указания  
по выполнению практических работ  
для студентов, обучающихся по специальности  
общего высшего образования  
7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений*

Горки  
БГСХА  
2025

УДК 628. 3.06(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
Мелиоративного факультета  
Протокол № 1 от 22 сентября 2025 г.*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Н. В. Васильева*  
кандидат технических наук, доцент *А.А. Боровиков*

Рецензенты:

Доцент, кандидат архитектуры *Р. А. Другомилов*

**Водоснабжение и водоотведение:** методические указания по выполнению практических работ / Н. В. Васильева, А.А. Боровиков. – Горки: БГСХА, 2025. – 58 с.

Изложены теоретические основы изучаемых процессов по перекачке и очистке воды. Приведены необходимые таблицы для решения задач и основные математические зависимости для выполнения расчетов в контрольной работе.

Для студентов, обучающихся по специальности 7-07 0732 01 Строительство зданий и сооружений.

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2025

## Занятие № 1 Система внутреннего водоснабжения холодной воды и ее элементы

Системой внутреннего водоснабжения здания или отдельного объекта называют совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружного водопровода и подачу ее под напором к водоразборным устройствам, расположенных внутри здания в необходимом количестве и соответствующего качества.

Системы внутреннего водоснабжения предназначены для бесперебойной подачи воды из наружной водопроводной сети и распределения её между потребителями внутри здания.

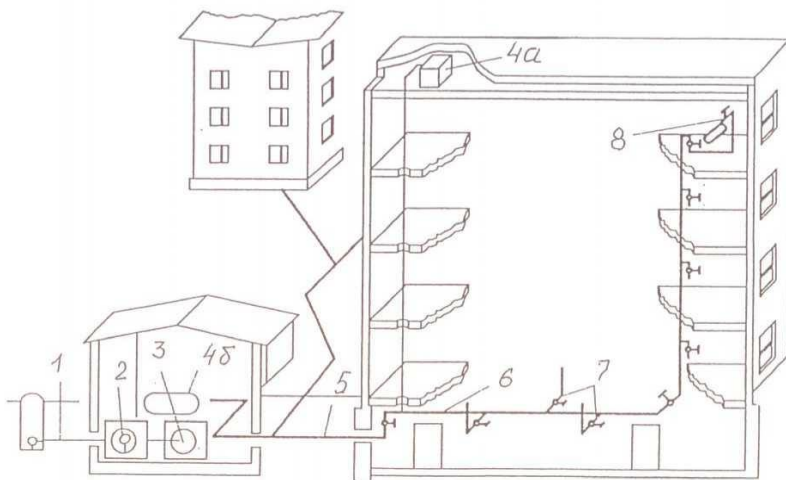


Рис. 1.1. Элементы внутреннего (холодного) водоснабжения

- 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – установка для повышения давления;
- 4 – запасные и регулирующие ёмкости (4а – водонапорный бак;
- 4б – гидропневматический бак); 5 – квартальная сеть; 6 – внутренняя сеть;
- 7 – трубопроводная арматура; 8 – водоразборная арматура

Потребителями являются: человек, установка, объект и т.д. (житель, посетитель бассейна, технологическое оборудование в промышленном здании, столовая и т.д.), которые используют воду.

Система холодного водоснабжения, называемая внутренним

водопроводом, состоит из: вводов в здание, водомерного узла, разводящей сети, стояков, подводок к санитарно-техническим приборам, водоразборной, смесительной, запорной и регулирующей арматуры. Кроме перечисленных элементов внутренний водопровод может включать насосные установки, водонапорные и гидропневматические баки.

**Вводом** называют трубопровод, соединяющий наружную водопроводную сеть с водомерным узлом, установленным в здании или специальном помещении (центральном тепловом пункте, бойлерной, насосной и т.д.). Количество вводов принимают на основании [1] п.9.1. Прокладку ввода предусматривают с уклоном 0,005 к наружной водопроводной сети, а глубину заложения ввода определяют, исходя, из глубины заложения наружной водопроводной сети и глубины промерзания грунта. Ввод в здание проектируют: из чугунных труб при их диаметре 50мм и более, а при диаметре труб до 50мм выполняют из стальных труб. В местах присоединения вводов к наружным сетям устраивают колодцы, в которых располагают запорную арматуру.

Для нормальной работы внутреннего водопровода на вводе в здание должен быть создан требуемый напор, который обеспечивает подачу нормативного расхода к наиболее высокорасположенному (диктующему) водоразборному устройству и покрывает потери напора на преодоление сопротивлений по пути движения воды.

Ввод обеспечивает подачу воды в систему водоснабжения здания при минимальных затратах на монтаж и эксплуатацию и состоит из устройства для присоединения к наружной сети и трубопровода (рис. 1.2. а). Труба ввода присоединяется к наружной сети в колодце к имеющейся или вновь устанавливаемой фасонной части (тройник, крестовина).

При диаметре ввода менее  $1/3$  диаметра трубы наружной сети присоединение может осуществляться с помощью муфт-седелок (17) (рис.1.2. б), которые закрепляются хомутом (18) или привариваются на трубе, после чего устанавливается пробочный кран 16 или задвижка. Затем в стенке трубы сверлится отверстие (через открытый кран). После извлечения инструмента поток воды перекрывается краном (16).

Для предохранения трубопроводов от повреждения при осадке здания, между трубой и фундаментом здания должен быть зазор не менее 0,2 м. В этот зазор устанавливается сальник (рис.1.2. в), который предотвращает попадание грунта и грунтовых вод в подвальные помещения здания.

Пересечение ввода со стенами подвала выполняют: в сухих грунтах — с зазором 0,2 м между трубопроводами и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене и водонепроницаемым и газонепроницаемым эластичным материалом; в мокрых грунтах — с применением сальников.

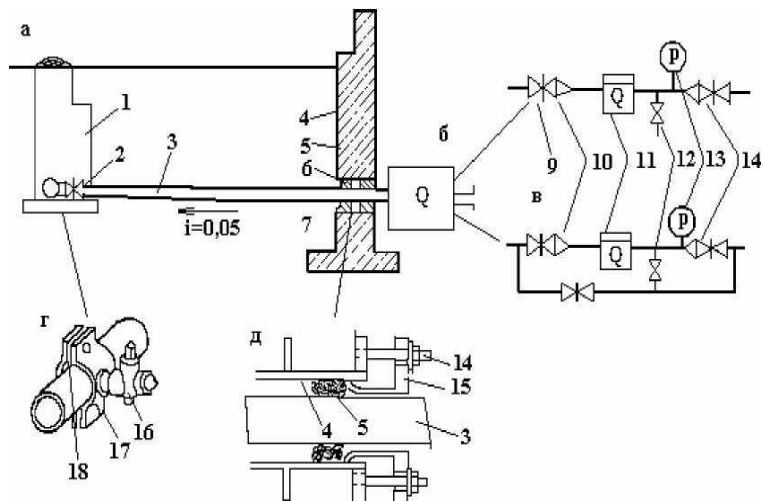


Рис 1.2. Ввод и водомерный узел:

- а – общая схема присоединения водомерного узла к наружной сети;
- б – присоединения трубы ввода к наружной сети при помощи муфты-седелки;
- в – прокладка трубопровода через фундамент здания 1 – колодец наружной сети;
- 2 – устройство для присоединения к сети; 3 – труба ввода; 4 – фундамент;
- 5 – сальниковая набивка; 6 – мягая глина; 7 – цементная стяжка; 8 – водомерный узел;
- 9 – задвижки; 10 – переход; 11 – водосчетчик; 12 – контрольно-спускной кран;
- 13 – манометр; 14 – стяжной болт; 15 – нажимной фланец; 16 – пробочный кран;
- 17 – седелка; 18 – хомут

Расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м при диаметре более 200 мм. При тех же условиях, но при расположении водопроводных линий ниже канализационных это расстояние следует увеличивать на разность глубины заложения трубопроводов. Расстояние в свету между вводами и другими водопроводами при пересечении их между собой должно быть не менее 0,15 м.

Вводы хозяйственно-питьевого водопровода, как правило, укладывают выше канализационных линий и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и пахучие жидкости; при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м. При необходимости укладки вводов ниже водоотводящих трубопроводов применяют вводы, заключенные в футляр.

К наружной сети вводы присоединяют под прямым углом (рис. 1.3.а).

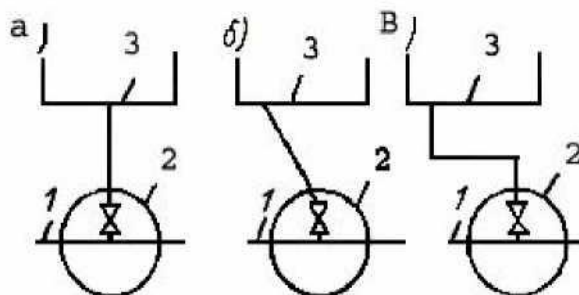


Рис. 1.3.а.б.в. Типы вводов:

а – перпендикулярный; б – косой; в – с поворотом;

1 – водопроводная магистраль; 2 – водопроводный колодец; 3 – здание

Если такое применение невозможно, то применяют следующие типы устройства вводов:

а) по диагонали (рис. 1.3.б), когда линия стены пересекается под углом не менее  $45^\circ$  и ввод не пересекает каких-либо туннелей;

б) с двумя поворотами (рис. 1.3.в), когда при присоединении по диагонали образуется угол менее  $45^\circ$  или имеются какие-либо препятствия для косого направления ввода.

В случае недопустимости перерыва в подаче воды, или этот перерыв обоснован экономически, тогда применяют два ввода.

**Водомерный узел** служит для измерения количества воды, поданной в здание и состоит из устройства для измерения количества расходуемой воды, запорной арматуры, контрольно-впускного крана, соединительных фасонных частей и патрубков из водогазопроводных стальных труб. Водомерные узлы могут быть простые и с обводной линией. Наличие обводной линии определяют на основании [1] п.11.7.

Магистральная сеть устраивается обычно открыто под потолком подвала с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода с креплением их на кронштейнах, подвесках, крючках. Стойки и подводки прокладываются двумя способами: открытая прокладка – по колоннам, стенам и скрытая прокладка – в бороздах и каналах.

**Водопроводная сеть** распределяет воду между потребителями.

При снабжении водой группы зданий, питающихся от одного ввода, водопроводные сети системы внутреннего водоснабжения разделяются на **внутренние и квартальные** (внутриплощадочные) сети. Внутренние сети распределяют воду каждому потребителю, расположенному внутри одного здания. Квартальные сети подают воду от водомерного узла к внутренним сетям отдельных зданий.

Водопроводные сети здания распределяя воду между потребителями, должны быть минимальной длины и подавать воду к основным потребителям кратчайшим путем.

Водопроводные сети могут быть самыми разнообразными по конфигурации в зависимости от назначения здания, мест расположения санитарно-технических приборов, конструктивных и архитектурных особенностей здания и т.д. В зависимости от расположения и формы элементов водопроводной сети различают следующие схемы сети:

– водопроводная **сеть с нижней разводкой** (рис.2.1) - магистраль расположена внизу или под полом первого этажа, в подвале, техническом подполье и т.д. Эта схема нашла широкое применение в жилых, общественных и промышленных зданиях.

– водопроводная **сеть с верхней разводкой** представляет собой магистраль, проложенную сверху по чердаку, под потолком верхнего этажа и т.д. Она применяется в банях, прачечных, производственных зданиях.

По типу сетей внутренние водопроводы разделяют на два вида: **тупиковые и кольцевые**.

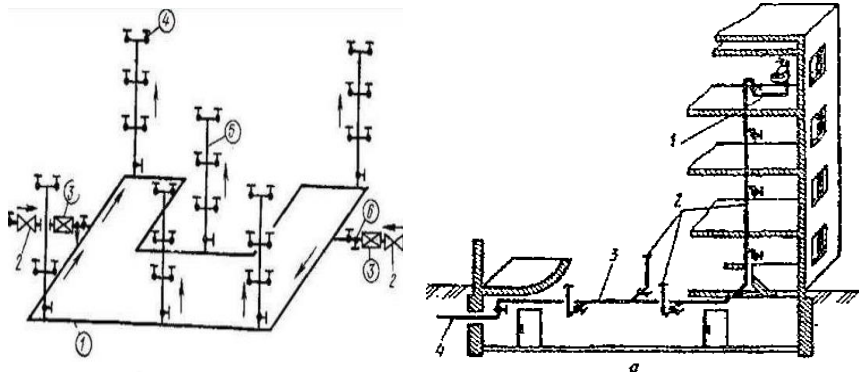


Рис. 1.4.а и б. Схемы внутренних водопроводных сетей с нижней разводкой:  
 а) тупиковая; 1 – подводка; 2 – стояки; 3 – магистральный трубопровод; 4 – ввод;  
 б) кольцевая; 1 – магистральный трубопровод; 2 – обратный клапан;  
 3 – водомерный узел; 4 – подводка; 5 – стояк; 6 – ввод.

**Тупиковые** сети (рис. 1.4. а) применяются в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве только одного ввода. В производственных водопроводах в случае, когда допускается, перерыв в подаче воды на производственные нужды при числе внутренних пожарных кранов до 12, если эти сети одновременно являются и противопожарными, и отдельных случаях при большем числе пожарных кранов, если внутренний водопровод питается водой от тупиковой наружной сети.

**Кольцевые** сети (рис.1.4 б) проектируют при необходимости бесперебойного обеспечения потребителей водой.

Пересечение ввода со стенами подвала должно выполняться: в сухих грунтах – с зазором 0,2 м между трубопроводами и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене и водонепроницаемым и газонепроницаемым эластичным материалом; в мокрых грунтах – с применением сальников. Прокладку разводящих сетей внутреннего водопровода в жилых и общественных зданиях предусматривают в подпольях, подвалах и технических этажах, если это невозможно, то на первом этаже – в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения или под полом с устройством съемного фриза, а также по конструкциям зданий, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов. Проектировать прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода

следует открытой по стенам душевых, кухонь и других помещений. Скрытую прокладку трубопроводов следует предусматривать для помещений, к отделке которых предъявляются повышенные требования (рис. 1.5. а. б).

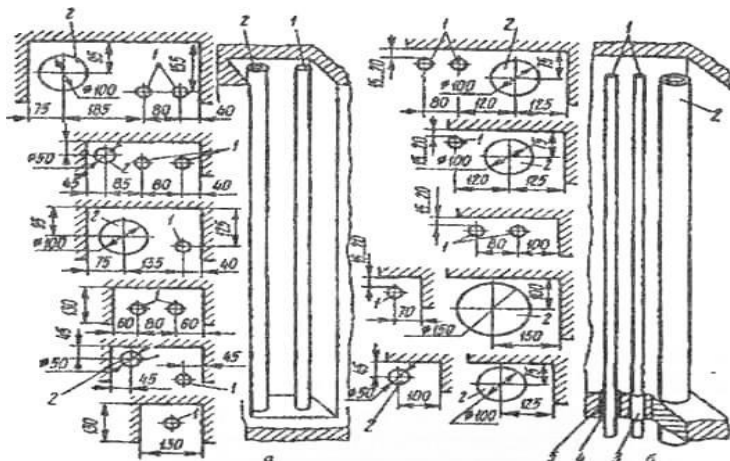


Рис. 1.5. а и б. – Монтажное положение стояков:  
 при скрытой (а) и открытой (б) прокладках:  
 1 – водопроводный стояк; 2 – канализационный стояк;  
 3 – гильза; 4 – битум; 5 – смоляная прядь.

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

Прокладку внутреннего водопровода круглогодичного действия следует предусматривать для помещений с температурой воздуха зимой выше 2°С.

При прокладке трубопроводов в помещениях с температурой воздуха ниже 2°С должны предусматривать мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания. При возможности кратковременного понижения температуры в помещении до 0°С и ниже, а также при прокладке труб в зоне влияния наружного холодного воздуха (вблизи наружных входных дверей и ворот) должна предусматриваться тепловая изоляция труб.

Основным элементом водопроводной сети являются трубы. Они должны пропускать заданный расход воды, выдерживать максимальное

рабочее давление, иметь значительный срок службы до капитального ремонта (10–15 лет), минимальное гидравлическое сопротивление, незначительную массу и стоимость, не влиять на качество воды. Кроме того, монтаж труб должен требовать минимума времени и трудозатрат. Таким образом, материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала, к качеству воды, её температуре и давлению с учетом экономии материалов.

Для внутренних трубопроводов холодной воды применяют пластмассовые трубы и фасонные изделия из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена, металлополимерные, медные, бронзовые и латунные трубы, фасонные изделия, а также стальные с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии.

Трубы и фасонные изделия должны выдерживать давление воды:

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

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

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

Установки для повышения давления увеличивают давление во внутренней сети, когда гарантийное давление (наименьшее давление в городской сети в точке присоединения ввода) недостаточно для подачи воды всем потребителям системы водоснабжения.

Запасные и регулирующие ёмкости создают запас воды в системе, необходимый для бесперебойного снабжения потребителей, при аварии или в случае несоответствия режима подачи воды наружной сетью режиму водопотребления в здании. Ёмкости выполняют в виде водонапорных баков, устанавливаемых в самой высокой точке здания, или гидропневматических баков, располагаемых в нижней части здания на уровне земли или ниже его.

**Водоразборная арматура** регулирует подачу воды потребителям.

Количество элементов в каждой конкретной системе, а также их взаимное расположение (схема внутреннего водопровода) определяются требованиями к бесперебойности подачи воды,

соотношением давления в наружной сети и давления, требуемого для надежной работы внутреннего водопровода здания.

## **Занятие № 2. Трубопроводная и водоразборная арматура**

Для хозяйственно-питьевых и хозяйственно-противопожарных водопроводов устанавливают арматуру на давление 0,6 МПа, а для отдельных противопожарных водопроводов – на давление 0,9 МПа.

Трубопроводную арматуру по назначению разделяют на пять больших классов (рис. 2.1):

- Запорная арматура, применяемая для периодического или разового включения или отключения части трубопровода или объекта.

- Регулирующая арматура, предназначенная для регулирования тех или иных параметров среды: давления, расхода, температуры и пр.

- Предохранительная и защитная арматура, используемые для ограничения параметров среды и предотвращения аварийных условий: чрезмерного повышения давления, возникновения обратного потока и др.

- Контрольная арматура, с помощью которой осуществляется контроль наличия или уровня среды.

- Фазоразделительная арматура, предназначенная для отвода конденсата (конденсатоотводчики), выпуска воздуха (вантузы) и других целей.

По размерам диаметра условного прохода выделяют следующие пять

групп арматуры:

- группа сверхмалых размеров до 5,0 мм включительно;
- группа малых размеров - от 6 до 40 мм включительно применяется в разветвленной сети водопроводов,
- группа средних диаметров прохода - от 50 до 300 мм применяется для разводящих линий трубопроводов.



Рис.2.1. Классификация трубопроводной арматуры по назначению

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

Трубопроводную арматуру устанавливают на внутреннем водопроводе так, чтобы обеспечить отключение участков системы для ремонта, осмотра и поддержания заданных давлений и расходов в системе

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

Трубопроводную, водоразборную и смесительную арматуру для систем хозяйственно-питьевого водопровода следует устанавливать на рабочее давление 0,6 МПа.

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

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

Конструкция запорной арматуры должна обеспечить плавное закрывание и открывание потока воды. К ним относятся: пробковые и шаровые краны, запорные (проходные) вентили, задвижки, затворы (рис. 3.2). Задвижки устанавливаются на трубах диаметром 50 мм и более. Запорная арматура предназначена для отключения отдельных участков водопроводной сети. Поплавковые клапаны, как и смывные краны, являясь водоразборными устройствами, могут быть отнесены к самозапирающейся запорной арматуре. На трубопроводах диаметром более 50 мм в качестве запорной арматуры устанавливают задвижки, а на трубопроводах меньших диаметров - вентили или шаровые краны.

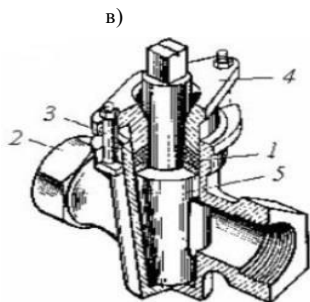
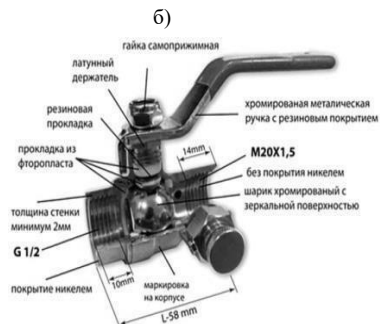
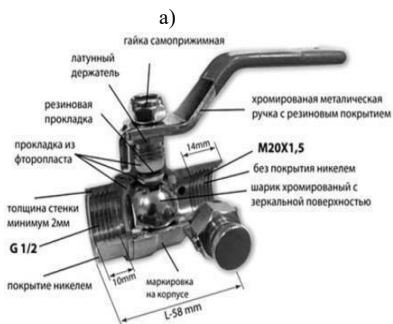
При проектировании внутреннего водопровода следует предусматривать мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией арматуры и трубопроводов. Трубы для различных систем водопроводов, фасонные и соединительные части трубопроводов должны приниматься в соответствии со стандартом. [1,2]

Установку запорной арматуры на внутренних водопроводных сетях необходимо предусматривать: на каждом вводе; на кольцевой разводящей сети для обеспечения возможности выключения на ремонт её отдельных участков; у основания стояков хозяйственно-питьевой или производственной сети в зданиях высотой три этажа и более; на ответвлениях, питающих пять водоразборных точек и более; на ответвлениях от магистральных линий водопровода; на ответвлениях в каждую квартиру, на подводках к смывным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам, на ответвлениях к групповым душам и умывальникам; перед наружными поливочными кранами. Высота расположения водоразборной арматуры приведена в таблице 3.1

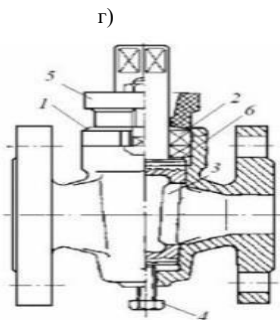
Таблица 2.1. Высота расположения водоразборной арматуры

Водоразборная арматура	Высота от пола до оси крана, м	Допускаемое отклонение, мм
Водоразборные краны над умывальником	на 0,2 выше борта прибора	15
Смеситель в душевых	на 1,0	30
Душевые сетки	на 2,15 – 2,25	30
Пожарный кран	на 1,35	–

При выборе типа запорной арматуры руководствуются следующими указаниями: как правило, применяют муфтовые вентили или шаровые краны; при необходимости установки крупной запорной арматуры используют фланцевые задвижки или затворы. Для уплотнений используют резину, фибру, кожу и бронзу. На трубопроводах диаметром менее 50 мм при одностороннем движении воды применяют вентили, в остальных случаях – задвижки.



1 – корпус; 2 – сальник; 3 – пробка;  
4 – болт; 5 – нажимная втулка.



1 – сальниковая набивка;  
2 – корпус; 3 – болт; 4 – крышка сальника; 5 – пробка;  
6 – опорное кольцо

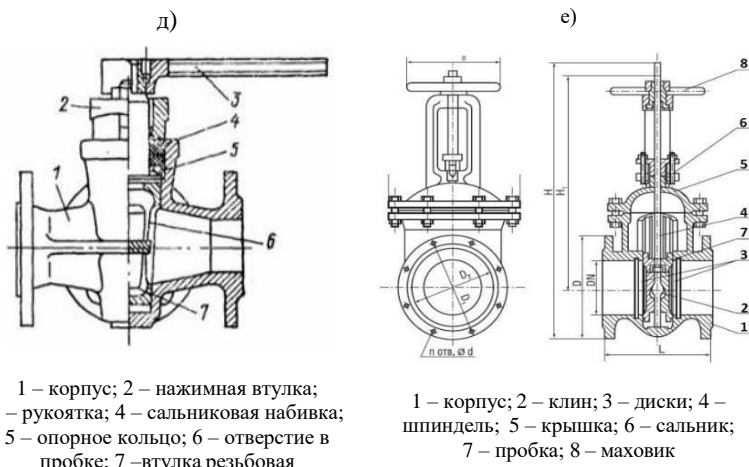


Рис. 2.2. Запорная арматура: а – кран шаровой; б – вентиль проходной прямой;  
в – кран пробковый; г – чугунный проходной сальниковый фланцевый кран;  
д – кран трехходовой фланцевый; е – задвижка ручная клиновья.

**Регулировочная арматура** предназначена для регулирования расхода и для поддержания определенного напора в сети. К регулировочной арматуре относятся регуляторы давления (рис. 2.3.), регулировочные вентили и т. п. Регуляторы давления (напора) понижают давление и поддерживают его "после себя", поэтому их устанавливают на вводах в здания, в квартиры, на этажах многоэтажных зданий.

Для обеспечения заданного давления в системе водоснабжения здания необходимо предусматривать **установку регуляторов давления** на вводе водопровода в здание, если давление в наружной сети превышает 45 м. Установку регуляторов давления следует предусматривать после отключающей задвижки водомерного узла. Для контроля за работой регулятора давления до и после него должны быть установлены манометры.

**Регуляторы давления** позволяют поддерживать во внутренних сетях относительно постоянный напор независимо от колебания напора в наружной сети; их устанавливают на вводах в здание, в квартиры, на этажах многоэтажных зданий.

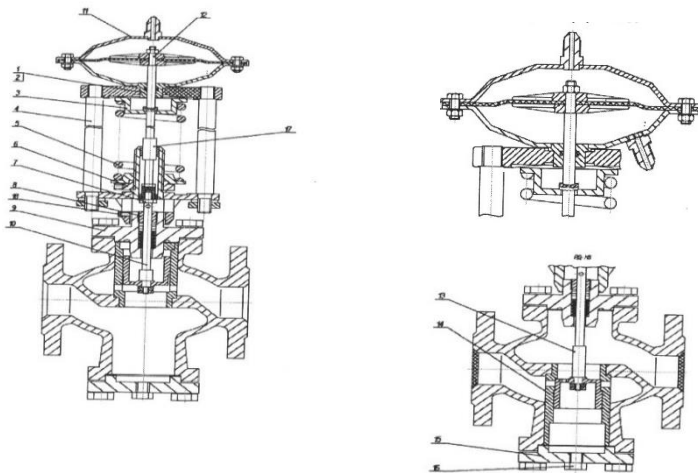


Рис.2.3. Регуляторы давления

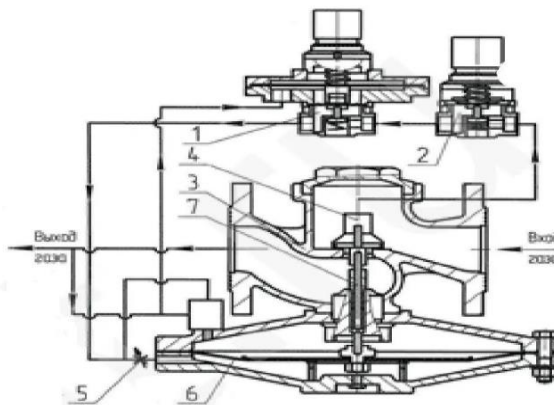
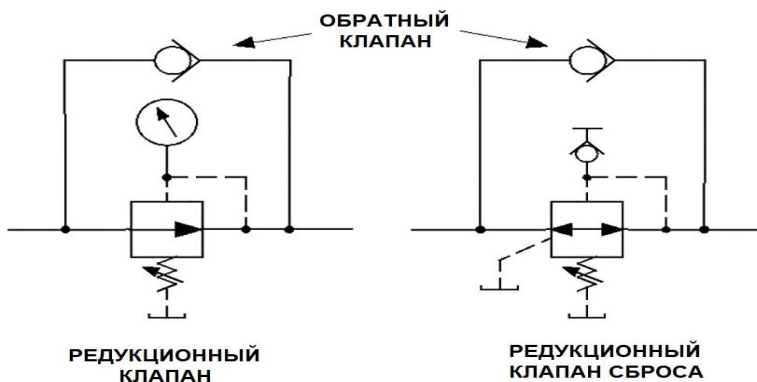


Рис. 2.4. Регулятор давления РДБК – 1

- 1 – регулятор управления низкого давления (пилот);
- 2 – регулятор давления прямого действия (стабилизатор);
- 3 – клапан регулирования; 5 – дроссель регулирующий;
- 6 – мембрана рабочая; 7 – шток



### Классификация обратных клапанов



Рис.2.5. Предохранительные клапаны

**Редукционные клапаны** предназначены для понижения давления на отдельных участках сети.

**Предохранительные клапаны** устанавливаются, чтобы избежать превышения давления в сети выше допустимого. Предохранительные клапаны представляют собой специальное изделие, используемое для защиты трубопроводной системы, оборудования и ее элементов от механического разрушения из-за воздействия чрезмерного давления рабочей среды. Предохранительные клапаны имеют различную

конструкцию и применяются в системах трубопроводов, транспортирующих: холодную и горячую воду.

Предохранительные клапаны по принципу работы разделяют на:

- пружинные;
- рычажно-грузовые;
- магнито-пружинные.

К этому списку иногда добавляют перепускные клапаны, которые поддерживают требуемое давление за счет постоянного отвода рабочей среды. Особенностью работы предохранительных устройств является однократное либо повторяющееся, но не непрерывное, удаление среды.

**Обратные клапаны** обеспечивают движение воды в трубопроводе только в одном направлении.

**Предохранительная арматура** защищает систему от повреждения при случайном превышении параметров транспортируемой среды над предельно допустимыми. Особенностью работы предохранительных устройств является однократное либо повторяющееся, но не непрерывное, удаление среды.



Рис.2.6. Предохранительные клапаны.

**Смесительная арматура** обеспечивает смешение потоков воды.

При проектировании внутреннего водопровода следует предусматривать мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией арматуры и трубопроводов. Трубы для различных систем водопроводов, фасонные и соединительные части трубопроводов

должны приниматься в соответствии со стандартом. [1,2]

На внутреннем водопроводе предусматривают также установку **поливочных кранов**, которые размещают как внутри помещений, так и вне их (рис. 2.7).

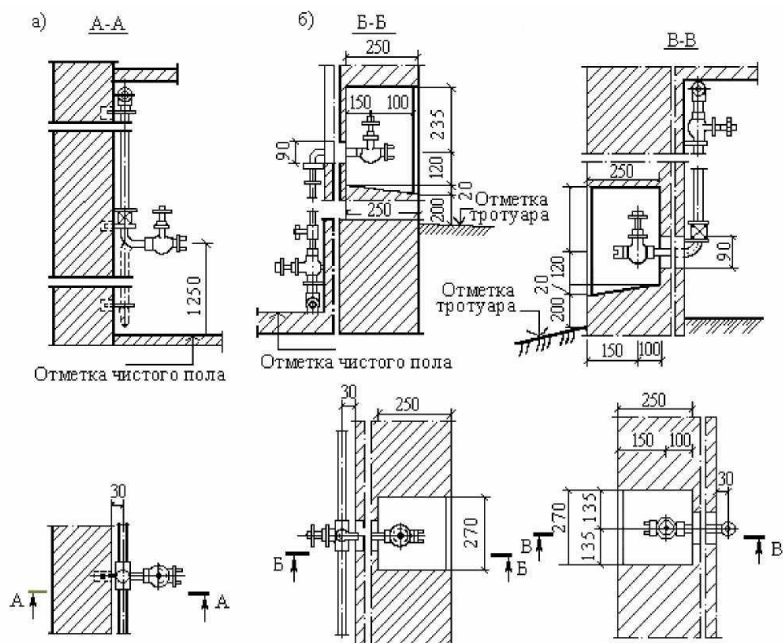


Рис. 2.7. Установка внутренних (а) и наружных (б) поливочных кранов

Наружные краны диаметром 25 мм устанавливают, как правило, в нишах стен здания по одному на каждые 60-70 м периметра здания.

При проектировании внутреннего водопровода следует предусматривать мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией арматуры и трубопроводов. Трубы для различных систем водопроводов, фасонные и соединительные части трубопроводов должны приниматься в соответствии со стандартом. [1,2].

### Занятие № 3 Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода холодной воды.

После выбора основной схемы водопроводной сети здания строят аксонометрическую схему трубопроводов со всеми данными для монтажа.

Аксонометрическая схема (рис. 4.3) является основным рабочим чертежом для выполнения гидравлического расчёта и монтажа водопроводной сети. Схема включает в себя ввод, водомерный узел, магистрали, стояки, подводки, водоразборные приборы и водопроводную арматуру (задвижки, вентили, краны, переходные муфты). Кроме того, на схеме должен быть показан поливочный трубопровод с необходимой арматурой на нём.

Схему внутреннего водопровода строят в косоугольной (фронтальной) изометрии на основе исходных данных и проектных решений, отражённых на планах этажа и подвала здания, с соблюдением графических обозначений трубопроводов, арматуры и санитарно-технических устройств [11]. На схеме в масштабе откладываются строительные размеры.

При построении аксонометрической схемы водопровода необходимо учитывать следующее:

1. подводки от стояков к водоразборным приборам следует располагать на высоте 0,30 м от пола этажа;

2. высоту установки водоразборных приборов от пола этажа следует назначать согласно техническим условиям [6];

3. планировка этажей однотипная, подводки и водоразборные приборы на всех этажах также одинаковы. В связи с этим показывают подводку только на одном (верхнем) этаже, а на остальных следует изобразить лишь ответвления от стояков до вентилей на подводках;

4. минимальные диаметры подводок назначают согласно приложению [6], а окончательные определяют гидравлическим расчётом на высоте 1 м от пола подвала;

5. подъём водопровода с отметки наружной части ввода до отметки магистрали сети должен осуществляться сразу же за стеной здания, при этом на схеме показывают отметки ввода (снаружи стены здания) и магистрали (сразу после водомерного узла);

6. кроме арматуры, указанной на плане подвала, на схеме показывают также вентили в начале каждого стояка (в подвале), на подводках в квартиры, а также к смывным бачкам;

7. все стояки на схеме (см. рис. 2.3) маркируют, как на планах этажа, так и подвала. Кроме этого, указывают отметки поверхности земли, пола этажей и подвала, осей труб ввода и магистрали, диктующего водозаборного прибора и поливочных кранов.

8. выбрав на схеме расчётное направление (для гидравлического расчёта сети), его разбивают его на расчётные участки, начиная от диктующего прибора (наиболее высоко расположенного и наиболее удалённого от начала ввода). Начало и конец каждого участка нумеруют арабскими цифрами и на расчетном направлении указывают длины, диаметры и уклоны расчетных участков, определенные гидравлическим расчетом. На схеме указывают также отметки пола, ввода, осей насосов, магистралей, подводок к приборам.

Установку запорной арматуры (проходных клапанов (вентилей), шаровых кранов, задвижек, дисковых затворов) в следующих местах:

- на каждом вводе;
- на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек;
- на ответвлениях от магистральных линий водопровода;
- на ответвлениях в каждую квартиру, на подводках к смывным бочкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам, на ответвлениях к групповым душам и умывальникам;
- перед наружными поливочными кранами;

При нижней разводке на плане подвального помещения наносят трассировку магистральной части внутренней водопроводной сети от ввода до мест подъёма водопроводных стояков и поливочных кранов. Стояки предназначены для подачи воды на этажи здания. Их располагают в местах максимального скопления водоразборных точек за приборами, величина стоков у которых максимальная.

Производится нумерация стояков с указанием (после расчета водопроводной сети) диаметров, уклоны и длины трубопроводов на всех участках, а также марку (калибр) водосчётчика (рис. 3.3.).

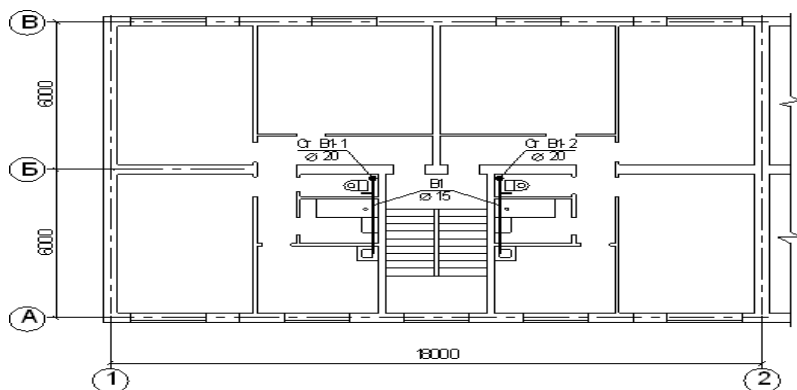


Рис. 3.1. План типового этажа с указанием сетей В1

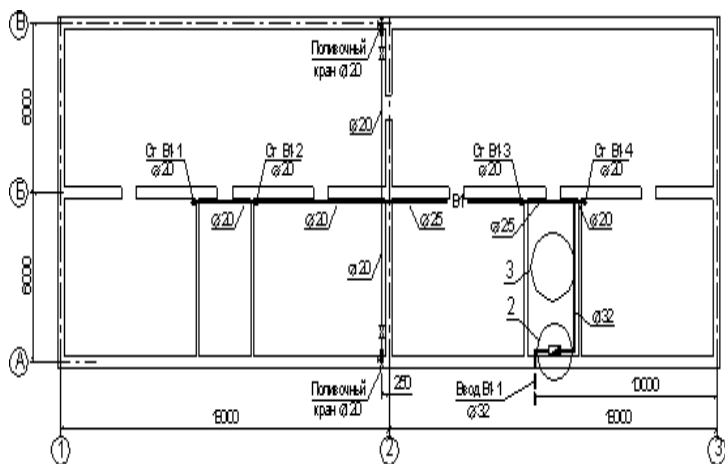


Рис.3.2. План подвала

Определив количество стояков и места их размещения, составляется расчетная аксонометрическая схема внутренней водопроводной сети. Согласно трассировки ВВ разбивается на отдельные участки вдоль расчетного направления, начиная от диктующей (расчетной) точки (прибора) – обычно наиболее удаленного и высоко расположенного

водоразборного прибора – до места присоединения ввода к наружной водопроводной сети. Участком сети называется расстояние трубопровода между двумя узлами. Узлами являются места разветвления трубопроводов, их начало и концы.

На аксонометрической схеме водопроводной сети (рис. 5) четко изображают все трубопроводы, а с помощью условных обозначений – приборы, запорную, водоразборную, регулируемую арматуру и т.д., обозначаются отметки пола подвала, первого и верхнего этажей, отметки ввода и поверхности земли в месте ввода в здание.

В тех случаях, когда близко расположенные стояки на чертеже накладываются друг на друга, следует один из них отнести на свободное место, как бы отсекая стояк у пола первого этажа; точки отсечения соединяются пунктирной линией. Если размещение санитарных приборов и их количество, питаемых стояком, на всех этажах одинаково, можно ограничиться начертанием всех разводящих трубопроводов к санитарным узлам, лишь на верхнем этаже расчетного стояка, а на остальных этажах на схеме показать только места и направления ответвлений трубопроводов от стояка.

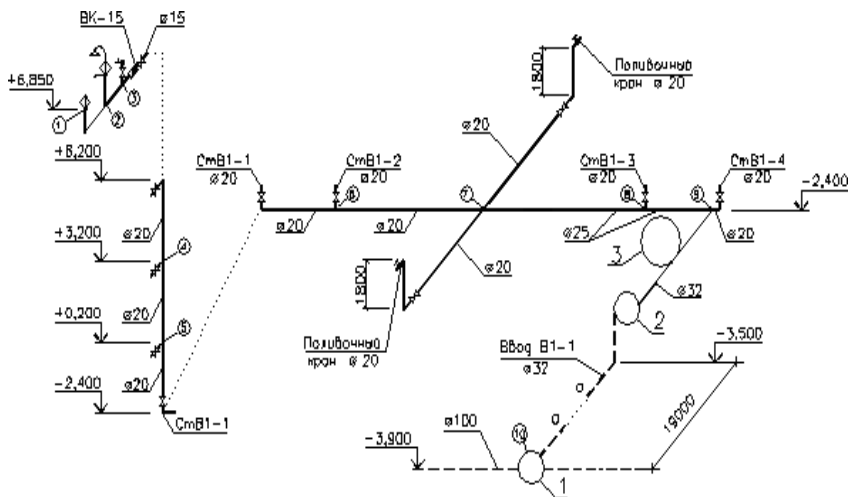


Рис.3.3. – Аксонометрическая схема системы В1

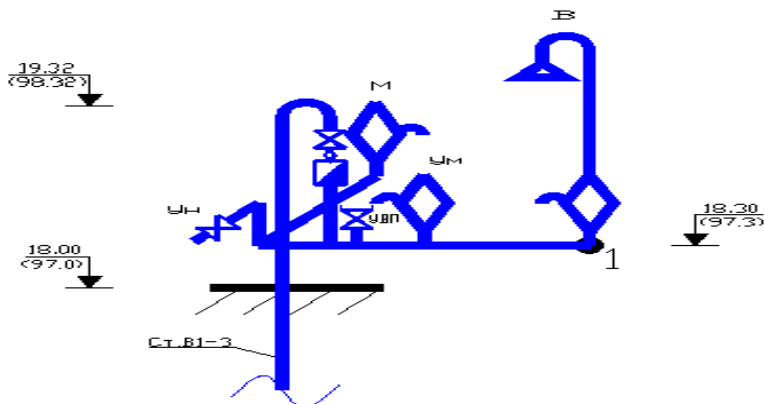


Рис. 3.4 Узел 1 водопроводного стояка

Ун – унитаз; М – смеситель для мойки; Ум – смеситель для умывальника;  
В – смеситель с душевой сеткой; УВП – устройство внутреннего пожаротушения

На нерасчетных стояках разводящие трубопроводы к санитарным приборам вычерчиваются на любом из этажей, где они не накладываются на другие линии чертежа.

Аксонметрическая схема должна включать все элементы от расчетного прибора до наружного водопроводного колодца, водомерный узел, ввод в здание, повысительные насосы.

#### Занятие № 4. Водомерные узлы на вводе в здание.

Водомерный узел располагается и эксплуатируется на вводе у наружных стен здания в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ .

В зависимости от назначения зданий, бесперебойности в подаче воды и степени благоустройства водомерные узлы бывают: простые и с обводной линией. В состав водомерных узлов входят: запорная арматура (краны, вентили, задвижки); контрольно-спускные краны, предназначенные для отбора проб при контроле качества воды; измерительные приборы (датчики давления и температуры); фильтры; фасонные изделия и арматура (отводы, тройники, переходы, втулки под фланец).

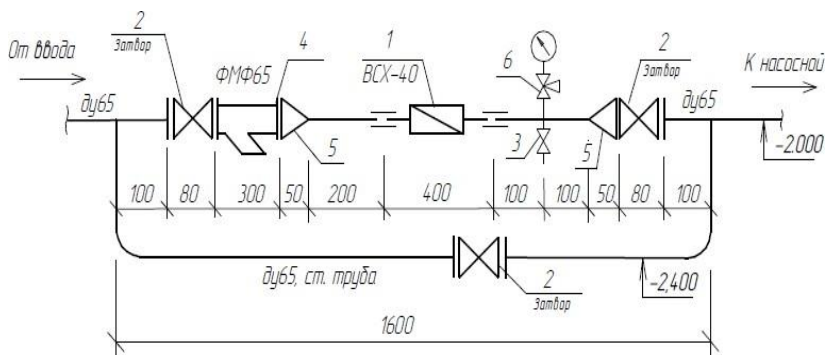


Рис.4.1 Водомерный узел холодной воды со счетчиком  $D_s=40$

#### Спецификация Водомерный узел

Позиции	Наименование	единицы измерения	Количество	Примечание
1	Водомер ВСХНд D= 40мм с импульсным входом	шт	1	
2	Затвор дисковый фланцевый $D_f=65$ мм	шт	3	
3	Кран шаровый муфтовый $D_f=65$ мм	шт	1	
4	Фильтр фланцевый $D_f=65$ мм	шт	1	

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

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

Подбор счетчиков (крыльчатых и турбинных) для измерения количества воды, устанавливаемых на вводах внутренних водопроводных сетей, следует производить так, чтобы средний часовой расход, допускаемый при длительной эксплуатации счетчика, не превышал 4% максимального суточного водопотребления.

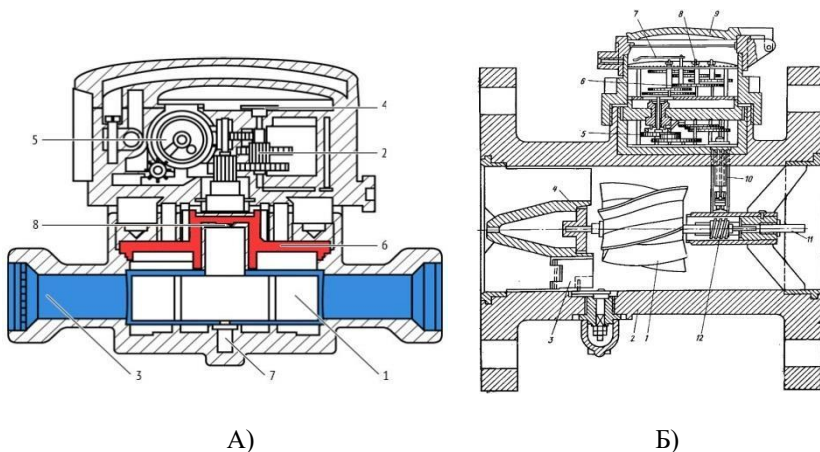


Рис.4.2 Скоростные водомеры: а)крыльчатый: 1 – крыльчатка; 2 – механизм счетчика; 3 – вода; 4 – механический редуктор; 5 – индикатор; 6 – герметичная перегородка; 7,8 – сердечник.  
 б) турбинный: 1 – турбина; 2 – корпус; 3 – лопасть; 4 – струевыпрямитель; 5 – редуктор; 6 – счетчик; 7,8 – стрелки; 9 – стекло; 10 – ось; 11 – подшипник; 12 – червячный винт.

Счетчики надлежит устанавливать на ответвлениях водопровода и получающих воду от общего ввода при расходе более  $0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ . При меньших расходах счетчики допускается не устанавливать.

Схема включения водомера в водопроводную сеть изображают в графической части жилого дома с разводящей водопроводной сетью (рис. 5.3.а и б).

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

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

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

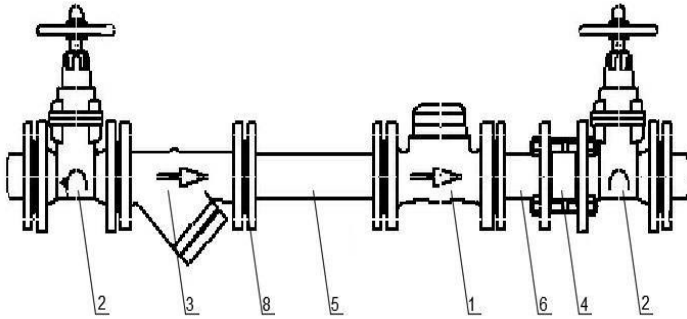


Рис.4.3. а Простой водомерный узел: 1 – счетчик воды; 2 – задвижка; 3 – фильтр магнитный; 4 – обратный клапан; 5,6 – патрубок; 7 – фланец; 8 – прокладка.

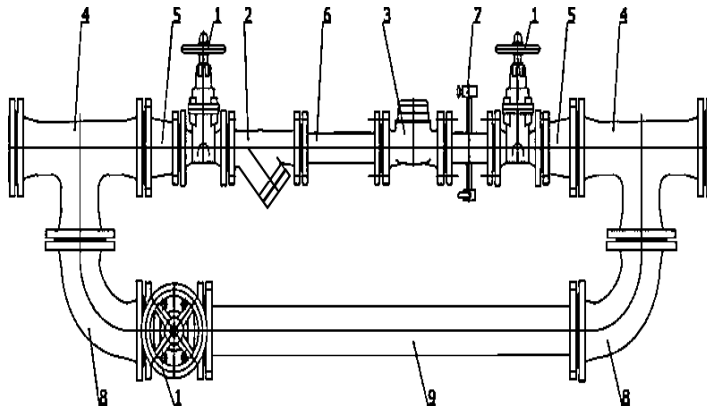
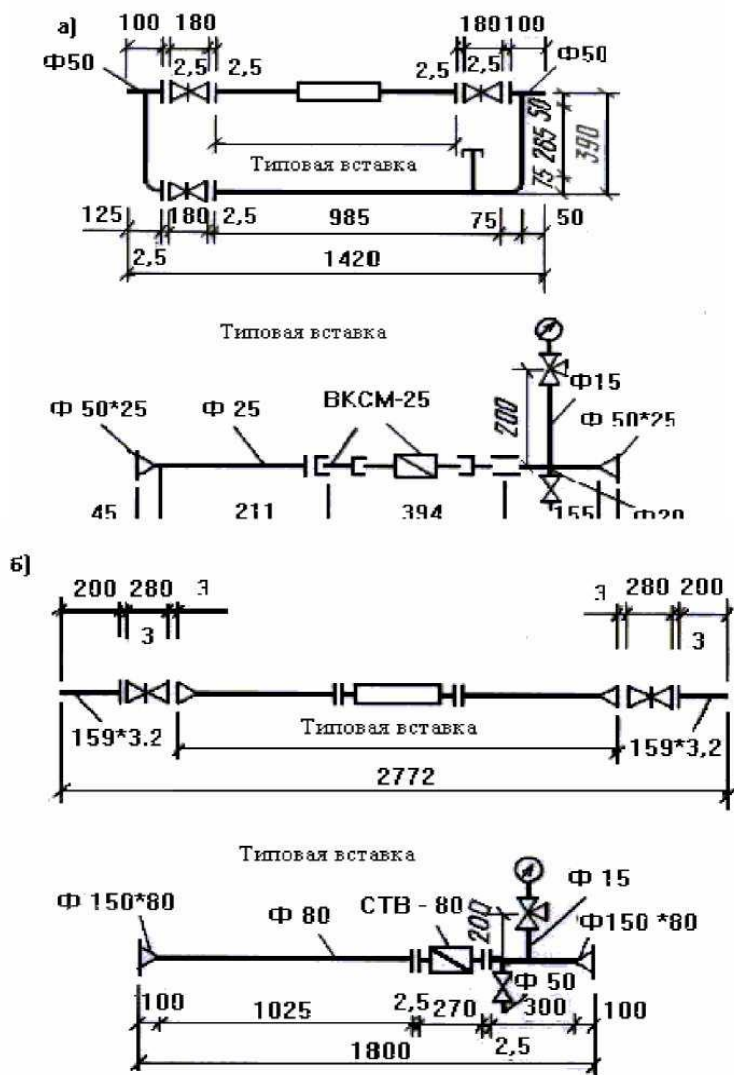


Рис.4.3. б. Водомерный узел с обводной линией: 1 – задвижка; 2 – фильтр магнитный; 3 – счетчик воды; 4 – тройник фланцевый; 5 – переход фланцевый; 6 – патрубок; 7 – вставка под манометр; 8 – отвод фланцевый; 9 – патрубок



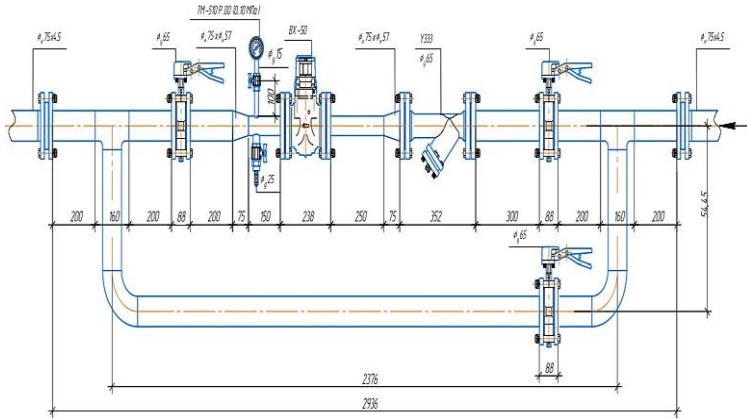


Рис. 4.5. Пример установки водомерного и запорного оборудования водомерного узла с обводной линией при диаметре трубопровода 65 мм марки счетчика ВХ–50

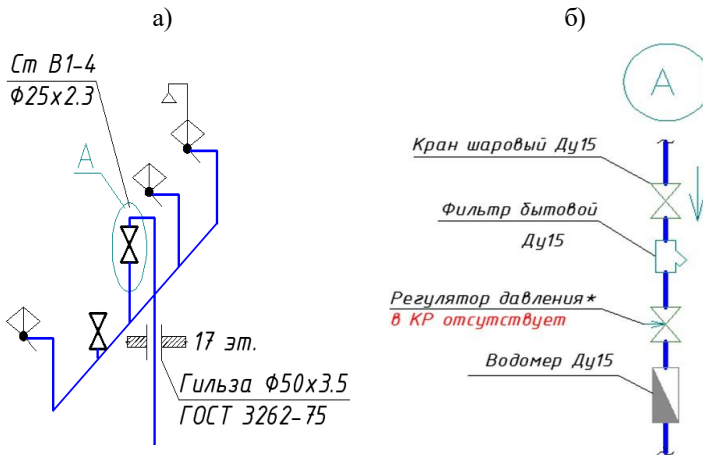


Рис. 4.6. Пример установки и изображения на чертеже водомерного и запорного оборудования водомерного узла с обводной линией при диаметре трубопровода 65 мм марки счетчика ВХ–50

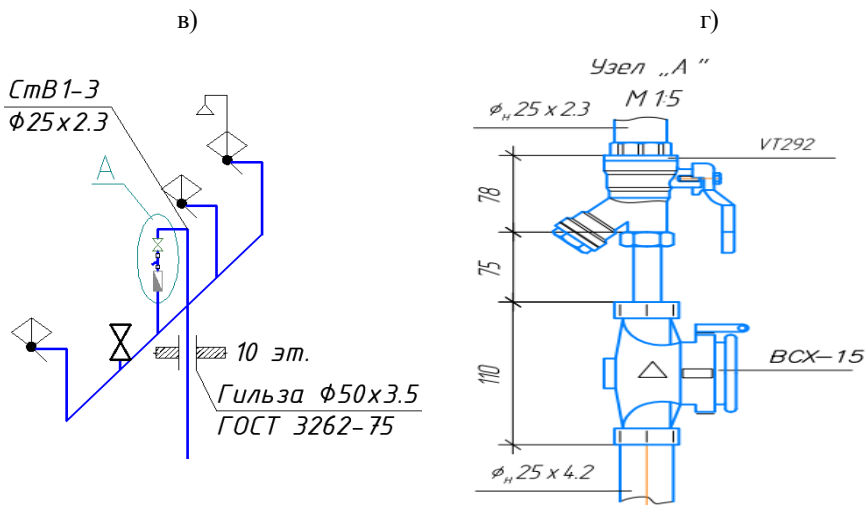


Рис. 4.6. Пример установки и изображения на чертеже водомерного и запорного оборудования водомерного узла с обводной линией при диаметре трубопровода 65 мм. марки счетчика BCX-40

Водомер подбирают по расчётному расходу воды на вводе в здание из таблицы 4.1.

Таблица 4.1. **Водомеры и их характеристики**

Тип водомера	Калибр	Характерный расход водомера, $Q_{хар}$		Допустимые расходы, л/с		Гидравлическое сопротивление водомера $S$ , $мс^2/л^2$
		$м^3/ч$	л/с	Наибольший	Наименьший	
Крыльчатые водомеры						
ВК-3	15	3	0,833	0,4	0,03	14,40
ВК-5	20	5	1,389	0,7	0,04	5,10
ВК-10	52	10	2,778	1,4	0,07	1,30
ВК-20	40	20	5,556	2,8	0,14	0,32
Турбинные водомеры						
ВВ-50	50	70	25,0	6	0,9	0,0265
ВВ-80	80	850	236,1	22	1,7	0,00207
ВВ-100	100	440	122,2	39	3,9	0,000875
ВВ-150	150	1000	277,8	100	4,4	0,000130

Водомерные устройства (крыльчатые или турбинные), как и все другие фасонные части и водоразборная арматура создают дополнительные сопротивления движущейся воде в трубопроводах. На основании чего необходимо произвести расчёт потери напора в измерительных устройствах.

### **Занятие № 5.** Определение марки счетчиков воды и их расчет

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

Счетчик воды измеряет количество или объем воды, проходящей через трубу или счетчик. Для учета расхода воды на вводах в здания или ответвлениях сети, подающих воду потребителям, устанавливается счетчик воды (водосчетчик). Применяют счетчики следующих типов: скоростные крыльчатые, скоростные турбинные (рис. 5.1.). В крыльчатых счетчиках, ось вращения крыльчатки перпендикулярна потоку, в турбинных ось вращения турбины параллельна потоку. Крыльчатые счетчики воды более чувствительны и могут измерять слабые потоки воды.

Скоростные крыльчатые счетчики устанавливаются при расчетном максимальном расходе воды до 15 м<sup>3</sup>/ч, турбинные – при большем расходе воды.

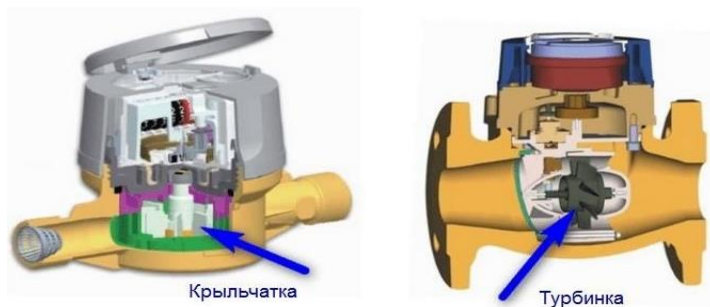


Рис. 5.1. Счетчики воды: крыльчатый, турбинный



Геркон, или магнитоуправляемый герметизированный контакт, используется для передачи низкочастотных импульсов удаленно, на значительные расстояния, что делает его более функциональным. Геркон может коммутировать сигналы небольшой мощности и снижает шум сигнала., что является важным моментом для дистанционного контроля счетчиков. Изготовлен из ковкого чугуна. Для удобства применения корпус счетчиков холодной воды окрашивают в синий цвет, а корпус горячей воды – в красный или серый. Счетный механизм счетчиков механического типа идет с масштабным редуктором. При этом для индексации целых значений объема в кубических метрах используют оцифрованные ролики черного цвета, а для индексации дольных значений – ролики и стрелочные указатели красного цвета, причем в качестве стрелочного указателя применяют или модуляторный диск или стрелку с магнитом.

Крыльчатый счетчик – разновидность тахометрического прибора. Тахометрическими называют расходомеры, у которых есть вращающийся элемент. Счетчик называется крыльчатый из-за особенностей своего устройства (рис.6.3). Крыльчатка представляет собой колесо с лопастями. Вода подается через входной патрубок, воздействует на лопасти крыльчатки и приводит ее в движение. Далее счетное устройство получает информацию через магниты, расположенные на крыльчатке и муфте редуктора. В устройстве есть система шестеренок, которая помогает вращаться цифровым роликам – за счет этого можно посмотреть на циферблате показания расхода воды.



Рис. 5.3. Крыльчатый счетчик воды

Для измерения небольших расходов воды применяют комбинированные счетчики (рис. 5.4). Комбинированный счетчик воды включает в себя два счетчика. Один малого диаметра ( $D_y = 15,20$  или  $40\text{мм}$ ), а другой большего ( $D_y = 50-150\text{мм}$ ). Такого рода счетчик устанавливают на системах, где за короткий промежуток времени может измениться сильно расход воды. Обычно это объекты с наличием пожарного трубопровода. При относительно малых расходах воды большой счетчик "перекрывают" за ненадобностью в данный момент и учет ведут только по малому прибору. Это происходит за счет пружинного клапана, который открывается или закрывается под воздействием граничного значения расхода воды. При этом у каждого счетчика значение расхода воды, при котором происходит открытие и закрытие клапана индивидуально и когда необходимо снять показания, то нужно суммировать значения большого и малого счетчиков. На практике используют два варианта конструкции комбинированных счетчиков: в одной модели маленький счетчик может располагаться на ответвлении от большого прибора, а в другой оба прибора размещены в одном корпусе.



Рис. 5.4. Комбинированный счетчик воды

Строение счетчиков разного типа отличается друг от друга и зависит в основном от расположения чувствительного элемента, в качестве

которого может выступать:

- крыльчатка, которая устанавливается параллельно потоку в трубе диаметром до 40мм;
- турбинка, которая устанавливается перпендикулярно потоку с величиной рабочих диаметров  $D_w = 40-250$ мм.

Разница в расположении чувствительного элемента вызвана тем, что на малые расходы достаточно крыльчатки, обладающей хорошей точностью, а с расходами побольше требуется применение турбинного счетчика, способного меньше сопротивляться течению воды и выдерживать большую нагрузку.

Счетчики холодной и горячей воды устанавливают в месте, удобном для снятия показаний и обслуживания эксплуатационным персоналом, в помещении с искусственным или естественным освещением и температурой внутреннего воздуха не ниже 5 °С.

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

Диаметр условного прохода счетчика воды выбирают, исходя из среднечасового расхода воды за период водопотребления, который не должен превышать эксплуатационный.

Счетчик с принятым диаметром условного прохода надлежит проверять:

а) на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери напора в счетчиках воды не должны превышать 1,1 м - для крыльчатых; 1,5 м - для турбинных счетчиков;

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

Присоединение счетчиков к трубопроводам показано на рисунке 5.5.

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

Крыльчатые счетчики присоединяют к трубопроводам на муфтах или фланцах (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Муфтовое соединение крыльчатого счетчика воды с трубопроводом

При соединении муфтами у водомера должен быть предусмотрен сгон для быстрого снятия его без повреждения трубопровода. Крыльчатые водомеры необходимо устанавливать только горизонтально. Турбинные счетчики для воды присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 5.6.).



Рис. 5.6. Фланцевое соединение турбинного счетчика воды с трубопроводом

Турбинные водомеры можно устанавливать, как в горизонтальном, так и в наклонном положении, а также вертикально из условия движения воды снизу-вверх.

Выбор и расчет счетчиков воды выполняется по [1, п. 12.14].

Диаметр условного прохода счетчика воды подбирают по среднечасовому расходу воды за сутки [8], который не должен превышать эксплуатационный расход, принимаемый по табл. 12.1 [1] или табл. 3.4.

При подборе счетчика воды учитываются его гидрометрические характеристики (предел чувствительности, область учета, характерный максимальный расход), а также допустимые потери давления и условия установки.

Среднечасовой расход холодной воды за сутки ( $q_m^c$ ) определяют по формуле

$$q_m^c = \frac{q_{u,m}^c \cdot U}{1000 \cdot 24} \quad (5.1)$$

где  $q_{u,m}^c$  – норма расхода холодной воды, л, потребителем в сутки наибольшего водопотребления или в сутки со средним за год водопотреблением;

$U$  – общее число потребителей в здании.

Таблица 5.1. Расчетные расходы

Водопотребители	Единица измерения	Расчетные расходы воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		среднесуточные		в час наибольшего водопотребления		Общий (холодный и горячей) $q_o^{tot}, (q_o^{tot})$	Холодной или горячей $q_o^c, q_o^h (q_o^c, q_o^h)$
		общий $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общий $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$		
1. Жилые дома Квартирного типа: – с ваннами длиной от 1500 мм, оборудованными душами		180	70	11,6	6,5	0,3 (300)	0,2 (200)

Таблица 5.2. Характеристики счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч			Порог чувствительности, не более м <sup>3</sup> /ч	Максимальный объем воды за сутки, м <sup>3</sup>	Гидравлическое сопротивление счетчика S	
	min	Эксплуатационный	max			м (м <sup>3</sup> /ч) <sup>2</sup>	МПа (дм <sup>3</sup> /с) <sup>2</sup>
15	0,03	1,2	3,0	0,015	45	1,110	14,38
29	0,05	2,0	5,0	0,025	70	0,400	5,180
25	0,07	2,8	7,0	0,035	100	0,2040	2,640
32	0,10	4,0	10	0,05	140	0,1000	1,29
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,0390	0,505
50	0,30	12	30	0,15	450	0,0110	0,143
65	1,50	17	70	0,6	610	0,0063	0,081
80	2,0	36	110	0,7	1300	0,0020	0,026
100	3,0	65	180	1,2	2350	5,9·10 <sup>-7</sup>	0,00766
150	4,0	140	350	1,6	5100	1,0·10 <sup>-7</sup>	0,013
200	6,0	210	600	3,0	7600	2,77·10 <sup>-8</sup>	0,
250	15	380	1000	7,0	13700	1,38·10 <sup>-8</sup>	1,8·10 <sup>-7</sup>

**Пример.** Для жилых домов квартирного типа с ванными длиной более 1,5м, оборудованными душами норма расхода холодной воды определяется как разность между количеством общей воды и горячей:

$$q_u^c = 180 - 70 = 110 \text{ л}$$

$$q_m^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot 24} = \frac{110 \cdot 300}{1000 \cdot 24} = 1,375 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где U – число приборов в здании.

Подбираем счетчик по эксплуатационному расходу (табл.5.2.) – предварительно принимаем диаметр условного прохода 20 мм, эксплуатационный расход – 2 м<sup>3</sup>/час.

Гидравлическое сопротивление счетчика равно S=5,18 л/с.

Потери напора в счетчике составляют:

$$h=5,18 \times 1,42=10,15 \text{ м} > 5 \text{ м}$$

Так как потери напора при пропуске воды на хозяйственно-питьевые нужды в крыльчатых счетчиках не должны превышать 5 м, то

необходимо увеличить диаметр счетчика и пересчитать потери напора.

Если принимаем счетчик диаметром  $d = 25$  мм, то гидравлическое сопротивление составит  $S = 2,6$  л/с, тогда потери напора будут равны:

$$h = 2,6 \cdot 1,42 = 5,096 > 5,0 \text{ м.}$$

Если принимаем счетчик диаметром  $d = 32$  мм, то гидравлическое сопротивление  $S = 1,3$  л/с, потери напора будут равны  $S = 1,3$  л/с, тогда потери напора будут равны:

$$h = 1,3 \cdot 1,42 = 2,548 < 5 \text{ м.}$$

В практике, для подобных расходов рекомендовано принимать счетчик  $d = 40$  мм.

Согласно п. 12.16 [1], «Диаметр условного прохода счетчика воды следует проверять на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды, который не должен превышать эксплуатационный расход по паспорту».

Эксплуатационный расход по паспорту для счетчика  $d = 32$  мм составляет  $4 \text{ м}^3/\text{час}$  (табл.3.4) и не превышает определенный ранее расход  $q^c = 1,375 \text{ м}^3/\text{час}$ . Для дальнейших расчетов потери напора в счетчике  $h = h_{сч} = 2,548 \text{ м}$ .

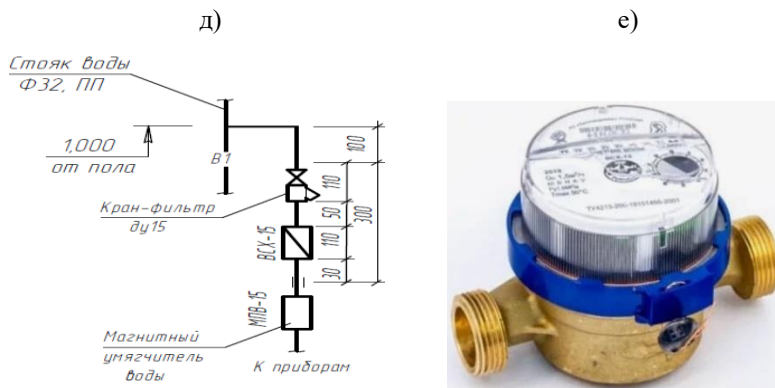


Рис. 5.7. Пример установки счетчика воды в квартирах:  
 а) условное обозначение водомерного узла на аксонометрическое схеме 17-ти этажного здания; б) детализовка узла «А», 17-ти этажного здания;  
 в) условное обозначение водомерного узла с магнитным умягчителем для снижения накипи при установке водонагревателей; г) условное обозначение водомерного узла на аксонометрическое схеме 10-ти этажного здания; д) эскиз узла «А», 10-ти этажного здания; е) счетчик холодной воды ВСК-15-02.

Потери напора в счетчике воды определяются по формуле

$$h_{сч} = s \cdot (q^c)^2, \text{ м} \quad (5.2)$$

где  $s$  – гидравлическое сопротивление счетчика при расходе, определенном в м<sup>3</sup>/час или л/с, принимаемое по табл.5.1

$q^c$  – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе), л/с.

Для определения величины  $s$  нужно установить диаметр условного прохода счетчика. Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки.

Величина эксплуатационного расхода подобранного счетчика должна быть не меньше величины среднечасового расхода воды. Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки.

Величина эксплуатационного расхода подобранного счетчика должна быть не меньше величины среднечасового расхода воды. В соответствии с указаниями п. 12.16 [1], счетчик с принятым диаметром проверяется на пропуск максимального (расчетного) секундного

расхода воды.

Водомер (счетчик) подбирают по расчётному расходу воды на вводе в здание из таблицы 5.1.

Таблица 5.3. **Водомеры и их характеристики**

Тип водомера	Калибр	Характерный расход водомера, Qхар,		Допустимые расходы, л/с		Гидравлическое сопротивление водомера S, мс <sup>2</sup> /л <sup>2</sup>
		м <sup>3</sup> /ч	л/с	Наибольший	Наименьший	
Крыльчатые водомеры						
ВК-3	15	3	0,833	0,4	0,03	14,40
ВК-5	20	5	1,389	0,7	0,04	5,10
ВК-10	52	10	2,778	1,4	0,07	1,30
ВК-20	40	20	5,556	2,8	0,14	0,32
Турбинные водомеры						
ВВ-50	50	70	25,0	6	0,9	0,0265
ВВ-80	80	850	236,1	22	1,7	0,00207
ВВ-100	100	440	122,2	39	3,9	0,000875
ВВ-150	150	1000	277,8	100	4,4	0,000130

Для определения величины **s** нужно установить диаметр условного прохода счетчика. Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки.

Предварительно принятый по табл. 5.1 диаметр счетчика необходимо проверить:

а) на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды, при этом потери напора (давления) в счетчиках холодной воды не должны превышать: для крыльчатых – 5 м вод. ст. (0,05 МПа) и для турбинных счетчиков – 2,5 м вод. ст. (0,025 МПа);

б) на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение; при этом потери давления в счетчике не должны превышать 10 м вод. ст. (0,1 МПа) – для крыльчатых и 5 м вод. ст. (0,05 МПа) – для турбинных счетчиков;

в) на возможность измерения минимальных (расчетных) часовых расходов холодной и горячей воды с учетом того, что минимальный расход воды для выбранного счетчика (по паспорту прибора в зависимости от метрологического класса) должен превышать

минимальный (расчетный) часовой расход воды.

Если выбранный счетчик не соответствует условиям п. 12.16 [1], то к установке следует принимать счетчик с ближайшим большим диаметром по сортаменту.

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

Крыльчатые или турбинные счетчики, как и все другие фасонные части, а также водоразборная арматура создают дополнительные сопротивления движущейся воде в трубопроводах. На основании чего необходимо произвести расчёт потери напора в измерительных устройствах.

Согласно требований нормативной документации счетчик с принятым диаметром условного прохода, должен обладать сопротивлением, достаточным для работы при минимальных расходах, т.е. минимальный расход воды через счетчик не может быть меньше паспортного минимального расхода воды счетчика с принятым диаметром (таблица 2.7), при этом потери напора при пропуске расчетного расхода воды в счетчиках не должны превышать:

для крыльчатых водомеров  $0,5 \leq h_v \leq 5,0$  м

для турбинных водомеров  $0,2 \leq h_v \leq 2,5$  м

Принятый счетчик должен проверяться по паспорту счетчика воды. Пример паспорта счетчиков, виды счетчиков и технические характеристики приведены в прил. 4.

### **Занятие № 6. Повысительные насосные установки и их расчет**

При постоянном или периодическом недостатке напора (давления) в сети холодного водоснабжения предусматривается устройство насосных установок. Напор (давление), м вод.ст., развиваемый повысительной насосной установкой для систем водоснабжения, следует определять с учетом минимального гарантированного напора (давления) в наружной водопроводной сети.

Требуемый напор  $H_{тр}$ , м, для систем внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода определяют по формуле

$$H_{тр.} = H_{геом.} + \sum_1^i H_{totl_i} + H_{пр.}, \text{ м} \quad (6.1)$$

где  $H_{\text{геом}}$  – геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса или ввода в здание до требуемого (диктующего) санитарно-технического прибора;

$\sum_i H_{\text{totl}_i}$  – потери напора в сети, определенные по формуле (6.1), с учетом:

- суммарных потерь напора по длине (табл. 4.1);
- местных потерь напора, через коэффициент  $k=0,3$ ;
- потерь напора в счетчике определенных по формуле 6.2 ( $h$ ).

$H_{\text{пр}}$  – напор (давление) перед диктующим прибором, принимаемый по паспорту производителя или по рекомендации п. 8.21 [1], м вод.ст.;

Свободный напор (давление) на отметке наиболее высоко расположенного санитарного прибора в зоне системы водоснабжения следует принимать не менее 20,0 м вод.ст. (0,2 МПа).

Геометрическая высота подачи воды ( $H_{\text{геом}}$ ) определяется с учетом высотных отметок от оси насоса или ввода в здание до диктующего санитарно-технического прибора (рис. 7.1):

$$H_{\text{геом.}} = h_{\text{з.тр.}} + h_{\text{Г.эт.}} + h_{\text{тр.}}$$

где  $h_{\text{з.тр.}}$  – глубина заложения трубопровода;

Глубина заложения трубопровода определяется по формуле:

$$h_{\text{з.тр.}} = h_{\text{пр}} + 0,5$$

$h_{\text{пр}}$  – глубина промерзания грунта, по заданию;

$h_{\text{Г.эт.}}$  – геометрическая отметка высоты от земли у насосной станции (дома) до пола верхнего этажа.

Геометрическая отметка высоты от земли у насосной станции (дома) до пола верхнего этажа определяется по формуле:

$$h_{\text{Г.эт.}} = z_{\text{эт.}} - z_{\text{зем.}}$$

где  $z_{\text{эт.}}$  – высотная отметка последнего этажа:

Высотная отметка последнего этажа определяется по формуле:

$$z_{\text{эт.}} = z_{1\text{эт.}} + (n - 1) \cdot h, \text{ м}$$

$z_{1\text{эт.}}$  – высотная отметка первого этажа;

$n$  – количество этажей в доме;

$h$  – высота этажа с учетом перекрытия,  $h=3$  м;

$z_{\text{зем.}}$  – высотная отметка земли;

$h_{\text{пр}}$  – высота расположения диктующего прибора над уровнем пола

последнего этажа (0,85 м – смеситель, 2 м – душевая сетка).

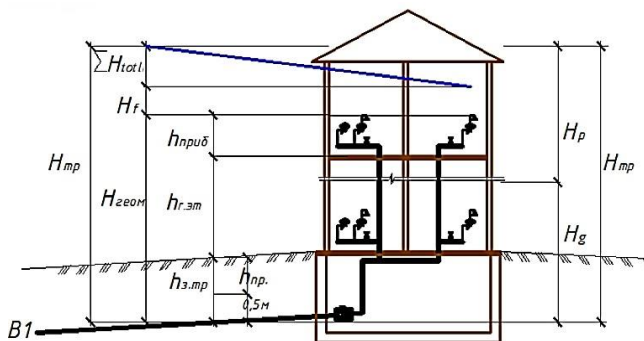


Рис. 6.1. Схема определение напоров

В системе хозяйственно-противопожарного и отдельного противопожарного водопровода требуемый напор в сети  $H_{пр}^n$  определяется по формуле

$$H_{пр}^n = H_{геом} + \sum_1^{il} H_{totl_i} + H_f^{nk}$$

где  $H_{геом}$  – геометрическая высота подачи воды, м, от оси насоса или ввода в здание до требуемого (диктующего) пожарного крана;

$\sum_1^{il} H_{totl_i}$  – потери напора в сети, м, складываются из потерь на участках через которые проходит суммарный расход на пожаротушение и хозяйственно-питьевые нужды, и потерь напора на участках до диктующего пожарного крана при пропуске расхода на пожаротушение;

$H_f^{nk}$  – свободный напор у внутреннего пожарного крана, обеспечивающий получение компактных пожарных струй в самой высокой и удаленной части здания, принимается равным высоте помещения, считая от пола до наивысшей точки перекрытия, но не менее:

6 м – в жилых и общественных зданиях высотой до 50 м

8 м – в жилых зданиях высотой свыше 50 м;

16 м – в общественных зданиях высотой свыше 50 м.

При наличии в зданиях и сооружениях систем холодного и централизованного горячего водоснабжения при закрытой системе теплоснабжения, как правило, предусматривается повысительная насосная установка для подачи общего расхода воды на холодное и горячее водоснабжение.

Повысительная насосная установка предназначена для повышения и поддержания давления в системе водоснабжения с заданным расходом, если гарантийный напор в сети ниже требуемого. Обычно в этих случаях применяют центробежные насосы, непосредственно соединенные с электродвигателем. Помещение насосов должно освещаться, отапливаться и иметь высоту не менее 2,2 м, также должна быть обеспечена надежная звуковая и виброизоляция насосов.

Насосные установки, подающие воду на хозяйственно-питьевые, противопожарные и циркуляционные нужды, устанавливаются в помещениях тепловых пунктов, бойлерных и котельных. Не допускается располагать насосные установки (кроме пожарных) непосредственно под жилыми квартирами, групповыми комнатами детских садов, классами общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, аудиториями учебных заведений и другими подобными помещениями. Противопожарные насосные установки можно размещать в подвале или техническом подполье зданий.

В отдельных случаях по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы допускается располагать насосные установки рядом с перечисленными помещениями,

Повысительный насос используют в многоэтажных домах, если вода в силу низкого давления не поднимается на верхние этажи и затрудняет работу стиральных и посудомоечных машин.

Повысительный насос для водопровода – крепкая моноблочная конструкция, основным элементом которой является насос с двигателем. Для изготовления деталей проточной части рабочего насоса, постоянно контактирующих с водой, применяют антикоррозионные материалы – чугун, латунь или нержавеющая сталь.

Повысительные насосы и повысительные насосные станции применяются:

- для поднятия давления и транспортировки воды в доме или производственном помещении;
- в магистральных трубопроводах, водопроводных станциях;
- для транспортировки жидкости в противопожарную систему.

В зависимости от способа управления насосы для повышения давления бывают автоматические и ручные.

Работа насосов с ручным управлением контролируется оператором, который принудительно включает и выключает насосы.

Агрегаты с автоматическим управлением оборудованы датчиками потока воды. Они срабатывают при открытии крана и обеспечивают выключение установки. После закрытия крана и остановки потока датчик выключает насосы.

В зависимости от технических характеристик и условий работы различают следующие типы насосов: поверхностно-центробежные, струйно-центробежные, вихревые.

Принцип работы поверхностно-центробежных насосов (рис. 6.2) заключается в следующем: на вращающемся валу установлена рабочая крыльчатка, напротив ее находится всасывающий патрубок, размещенный внизу корпуса насоса. Задача крыльчатки состоит в создании радиального движения от центра к периферии (гидравлические потери минимальные). Внутри крыльчатки размещены радиальные лопасти, которые при движении воды преобразуют механическую энергию на давление и ускорение потока. После выхода из крыльчатки воды направляется в спираль с помощью которой попадает на конический диффузор, где кинетическая энергия превращается в энергию напора.

Струйно-центробежный насос является еще одной разновидностью центробежных насосов. Внутри корпуса насоса установлен эжектор, обеспечивающий эффект всасывания. Часть жидкости, радиальную рециркуляцию воды, поступающей в насос, перекачиваемая насосом попадает в нагнетательный патрубок, а часть воды оставшаяся в корпусе рециркулирует с помощью эжектора, присоединенного к камере всасывания. Рециркуляция создает разряжение внутри камеры всасывания, что способствует самостоятельному всасыванию воды.

Вихревые насосы на периферии крыльчатки имеют радиальные лопатки с двойными каналами, которые расположены с двух сторон крыльчатки и обеспечивают радиальную рециркуляцию воды, поступающей в насос.

Для системы внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода насос подбирается по производительности  $q_p$ , л/с и напору  $H_p$ , м, определяемому по формуле:

$$H_p = H_{тр} - H_g$$

где  $H_g$  – наименьший гарантированный напор в наружной водопроводной сети, м;

$H_{тр}$  – требуемый напор, для систем внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода, м.

Если значение  $H_{тр} > H_g$  на величину 0,5-2,0 м, то необходимо проверить возможность увеличения диаметров высоконагруженных участков сети с целью сокращения потери напора в сети и снижения величины требуемого напора.

$H_g$  – наименьший гарантированный напор в наружной водопроводной сети.

Если при превышении  $H_{тр} > H_g$  более чем на 2,0 м, то необходимо устройство повысительной насосной станции (ПНС).

**Противопожарные** насосы принимаются по производительности, равной суммарному расходу на пожаротушение и хозяйственно-питьевые нужды, и напору  $H_p^n$ , м, определяемому по формуле:

$$H_p^n = H_{тр}^n - H_g, \text{ м}$$

Если  $H_{mp}^n > H_g$ , то необходимо устройство насосной установки с противопожарными насосами.

Количество резервных насосных агрегатов в насосных станциях, для группы насосов одного назначения, подающих воду в одну и ту же сеть, число резервных агрегатов следует принимать:

- в насосных станциях для категории водоснабжения I – 2 ед.;
- для категории водоснабжения II – 1 ед.

В насосных станциях при установке только пожарных насосов следует принимать один резервный пожарный насос или агрегат независимо от числа рабочих насосов или агрегатов. Подбор насосов следует осуществлять по каталогам насосов.

Насосы с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм включительно допускается устанавливать вдоль стен и перегородок без прохода между стеной и агрегатом, но на расстоянии не менее 200 мм от фундамента здания.

Для снижения шума насосные агрегаты следует устанавливать на виброизолирующих основаниях. На напорных и всасывающих линиях следует предусматривать установку виброизолирующих вставок.

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

противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного пожарного крана не должен превышать 60 м в. ст.

На напорной линии устанавливают: обратный клапан, манометр и запорную арматуру, а на всасывающей только запорную арматуру.

Для системы внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода насос подбирается по производительности  $q_c$  (расчетный расход на вводе, выраженный в  $m^3/час$ ) и напору  $H_p$ .

При определении марки насоса в характеристиках приведены значения:

$Q$  – подача расчетного расхода на вводе,  $m^3/час$ ;

$H$  – требуемый (рабочий) напор  $H$ , м.

**В качестве примера:** нужно подобрать марку насоса при известных  $Q=7,6 m^3/час$  и  $H = 48$  м.

По таблице 6.1. находим «подача» имеет максимально близкое значение к 7,6, что в нашем случае соответствует 8  $m^3/час$ . Ниже приведены напоры, которые может развивать насос различных марок, при таком расходе (подаче). В нашем случае – это 50,9м.

Принимаем насос 1 рабочий и 1 резервный (должно быть всегда не менее двух насосов) Voosta 40–10 05 с параметрами  $Q=8,0m^3/час$ ,  $H=50,9м$ , мощность двигателя  $N=2,2$  кВт/ час.

Можно подбирать другие марки насосов из таблиц, приведенных в прилож.5. Подбираем так же по расходу (подаче) и напору

Таблица 6.1. Характеристики насосов Voosta

ТИП НАСОСА	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ [кВт]	Q = ПОДАЧА [ $m^3/ч$ ]													
		0	5,0	6,0	8,0	10,2	11,0	14,0	16,2	19,8	21,0	24,0	25,8	27,6	29,0
		H = НАПОР [м]													
40-10 01	0,75	11,8	11,2	10,9	9,9	8,3	7,6	4,3							
40-10 02	0,75	23,6	21,9	21,3	19,6	17,0	15,8	10,0							
40-10 03	1,1	35,7	33,0	32,1	29,6	25,8	24,1	16,0							
40-10 04	1,5	47,7	44,2	43,0	39,9	34,8	32,6	21,7							
40-10 05	2,2	60,0	56,1	54,7	50,9	44,9	42,2	29,0							
40-10 06	2,2	71,8	66,8	65,0	60,4	53,1	49,8	33,9							
40-10 07	3	83,6	78,3	76,2	70,8	62,1	58,3	39,8							
40-10 08	3	95,3	88,9	86,5	80,1	70,2	65,7	44,5							
40-10 09	4	106,3	100,1	97,5	90,8	80,0	75,1	52,1							
40-10 10	4	118,0	110,8	107,9	100,3	88,2	82,8	57,2							
40-10 11	4	129,6	121,3	118,1	109,6	96,3	90,3	62,1							
40-10 13	5,5	156,0	146,5	142,7	132,6	116,4	109,2	74,3							
40-10 15	5,5	179,5	167,9	163,4	151,6	132,8	124,3	83,9							
40-10 17	7,5	205,0	193,2	188,5	175,7	154,7	145,2	98,8							
40-10 18	7,5	216,9	204,2	199,1	185,5	163,2	153,1	104,0							
40-10 20	7,5	240,6	226,0	220,3	205,0	180,2	168,9	114,3							
40-10 21	11	253,6	241,0	235,5	220,2	195,0	183,5	127,5							

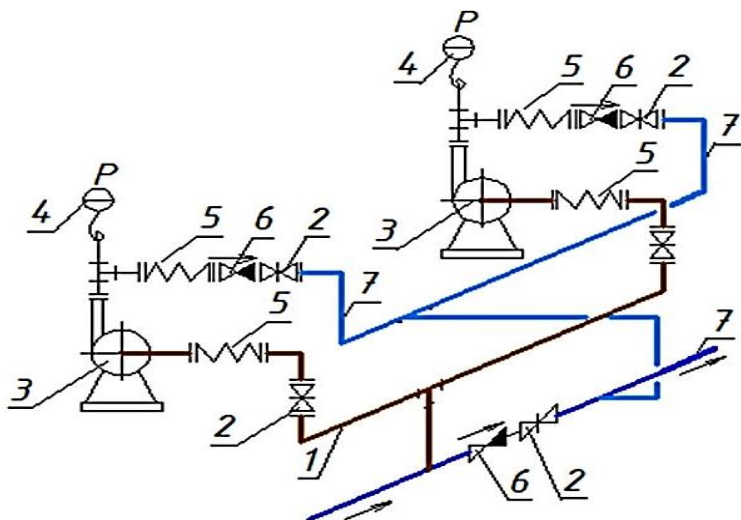


Рис.6.2. Часть системы водоснабжения с насосами и трубопроводами

Пример расположения и обвязки насосов приведен на рис. 7.2-7.5.



Рис. 6.3 План насосной станции

2 – запорное устройство (завдвижка); 3 – насос К8/18а;  
4 – манометр; 5 – вибровставка; 6– обратный клапан

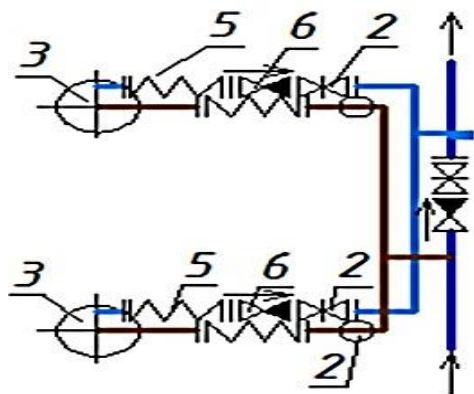


Рис. 6.4. Пример плана и аксонометрической схемы обвязки насосов:  
 1 – всасывающий трубопровод насоса; 2 – запорное устройство (задвижка);  
 3 – насос К8/18а; 4 – манометр; 5 – вибровставка; 6 – обратный клапан;  
 7 – напорный трубопровод

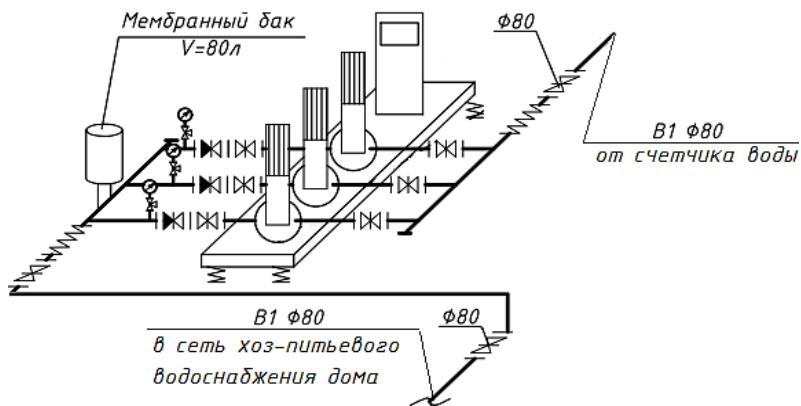


Рис.6.5. Пример аксонометрической схемы обвязки насосов с мембранным баком

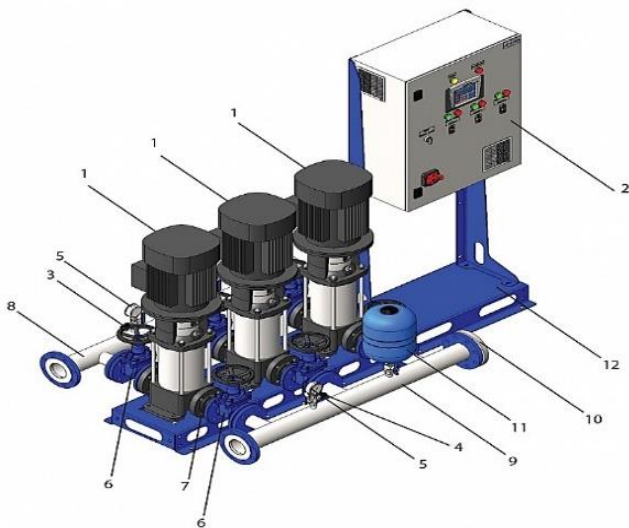


Рис. 6.6. Пример расположения насосной установки с мембранным баком.  
 1 – насос; 2 – шкаф управления; 3 – датчик защиты от «сухого» хода;  
 4 – датчик давления; 5 – манометр; 6 – запорная арматура на входе и на выходе из насоса; 7 – обратный клапан; 8 – коллектор входной; 9 – коллектор выходной;  
 10 – заглушка; 11 – мембранный бак для защиты от гидроударов;  
 12 – основание, порошковая покраска

Насосы для повышения давления имеют ряд преимуществ:

- повышение и поддержка стабильного давления в системах водоснабжения;
- удобные в эксплуатации и имеют компактные размеры;
- низкий уровень шума во время работы;
- стойкость к коррозии;
- возможность установки на трубопровод;
- простой монтаж и демонтаж;
- наличие автоматического датчика;
- экономичны в потреблении энергии;
- возможность работать с разными жидкостями в широком температурном режиме.

Режим работы повысительной насосной установки определяется на основании технико-экономического сравнения разработанных вариантов:

- непрерывно или периодически действующих насосов при отсутствии регулирующих ёмкостей;

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

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

помещениями, рабочими комнатами административных зданий, аудиториями учебных заведений и другими подобными помещениями.

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

Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок принимается:

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

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

–При наличии в зданиях и сооружениях систем холодного и централизованного горячего водоснабжения при закрытой системе теплоснабжения, как правило, предусматривается повысительная насосная установка для подачи общего расхода воды на холодное и горячее водоснабжение.

### **Занятие № 7. Определение потерь теплоты в системах горячего водоснабжения**

При работе систем горячего водоснабжения теплота неизбежно теряется через стенки трубопроводов, арматуру и элементы конструкции. При не столь заметном водоразборе величина этих теплопотерь не оказывает заметного влияния на температуру воды. Однако при отсутствии водоразбора потери теплоты приводят к быстрому остыванию воды в трубах, что требует компенсации теплопотерь за счет циркуляции воды. Для определения

необходимого циркуляционного расхода требуется оценить величину потерь теплоты.

На каждом участке потери теплоты определяются по формуле

$$Q_i^{ht} = k \cdot \pi \cdot d_{ni} \cdot l_i (1 - \eta_u)(t_{mi}^h - t_o)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи для неизолированного трубопровода, равный  $k = 11,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$l_i$  – длина участка, м;

$d_{ni}$  – наружный диаметр трубопровода, м;

$\eta_u$  – коэффициент полезного действия (эффективность) тепловой изоляции (в горячем водоснабжении изолируются только магистрали в пределах подвальных и чердачных помещений),  $\eta_u = 0,6 \div 0,8$ .

Приведенной длиной участка называют величину:

$$L^1 = L \cdot (1 - \eta_u)$$

где  $t_o$  – температура окружающей среды по отношению к трубопроводу (для стояков температурой является температура воздуха в помещениях, а для магистралей в подвале или на чердаке);

$t_{mi}^h$  – температура горячей воды на участке.

Температуру воды на участке можно определять, считая падение температуры по длине системы условно линейным:

$$t_{mi}^h = t_{max}^h - \frac{\Delta t^h \cdot \sum l_m}{\sum l_i}, \text{ } ^\circ \text{C}$$

где  $t_{mi}^h$  – температура горячей воды в начале системы ГВС;

$\Delta t^h$  – падение температуры воды до наиболее удаленного прибора;

$\sum l_i$  – сумма приведенных длин всех участков, на которых определяют теплотери;

$\square l_m \square$  – то же до середины расчетного участка.



Рис.7.1. Потери теплоты полотенцесушителей на стояках горячего водоснабжения

В одинаковых стояках потери теплоты  $Q_{ст}$  разрешается принимать равными, но в действительности же теплопотери стояков по мере удаления их от теплоцентра уменьшаются из-за падения средней температуры воды. При наличии на стояках полотенцесушителей их теплопотери  $Q_{пс}$  разрешается принимать в соответствии с рис. 7.1.

Таким образом суммарные теплопотери системы ГВС (при числе одинаковых стояков  $n$ ) составят

$$Q^{ht} = \sum Q_i^{ht} + nQ_{ст} + \sum Q_{пс}$$

### Занятие № 8. Определение диаметра и потерь напора на участках сети

Диаметры труб по участкам вычисляют, используя расчетный расход воды, при этом скорость движения воды в трубопроводе внутреннего водопровода жилого здания не должна превышать 1,5 ... 2,0 м/с. Для вычисления расчётного диаметра труб водопроводной сети используем формулу (9.1).

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p}{\pi \cdot v}}, \text{ мм} \quad (8.1)$$

где  $d_p$  – расчётный диаметр, м;

$q_p$  – расчетный расход на участке, м<sup>3</sup>/с;

$V$  – оптимальная скорость движения воды в трубопроводе, м/с.

По расчетному диаметру принимают внутренний диаметр стандартных труб  $d_{ст}$  к ближайшему значению с учётом ГОСТ В зависимости от материала трубопровода по таблицам 8.1 и 8.2. и по стандартному диаметру определяют удельное сопротивление.

Таблица 8.1. Стандартные диаметры стальных труб и их удельные сопротивления  $A$ , с<sup>2</sup>/м<sup>6</sup>

Условный проход стандартного диаметра трубопровода, мм	Средняя скорость в живом сечении трубопровода $V$ , м/с					
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	≥1.2
15	126*10 <sup>5</sup>	108*10 <sup>5</sup>	100*10 <sup>5</sup>	95* 10 <sup>5</sup>	92,3 *10 <sup>5</sup>	89,7*10 <sup>5</sup>
20	2340000	1990000	1850000	1760000	1710000	1660000
25	604000	514000	477500	454000	441000	427800
32	129400	110200	102350	97300	94500	91720
40	62650	53350	49600	47150	45800	44480
50	15640	13310	12370	11750	11420	11080
65	4245	3612	3360	3190	3100	3009
80	1645	1402	1302	1237	1202	1167
90	746	636	590	561	546	529
100	396	337	314	298	289	281
125	121,7	110,4	96,3	91,5	88,9	86,2
150	47,8	40,7	37,8	36	34,9	33,9

Таблица 8.2. Стандартные диаметры полиэтиленовых труб и их удельные сопротивления А, с<sup>2</sup>/м<sup>6</sup>

Стандартный диаметр трубопровода d <sub>ст</sub> , мм	Средняя скорость в живом сечении трубопровода V, м/с					
	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	>2,0
12	3639·10 <sup>5</sup>	2816·10 <sup>5</sup>	2209·10 <sup>5</sup>	2146·10 <sup>5</sup>	2102·10 <sup>5</sup>	2032·10 <sup>5</sup>
16	1842·10 <sup>5</sup>	1416·10 <sup>5</sup>	1212·10 <sup>5</sup>	1109·10 <sup>5</sup>	1079·10 <sup>5</sup>	1023·10 <sup>5</sup>
20	49,75·10 <sup>5</sup>	38,48·10 <sup>5</sup>	26,55·10 <sup>5</sup>	25,85·10 <sup>5</sup>	25,47·10 <sup>5</sup>	25,12·10 <sup>5</sup>
25	1036000	886000	757100	691000	647000	616000
32	280000	240000	204800	187000	175000	167000
40	87000	74000	62290	58000	54000	51000
50	27000	23100	19720	18000	16900	16000
70	3030	2790	2390	2170	2040	1940
90	1170	1080	926,8	845	792	754
110	410	370	324	295	277	263
125	214,7	189,5	166,7	154,3	148,4	132,8
140	195	116	91	83	78	74
160	107	58	45,91	41,0	39,0	37,0

После подбора стандартного диаметра уточняют реальную скорость движения воды в трубопроводе по формуле

$$V_p = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot d_{ст}^2}, \text{ м/с} \quad (8.2)$$

где q – расход на участке, м<sup>3</sup>/с;

d<sub>ст</sub> – стандартный диаметр труб, м.

При движении воды в трубопроводах возникают сопротивления, которые принято называть гидравлическими сопротивлениями, или потерями напора. Их подразделяют на два вида:

- сопротивления (потери) по длине, обусловлены силами трения воды о стенки трубопроводов, в зависимости от его протяженности и материала;

- местные сопротивления (потери), обусловлены местными изменениями формы и размеров живого сечения потока.

Исходя из наиболее экономичных скоростей движения воды (наиболее экономичными являются скорости в пределах 0,8...1,3 м/м), подбираем стандартные диаметры труб (d<sub>тр</sub>) и вычисляем потери по

длине ( $h_{дл}$ ) на расчетных участках. Средняя скорость движения воды в магистралях не должна превышать 1,5...2,0 м/с, а подводках – 2,5 м/с.

Диаметры труб подбираем по таблицам Ф. А. Шевелева [15]. В этих таблицах приведены численные значения потерь напора на 1000м длины, то есть  $1000i$  ( $i$  – гидравлический уклон), что позволяет определить потери по длине на каждом расчетном участке, используя формулу:

$$h_{дл} = i \cdot l \quad (8.3)$$

где  $l$  – длина участка, м.

Потери напора по всей длине расчетного направления определяем по формуле

$$\sum h_{дл} = \sum i \cdot l \quad (8.4)$$

Потери напора на вводе (на участке от городского водопровода до водомерного узла) определяют по формуле

$$h_{вв} = \sum i \cdot l_{вв} \quad (8.5)$$

где  $l_{вв}$  – длина ввода, м.

Местные потери напора принимают равными 30% от потерь по длине

$$\sum h_{м} = 0,3 \sum h_{дл} \quad (8.6)$$

Сумма потерь напора подлине и местные определяются по формуле

$$\sum h_{тр} = \sum h_{дл} + \sum h_{м} \quad (8.7)$$

Общие потери напора  $\sum H_{l,tot}$  определяют по формуле

$$\sum H_{l,tot} = \sum h_{дл} + \sum h_{м} + \sum h_{м} \quad (8.8)$$

При расчете потерь напора на рассматриваемых участках внутренней водопроводной сети пользуются формулой, учитывающей потери напора по длине и местные потери. Данные потери называют полными:

$$h_{пол} = A \cdot q^2 \cdot k \cdot b$$

где  $A$  – удельное сопротивление трубопровода (выбирается по диаметру и материалу трубопровода),  $с^2/м^6$ ;

- q – расчетный расход воды на участке, м<sup>3</sup>/с;
- l – длина участка на схеме водопроводной сети, м;
- k – поправочный скоростной коэффициент, зависит от скорости воды в трубопроводе (таблица 1.1.3);
- b – коэффициент, учитывающий местные сопротивления, (для трубопроводов внутреннего водоснабжения b=1,15).

Величина потерь напора не должна превышать 1-1,5 м, в противном случае следует увеличить диаметр трубопровода и произвести пересчет скорости и потерь напора.

### **Занятие № 9. Внутренняя водоотводящая сеть жилого дома**

В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к сбору и отведению сточных вод существуют следующие системы внутренней канализации:

- бытовая, которая служит для отведения сточных вод от санитарных приборов и бытовой техники (унитазов, умывальников, ванн, душей, стиральных и посудомоечных машин);
- производственная – для отведения производственных сточных вод;
- дренажная, служащая для отведения сточных вод от любого оборудования, в результате эксплуатации которого отводятся условно чистые воды, а также огнетушащие вещества, пролитые при испытании или после тушения пожара;
- объединенная – для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;
- внутренние водостоки, которые отводят дождевые и талые воды с кровли здания.

Внутренняя водоотводящая сеть многоквартирного дома включает в себя системы для отвода сточных вод и осадков с кровли.

Системы водоснабжения и водоотведения зданий должны обеспечивать пропуск воды и отведение стоков с расходами, соответствующими расчетному числу водопотребителей или числу установленных санитарно-технических приборов.

Внутренняя канализационная сеть (рис.10.1.) состоит из отводных трубопроводов 2, стояков 3, выпусков 4, вытяжной части 1, устройств для прочистки 5.

В жилых и общественных зданиях устанавливается бытовая система водоотведения и внутренние водостоки. Способ прокладки

трубопроводов открытый или скрытый. В зданиях устанавливаются: унитазы, мойки, ванны, умывальники, писсуары, трапы и водосточные воронки.

Отвод сточных вод предусматривается, как правило, по самотечным трубопроводам. Для устройства внутренней канализации (системы водоотведения) применяют полиэтиленовые трубы внутренним диаметром 50, 100 мм, из полиэтилена низкого давления (ПНД).

Трассировка внутренней водоотводящей сети производится таким образом, чтобы сточные воды удалялись из здания по кратчайшему пути. Перед трассировкой сети на планах и разрезах здания определяют число и места расположения приемников сточных вод. После каждого санитарно-технического прибора предусматривается гидрозатвор (за исключением приборов, в которых он имеется). В местах сосредоточения приемников сточных вод предусматривают стояки.

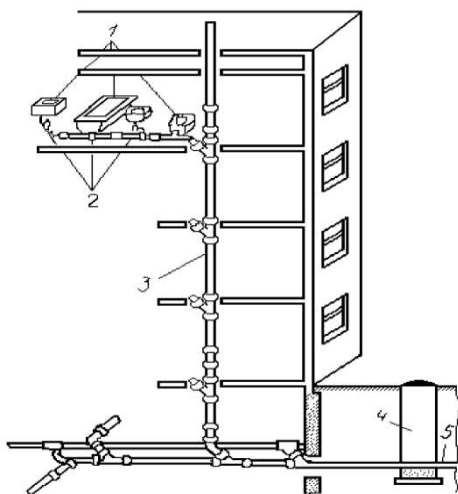


Рис.9.1. Внутренняя канализационная сеть:  
1 - вытяжная часть канализационного стояка;  
2 - отводные трубопроводы; 3 - стояк; 4 - выпуск;  
5 - устройства для прочистки

Для соединения труб разных диаметров, изменения направления и присоединения приборов применяются следующие фасонные части:

- отводы – под  $90^{\circ}$ ,  $110^{\circ}$ ,  $135^{\circ}$ ,  $150^{\circ}$ ;
- тройники косые и прямые;
- крестовины косые и прямые;
- ревизии и прочистки;
- гидравлические затворы;
- переходы, муфты, отступы.

В зданиях рекомендуется применять санитарные приборы, позволяющие осуществлять прокладку отводных труб над полом (унитазы с косым выпуском).

Отводные канализационные трубы не допускается прокладывать под потолком жилых помещений, кухонь, спальных комнат.

Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно. Изменять направление прокладки можно с помощью соединительных деталей (рис. 9.1.). Отводящую сеть в подвале прокладывают, в зависимости от отметок, под потолком, по несущим стенам или над полом подвала.

Условные обозначения фасонных частей показаны на рис. 9.2.

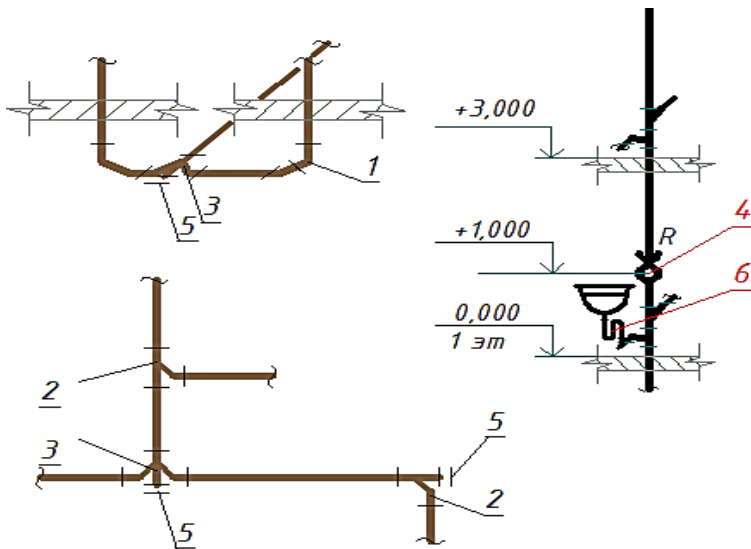


Рис. 9.2. Схема установки фасонных частей системы внутреннего водоотведения:  
 1-отводы; 2-тройник косой; 3-крестовина косая;  
 4-ревизия; 5-прочистка; 6-гидравлический затвор.

Трубопровод проходит строго **перпендикулярно** через несущие и наружные стены. Отводящую сеть **запрещается** прокладывать под лестницей, шахтой лифта.

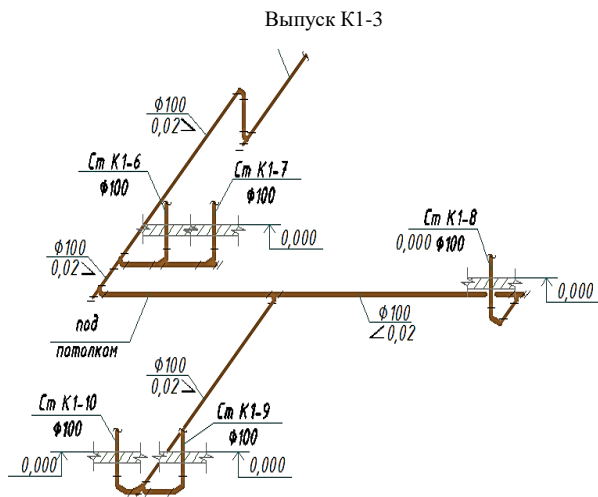


Рис. 9.3. Аксонометрическая схема отводящей сети в подвале

**Приемники сточных вод (санитарные приборы)** – унитазы, раковины, мойки, ванны и другие устройства, из которых стоки поступают в канализационную сеть. Их выполняют в виде открытых сосудов или воронок, собирающих загрязненную воду.

Приемники сточных вод подразделяют на следующие группы: санитарно-технические; специальные санитарно-технические; приёмники производственных сточных вод; приёмники атмосферных вод.

Санитарно-технические приборы принимают сточные воды, образующиеся в процессе жизнедеятельности людей. По назначению их делят на следующие виды: для питьевых и хозяйственных нужд (питьевые фонтанчики, мойки, раковины и т.д.); для гигиенических целей (умывальники, ванны, души); для приема выделений человеческого организма (унитазы, писсуары).

Приёмники производственных сточных вод собирают отработанную воду, образующуюся в технологических процессах. Их выполняют в виде воронок, сливов, трапов, приёмных решеток, раковин.

Приёмники атмосферных вод собирают дождевые и талые воды.

Санитарно-технические приборы должны быть удобными в пользовании, не допускать разбрызгивания загрязненной водой, легко чиститься, а при необходимости дезинфицироваться.

Каждый санитарный прибор, кроме унитаза, оборудуют выпуском, закрываемом решеткой, проходное сечение которой не менее сечения отводящей трубы.

**Мойки** собирают загрязненную воду, образующуюся при подготовке пищевых продуктов к приготовлению, мытье посуды и столовых приборов. Их устанавливают на кухнях жилых домов (рис.9.4).

Мойки имеют одно (рис.9.4а) или два (рис.9.4б) отделения. Их изготавливают из чугуна и листовой стали и покрывают стекловидной эмалью. Выпускают также мойки из нержавеющей стали. В центре (под изливом смесителя) или в углу чаши устанавливают латунный или пластмассовый выпуск ( $d_y = 40$  мм), к которому присоединяется бутылочный или двухоборотный гидрозатвор.

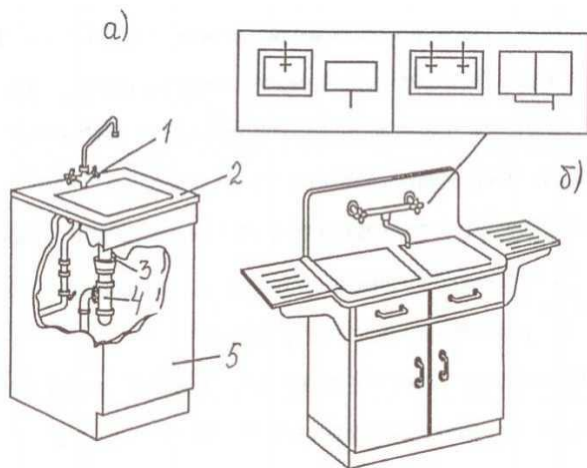


Рис. 9.4. Мойки:

а - мойка с одним отделением; б - мойка с двумя отделениями

1 – водоразборная арматура; 2 - чаша мойки; 3 - выпуск;

4 - гидрозатвор; 5 – подстолье

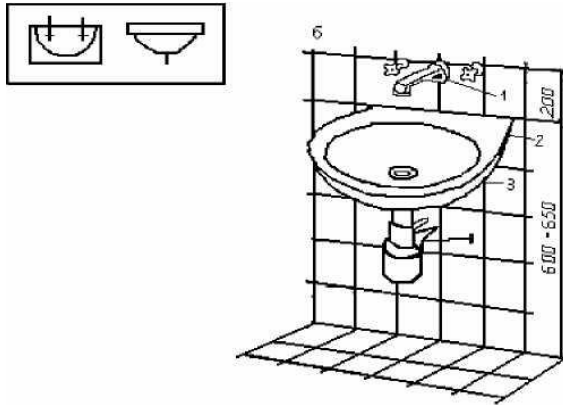


Рис. 9.5. Умывальник: 1 – водоразборная арматура; 2 – чаша умывальника; 3 – выпуск; 4 – гидрозатвор

**Умывальники** (рис. 9.5 – 9.13) – это санитарно-гигиенический прибор, предназначенный для отвода жидких сточных вод в систему водоотведения собирающий грязную воду от мытья лица, рук, чистки зубов.

Умывальники классифицируют по ряду признаков:

– по форме: овальный (рис. 9.6), прямоугольный (рис. 9.7), круглый (рис. 9.8), угловой (рис. 9.9), умывальник-чаша, хирургический, парикмахерский, для людей с ограниченными возможностями (рис. 9.10), дизайнерский.

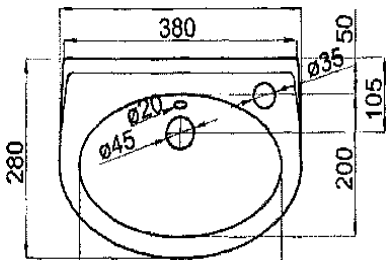


Рис. 9.6 Умывальник овальный

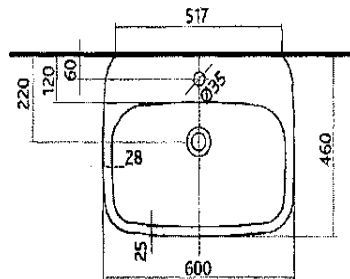


Рис. 9.7. Умывальник прямоугольный

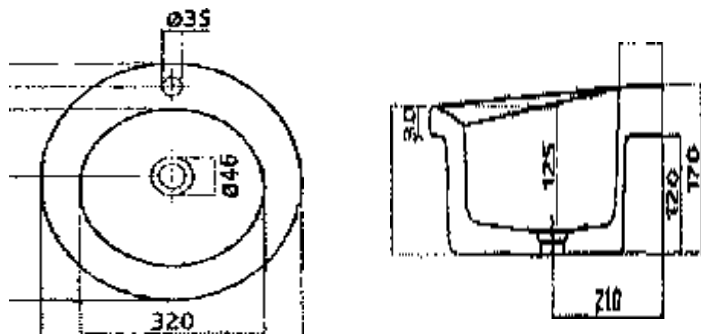


Рис. 9.8. Умывальник круглый

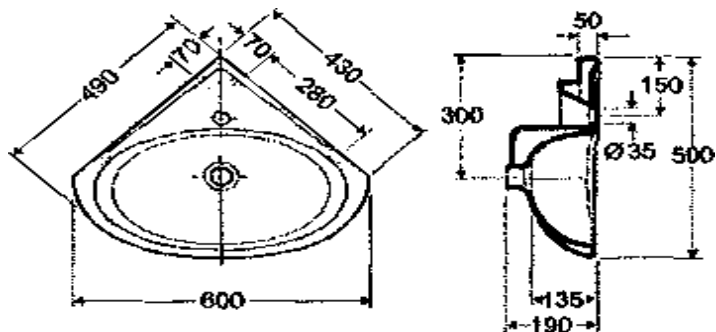


Рис. 9.9. Умывальник угловой

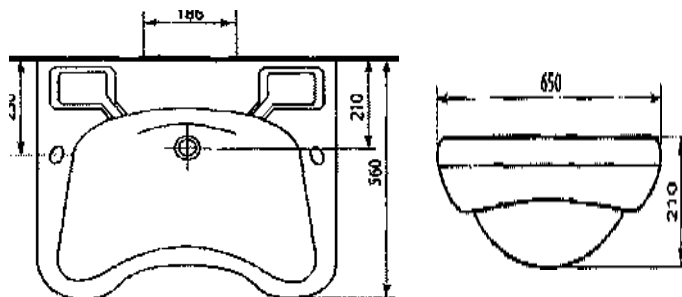


Рис. 9.10. Умывальник для людей с ограниченными возможностями

- по способу монтажа: навесной, с пьедесталом или полупьедесталом, встраиваемый;
- по материалу: фаянсовый, фарфоровый, акриловый, стальной и т. д.
- по габаритному размеру: обычный, мини-раковина (рис. 9.12).

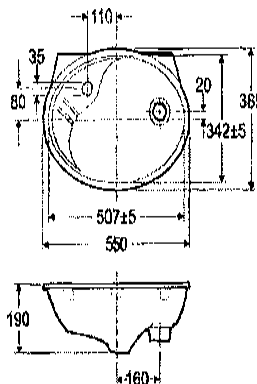


Рис. 9.11. Умывальник встраиваемый

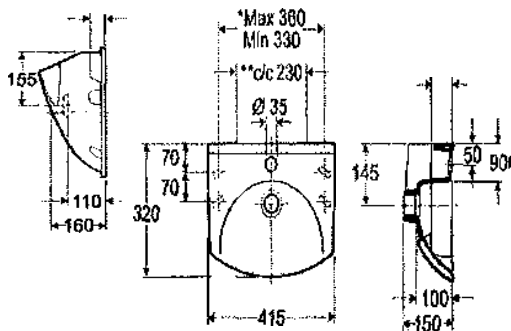


Рис.9.12. Мини-раковина

- по наличию и расположению отверстий под смесители.
- по размеру: взрослый и детский.

Размеры умывальников находятся в пределах: 500, 550; 600 и 650 мм в длину, ширина от 300 до 600 мм, глубина 150-180 мм. Приборы представляют собой чашу, оборудованную выпуском диаметром 32-40 мм с решеткой для задержания загрязнений, переливом, приставным гидрозатвором (сифоном) и водопроводной смесительной арматурой с подводкой холодной и горячей воды. Высота установки от пола до борта прибора 800 мм, а в детских учреждениях и школах - от 500 до 700 мм.

Умывальники изготовляют из керамики (фарфор, фаянс) или пластмассы следующих размеров, мм:

- I величина – 400x500x135
- II величина – 500x420x150;
- III величина – 600x450x150; 650x500x150;
- IV величина – 650x500x150;
- V величина – 700x600x150.

Их комплектуют со смесителями для умывальников. Для отвода

воды в центре умывальника устанавливают выпуск  $dy = 32$  мм, соединяющий чашу умывальника и гидрозатвор.

**Ванны** предназначены для мытья и оздоровительных процедур. Вместимость ванны составляет 100 - 200 л. Для уменьшения объема воды в ванне (на 20-25 %) чашу сужают к ногам и голове. Ванны (рис.11.6.) устанавливают так, чтобы две или три стороны ее герметично сопрягались со стеной помещения с помощью заделки или установки нащельника.

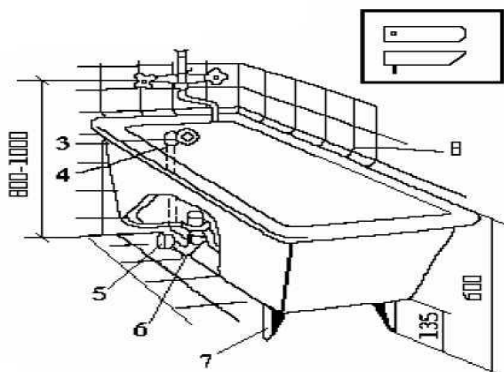


Рис.9.13. Ванна:

- 1 – крышка перелива; 2 – переливная трубка; 3 – сифон;  
4 – выпуск; 5 – ножки; 6 – нащельник

Габаритные размеры ванны, удобной для пользования 95% населения, составляют 1700x750 мм, глубина чаши 400 – 460 мм.

Арматура ванны (наполнительная и сливная) устанавливается в торце ванны со стороны ног купающегося. Смесители для ванн размещают на высоте 0,8-1 м от пола, комбинированные смесители для ванны-умывальника - на высоте 1,1 м. Сливная арматура ванны включает выпуск ( $dy = 40$  мм), закрываемый пробкой, переливную трубу, крышку перелива. Выпуск и переливная труба ( $dy = 25$  мм) соединяются под дном ванны тройником, к которому присоединен гидрозатвор - напольный сифон для ванны ( $dy = 40$  мм).

**Унитазы** (рис. 9.14.) принимают и удаляют экскременты. Эти наиболее опасные в санитарно-гигиеническом отношении приборы требуют быстрого и эффективного удаления загрязнений, поэтому их оборудуют индивидуальными промывными устройствами (смывными

бачками или кранами).

Унитазы изготовляют из наиболее гигиенического материала - керамики (фарфора, фаянса), покрытой глазурью.

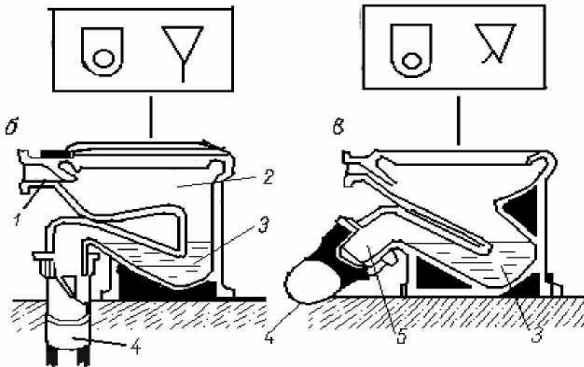


Рис.9.14. Унитазы:

- а – унитаз с прямым выпуском; б – унитаз с косым выпуском  
1 – патрубок; 2 – чаша; 3 – гидрозатвор;  
4 – разводка канализационной сети; 5 – выпуск

Унитазы (рис. 9.14.) состоят из чаши, которая плавно переходит в гидравлический затвор. Выпуск ( $d_y = 100$  мм) в нижней части обеспечивает присоединение его к разводке канализационной сети.

Унитазы имеют округлые формы (размер 460x360 мм). Борт унитаза располагается на высоте 320 – 400 мм от пола. С физиологической точки зрения наиболее удобна высота 320 – 350 мм.

Для присоединения к различным отводящим трубопроводам выпускают унитазы с прямым и косым выпусками. Первые используются для присоединения к отводящим трубопроводам, проложенным в полу или под полом, вторые – для отводящего трубопровода, находящегося над полом помещения.

**Писсуар** – это санитарно-технический прибор для приемки и отвода в канализацию жидких стоков. Писсуары классифицируют следующим образом:

– по форме: овальный, округлый, прямоугольный, вытянутый, треугольный, дизайнерский.

– по способу монтажа: настенный (подвесной), напольный,

лотковый.

- по способу подачи воды: вертикальный и горизонтальный.
- по материалу: фаянсовый, фарфоровый, полуфарфоровый, металлический, из нержавеющей стали и т. д.
- по типу: традиционный, сенсорный, инфракрасный и т. д.
- по комплектации: с крышкой и без неё.
- по размеру: взрослый и детский.

В мужских туалетах устанавливают писсуары настенные, напольные (уриалы) и лотковые из фарфора, полуфарфора шириной 350 – 360 мм или фаянса. Настенные писсуары оборудованы приставным гидравлическим затвором (сифоном) и подводящими воду трубами диаметром 15 мм с водоразборным специальным краном вентиляного типа.

**Биде** – это санитарно-технический прибор в виде удлиненной фаянсовой чаши с кранами, подсоединенный к системам водоснабжения и канализации. Биде классифицируют следующим образом:

- по способу монтажа: подвесное, напольное, крышка-биде, электроунитаз-биде.
- по способу подачи воды: с подачей снизу-вверх, сбоку вниз, сверху вниз.
- по конструкции канализационного выпуска: с горизонтальным, вертикальным, косым (под углом в 45°) выпуском.
- по материалу: фаянсовое, фарфоровое, металлическое, из нержавеющей стали и т.д.
- по типу: традиционное, сенсорное, инфракрасное и т. д.
- по комплектации: только фаянс, фаянс с арматурой и трубными элементами раздельно, то же в сборе.

Промывочные устройства обычно работают в полуавтоматическом режиме: пользователь включает устройство, после чего оно выдает заданное количество воды и автоматически закрывается. Это гарантирует качество промывки.

Смывные бачки (рис. 9.15.) устанавливают непосредственно на унитазе (бачок «Компакт») (рис. 9.15. а), на стене на высоте 800 мм (среднерасполагаемый) (рис. 9.15. б) или 1800 мм (высокорасполагаемый) (рис. 9.15. в). Корпус бачка изготавливают из керамики, чугуна, пластмассы.

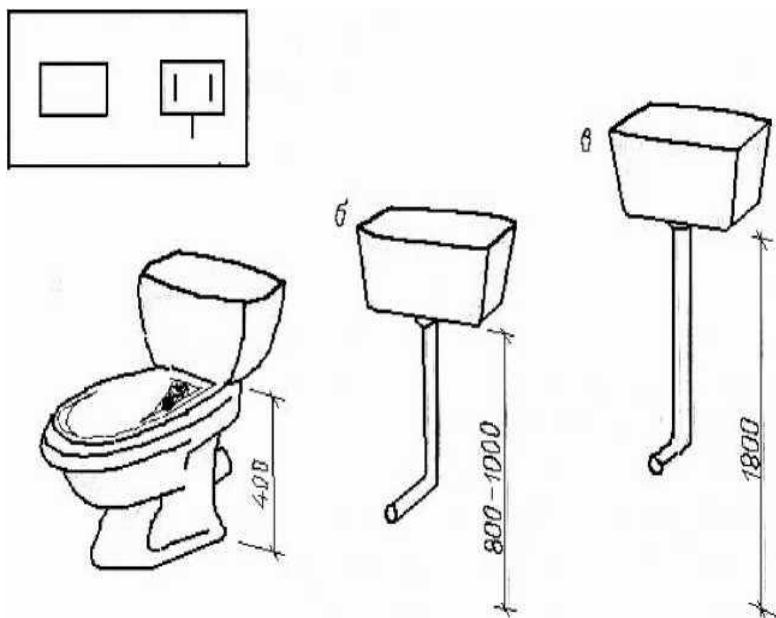


Рис.9.15 Смывные бачки:  
 а – бачок «Компакт»; б – бачок среднерасполагаемый;  
 в – бачок высокорасполагаемый

**Гидрозатворы** (сифоны) размещают после каждого санитарно-технического прибора, кроме тех, в конструкции которых имеется гидравлический затвор (рис. 9.16.). Слой воды высотой 50–70 мм в гидрозатворе задерживает вредные газы из системы канализации.

Слой воды образуется в изгибе трубопровода (*U*-образные гидрозатворы) (рис. 9.16 а, б) или между двумя цилиндрами (бутылочные) (рис. 9.16 в). Для прочистки гидрозатворов и примыкающих к ним участков предусматривают отверстия, закрываемые крышками или пробками (сифоны-ревизии).

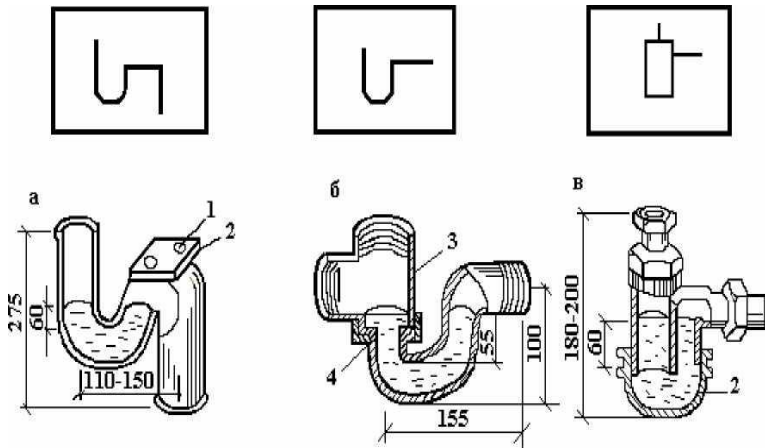


Рис.9.16. Гидрозатворы:  
 а, б – U-образные гидрозатворы; в – бутылочный гидрозатвор  
 1 – болт; 2 – крышка; 3 – тройник; 4 – накладная гайка

В жилых домах с умывальниками, мойками, биде, ножными ваннами монтируют бутылочные сифоны. Для ванн разработан специальный сифон, имеющий небольшую высоту и тройник для присоединения переливной трубы.

**Отводные трубы (лежаки)** 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.

**Стояки** – вертикальные трубопроводы, предназначенные для транспортирования стоков в канализационный выпуск. Они собирают стоки от отводных труб, их диаметр должен быть не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку. Минимальный диаметр стояка 50 мм.

**Выпуски** служат для сбора стоков от стояков и отвода их в дворовую канализационную сеть. Они выполняются в виде трубопроводов, уложенных с уклоном, и объединяют все стояки. Диаметр выпуска принимают не меньше максимального диаметра стояка, присоединяемого к выпуску. Их размещают вблизи приёмников

сточных вод (санитарных приборов) жидкости и по возможности ближе к прибору, отводящему наиболее загрязненные сточные воды (это унитаз, если выбор места расположения справа или слева от унитаза, а при отсутствии дополнительных условий – устанавливается со стороны ванны). Если применяют сантехнические кабины, то стояки размещают в монтажных шахтах на одной оси с унитазом. Диаметр стояков должен быть не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку.

Длина отводных труб должна быть минимальной. Канализационные трубы и стояки не следует размещать у наружных стен в жилых помещениях. Если применяют сантехнические кабины, то стояки размещают в монтажных шахтах на одной оси с унитазом. Длина отводных труб должна быть минимальной. Канализационные трубы и стояки не следует размещать у наружных стен в жилых помещениях. На всех планах, разрезах, схемах стояки и приёмники сточных вод должны иметь обозначения: СтК 1 – 1 – стояк хозяйственно-бытовой канализации; СтК 2 – 1 – стояк водостока. Стояки прокладываются открыто, в бороздах или в специальных шахтах. Прокладка канализации в квартире на плане и на аксонометрической схеме показана на рис. 9.17.

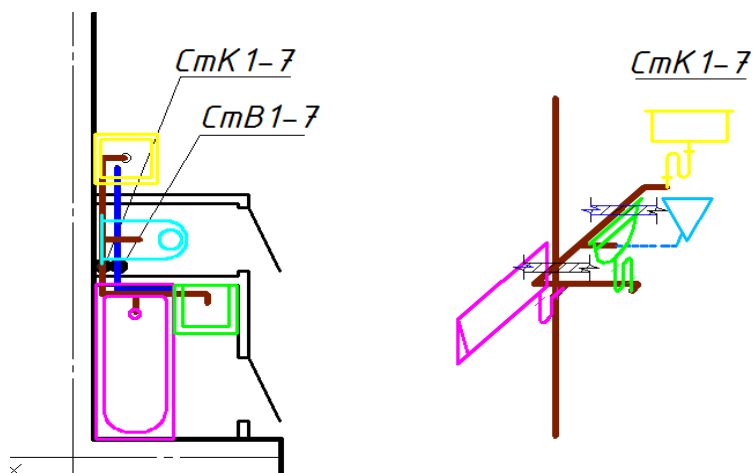


Рис. 9.17. Пример размещения водоотводящих сетей в квартире на плане и аксонометрии

Диаметр стояка в жилых домах по всей высоте должен быть не

меньше наибольшего диаметра отводной трубы, присоединяемой к стояку (если присоединяется унитаз, тогда диаметр  $d = 100$  мм, а если только мойка от кухни – то диаметр  $d = 50$  мм.; не менее 3,0 м от плоской эксплуатируемой кровли).

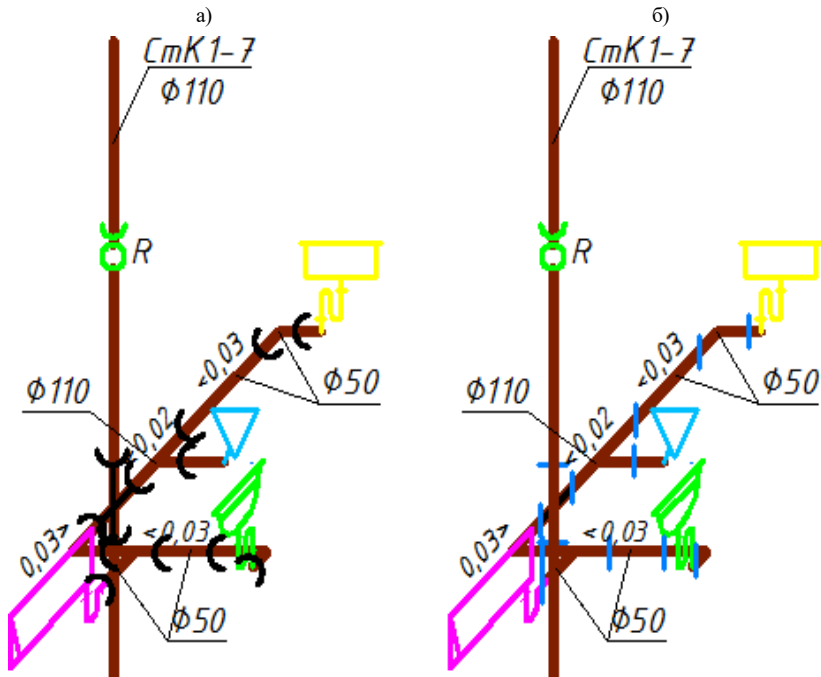


Рис. 9.18. Аксонометрическая схема присоединения приборов и фасонных частей:  
а) раструбные соединения; б) схематическое обозначение раструбных соединений

Вытяжные (фановые трубы) трубы выполняются диаметром, равным диаметру стояка. Рекомендуется объединять группы стояков в один вытяжной стояк. Пример показан на рис. 9.19. В этом случае, диаметр вытяжной части должен быть равными наибольшему диаметру стояка из объединяемой группы. Участки сборного вентиляционного трубопровода следует прокладывать с уклоном в стороны присоединяемых стояков, обеспечивая сток конденсата. Объединение стояков выполняют на чердаке. В неотапливаемых чердаках объединяемые трубопроводы теплоизолируют

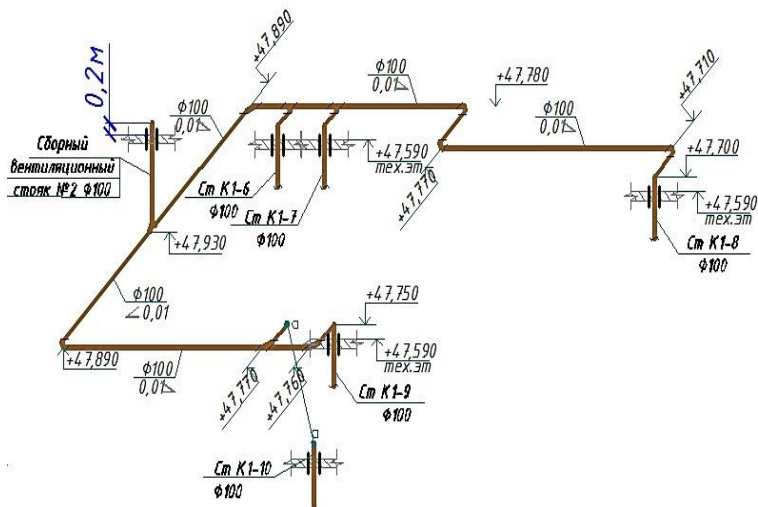


Рис. 9.19. Аксонометрическая схема объединения стояков на чердаке

**Канализационные выпуски** отводят сточную жидкость от стояков за пределы здания в смотровой колодец дворовой или внутриквартальной сети. Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра стояка, а угол присоединения к дворовой канализационной сети не менее  $90^\circ$  (считая по движению сточных вод). Выпуски располагают по возможности с **одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам**. В жилых зданиях проектируют один выпуск на секцию, который выводят во двор. В пределах здания выпуск прокладывают под потолком подвала, по стене, над полом подвала, в зависимости от высотных отметок и глубины заложения внутриквартальной канализационной сети.

Устройство укрупненных выпусков целесообразно в тех случаях, когда достигается сокращение длины внешней сети. Устройство укрупненных выпусков не допускается в тех случаях, когда наружная канализационная сеть проходит вдоль здания, а также в домах, имеющих эксплуатируемые подвалы. При наличии в доме более пяти жилых секций или при длине здания более 90 – 100 м необходимо устраивать два выпуска.

Выпуски следует присоединять к наружной сети в колодце под

углом не менее  $90^\circ$  (по направлению движения сточных вод). Расстояние между стенами здания и колодца принимается не менее 3 м.

Максимальная длина выпуска (от оси прочистки или стояка до оси колодца) принимается равной 8, 12, 15 м при диаметрах труб 50, 100, 150 мм соответственно. Это позволяет ликвидировать засоры через прочистку, установленную перед выпуском. При большей длине необходимо предусматривать дополнительный смотровой колодец.

Минимальная глубина заложения выпуска (у здания) определяется на основании опыта эксплуатации канализационных сетей в данной местности, но не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм и на 0,5 м при диаметре их более 500 мм.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца дворовой канализационной сети должна быть (рис. 9.20.):

- не более 12 м при диаметре 100 мм.
- при большей длине выпуска, необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм;

Колодцы устанавливаются на расстоянии 3–5 м (рекомендовано 5 м) от фундамента здания.

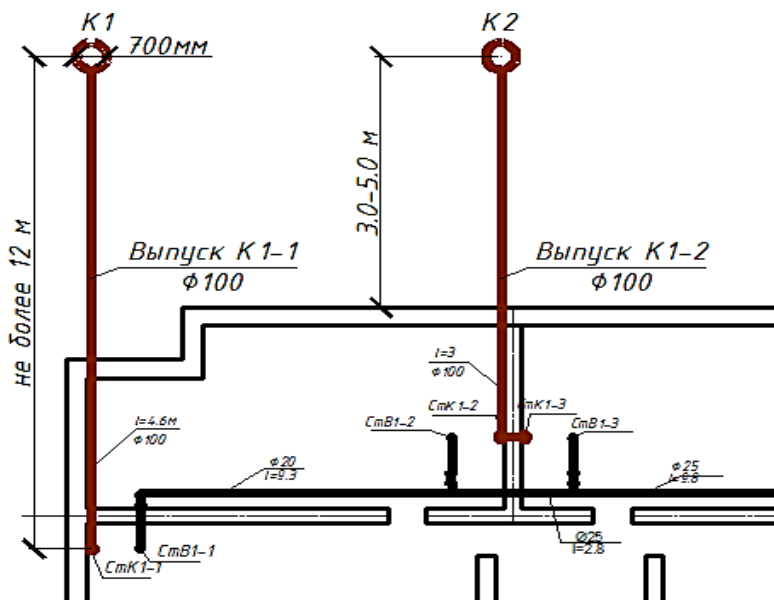


Рис.9.20. Схема расположения выпусков

В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети устанавливают смотровые колодцы, внутренние диаметры которых следует принимать:

- для труб диаметром до 200 мм при глубине их заложения до 2 м – 700 мм;
- для труб диаметром более 200 мм при глубине их заложения более 2 м – 1000 мм.

Для определения места расположения выпусков относительно жилого дома необходимо учесть расположение выпусков в направлении к городскому колодцу и установить точку их подключения к городской сети канализации (ГК).

Выпуски служат для сбора стоков от стояков и отвода их в дворовую канализационную сеть. Они выполняются в виде трубопроводов, уложенных с уклоном, и объединяют все стояки. Диаметр выпуска принимают не меньше максимального диаметра стояка, присоединяемого к выпуску.

## Занятие № 10. Канализационные трубы и фасонные части

Современные канализационные системы монтируют из чугунных, керамических, стальных водогазопроводных труб, а также на основе полипропилена и ПВХ. Для наружных систем трубы окрашивают в оранжевый цвет, а внутридомовые в серый. Между собой трубы соединяются посредством раструба — конусообразной части одного конца трубы. Во время монтажа ровный конец одного трубопровода помещается в раструб другого, затем проводится герметизация

Материал труб канализационных сетей выбирают в зависимости от состава и температуры сточных вод, а также требований к прочности материала трубопровода и экономии металла (табл. 10.1).

Таблица 10.1. Номенклатура труб

Материал и виды труб	Условный проход Ду, мм	Назначение
Чугунные канализационные (ГОСТ 6942.3-80)	50 - 150	Сети внутренней бытовой и производственной канализации
Керамические канализационные (ГОСТ 268-82)	150 - 500	Сети внутренней бытовой и производственной канализации
Полиэтиленовые (ГОСТ 18599-83)	50 - 300	Сети внутренней бытовой и производственной канализации при давлении выше 0,1 МПа
Асбестоцементные безнапорные (ГОСТ 1839-80)	100 - 150	Сети внутренней бытовой и производственной канализации слабокислых и слабощелочных сточных вод (рН=6 - 9)
Бетонные и железобетонные безнапорные (ГОСТ 6482.0-79)	300 - 1500	Сети внутренней бытовой и производственной канализации (если по составу сточные воды не агрессивны по отношению к бетону)

Все канализационные трубы соединяются между собой и с фасонными частями при помощи раструбов.

Фасонные части на внутренней канализационной сети:

- отводы (угол поворота: 90°, 120°, 135°, 150°);
- тройники;
- крестовины;
- переходы;
- муфты (прямая, переходная: 50\*100, 100\*150);

- отступ;
- ревизии;
- прочистка (заглушка)  $6=50, 100, 150$ .

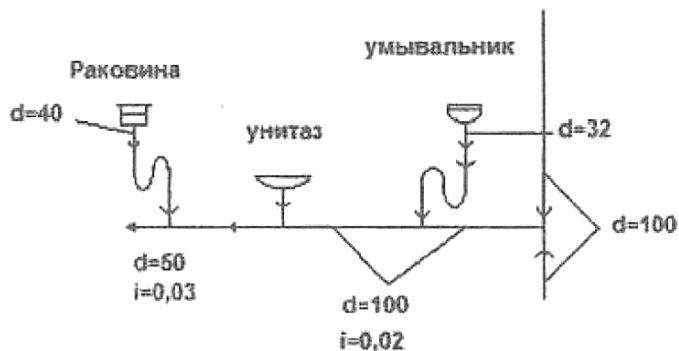


Рис. 10.1. Фрагмент аксонометрической схемы канализации в квартире

Тройники и крестовины могут быть прямыми или косыми, в зависимости от угла присоединения боковых веток, могут переходными с одного диаметра на другой. Прямые (с углом присоединения  $90^\circ$ ), косые (с углом присоединения  $45^\circ$  или  $60^\circ$ ); переходные: Оу·бу:  $50\cdot 50, 100\cdot 100, 150\cdot 150, 100\cdot 50, 150\cdot 50, 150\cdot 100$ .

Изменение направления труб, присоединение ответвлений санитарно-технических приборов и т.д. производится с помощью соединительных (фасонных) частей.

Для труб  $d_y = 50, 100, 150$  мм изготавливаются:

- **компенсационные простые патрубки** (рис.10.2. а) и с отводом для изменения длины трубопровода в пределах строительных допусков;
- **патрубки с раструбом** длиной  $150 - 400$  мм (с интервалом  $50$  мм) для вставки между фасонными частями;
- **отводы** под углом  $110, 120, 135^\circ$  (рис. 10.2. б);
- **отвод-кресты** (рис. 10.2. в) для присоединения унитаза к стояку и двух боковых ответвлений меньшего размера;
- **колена** (рис. 10.2. г);
- **двухплоскостные крестовины** (рис. 10.2. д) для присоединения к стояку горизонтальных ответвлений, расположенных в разных

плоскостях;

- **крестовины прямые** (под углом  $90^\circ$ ) (рис. 10.2. ж) и **косые** (под углом  $45, 60^\circ$ ) (рис. 10.2. е);
- **патрубки переходные** (рис. 10.2. з) для соединения труб различного диаметра;
- **отступы** со смещением 75 мм для обхода строительных конструкций (рис. 10.2. и);
- **тройники прямые** (рис. 10.2. к), **косые** (рис. 10.2. л) для присоединения ответвлений;
- **муфты** (рис. 10.2. м) для соединения труб одного диаметра.

Отводные трубопроводы присоединяют к гидрозатворам санитарно-технических приборов и прокладывают к стояку прямолинейно с постоянным уклоном. Для предотвращения засорения труб их прокладывают с уклоном, обеспечивающим незаиляемость трубы; боковые ответвления присоединяют с помощью косых тройников и крестовин; применение прямых крестовин не допускается. Присоединение отводных труб к стояку также следует выполнять в виде плавных поворотов. Присоединять санитарные приборы, расположенные в разных квартирах на одном этаже, к одному отводному трубопроводу не допускается. Трубы от приборов, устанавливаемых, в туалетах жилых зданий, раковин и моек в кухнях прокладывают над полом; при этом должно предусматриваться устройство облицовки и гидроизоляции.

Все отводные трубопроводы (ревизии, прочистки), расположенные за автоматизированной запорной арматурой, в том числе прокладываемые ниже пола первого этажа, а также канализационные стояки вышерасположенных этажей рассчитывают на гидростатическое давление до уровня люка ближайшего смотрового колодца при засорах и переполнениях и жестко закрепляют во избежание продольных и поперечных перемещений.

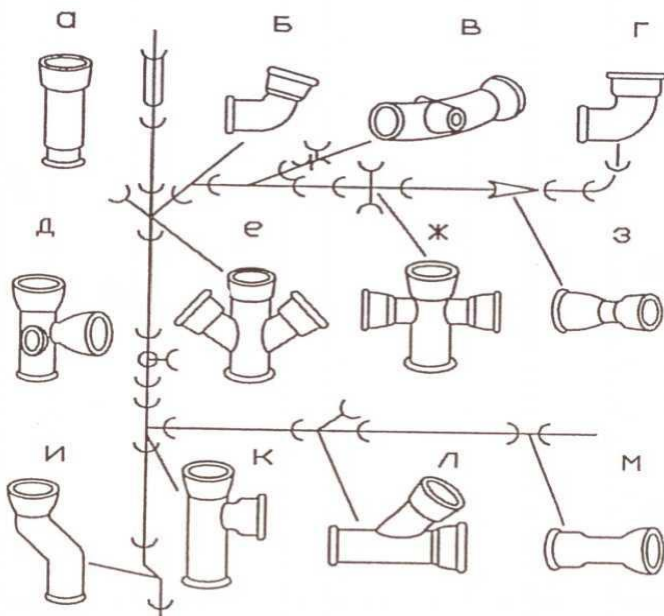


Рис.10.2. Соединительные (фасонные) канализационные части:  
 а – компенсационный простой патрубок; б – отвод; в – отвод-крест;  
 г – колено; д – двухполостная крестовина; е – крестовина косая;  
 ж – крестовина прямая; з – патрубок переходный; и – отступ;  
 к – тройник прямой; л – тройник косой; м – муфта

Для горизонтальных отводных трубопроводов системы канализации расчетным расходом является расход  $q^{SL}$ , л/с значение которого вычисляют в зависимости от числа санитарно-технических приборов  $N$ , присоединенных к участку сети и длины этого участка трубопровода  $L, м$  по формуле

$$q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s + q_0^{s2} \quad (10.1)$$

где  $q_{hr}^{tot}$  – общий максимальный часовой расход воды на расчетном участке, м<sup>3</sup>/час, определяемый согласно п. 5.10 [1];

$K_s$  – коэффициент, принимаемый по табл. 10.1 [1] или табл. 10.1 в зависимости от числа приборов на расчетном участке и его длины;

$q_0^{s2}$  – расчетный максимальный расход стоков, л/с, от приборов с максимальной емкостью для жилого дома (ванны), принимаемый по прилож. А.1 [1],  $q_0^{s2} = 1,1$  л/с от заполненной ванны емкостью 150 – 180 литров с выпуском диаметром  $d = 40-50$ мм.

Максимальный часовой расход стоков на расчетном участке горизонтального трубопровода определяется по формуле

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{o,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}^{tot}$$

где  $q_{hr}^{tot}$  – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления одним прибором для ванны со смесителем (для ванн с умывальником),  $q_{hr}^{tot} = 300$  л/ч;

$\alpha_{hr}^{tot}$  – коэффициент, определяемый в зависимости от числа приборов  $N$  и вероятности их действия  $P_{hr}^{tot}$ , принимаемый по прилож. Б, табл.Б.2. [1] аналогично системе водоснабжения.

Вероятность использования приборов для системы в целом определяется по формуле

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot P^{tot} \cdot q_0^{tot}}{q_{o,hr}^{tot}}$$

Таблица 10.2. Коэффициент для определения расчетного расхода для горизонтальных отводных трубопроводов

N	Значения $K_s$ при $L$ , м									
	1м	3м	5м	7м	10м	15м	20м	30м	40м	50м
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27	0,25
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30	0,27
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31	0,28
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31	0,29
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,30
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33	0,31
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70

Для определения расчетных расходов  $q^{sL}$  необходимо определить вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}^{tot}$  и

вероятность действия приборов  $P^{tot}$  для всего здания, обслуживающие одинаковых потребителей.

Все отводные трубопроводы (ревизии, прочистки), расположенные за автоматизированной запорной арматурой, в том числе прокладываемые ниже пола первого этажа, а также канализационные стояки вышерасположенных этажей рассчитывают на гидростатическое давление до уровня люка ближайшего смотрового колодца при засорах и переполнениях и жестко закрепляют во избежание продольных и поперечных перемещений.

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

### **Занятие № 11. Ревизии и прочистки**

Канализационная система является надежной коммуникацией для отвода сточных вод, но не гарантирует ее засорения. Причиной засоров может быть:

- неправильный угол установки труб;
- маленький диаметр трубопровода;
- попадание в систему крупного мусора;
- образование ржавчины на внутренних стенках труб;
- накопление жира.

Засоряет систему канализации не только крупный мусор, но и нитки, бечевка, волосы, чайная заварка, жир, которые цепляются за шероховатую поверхность трубы изнутри. В домах, построенных в 20 – столетии, где были установлены чугунные или металлические трубы, имеющие шероховатость внутренней стенки трубы в период отключения горячей воды, очень часто наблюдались засоры. Особую проблему создает мусорная пробка, образованная глубоко в канализационной системе, когда применение вантуза или химических средств бесполезно. Для решения данной проблемы и была разработана ревизия на канализационной трубе.

Ревизия на канализационной трубе представляет собой специальную деталь – тройник со съемной крышкой, существенно облегчающий обслуживание и прочистку канализации, а также позволяющий сохранить целостность конструкции на случай засорения. При ее отсутствии для устранения мусорной пробки потребуются вырезать отверстие в трубе, что может привести к протеканиям нечистот

и появлению неприятного запаха., поэтому ревизия должна быть установлена в легкодоступном месте. Наиболее оптимально установить ревизионный тройник на всех трубах и основном стояке. Это позволит проводить регулярное обслуживание и чистку сети, чтобы избежать засорения. Причем важно, чтобы присоединительные стыки были тщательно герметизированы во избежание проникновения в помещение запаха нечистот, так как наиболее подвержен поломке торец ревизии. При пробивании мусорной пробки тросом, активное воздействие воспринимает именно торец ревизии, что может привести к появлению в нем трещин, следовательно, к проникновению в квартиру неприятных запахов и протечек, особенно проблема актуальна для труб ПВХ, поэтому во время прочистки нужно действовать предельно аккуратно.

Современные канализационные системы монтируют из труб на основе полипропилена и ПВХ. Для наружных систем трубы окрашивают в оранжевый цвет, а внутридомовые в серый. Между собой трубы соединяются посредством раструба — конусообразной части одного конца трубы. Во время монтажа ровный конец одного трубопровода помещается в раструб другого, затем проводится герметизация с помощью клеящего состава или уплотнителя из резины.

Ревизии из полимеров имеют следующие достоинства по сравнению с трубами из других материалов:

- деформационная стойкость в холодное время года и при воздействии температур до 95°C;
- идеально ровная внутренняя часть, существенно снижающая риск засора;
- не требуется покраска;
- долговечность (служит до 50 лет);
- стойкость к агрессивным средам.

Ревизии из ПВХ имеют свои преимущества:

- отсутствие коррозии;
- легкий вес;
- простота монтажа без применения специальных инструментов.

На сетях внутренней канализации для устранения засоров следует предусматривать установку ревизий (рис. 11.1. а, б) и прочисток (рис. 11.1 в).

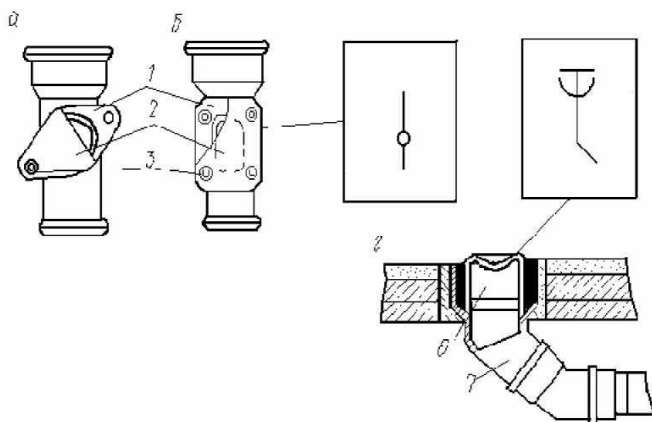


Рис.11.1. Ревизии и прочистки: а, б – ревизии; в – прочистки  
 1 – резиновая прокладка; 2 – крышка; 3 – заглушка; 4 – отвода,  
 б – ревизии; в – прочистки

Ревизии и прочистки устанавливают следующим образом:

- на стояках при отсутствии на них отступов – в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов – также и в вышерасположенных над отступами этажах;
- в жилых зданиях высотой пять этажей и более - не реже, чем через три этажа;
- в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов три и более, под которыми нет устройств для прочисти;
- на поворотах сети – при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки.

Ревизии устанавливают на высоте 1 м от пола и не менее чем на 150 мм выше борта приемника сточных вод, чтобы при засорении вода не переливалась через ревизию. При скрытой прокладке стояков против ревизий устанавливают дверки размером не менее 30х40 см.

На горизонтальных участках ревизии устанавливают по длине трубопровода на расстоянии от 6 до 25 м друг от друга, в зависимости от диаметра трубы и от состава сточных вод.

Прочистки - отверстия с заглушкой устанавливают в местах, где требуется прочистка труб только в одном направлении. Их выполняют

в виде косо́го тройника и отвода в 135 град. или двух таких отводов, обеспечивающих плавный вход прочищающего троса в трубу. Сверху раструб закрывают заглушкой на легкоплавкой мастике или сурикомеловой замазке.

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допустимые расстояния между ревизиями или прочистками надлежит принимать согласно табл. 11.1.

**Таблица 11.1. Наибольшие допустимые расстояния между ревизиями или прочистками на горизонтальных участках бытовой канализационной сети**

Диаметр трубопроводов, м	Расстояние, м, между ревизиями и прочистками	Вид прочистного устройства
50	12	Ревизия
50	8	Прочистка
100 – 150	15	Ревизия
100 – 150	10	Прочистка
200 и более	20	Ревизия

Ревизия представляет собой элемент канализационной системы со съемной крышкой, устанавливаемый для осмотра, обслуживания и прочистки труб в случае засоров, а прочистка – это сама процедура удаления этих засоров из канализации. Ревизия обеспечивает удобный доступ к трубам и позволяет производить визуальный осмотр канализационных труб и устройств, что важно для выявления возможных проблем, таких как трещины, утечки или засоры, проводить чистку труб и удаление накопившихся отложений, проводить необходимые мероприятия по обслуживанию. Проводить осмотр и чистку системы канализации нужно как минимум раз в год так как это поможет предотвратить возникновение серьезных проблем и сохранить нормальное функционирование канализации. В случае отсутствия отступов на стояках установка ревизии осуществляется на верхнем и нижнем этаже здания, а на горизонтальных участках магистрали ревизии/прочистки устанавливают через каждые восемь метров и в местах, удобных для их эксплуатации.

Ревизии монтируются в легкодоступных местах, таких как повороты труб, начало отводных участков или стояки зданий, согласно строительным нормам, чтобы обеспечить доступ к трубам без их демонтажа.

Через крышку ревизии удобно вставлять трос или другие инструменты для устранения засоров и отложений. Для прочистки необходимо открыть крышку ревизии выше образования пробки и вставить трос. Плавным вращением начать продвигать его к месту засорения. Чем спокойнее движения, тем меньше риск спутывания троса.

Для прочистки канализации от строительного мусора необходимо слить несколько ведер воды, а избавиться от скопления жира поможет промывка горячей водой.

В качестве места установки прочистки выбирают глухие участки, расположенные в начале или конце канализационной системы или участки смены направления труб. Прочистка отличается от ревизии наличием наклонного отвода, позволяющего чистить канализацию только в одном направлении.

## Занятие № 12. Канализационные стояки и их расчет

**Стояки** – вертикальные трубопроводы, предназначенные для транспортирования стоков в канализационный выпуск. Они собирают стоки от отводных труб и их диаметр должен быть не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку. Минимальный диаметр стояка равен 50 мм.

Стояки предусматривают в местах сосредоточения приемников сточных вод. Для уменьшения числа стояков желательно, чтобы приемники сточных вод располагались группами и друг над другом по этажам. Их располагают у стен, по возможности ближе к приемникам, в которые поступают наиболее загрязненные стоки (унитазы), так, чтобы длина отводящих труб была минимальной.

Отвод сточных вод, выделяющих запахи, вредные газы и пары бытовой и производственной канализации осуществляется через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту, м:

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

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

стояках не предусматривают, а также не допускается соединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами и дымоходами.

Рекомендуется устройство одной вытяжной трубы на несколько канализационных стояков, но одной вытяжной частью объединять не более 6 стояков. Сборный вентиляционный трубопровод прокладывают с уклоном  $i = 0,01$  в сторону канализационных стояков; его диаметр принимается равным 100 мм, если количество приборов в системе не превышает 120, и равным 150 мм при большем числе приборов. Запрещается объединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами зданий и с дымоходами.

Вентиляционная система канализации выполняет две функции:

- отведение дурно пахнущих газов из системы;
- обеспечение пропускной способности системы.

При групповой установке приборов и залповых сбросах сточных вод в канализационной сети могут возникнуть предельные нагрузки. Это приводит к максимальному заполнению труб, в них образуется дефицит воздуха (разрежение), а это может привести к срыву гидрозатворов. Поэтому все канализационные стояки проверяют на пропускную способность: расход сточных вод в них не должен превышать максимального допустимого. В противном случае устанавливают 2 или 3 канализационных стояка вместо одного.

В зданиях допускается устройство невентилируемых стояков, их высота зависит от высоты установки приборов.

В системе канализации может быть несколько невентилируемых стояков, но система в целом обязательно должна вентилироваться.

Устройство невентилируемых стояков в зданиях допускается в следующих случаях:

- в одноэтажных жилых домах;
- в других случаях (при наличии не менее одного вентилируемого стояка), если расход сточной жидкости не превышает расходов, указанных в табл. 12.1

Таблица 12.1. Пропускная способность неветилируемых стояков

Рабочая высота стояка, м	Пропускная способность, л/с неветилируемых канализационных стояков D <sub>н</sub> , мм			
	50	85	100	150
1	1,6	5,30	6,3	14
2	1,0	3,10	3,7	8,0
3	0,6	2,0	2,4	5,4
4	0,5	1,4	1,8	3,9
5	0,4	1,0	1,4	3,0
6	0,4	0,80	1,0	2,4
7	0,4	0,76	0,9	2,0
8	0,4	0,76	0,7	1,6
9	0,4	0,76	0,6	1,4
10	0,4	0,76	0,6	1,3
11	0,4	0,76	0,6	1,0
12	0,4	0,76	0,6	0,9
13	0,4	0,76	0,6	0,9

Диаметр вытяжной части одного вентиляционного стояка должен быть равен диаметру этого стояка. Одной вытяжной частью рекомендуется объединять не более шести канализационных стояков. Диаметр вытяжной части стояка для группы объединяемых стояков должен равняться диаметру наибольшего из стояков, увеличенному на 50 мм. Сборный вентиляционный трубопровод, объединяющий сверху канализационные стояки, надлежит предусматривать с уклоном 0,01 в сторону стояков.

Стояк сверху переходит в вытяжную часть, которая предусматривается во всех зданиях высотой более пяти этажей. При меньшей этажности необходимость устройства вытяжной части проверяется расчетом. Отдельный вентиляционный стояк устраивают в высотных зданиях (более 20 этажей) в тех случаях, когда невозможно проложить стояк большего диаметра или два параллельных стояка.

В нижней части стояк канализационной сети плавно присоединяют к горизонтальному трубопроводу, который прокладывают так же, как отводные трубопроводы к выпуску. Стояки и отводящие трубопроводы в жилых зданиях располагают обычно сзади или сбоку унитаза в санитарном узле. При размещении кухни в отдалении от санитарного узла прокладывают отдельный стояк для отвода стоков от моек.

Переход стояка в выпуск должен быть плавным и выполняться при помощи косых фасонных частей (двумя отводами 135° и косым

тройником и отводом), а при изменении направления течения сточных вод угол поворота не должен быть острым (угол  $\alpha > 90^\circ$ ).

В типовых жилых и общественных зданиях стояки размещают вместе со стояками водоснабжения в санитарно-технических блоках, панелях, кабинах, которые монтируют одновременно со строительными конструкциями здания, что позволяет сократить объем монтажных работ на строительной площадке. Трубы прокладывают открыто с креплением к конструкциям зданий, а также на специальных опорах, или скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом, в панелях, бороздах стен, в санитарно-технических кабинах, вертикальных шахтах.

Стояк (горизонтальный трубопровод) в нижней части (в подвале или техническом подполье) переходит в выпуск, служащий для отвода сточной жидкости в дворовую сеть (рис.12.1).

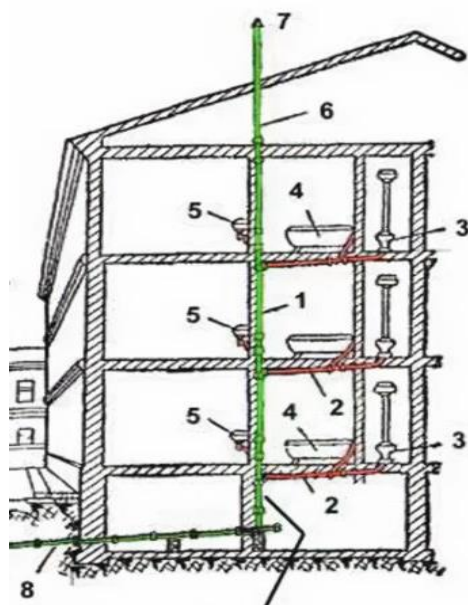


Рис.12.1 – канализационный стояк, 2 – фасонные части;  
3 – унитазы; 4 – ванны; 5 – раковины; 6 – вытяжная труба;  
7 – флюгарка; 8 – соединительная труба

Для стояков системы канализации максимальный расчетный расход стоков  $q^s$  л/с, определяется как сумма общего максимального расчетного расхода стоков  $q^{tot}$ , л/с и максимального секундного расхода от прибора с максимальным водоотведением  $q_0^s$  л/с, определяемый по табл. А.1 [1].

$$q^s = q^{tot} + q_0^s \quad (12.1)$$

Общий максимальный расчетный расход воды  $q^{tot}$ , л/с, определяется по аналогии системе водоснабжения по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha \quad (12.2)$$

где  $q^{tot}$  – наибольший секунднй расход воды (общий) одним прибором (исключая расход поливочного крана), л/с, принимаемый по табл. А.2 [1] или прил. 1, табл.П.1.1;  
 $\alpha$  – коэффициент, определяемый в зависимости от числа приборов и вероятности их действия  $P^{tot}$ , по таблице

Вероятность действия приборов  $P^{tot}$  определяется по формуле

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N} \quad (12.3)$$

где  $q_{hr,u}^{tot}$  – норма расхода воды (общая), л, в час наибольшего потребления, принимается по прилож .А, табл.А.2[1], прилож.1, табл.П.1.2. Для жилых зданий с традиционным комплектом санитарно-технических приборов согласно прилож. А, табл.А.2 [1],  $q_{hr,u}^{tot} = 11,6$  л/ч;

$U$  – общее число потребителей (жителей) в здании, определяется в соответствии с количеством, планировкой квартир и заселенностью, принимается аналогично системе водоснабжения;

$q_0^{tot}$  – секунднй расход стоков, л/с одним санитарно-техническим прибором. Для приборов, обычно используемых в жилых зданиях,  $q_0^{tot} = 0,25$  л/с – ванна со смесителем;

$N$  – число санитарно-технических приборов в здании. Для определения количества санитарно-технических приборов в стандартной квартире принимают 4 прибора, а в нестандартной квартире число приборов может быть больше, но при этом их нужно умножить на число секций (2 секции) и число квартир.

### Занятие № 13. Построение аксонометрической схемы канализационной сети жилого здания

Аксонометрическую схему внутренней канализации строят таким образом, чтобы на ней была отражена вся система трубопроводов. Схему строят под углом  $45^\circ$  без искажения масштабов по осям (в масштабе 1:100).

На аксонометрической схеме показывают выпуски, стояки, отводящие трубопроводы. На ней указывают диаметры канализационных стояков, диаметры и уклоны горизонтальных участков, отметки пола отводных трубопроводов, ревизий, горизонтальных участков выпусков.

На схеме показывают установку ревизий и прочисток:

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

- в жилых зданиях высотой пять этажей и более – не реже, чем через три этажа;

- в начале участка (по движению сточных вод) отводных труб при количестве присоединяемых приборов три и более, под которыми нет устройству для прочистки;

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

Аксонометрическая схема стояка внутренней системы канализации от наиболее удаленного прибора до выпуска и колодца КК1-1 выполняется во фронтальной изометрии на листе А1. Масштаб аксонометрической схемы принимают 1:100.

На стояке поэтажные отводы и санитарно-технические приборы вычерчивают для верхнего этажа. На нижележащих этажах указывают тройники или прямые крестовины – фасонные детали для присоединения поэтажных отводящих трубопроводов к стояку.

Определение высотных отметок выпуска К1-1 на схеме (в качестве примера) осуществляется в такой последовательности:

- вначале определена отметка лотка выпуска у наружной стены здания. Глубина заложения от поверхности земли до верха трубы в этом месте принята на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта 2,5 м, то есть  $2,5 - 0,3 = 2,2$  метра [8];

– по генплану видно, что абсолютная отметка земли около здания – 32,4 м., а пол первого этажа имеет абсолютную отметку 34,4 м. Тогда при глубине заложения верхней образующей выпуска у наружной стены 2,2 м абсолютная отметка лотка будет - 30,1 м, что и показано на аксонометрической схеме;

– принята длина выпуска – 5 метров от прочистки до смотрового колодца;

– уклон выпуска диаметром 100 мм принят без расчёта 0,02 по п. 18. [8].

Высота перепада лотка выпуска будет равна

$$z_{\text{п}} = i \cdot l = 0,2 \cdot 5,0 = 0,1 \text{ м}$$

– отметка выпуска около здания – 30,0 м.

– выпуск К1 - 1 присоединяют к первому смотровому колодцу КК1 - 1 способом "шелыга в шелыгу", то есть с совпадением верхов труб разных диаметров.

Дворовая канализационная сеть – это наружная сеть и ее наименьший диаметр (чугунные трубы) согласно п.2.33 [8] должен быть 150 мм. Поэтому лоток первого колодца КК1-1 будет на 5 см ниже лотка выпуска из-за несовпадения диаметров труб выпуска и дворовой сети 150 – 100 = 50 мм. Абсолютная отметка лотка колодца КК1-1 получена – 29,95 м. Абсолютная отметка лотка первого колодца использована далее в таблице 3 гидравлического расчёта дворовой канализации.

Другие отметки горизонтальных участков на аксонометрической схеме К1 назначены с учётом уклонов и длин труб, а также толщины междуэтажного перекрытия 0,3 м и удобства сборки раструбных трубопроводов.

После построения аксонометрической схемы К1 составляем спецификацию оборудования системы внутренней канализации.

В спецификации К1 оборудование, трубы и фасонные детали считаем для одного здания. Данные по канализационным трубам и фасонным деталям в спецификации К1 приняты по «ГОСТ 6942 – 98». Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним».

## Занятие № 14. Гидравлический расчет внутренней сети канализации жилого дома

Задачей гидравлического расчета является определение диаметров и уклонов для отводных горизонтальных трубопроводов.

Диаметр канализационного стояка определяют с учетом пропускания расчетного расхода сточной жидкости, а также с учетом недопущения срыва гидравлических затворов в санитарных приборах, присоединенных к данному стояку.

Данные по пропускной способности вентилируемых и невентилируемых канализационных стояков из различных материалов приведены в прил. К табл. К.1–К.8 [1].

Диаметр вытяжной части одного канализационного стояка должен быть равен диаметру этого стояка. При объединении группы стояков единой вытяжной частью ее диаметр и диаметр сборного вентиляционного трубопровода следует принимать равными наибольшему диаметру стояка из объединяемой группы.

В зданиях допускается устройство группы (одного) невентилируемых канализационных стояков и (или) невентилируемых канализационных стояков (группы) стояков с воздушными клапанами.

Выбор расчетного уклона –  $i$ , средней скорости сточной жидкости

$V$ , м/с, и наполнения –  $h/d$  следует производить таким образом, чтобы было выполнено условие, характеризующее режим самоочищения в безнапорном трубопроводе:

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

где  $h$  – высота наполнения трубопровода сточной жидкостью;

$K = 0,5$  – для трубопроводов из полимерных материалов;

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

При этом средняя скорость движения стоков должна быть не менее 0,7 м/с (само-очищающая), а наполнение трубопроводов – не менее 0,3 м/с.

В тех случаях, когда выполнить вышеназванное условие не представляется возможным из-за недостаточного расхода сточных вод, безрасчётные участки трубопровода диаметром  $d = 40-50$ мм следует прокладывать с уклоном  $i = 0,03$ , а с диаметром  $d = 85-100$ мм прокладывают с уклоном  $i = 0,02$ .

Величины  $d$ ,  $V$ ,  $i$ ,  $\frac{h}{d}$  на горизонтальных участках определяют по таблице для горизонтальных трубопроводов Лукиных, прилож.6 [7].

Порядок определения расчетных расходов по участкам приведен в таблице 14.1.

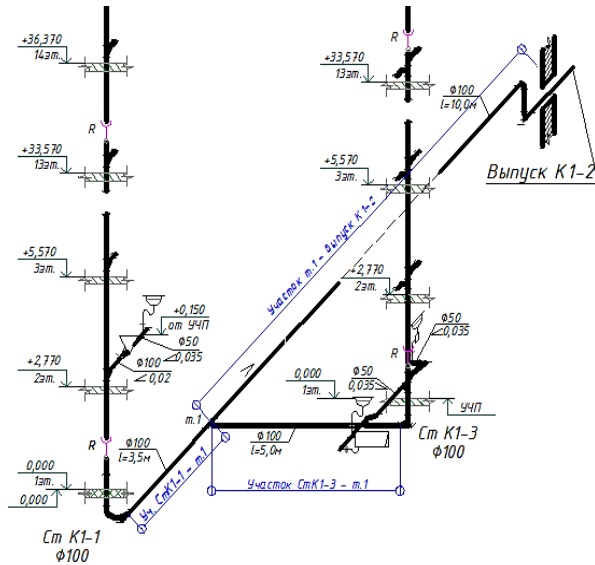


Рис. 14.1 Пример разбивки горизонтальных трубопроводов канализационной сети на расчетные участки

Участки определяем в зависимости от расположения стояков на горизонтальных участках (рис. 14.2).

Пример выполнения гидравлического расчета:

1. Вероятность действия приоров будет равна:

$$P^{\text{tot}} = \frac{15,6 \cdot 388}{3600 \cdot 0,25 \cdot 320} = 0,021$$

где  $U$  – количество жителей в квартирах,  $U = 380$  человек;

$N$  – количество приборов,  $N = 320$  шт.

Вероятность использования приборов составит

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,025}{300} = 0,063$$

1. Определение расчетного расхода по участкам.

Участок от Ст. К1-3 до м1, длина  $L = 5,5$  м.

В каждой квартире, присоединенной к Ст.К1-3 по три прибора (мойка, умывальник, ванна):

$N = 3 \cdot 17 = 51$  прибор, один стояк  $d = 100$  мм

$NP_{hr}^{tot} = 51 \cdot 0,063 \rightarrow \alpha_{hr}^{tot} = 1,917$ , а  $q_o^{s2} = 1,1$  л/с от ванны

$K_s = 0,57$  определено методом интерполяции по табл.14.1.

Таблица 14.1. **Определение коэффициента  $K_s$**

N	Значения $K_s$ при $L_{1,м}$		
	1м	3м	5м
40	0,70	0,60	0,55
51			0,5665
100	0,77		0,64

2. Максимальный часовой расход на данном участке равен

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 1,917 = 2,88 \text{ л/с}$$

3. Максимальный секундный расход горизонтального участка трубопровода равен

$$q^{sL} = \frac{2,88}{3,6} + 0,57 \cdot 1,1 = 1,427 \text{ л/с}$$

Таким образом на участке СтК1-3-м.1.  $q^{sL} = 1,427$  л/с

Участок от СтК1-1 до м.1: длина 5,0м

$N = 2 \cdot 17 = 34$  прибор, один стояк  $d = 100$  мм

$$NP_{hr}^{tot} = 34 \cdot 0,063 = 2,142 \text{ и } \alpha_{hr}^{tot} = 1,57, \text{ а } q_{hr}^{tot} = 1,57 \text{ л/с}$$

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 1,57 = 2,36 \text{ л/с}$$

$q_o^{s2} = 1,6$  л/с от унитаза, от одной мойки на кухне  $q_o^{s2} = 0,6$  л/с,

$K_s = 0,59$

$$q^{sL} = \frac{2,36}{3,6} + 0,59 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ л/с}$$

Для участка м.1 – выпуск К1-2, длиной  $L = 10$  м

Число приборов от двух стояков  $d = 100$  мм.

$$N = 51 + 34 = 85$$

$$NP_{hr}^{tot} = 85 \cdot 0,063 = 5,355 \rightarrow \alpha_{hr}^{tot} = 2,68$$

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 2,68 = 4,02 \text{ л/с}$$

$$q_0^{s2} = 1,6 \text{ л/с} - \text{от унитаза, } K_s = 0,785$$

$$q^{sL} = \frac{4,02}{3,6} + 0,785 \cdot 1,6 = 2,37 \text{ л/с}$$

Далее определяем диаметры горизонтальных участков труб по таблицам Лукиных [7] или по прилож.6.

Результаты гидравлического расчета внутренней системы канализации приведены в таблице 14.2.

Таблица 14.2. Гидравлический расчет внутренней системы канализации

$$P^{tot} = \text{_____} \text{ (одно число для всего дома)}$$

Номера расчетных участков	Длина расчетного участка	Общее число приборов	Вероятн. использования приборов	Значения					Максимальный часовой расход	Максимальный секундный расход	Диаметр	Наполнение	Скорость	Уклон	Падение уклона	Условие, характеризующее режим самоочищения
				$P_{hr}^{tot}$	$NP_{hr}^{tot}$	$q_{hr}^{tot}$	$q_0^{s,2}$	$K_s$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	$l, м$	$N$	$P_{hr}^{tot}$	$NP_{hr}^{tot}$	$q_{hr}^{tot}$	$q_0^{s,2}$	$K_s$	$q^{tot hr}$	$q^{sL}$	$d, мм$	$hd$	$V, м/с$	$i$	$i l, м$	$V \square h D$	

На участке Ст.К1-3-м.1. максимальный секундный расход горизонтального участка  $q^{sL} = 1,427 \text{ л/с}$ . Принимаем  $d = 100 \text{ мм}$ ,  $V = 0,69 \text{ м/с}$ ,

$$i = 0,02, h/d = 0,31$$

Скорость движения стоков будет равна

$$V = \sqrt{\frac{h}{d}} = 0,69 = \sqrt{0,31} = 0,38 < 0,5$$

Условие не выполняется, следовательно, этот участок является безрасчетным, поэтому принимаем:  $i=0,02$ ,  $h/d = 0,3$ ,  $v = 0,7$  м/с и таким образом по всем участкам.

Для участка м.1. – выпуск К1-2

$$q^{sL} = \frac{4,02}{3,6} + 0,785 \cdot 1,6 = 2,37 \text{ л/с}$$

По таблице Лукиных находим этот расход  $2,37 \rightarrow 2,31$  л/с и интерполируем и определяем  $I = 0,02$ ,  $h/d = 0,4$ ,  $v = 0,79 = 0,8$  м/с принимаем  $d = 100$  мм,  $v = 0,7$  м/с,  $I = 0,02$ ,  $h/d > 0,3$ .

Наибольший уклон выпуска не должен превышать  $i = 0,05$

Фрагмент таблиц Лукиных для определения  $d$ ,  $v$ ,  $i$ ,  $h/d$  на горизонтальных участках.

Наполнение в волют $\eta$		Уклоны в тысячных														
		10		12		14		16		18		20		25		
		$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	
0,05	0,023	0,16	0,025	0,17	0,027	0,19	0,029	0,20	0,031	0,21	0,033	0,22	0,036	0,25	0,39	
0,10	0,101	0,25	0,111	0,27	0,119	0,29	0,128	0,31	0,136	0,33	0,143	0,35	0,160	0,50	0,30	
0,15	0,235	0,32	0,257	0,35	0,278	0,38	0,297	0,40	0,315	0,43	0,332	0,45	0,372	0,50	0,39	
0,20	0,424	0,38	0,464	0,42	0,502	0,45	0,536	0,48	0,569	0,51	0,600	0,54	0,670	0,60	0,60	
0,25	0,663	0,43	0,726	0,47	0,784	0,51	0,839	0,55	0,893	0,58	0,937	0,61	1,05	0,68	0,68	
0,30	0,943	0,48	1,04	0,52	1,12	0,57	1,20	0,60	1,27	0,64	1,34	0,68	1,50	0,76	0,76	
0,35	1,27	0,52	1,39	0,57	1,50	0,61	1,61	0,66	1,70	0,70	1,80	0,73	2,01	0,82	0,82	
0,40	1,63	0,56	1,79	0,61	1,93	0,66	2,06	0,70	2,19	0,75	2,31	0,79	2,58	0,88	0,88	
0,45	2,02	0,59	2,20	0,64	2,38	0,70	2,55	0,74	2,71	0,79	2,85	0,83	3,19	0,93	0,93	
0,50	2,42	0,62	2,65	0,67	2,86	0,73	3,06	0,78	3,25	0,83	3,42	0,87	3,83	0,97	0,97	
0,55	2,84	0,64	3,11	0,70	3,35	0,76	3,59	0,81	3,80	0,86	4,01	0,90	4,48	1,01	1,01	
0,60	3,25	0,66	3,56	0,72	3,85	0,78	4,11	0,84	4,36	0,89	4,60	0,93	5,14	1,05	1,05	
0,65	3,66	0,68	4,01	0,74	4,33	0,80	4,63	0,86	4,91	0,91	5,18	0,96	5,79	1,07	1,07	
0,70	4,05	0,69	4,44	0,76	4,79	0,82	5,13	0,87	5,44	0,93	5,73	0,98	6,41	1,09	1,09	
0,75	4,41	0,70	4,84	0,76	5,22	0,83	5,58	0,88	5,92	0,94	6,24	0,99	6,98	1,10	1,10	
0,80	4,73	0,70	5,18	0,77	5,60	0,83	5,98	0,89	6,35	0,94	6,69	0,99	7,48	1,11	1,11	
0,85	5,00	0,70	5,46	0,77	5,90	0,83	6,31	0,89	6,69	0,94	7,05	0,99	7,88	1,11	1,11	
0,90	5,17	0,69	5,85	0,76	6,10	0,82	6,52	0,88	6,92	0,93	7,29	0,98	8,15	1,10	1,10	
0,95	5,20	0,68	5,70	0,74	6,15	0,80	6,58	0,85	6,98	0,91	7,35	0,95	8,22	1,07	1,07	
1,00	4,84	0,62	5,30	0,67	5,73	0,73	6,12	0,78	6,50	0,83	6,84	0,87	7,65	0,97	0,97	

## Занятие № 15. Дворовая и внутриквартальная канализационная сеть

Из здания сточные воды отводятся в наружную водоотводящую сеть через систему трубопроводов, которая, в зависимости от расположения ее на территории населенного пункта или промышленного предприятия, называется дворовой, внутриквартальной или внутриплощадочной (заводской). Дворовая сеть (рис. 12.1) принимает стоки от выпусков внутренней сети одного или нескольких домов. Внутриквартальная (микрорайонная) сеть обслуживает большую

группу зданий и, в зависимости от размеров и положения, может приближаться к дворовой или иметь магистральную линию, к которой присоединяются боковые ответвления (дворовые сети), собирающие воду от выпусков отдельных зданий. Внутриплощадочные (заводские) сети включают участки, соединяющие отдельные выпуски из зданий, и магистральные участки, проложенные по проездам или в других местах предприятия.

Дворовые, внутриквартальные и внутриплощадочные сети устраивают из полимерных, керамических, бетонных труб. Чугунные трубы применяют в особых условиях (вечномерзлые, просадочные грунты). Трасса дворовой, внутриквартальной и внутриплощадочной сети зависит от расположения зданий, выпусков, наружной канализационной сети и других коммуникаций, рельефа местности. Трубопроводы прокладывают, как правило, параллельно зданиям по направлению к магистральным линиям и наружной сети так, чтобы направление движения стоков совпадало с уклоном местности.

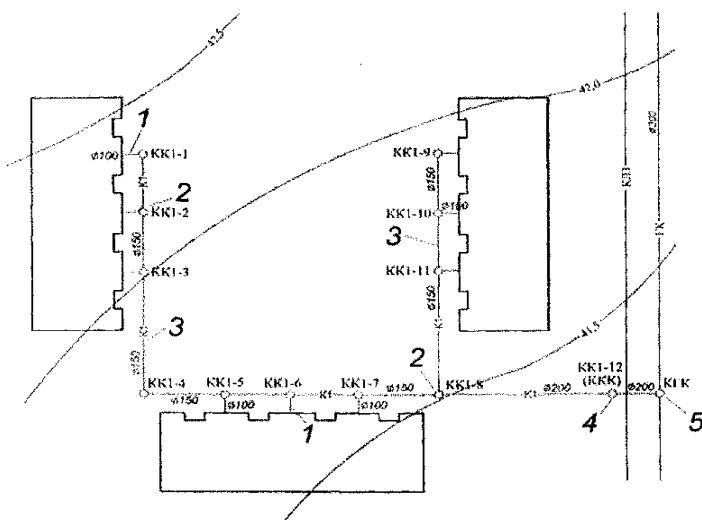


Рис. 15.1. Дворовая водоотводящая сеть: 1 – выпуск; 2 – смотровой колодец; 3 – трубопровод; 4 – контрольный колодец; 5 – колодец городской сети

Протяженность сети должна быть минимальной. Расстояние от стены здания принимается не менее 3-5 м, чтобы при проведении

земляных работ не повредить основание здания. Расстояние между внутриквартальной сетью и другими коммуникациями принимают в соответствии с нормативными документами. Боковые присоединения и повороты трассы должны производиться под углом не менее  $90^\circ$ , так как при остром угле создаются встречные потоки, происходят выпадение осадков и засорение труб. Перед присоединением к наружной сети на расстоянии 1,0-1,5 м от красной линии застройки устанавливают контрольный колодец 4 (рис. 12.1).

Присоединение к наружной сети желательно производить в одной точке к имеющемуся колодцу. Для контроля за работой сети и ее прочистки устраивают смотровые колодцы в местах присоединения выпусков, на поворотах, в местах изменения диаметров и уклонов труб, на прямых участках на расстоянии не более 35 м при диаметре труб 150 мм и 50 м — при диаметре труб 200-450 мм. Колодцы устраивают из сборных железобетонных элементов или кирпича. При диаметре труб до 200 мм и глубине колодца до 2 м диаметр его принимается 700 мм; при больших диаметрах и глубинах - 1 000 мм и более. Колодцы перекрывают чугунными люками диаметром 650 мм со съёмными крышками. На дне колодца устраивают лоток, над которым расположена рабочая камера высотой не менее 1800 мм и диаметром более 1000 мм, соединяющаяся с люком горловиной. Между рабочей камерой и горловиной находится плита. Для спуска в колодец предусматривают скобы. Диаметр и уклон труб определяют расчетом. На участках между колодцами прокладывают трубы одного диаметра с постоянным уклоном без перегибов и изломов. Трубы различного диаметра сопрягают по высоте в колодцах, обычно «шельга в шельгу», т.е. верхний свод обеих труб находится на одном уровне.

Дворовая и внутриквартальная канализационная сеть прокладываются, как правило, параллельно фундаменту здания на расстоянии 3 - 5 м от него.

Начальная глубина сети определяется глубиной заложения выпуска в начале сети, которая принимается на 0,3 м выше глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м от отметки планировки до верха трубы (шельги).

По условиям прочистки подземных трубопроводов диаметры труб дворовой сети принимаются не менее 150 мм (даже если расхода воды недостаточно для наполнения трубопровода).

На дворовой сети устраиваются **смотровые колодцы:**

– в местах присоединения выпусков из зданий,

- на всех поворотах,
- в местах изменения уклонов и диаметров,
- в местах присоединения боковых ответвлений,
- на прямых участках сети для труб  $D = 150$  мм не реже чем через 35 м.

Боковые линии трубопроводов к колодцам разрешается присоединять под углом не менее чем  $90^\circ$  между осями входящих и выходящих из колодца труб (рис.15.2). Трубопроводы прокладывают, как правило, параллельно зданиям по направлению к магистральным линиям и наружной сети так, чтобы направление движения стоков совпадало с уклоном местности.

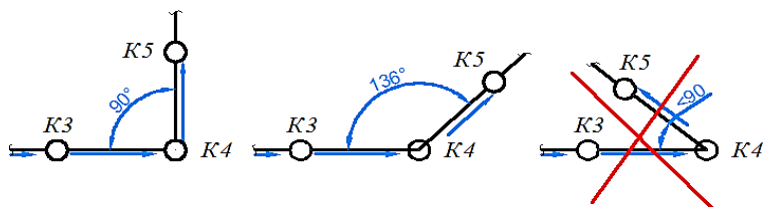


Рис.15.2. Схема подключения (поворотов) водоотводящей сети

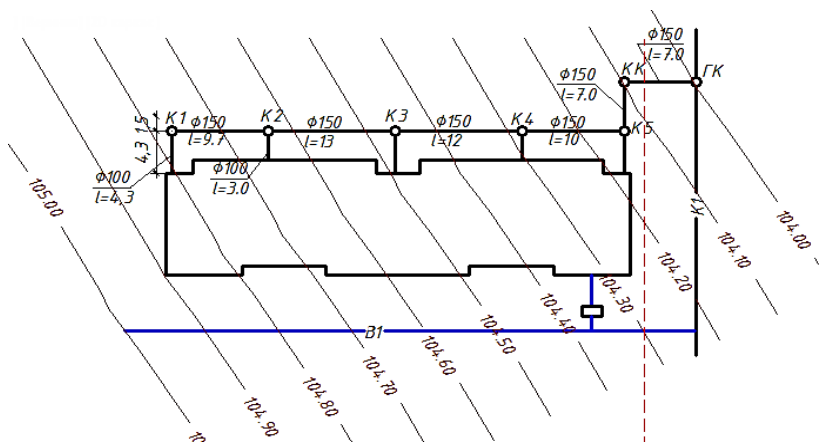


Рис. 15.3. План расположения сети и колодцев около жилого дома

Для устройства наружной канализационной сети применяют бетонные, железобетонные, асбестоцементные, пластмассовые и

керамические трубы. В последние годы для устройства самотечных трубопроводов широко используют синтетические материалы (винипласт, полиэтилен и др.).

Для осмотра и прочистки канализационной сети на ней устраивают смотровые колодцы. Смотровые колодцы на канализационных сетях всех систем надлежит предусматривать:

- в местах присоединений;
- в местах изменения направления, уклонов и диаметров трубопроводов;
- на прямых участках на расстояниях в зависимости от диаметра труб: 150 мм — 35 м, 200 — 450 мм — 50 м, 500 — 600 мм — 75 м.

На 1 - 2 м вглубь двора от красной линии застройки должны быть запроект - тированы перепадные колодцы.

Перепадные колодцы следует предусматривать:

- для уменьшения заложения глубины трубопроводов;
- во избежание повышения максимально допустимой скорости движения сточной воды или резкого изменения этой скорости;
- при пересечении с подземными сооружениями;
- при затопленных выпусках в последнем перед водоемом колодце.

На трубопроводах диаметром до 600 мм перепады высотой до 0,5 м допускается осуществлять без устройства перепадного колодца - путем слива в смотровом колодце.

Соединение труб в колодце по высоте принимают в соответствии с отметками в них уровня воды, не допуская подпора вышележащих участках сети.

Существуют два способа соединения труб по высоте: по уровням воды (рис. 15.3. а) и по шельгам труб (рис. 15.3. б) (шельга в шельгу). Шельга (верхняя образующая свода) трубы меньшего диаметра должна совпадать с шельгой трубы нижележащего участка.

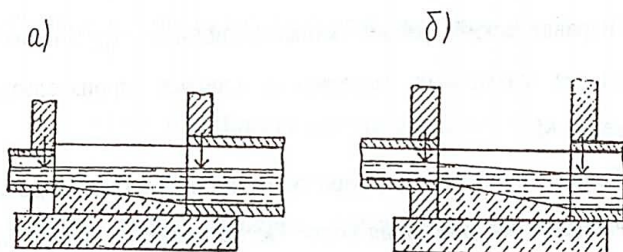


Рис. 15.3. Соединение труб в колодце: а – по уровням воды; б – по шельгам (шельга в шельгу)

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

Присоединение дворовой сети к уличным коллекторам осуществляют таким образом, чтобы лотки дворовых сетей находились на одном уровне с поверхностью воды при расчетном наполнении в уличном

Гидравлический расчет дворовой и внутриквартальной сети выполняется в табличной форме (табл.15.1) по таблицам Лукиных [7]. За расчетный расход на участках принимается максимальный секундный расход сточных вод. Степень наполнения должна быть не более 0,6, уклон от 0,007 до 0,15, скорость движения сточных вод от 0,7 до 4,0 м/с.

Заполнение таблицы 15.1. осуществляется в следующей последовательности:

- столбец 1 – номера участков К1-К2, К2-К3 и т.д. до КК-ГК;
- столбец 2 – длины участков между колодцами;
- столбец 3 – расходы: ранее были посчитаны расходы выпусков  $q^{SL}$ .

Эти расходы показаны на рис.15.3. Последовательно складываем их от первого выпуска до КК (рис.15.3).

Расчет начинается с минимального уклона 0,007 при наполнении  $h/d > 0,3$ :

- столбец 4,5,6,7 – диаметр, уклон, наполнение трубопровода, скорость движения стоков определяется по таблицам Лукиных [7];
- столбец 8 – падение уклона,  $H = i \cdot l$ ;
- столбец 9 – отметка земли в начале участка,  $z_{н.з.}^H$  определяют по генплану;
- столбец 10 – отметка земли в конце участка,  $z_{н.з.}^K$  определяется по генплану;
- столбец 11 – отметка лотка трубы в начале участка определяется

$$z_{л.тр}^H = z_{н.з.}^H - h^H$$

- столбец 12 – отметка лотка трубы в конце участка определяется

$$z_{л.тр}^K = z_{н.з.}^K - (i \cdot l)$$

- столбец 13 – глубина заложения трубопровода в начале участка

$$h^H = h_{пром} - 0,3$$

- столбец 14 – глубина заложения трубопровода в конце участка определяется

$$h^K = z_{н.з.}^K - z_{л.тр}^K$$

- столбец 13 – вторая точка  $h_{2строчка} = h_{1строчка} \cdot$

Глубина заложения трубопровода в конце участка равна глубине заложения трубопровода в начале участка (следующая строчка) и так далее.

На основании расчетов таблицы 15.1 строится профиль дворовой канализационной сети.

Таблица 15.1. Гидравлический расчет канализационной сети

Участки сети	Длина, м	Расход, л/с	Диаметр, мм	Уклон	Наполнение h/d	скорость V, м/с	Падение напора	Отметки земли		Отметка лотка трубы		Глубина заложения трубы	
								9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Пример построения профиля и выполнения гидравлического расчета:

1. На генплане участка переносим выпуск и нумеруем колодцы К1, К2, КК, ГК (рис. 15.2). Генплан выполняем в масштабе **1:500** (рис.15.5).
2. Измеряем длины с учетом масштаба ( $l_1, l_2$ );

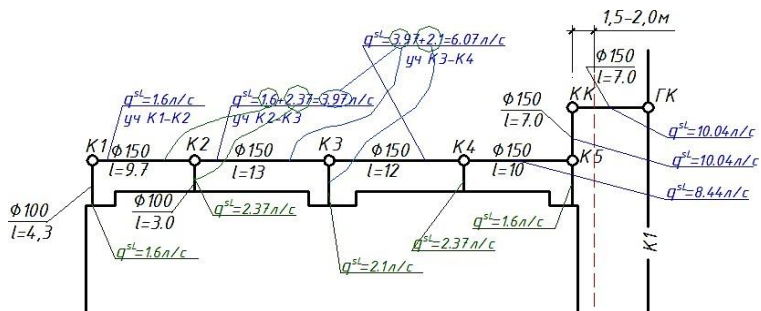


Рис.15.4. Схематическое определение расчетных расходов  
Пример построения профиля и выполнения гидравлического расчета.

1. На генплане участка переносим выпуск и нумеруем колодцы К1, К2, КК, ГК (рис. 15.2). Генплан выполняем в масштабе **1:500** (рис.15.5).
2. Измеряем длины с учетом масштаба ( $l_1, l_2$ );
3. Заполнение таблицы 15.1. осуществляется в следующей последовательности:

- столбец 1 – номера участков К1-К2, К2-К3 и т.д. до КК-ГК;
- столбец 2 – длины участков между колодцами;
- столбец 3 – расходы: ранее были посчитаны расходы выпусков  $q^{SL}$ . Эти расходы показаны на рис.15.3. Последовательно складываем их от первого выпуска до КК (рис.15.3).

4. Расчет начинается с минимального уклона 0,007 при наполнении  $h/d > 0,3$ :

- столбец 4,5,6,7 – диаметр, уклон, наполнение трубопровода, скорость движения стоков определяется по таблицам Лукиных [7];
- столбец 8 – падение уклона,  $H = i \cdot l$ ;
- столбец 9 – отметка земли в начале участка,  $z_{н.з.}^H$  определяют по генплану;
- столбец 10 – отметка земли в конце участка,  $z_{н.з.}^K$  определяется по генплану;
- столбец 11 – отметка лотка трубы в начале участка определяется

$$z_{л.тр}^H = z_{н.з.}^H - h^H$$

– столбец 12 – отметка лотка трубы в конце участка определяется

$$z_{л.тр}^{л} = z_{н.з}^к - (i \cdot l)$$

– столбец 13 – глубина заложения трубопровода в начале участка

$$h^н = h_{пром} - 0,3$$

– столбец 14 – глубина заложения трубопровода в конце участка определяется

$$h^к = z_{н.з.}^к - z_{л.тр}^к$$

– столбец 13 – вторая точка  $h_{2строчка} = h_{1строчка}^к$ .

Глубина заложения трубопровода в конце участка равна глубине заложения трубопровода в начале участка (следующая строчка) и так далее.

На основании расчетов таблицы 15.1 строится профиль дворовой канализационной сети.

Отметка лотка первого колодца определяется в зависимости от отметки лотка трубы выпуска.

На профиле дворовой канализации указываются: отметки земли, лотков труб в колодцах, глубины их заложения, диаметры, уклоны, длины и материал труб. Пример построения профиля дворовой канализационной сети приведен на рис.15.5.

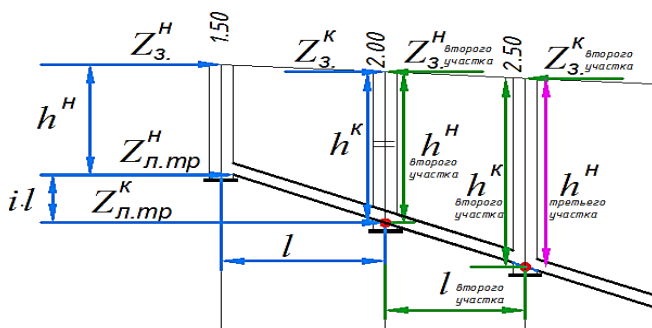


Рис.15.5. Схема определения высотных отметок на профиле

При построении канализационных сетей желательно проектировать их минимальную длину, учитывая расстояния ( $l_1$ ,  $l_2$  и пр.);

3. Канализационные колодцы не должны выходить за красную линию

Контрольный колодец (КК) устанавливается на расстоянии 1,5–2 м до красной линии на внутридомовой территории;

4. При повороте канализационной сети устанавливается колодец;

5. При длине канализационной сети между колодцами более 35 м устанавливают промежуточный колодец.

На профиле дворовой канализации указываются (рис. 15.5):

- отметки лотков труб в колодцах;
- проектная отметка земли: может совпадать с натурной или быть выше (ниже) в зависимости от рельефа местности и прокладки трубопровода;

- натурная отметка земли (отметка по генплану рельефа местности);
- обозначение трубы и тип изоляции (поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПНД), полипропилен (ПП));

- основание – естественное с механическим уплотнением;
- длина/уклон. Уклон (из табл. 15.1). Длина – если с одним уклоном прокладываются все участки, то рассчитываем и записываем всю длину (пример рис. 15.5);

- расстояние – длина из табл. 15.1;
- номер колодца, точки, угла поворота с генплана (рис. 15.6) и табл. 15.1;

- глубина заложения лотков труб в колодцах;
- при пересечении с сетью водоснабжения - необходимо определить место пересечения и показать его на профиле. Определить отметки труб (К1 и В1) в месте пересечения. По вертикали между В1 и К1 должно быть не менее 0,4 м. Если это условие не выполняется, прокладываем канализацию выше или (по возможности) прокладываем водопровод ниже).

- в КК (рис. 15.5) предусмотрен перепад, для подключения в ГК. Это не обязательное условие, вариант зависит от рельефа местности и глубин заложения внутриквартальной сети, КК и ГК.

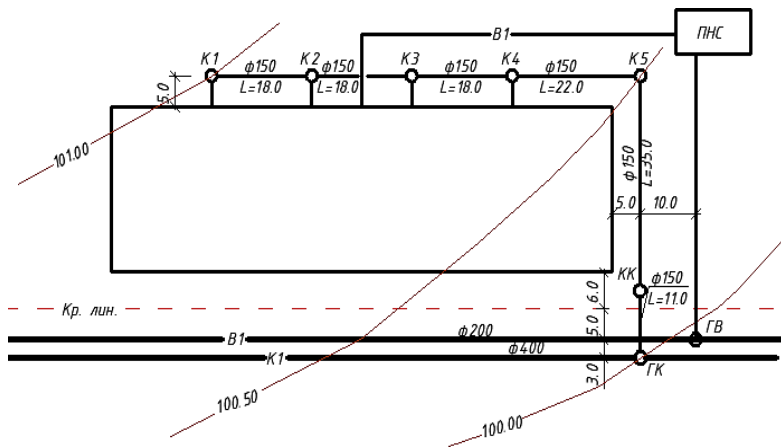


Рис.15.6 Пример генплана с сетями водоотведения и водоснабжения

Варианты подключения к ГК показаны на рис. 15.7

- а) Оптимальный вариант      б) Нормальный вариант  
присоединения

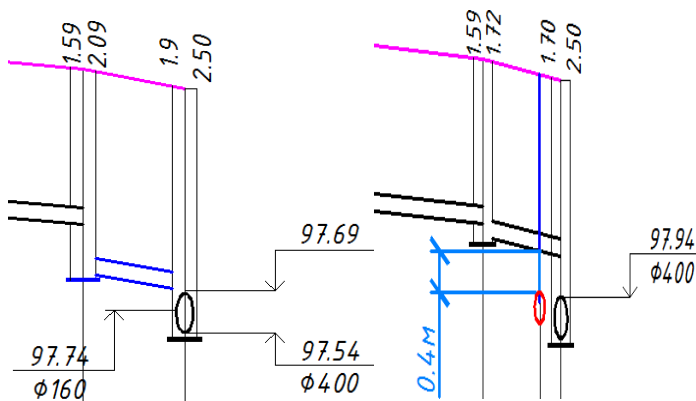
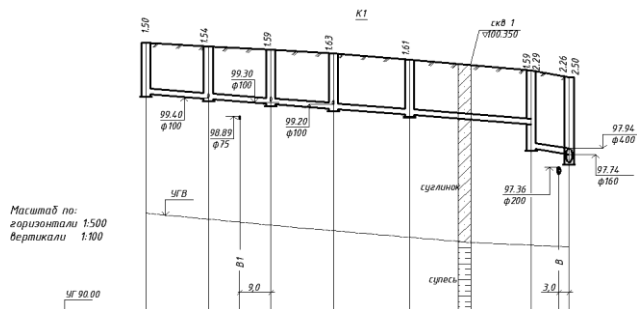


Рис.15.7. Варианты подключения внутриквартальной сети к ГК

- в) Присоединение при пересечении с водопроводом



15	Отметка низа или лотка трубы	99.500	99.236	99.284	98.242	97.500	96.892	96.642	97.972	
15	Проекция отметка земли	101.000	100.200	100.850	100.800	100.000	100.500	100.200	100.050	
15	Нативная отметка земли	101.000	100.200	100.850	100.800	100.000	100.500	100.200	100.050	
15	Обозначение трубы и тип шпунца	Трубы φ150 из полипропилена ППЦ								
10	Основание	Естественное, с механическим уплотнением k=0.92-0.95								
10	Длина	Уклон							8.0%	75.0%
10	Расстояние	11.00	18.00	18.00	18.00	22.00	35.00	11.00		
10	Попер. колодца, точки, указ. поворота	К1	К2	К3	К4	К5	КК	ГК		
		60								

Рис.15.8. Пример построения профиля водоотведения

Таблица 15.2. Пример гидравлического расчета дворовой сети

Участок сети	Длина участка	Q <sub>расч</sub> , л/с	d <sub>тр</sub> , мм	i <sub>тр</sub>	V, л/с	Наполнение		Падение напора	Отметки, м		Глубина залож труб	
						h	d		н	к	н	к
						7	8		9	10	11	12
К1-К2	9	1,14	150	0,02				0,180			1,30	1,38
К2-К3	9,7	2,46	150									
К3-КК	19,2	3,6	150									
КК-ГК	6	3,6	150									

### Занятие № 16. Внутренние и наружные водостоки

Водосточные системы предназначены для сборов и удаления с кровли здания и с горизонтальных поверхностей дождевых и талых

вод за пределы здания. Основным назначением крыш зданий является защита зданий от атмосферных воздействий и прежде всего от атмосферной влаги. От правильной работы системы водоотвода с крыш в первую очередь зависит надёжность и долговечность здания. Водосточные системы бывают наружными и внутренними.

Существует целый ряд конструктивных решений крыш, предназначенных для своевременного удаления атмосферных осадков с крыш и не допущения увлажнения основных строительных конструкций зданий. Все эти конструктивные решения в значительной степени влияют на конструкцию кровли, крыши и на весь архитектурный облик зданий и сооружений. В связи с этим различают внутренние и наружные водостоки, которые разделяют: внутренние с открытым и закрытым выпуском и наружные с организованным и неорганизованным отводом поверхностных вод с крыш.

**Внутренние водостоки** отводят дождевую и талую воду с кровли по трубопроводам, расположенным внутри здания. Из внутренних водостоков вода отводится в наружные сети дождевой канализации (закрытый выпуск) (рис. 16, а,в,г,д) или на тротуары (открытый выпуск) (см. рис 68, б). Внутренние водостоки состоят из водосточных воронок, стояков, отводных труб, соединяющих водосточные воронки со стояками, выпусков, устройств для прочистки. У внутренних водостоков воронки заделывают в конструкцию крыши, а отводящие трубопроводы прокладывают внутри здания. В зависимости от ширины здания и конструктивной возможности придают уклон крыше к воронкам.

Внутренние водостоки с открытым выпуском (см. рис. 68, б) включают в себя водосточные воронки, стояки, отводные трубопроводы, соединяющие стояки, открытый выпуск, из которого дождевые стоки по поверхности земли или по лоткам стекают в дождеприемник и попадают в дождевую канализацию. Водостоки с открытым выпуском при расчетной температуре наружного воздуха ниже 5 °С оборудуют гидрозатвором, который в холодное время года препятствует поступлению холодного воздуха и промерзанию водостока. В помещениях с отрицательной температурой воздуха предусматривают обогрев водостоков (подачу теплого воздуха, электрообогрев и т.д.).

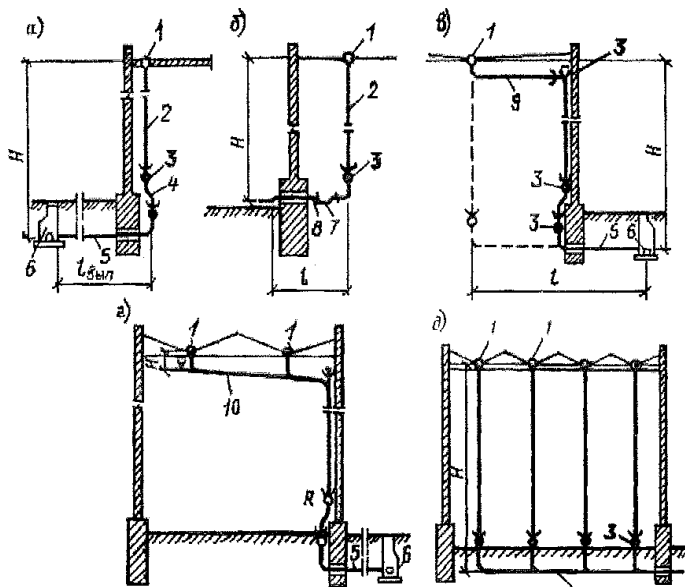


Рис. 16.1. Основные схемы водосточных систем зданий: (а – перпендикулярная схема, с закрытым выпуском; б – перпендикулярная схема, с открытым выпуском; в – схема с одной воронкой на стойке и подвесным трубопроводом; г – пересечённая схема с подвесным трубопроводом; д – пересечённая схема с подпольным трубопроводом); 1 – водосточная воронка; 2 – стойка; 3 – прочистка; 4 – отступ; 5 – выпуск; 6 – приемный колодец; 7 – гидрозатвор; 8 – открытый выпуск; 9,10 – подвесная линия; 11 – сборный трубопровод

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

Система с открытым выпуском характеризуется стабильной работой в зимне-весенний период, не влияет на архитектуру здания и обслуживает значительные площади кровли. Ее применяют в жилых, общественных и промышленных зданиях большой этажности с плоскими кровлями

К недостаткам системы с открытым выпуском относится обмерзание водосточных воронок в холодное время года, что требует их дополнительного подогрева, особенно в неотапливаемых зданиях.

Внутренние водостоки с закрытым выпуском (рис. 16.1, а, в, г, д) применяют, если проектируемое здание располагается на просадочных

грунтах или если устройство открытых выпусков водостоков нецелесообразно по каким-либо другим причинам. Водосточная система с закрытым выпуском включает в себя водосточные воронки, стояки, отводные трубопроводы, водосточные стояки, подземный выпуск, который соединяется с колодцем дождевой уличной или внутриквартальной сети.

Система внутренних водостоков с закрытым выпуском характеризуется стабильной работой в течении всего года. К недостаткам этой системы относится необходимость прокладки дополнительных дворовых сетей, что увеличивает эксплуатационные и строительные затраты.

Внутренние водостоки классифицируют в зависимости от трассировки и схемы сети: с перпендикулярной и пересеченной схемой.

Перпендикулярная схема (см. рис. 68, а, б, в) характеризуется отсутствием сборных водосточных трубопроводов. От водоприемных воронок дождевые воды отводят по стоякам, соединенным непосредственно с открытыми и закрытыми выпусками. Это система с одиночными стояками.

По пересеченной схеме (см. рис. 68, г, д) на чердаке здания устраиваются отводные сборные подвесные линии или сборные подпольные коллекторы, размещаемые в подвале и техническом подполье здания. Сборные подвесные трубопроводы объединяют все или часть водоприемных воронок и отводят воду в один стояк или выпуск. Сборный коллектор собирает воду от группы стояков и отводит её в один общий выпуск.

В неотапливаемых зданиях при отрицательных температурах воздуха предусматривают искусственный обогрев воронок и трубопроводов, используя местные системы отопления, горячего водоснабжения или электрообогрев. В каждом отдельном случае устройство такой системы требует технико-экономического обоснования.

На плоской кровле здания и в одной ендове по требованиям [1, п. 8.7.4] необходимо устанавливать не менее двух водосточных воронок. Водосточные воронки на кровле размещают с учетом ее рельефа

Внутренние водостоки с закрытым выпуском (рис.16.1 а, в, г, д) применяют, если проектируемое здание располагается на просадочных грунтах или если устройство открытых выпусков водостоков нецелесообразно по каким-либо другим причинам. Водосточная система с закрытым выпуском включает в себя водосточные воронки,

стояки, отводные трубопроводы, водосточные стояки, подземный выпуск, который соединяется с колодцем дождевой уличной или внутриквартальной сети.

Система внутренних водостоков с закрытым выпуском характеризуется стабильной работой в течении всего года. К недостаткам этой системы относится необходимость прокладки дополнительных дворовых сетей, что увеличивает эксплуатационные и строительные затраты.

Внутренние водостоки классифицируют в зависимости от трассировки и схемы сети: с перпендикулярной и пересеченной схемой.

Перпендикулярная схема (рис.16.1, а, б, в) характеризуется отсутствием сборных водосточных трубопроводов. От водоприемных воронок дождевые воды отводят по стоякам, соединенным непосредственно с открытыми и закрытыми выпусками. Это система с одиночными стояками.

По пересеченной схеме (рис.16.1. г, д) на чердаке здания устраиваются отводные сборные подвесные линии или сборные подпольные коллекторы, размещаемые в подвале и техническом подполье здания. Сборные подвесные трубопроводы объединяют все или часть водоприемных воронок и отводят воду в один стояк или выпуск. Сборный коллектор собирает воду от группы стояков и отводит её в один общий выпуск.

В неотопляемых зданиях при отрицательных температурах воздуха предусматривают искусственный обогрев воронок и трубопроводов, используя местные системы отопления, горячего водоснабжения или электрообогрев. В каждом отдельном случае устройство такой системы требует технико-экономического обоснования.

На плоской кровле здания и в одной ендове по требованиям [1, п. 8.7.4] необходимо устанавливать не менее двух водосточных воронок. Водосточные воронки на кровле размещают с учетом ее рельефа, допускаемой площади водосбора на одну воронку и конструкции здания согласно расчету сбора дождевых вод. Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м. На плоских кровлях жилых и общественных зданий допускается устанавливать по одной водосточной воронке на каждую секцию при условии обеспечения водоотведения расчетного сбора дождевых вод.

Присоединение к одному стояку воронок, расположенных на разных

уровнях, возможно в случаях, когда общий расчетный расход по стояку в зависимости от его диаметра не превышает величин, приведенных в табл. 16.1

Таблица 16.1. Расчетный расход водосточного стояка в зависимости от его диаметра

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

Минимальные уклоны отводных трубопроводов принимают: для подвесных трубопроводов 0,005, для подпольных - в соответствии с таблицей 5, такие же как при проектировании хозяйственно-бытовой сети водоотведения.

Для прочистки сети внутренних водостоков предусматривают установку ревизий, прочисток и смотровых колодцев с учетом требований таблицы 4. На стояках ревизии необходимо устанавливать в нижнем этаже зданий, а при наличии отступов - над ними. При длине подвесных горизонтальных линий до 24 м прочистку в начале участка допускается не предусматривать.

Наружные организованные водостоки позволяют избежать увлажнения фасадов водой, удаляемой с крыши, и даёт возможность сравнительно просто при помощи лотков отвести воду от фундаментов здания. Наружные водостоки (рис. 16.2.) состоят из желобов, которые собирают воду со ската крыши, и водосточных труб с воронками, сбрасывающих воду на отмостку около дома. По проездам вода стекает к дождеприемнику и далее в сеть наружной дождевой канализации.

Наружные организованные водостоки позволяют избежать увлажнения фасадов водой, удаляемой с крыши, и даёт возможность сравнительно просто при помощи лотков отвести воду от фундаментов здания. Наружные водостоки (рис. 16.2.) состоят из желобов, которые собирают воду со ската крыши, и водосточных труб с воронками, сбрасывающих воду на отмостку около дома. По проездам вода стекает к дождеприемнику и далее в сеть наружной дождевой канализации.

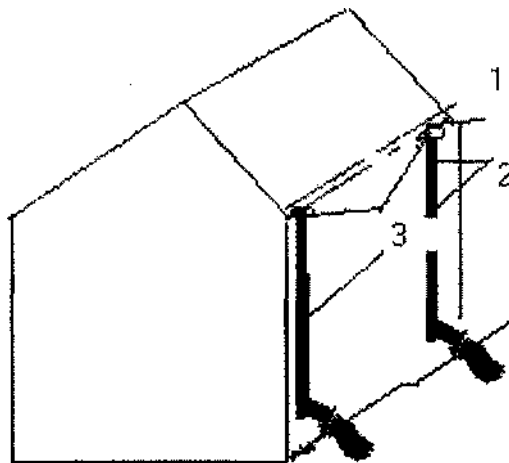


Рис.16.2. Наружный водосток: 1 – желоб; 2 – водосточные трубы; 3 – воронка.

Данная система проста в изготовлении и имеет небольшую материалоемкость.

К недостаткам системы относится:

- обмерзание и образование ледяных пробок в зимне-весеннее время года;
- необходимость периодического удаления наливов;
- невысокая долговечность;
- влияние на архитектурный облик здания.

Наружные организованные водостоки рекомендуются для невысоких зданий 3-5 этажей в местностях с теплым климатом.

Наружные неорганизованные водостоки являются наиболее простыми с конструктивной точки зрения водостоками, при которых все атмосферные воды, попадающие на крышу здания, стекают в направлении уклона и свободно удаляются по всему периметру крыши. Если сброс воды по всему периметру нежелателен, то крыше можно придать уклон на две стороны или выполнить её односкатной.

Недостатками неорганизованного водостока являются:

- при дожде с ветром вода, стекающая с наветренной стороны, задувается ветром на фасад здания и вызывает его увлажнение;
- потоки воды, стекающие с крыши и попадающие на отмостку здания, интенсивно разбрызгиваются и вызывают намочание цоколя, разрушение отмостки и увлажнение грунта около фундаментов;

– в климатических районах, где имеют место отрицательные температуры наружного воздуха, по периметру образуются наледь, разрушающие карнизные свесы и делающие небезопасным пребывание под ними людей.

Эту систему рекомендуют для зданий небольшой высоты при размере карнизных выносов не менее 0,5-0,8 м и устройстве западающих цоколей и защитных козырьков над входами.

**Водосточные воронки** (рис. 16.2.) состоят из корпуса, устанавливаемого в перекрытии, рамы, решетки или колпака 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.

Воронки с решетками (плоские) (рис. 16.2, а) устанавливаются на эксплуатируемых кровлях, чтобы они не мешали передвижению по кровле. Для обеспечения надежности и герметизации корпуса воронки и кровли несколько слоев рулонной кровли примыкают к перекрытию зданий между фланцем корпуса и прижимным фланцем, после чего заливается перекрытием, верхние слои кровли закрывает стяжной фланец и герметизируется расплавленным битумом.

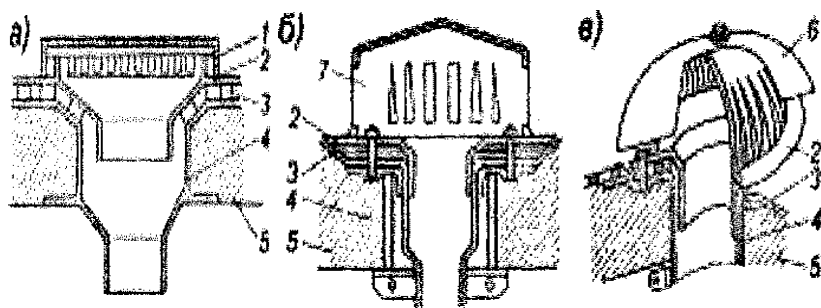


Рис.16.2. Водосточные воронки: 1 – решетка; 2 – рама; 3 – слой гидроизоляции; 4 – корпус; 5 – перекрытие; 6 – струе выпрямитель.

Воронки с колпаком (колпаковые) (рис. 16.2, б, в) отличаются от плоских выступающим над поверхностью кровли цилиндра или конуса с прорезями (колпак), что увеличивает пропускную способность водосточной воронки. Используется на скатных неэксплуатируемых

кровлях, так как выступающая часть создает неудобство при передвижении по кровле. В некоторых случаях, дополнительно оборудуются крестообразными струевыпрямителями (рис. 16.2, в) которые препятствуют образованию вихревой воронки, что позволяет увеличить пропускную способность стояка и воронки на 20 %.

Для обеспечения быстрого и надежного отвода воды с кровли воронки размещают в пониженных частях кровли в лотках. Максимальное расстояние между воронками не более 48 м при наличии деформационных швов и противоположных стен, водосточные воронки размещают с двух сторон.

**Водосточные сети** прокладывают от водосточных воронок таким образом, чтобы обеспечить кратчайший отвод дождевых вод. Сети включают подвесные трубопроводы, соединяющие несколько водосточных воронок со стояком, водосточные стояки, горизонтальные трубопроводы и выпуски.

Подвесные линии соединяются с водосточными воронками через компенсационные раструбы. Линии прокладывают с уклоном к стояку под крышей или на чердаке. Подвесные линии изготавливают из стальных труб, которые прочно закрепляют на строительных конструкциях. При длине трубопровода более 24 м устанавливают прочистку. Уклон трубопровода определяют расчетом, но не менее 0,005.

Водосточные стояки прокладывают из напорных трубопроводов, так как при засорении стояка, возможно, его наполнение до уровня кровли и создание значительных избыточных давлений. Верхние 10 м допускается изготавливать из безнапорных труб. Соединение стояка с водосточной воронкой должно обеспечивать герметичность при осадках и деформации здания, при температурных расширениях, поэтому соединение производится в скользящий компенсационный растроб. У основания стояка предусматривается ревизия. Стояки изготавливают из пластмассовых, чугунных, асбестоцементных напорных труб. Горизонтальные трубопроводы в водостоках с открытым выпуском и выполняются под потолком подвала.

Гидрозатвор изготавливают из пластмассовых или чугунных напорных труб. Высота гидрозатвора 150-180 мм. Для предотвращения промерзания затвора его располагают на расстоянии 1,5-2,0 м. Для отвода талых вод в зимне-весенний период, а также для подачи теплого воздуха в зимний период, гидрозатвор соединяют с бытовой канализацией трубопроводом, диаметром 25 мм.

## Занятие № 17. Расчет внутренних водостоков

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

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

Расчетный расход дождевых вод ( $Q$ , л/с, с водосборной площади определяется по формулам:

– для кровель с уклоном до 1,5 % включительно

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}$$

– для кровель с уклоном выше 1,5 %

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{1000}$$

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

$q_{20}$  – интенсивность дождя, л/с с 1 га (для данной местности), продолжительностью 20 мин при периоде однократного превышения расчетной интенсивности равной 1 году;

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

$$q_5 = 4 \cdot n \cdot q_{20}$$

где  $n$  – метеорологический параметр

Расчетный расход дождевых вод, приходящийся на водосточный стояк, не должен превышать величин, приведенных в табл. 16.1, а на водосточную воронку определяется по паспортным данным принятого типа воронки. При определении расчетной водосборной площади дополнительно учитывают 30 % суммарной площади вертикальных стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над ней

В качестве примера выполним расчет внутреннего водостока  
Исходные данные: Здание двухсекционное, кровля плоская (вариант 1). Интенсивность дождя  $q_{20} = 95$  л·с с 1га. Отметка кровли – 140,50 м, отметка выпуска – 123,98 м.

Расчетный расход  $Q$  дождевых вод определяется методом предельных интенсивностей в зависимости от водосборной площади кровли ( $F$ , м<sup>2</sup>) и интенсивности дождя ( $q_{20}$ , л·с с 1га). Кровля плоская. Запроектированы два водосточных стояка из чугунных труб (по одному в каждой секции здания) диаметром 100мм с воронкой диаметром 100мм.

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Водосборная площадь равна

$$F = F_{\text{кровли}} = 340,8 \text{ м}^2$$

Водосборная площадь, приходящаяся на одну воронку, составит:

$$F = 340,8 : 2 = 170,4 \text{ м}^2$$

2. При расчете плоской кровли с уклоном менее 1,5% принимается интенсивность дождя  $q_{20}$  (для данной местности) продолжительностью интенсивности дождя  $P = 1$  год и определяется  $Q$

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} = \frac{170,4 \cdot 95}{10000} = 1,61 \text{ л/с}$$

где  $F$  – водосборная площадь, м<sup>2</sup>.

1. Пропускная способность (максимальный расчетный расход) при напорном режиме определяется по формуле

$$Q_{\text{max}} = \sqrt{\frac{H}{S_0}} = \sqrt{\frac{16,52}{4,478}} = 1,92 \text{ л/с}$$

где  $H$  – разность отметок кровли у воронки и оси выпуска

$$H = \nabla_{\text{кровли}} - \nabla_{\text{вып.}} = 140,5 - 123,98 = 16,52 \text{ м}$$

$S_0$  – полное сопротивление системы равное

$$S_0 = A_l \cdot l + A_m \cdot \sum \xi = 0,373 \cdot 12 + 0,00083 (1,5 + 0,45 + 1,0) = 4,478 \text{ м} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$$

где  $A$  – удельное сопротивление по длине трубопровода диаметром 100 мм;

$L = 12$ м;

$A_m$  – удельное местное сопротивление;

$\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений (приемная воронка, чугунный отвод  $135^\circ$ , отступ)

Расчетный расход  $Q_p = 1,61 \text{ л/с} < Q_{\text{max}} = 1,92 \text{ л/с}$ .

Пропускная способность запроектированного водостока превышает расчетный расход, что обеспечивает отвод дождевых вод без повышения уровня воды на крыше.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белецкий, Б.Ф. Санитарно-техническое оборудование (монтаж, эксплуатация и ремонт): учеб. пособие /Б.Ф.Белецкий. Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 512с.
2. Бухаркин, Е.Н. Инженерные сети., оборудование зданий и сооружений /Е.Н. Бухаркин. М.: Высшая школа, 2008. - 608с.
3. Житенев, Б.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб. пособие /Б.Н. Житенев, Г.А. Волкова, Н.Ю. Сторожук. Минск: Выш.шк., 2008. – 191 с.
4. Казанли, Е.А. Сети водоснабжения и водоотведения из полимерных труб. Расчет, проектирование и монтаж /Е.А.Казанли, Л.В. Кулешова, Э.И. Михневич; под ред. Э.И. Михневича. – Минск, 2006.
5. Калицун, В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учебн. пособие / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. - М.: 2001. 336с.
6. Кедров, В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий: учебн. для вузов /В.С.Кедров, Е.Н Ловцов. М.: ЮОО «Бастет», 2008. - 480 с.
7. Орлов, К.С. Материалы и изделия для санитарно-технических устройств и систем обеспечения микроклимата/К.С. Орлов. М.: ИНФРА-М, 2019 – 183с.
8. Помогаева, В.В. Водоснабжение и водоотведение жилого дома. Гидравлические закономерности систем водоподачи и водоотведения многоквартирного дома: учебно-методич. Пособие /В.В.Помогаева. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2023.-88с
9. СН 4.01.01 – 2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Минск: Мин-во Архитектуры и строительства 2020. – 450с
10. СН 4.04.02 – 2019 Канализация. Наружные сети и сооружения. Минск: Мин-во Архитектуры и строительства 2020. – 462с
11. Шевелев, Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. - 8-е изд., перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 2008. – 352 с.
12. Флегонтов, И.В. Водоснабжение и водоотведение: учебн. пособие/И.В. Флегонтов, Е.В.Куд, И.И. Суханова. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2009.-100с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Занятие № 1</b> Система внутреннего водоснабжения холодной воды .....	3
и ее элементы .....	3
<b>Занятие № 2.</b> Трубопроводная и водоразборная арматура .....	11
<b>Занятие № 3</b> Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода холодной воды. ....	20
<b>Занятие № 4.</b> Водомерные узлы на вводе в здание.....	24
<b>Занятие № 5.</b> Определение марки счетчиков воды и их расчет.....	31
<b>Занятие № 6.</b> Повысительные насосные установки и их расчет.....	42
<b>Занятие № 7.</b> Определение потерь теплоты в системах горячего водоснабжения.....	52
<b>Занятие № 8.</b> Определение диаметра и потерь напора на участках сети .....	54
<b>Занятие № 9.</b> Внутренняя водоотводящая сеть жилого дома .....	58
<b>Занятие № 10.</b> Канализационные трубы и фасонные части.....	76
<b>Занятие № 11.</b> Ревизии и прочистки.....	81
<b>Занятие № 12.</b> Канализационные стояки и их расчет.....	85
<b>Занятие № 13.</b> Построение аксонометрической схемы канализационной сети жилого здания .....	90
<b>Занятие № 14.</b> Гидравлический расчет внутренней сети канализации жилого дома... ..	92
<b>Занятие № 15.</b> Дворовая и внутриквартальная канализационная сеть.....	96
<b>Занятие № 16.</b> Внутренние и наружные водостоки.....	107
<b>Занятие № 17.</b> Расчет внутренних водостоков .....	116
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>119</b>

Учебное издание

**Васильева** Наталья Васильевна  
**Боровиков** Алексей Александрович

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ**

Методические указания  
для практических работ

Редактор *С. Н. Кириленко*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Компьютерный набор и верстка *С. Б. Даньковой*

Подписано в печать 10.01.2025. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 5,86.  
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.