

## Оглавление

Введение.....	5
Часть 1. Теоретические основы водоснабжения и водоотведения.....	6
1.1. Водоснабжение города.....	6
1.1.1. Классификация систем и схем водоснабжения.....	6
1.1.2. Расчётные расходы и свободные напоры.....	8
1.1.3. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.....	9
1.1.4. Насосы и насосные станции.....	14
1.1.5. Свойства и требования, предъявляемые к качеству воды.....	16
1.1.6. Основные способы очистки воды.....	16
1.1.7. Обеззараживание воды.....	20
1.2. Водоотведение города.....	20
1.2.1. Классификация систем и схем водоотведения.....	20
1.2.2. Методы очистки сточной жидкости.....	23
1.2.3. Сооружения механической очистки сточных вод. ....	24
1.2.3.1. Решетки.....	24
1.2.3.2. Песколовки.....	25
1.2.3.3. Отстойники.....	25
1.2.4. Сооружения биологической очистки сточных вод.....	26
1.2.4.1. Биологические фильтры.....	26
1.2.4.2. Аэротенки.....	27
1.2.5. Сооружения обработки осадка.....	28
1.2.5.1. Двухъярусные отстойники (эмшеры).....	28
1.2.5.2. Метантенки.....	29
1.3. Внутренний водопровод и канализация зданий.....	29
1.3.1. Водопроводные сети жилых районов и микрорайонов .....	29
1.3.2. Назначение, классификация и основные элементы внутреннего водопровода.....	32
1.3.3. Системы и схемы внутреннего водопровода.....	36
1.3.4. Схемы внутренней сети горячего водоснабжения.....	36
1.3.5. Вводы. Водомеры и водомерные узлы.....	38
1.3.6. Трубопроводная и водоразборная арматура.....	42
1.3.7. Системы внутренней канализации. ....	44
1.3.8. Схема канализации и ее элементы.....	45
1.3.9. Канализационные трубы и фасонные части. ....	46
1.3.10. Приемники сточных вод. ....	47
1.3.11. Трассировка и конструкции внутренней канализационной сети. ....	48
1.3.12. Местные установки для обработки сточной жидкости.....	51
1.3.13. Схемы и элементы водостоков.....	54
1.3.14. Способы мусороудаления.....	57
Часть 2. Проектирование и расчет системы внутреннего водопровода и канализации зданий.. ....	60
2.1. Проектирование внутренней водопроводной сети.....	60

2.1.1. Выбор системы и схемы внутреннего водопровода.....	60
2.1.2. Трассировка внутренней водопроводной сети.....	63
2.1.3. Аксонометрическая схема водопроводной сети.....	66
2.1.4. Расчет внутренней водопроводной сети.....	67
2.1.5. Подбор счетчиков расхода воды.....	71
2.1.6. Насосные установки и напорные баки.....	72
2.2. Проектирование горячего водоснабжения зданий.....	75
2.2.1. Выбор системы и схемы горячего водоснабжения. Особенности трассировки и устройства сети.....	75
2.2.2. Расчет системы горячего водоснабжения.....	76
2.2.2.1. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла. Подбор водонагревателей.....	77
2.2.2.2. Расчет системы в режиме водоразбора.....	81
2.2.2.3. Расчет системы в режиме циркуляции.....	83
2.2.2.4. Особенности расчета систем с насосной циркуляцией и с непосредственным разбором горячей воды из теплосети.....	86
2.2.2.5. Расчет баков-аккумуляторов и трубопроводов теплоносителя	87
2.3. Проектирование системы водоотведения зданий.....	88
2.3.1. Внутридомовая система водоотведения.....	88
2.3.1.1. Выбор системы водоотведения, трассировка и прокладка водоотводящей сети.....	88
2.3.1.2. Аксонометрическая схема водоотводящей сети.....	91
2.3.1.3. Проверочный расчет внутренней водоотводящей сети.....	91
2.3.2. Дворовая водоотводящая сеть.....	93
2.3.2.1. Трассировка и устройство дворовой и микрорайонной водоотводящей сети.....	93
2.3.2.2. Проверочный расчет дворовой сети водоотведения.....	94
2.3.3. Внутренние водостоки.....	95
2.3.3.1. Трассировка и устройство внутренних водостоков.....	95
2.3.3.2. Проверочный расчет внутренних водостоков.....	96
Приложение А.....	98
Приложение Б.....	99
Приложение В.....	100
Приложение Г.....	101
Приложение Д.....	102
Приложение Е.....	103
Приложение Ж.....	104
Библиографический список.....	105

## **Введение**

На сегодняшний день в России являются актуальными проблемы обеспечения населения питьевой водой требуемого качества и экологическая безопасность водопользования.

Население больших и средних городов обеспечено водой в достаточном количестве из централизованных систем водоснабжения. Природная вода очищается с применением проверенных технологий, состав ее регулярно контролируется Водоканалами и санитарными надзорными органами по нескольким десяткам показателей. Случаев массовых отравлений водопроводной водой в больших городах не зафиксировано.

Однако большая часть населения потребляет воду, качество которой не гарантировано, причем десятки миллионов человек используют природную воду без предварительной очистки.

Для решения этой проблемы необходима реконструкция и строительство централизованных систем водоснабжения, прежде всего в малых городах и сельских поселениях, где живет более половины населения страны.

Настоящее пособие, его структура и содержание имеют целью обучение студентов и подготовку их к самостоятельной инженерной деятельности в области инженерных систем зданий и сооружений водоснабжения и водоотведения.

В рассматриваемом материале представлены такие разделы дисциплины, как водоснабжение и канализация городов, насосы и насосные станции, санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» на уровне академического и прикладного бакалавриата по профилю подготовки «Водоснабжение и водоотведение», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Автомобильные дороги», «Промышленное и гражданское строительство», «Экономика и управление недвижимостью», «Производство строительных материалов и конструкций», «Городское строительство и хозяйство».

## Часть 1. Теоретические основы водоснабжения и водоотведения.

### 1.1. Водоснабжение города.

#### 1.1.1. Классификация систем и схем водоснабжения.

Водопроводом называют комплекс инженерных сооружений и оборудования, предназначенных для забора воды из природных источников и подачи её к местам потребления.

Водопроводы состоят из следующих сооружений: водоприёмных для забора воды из природных источников; насосных станций для приема воды; сооружений для очистки воды; водоводов и водопроводных сетей для подачи воды потребителям; водонапорных башен и напорных резервуаров для поддержания напоров и регулирования расхода воды; резервуаров для хранения воды (РЧВ).

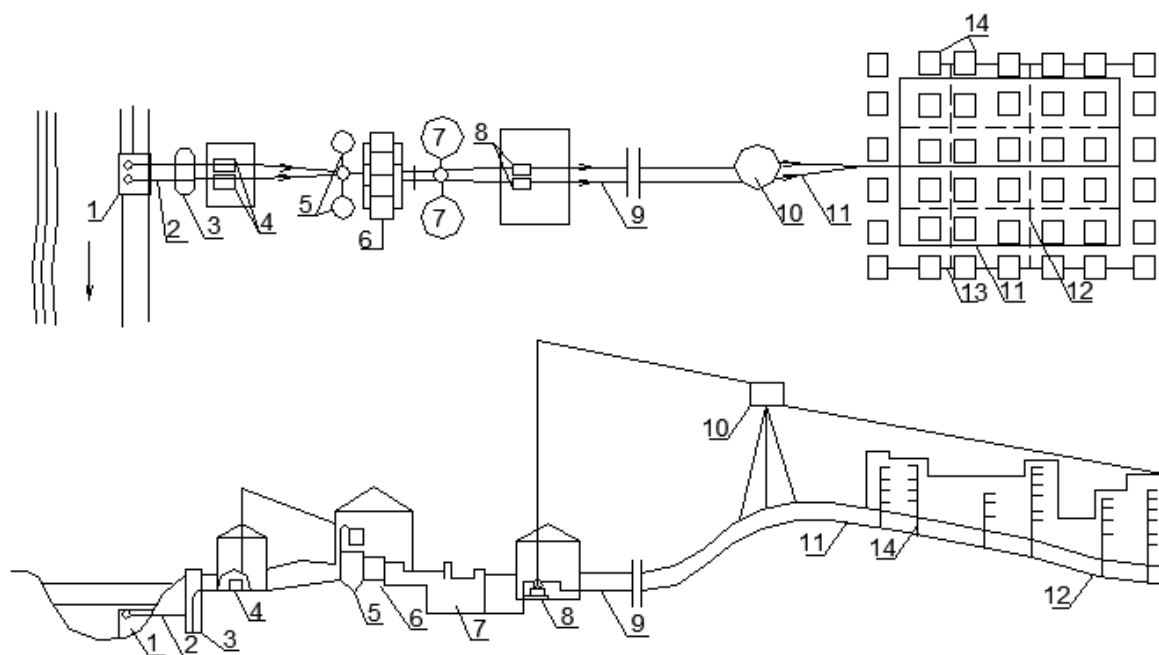


Рис.1.1.1. Общая схема водоснабжения города из поверхностного источника (реки) с устройством очистных сооружений: 1 - водоприемник; 2 - самотечные трубы; 3 - береговой колодец; 4 - насосы первого подъема; 5 - отстойник; 6 - фильтры; 7 - резервуары чистой воды (РЧВ); 8 - насосы второго подъема; 9 - водоводы; 10 - водонапорная башня; 11 - магистральные трубы; 12 - распределительные трубы; 13 - ввод в здание; 14 - потребители.

Вода при помощи водоприемника 1 забирается из реки и по самотечным трубам 2 поступает в береговой колодец 3, а из него насосами первого подъема 4 подаётся в отстойник 5 и далее на фильтры 6 для обеззараживания.

Из очистной станции очищенная вода поступает в запасные резервуары чистой воды 7, из которых она насосами второго подъема 8 подается по

водоходам 9 в напорно-регулирующее сооружение 10, а также в магистральные трубы 11 водопроводной сети города и по сети распределительных труб 12 и домовым вводам 13 к отдельным потребителям 14.

Если источник воды по качеству удовлетворяет требованиям потребителей, необходимость в строительстве очистных сооружений отпадает. Иногда не требуется также насосная станция второго подъема. Примером такого водоснабжения может служить водозабор из артезианских скважин (водоснабжение из подземных источников рис.(1.1.2))

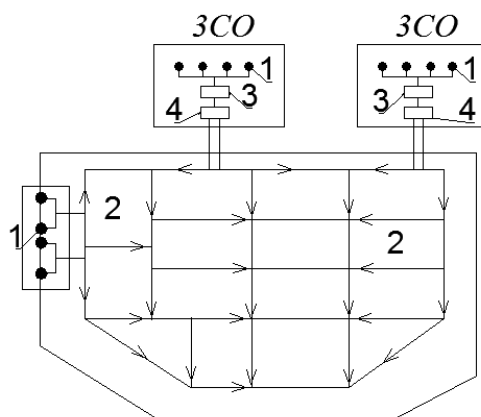


Рис. 1.1.2. Общая схема артезианского водопровода: 1– скважина; 2 – сеть водоснабжения; 3 – резервуары; 4 – насосная станция 2-го подъема; ЗСО – зона санитарной охраны.

Классификация систем водоснабжения:

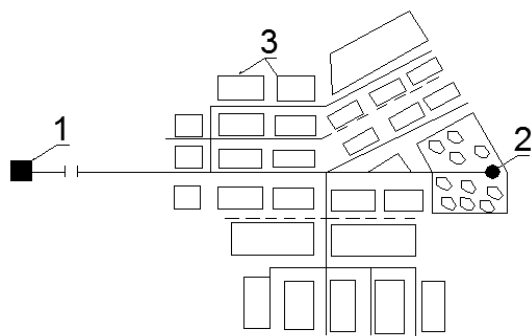
- по назначению: хозяйственно-питьевые; противопожарные; производственные; сельскохозяйственные, а также объединенные.
- по характеру используемых источников: поверхностные(реки, озера, водохранилища, моря, океаны); подземные (артезианские, грунтовые)
- по способу подачи воды: напорные и самотечные.
- по видам обслуживаемых объектов: городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные.
- по способу доставки и распределения воды: централизованные и децентрализованные, комбинированные.

Схемы водопроводной сети бывают тупиковые и кольцевые.

Тупиковая сеть короче кольцевой, но не может гарантировать бесперебойной подачи воды, потому что в момент ликвидации аварии на одном участке магистрали все последующие за ним участки вместе с ответвлениями не будут снабжаться водой.

Кольцевые сети более надёжны в эксплуатации, т.к. в случае аварии на одной из линий при её выключении потребители будут снабжаться водой по другой линии.

а)



б)

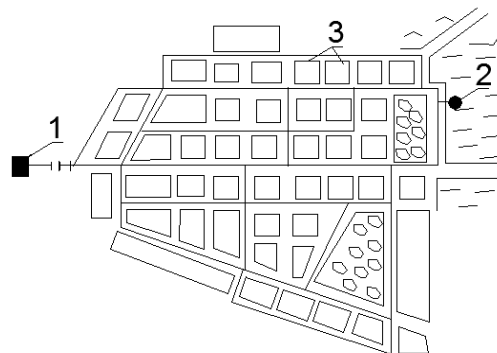


Рис. 1.1.3. Водопроводная сеть: а- тупиковая; б- кольцевая; 1 - насосная станция; 2 - водонапорная башня; 3 - жилая застройка.

### 1.1.2. Расчётные расходы и свободные напоры.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяют на основании сведений о числе жителей населённого пункта и рабочих предприятий, которые будут пользоваться водопроводом.

Нормы хозяйственно-питьевого потребления воды в населенных пунктах устанавливают в зависимости от степени благоустройства зданий (наличия канализации, ванн, горячего водоснабжения) и климатических условий.

При проектировании водопровода необходимо учитывать неравномерность потребления воды. Например, в летнее время население расходует больше воды в предвыходные дни. Расходование воды в течение суток также неравномерно, так, например, ночью расходуется воды меньше, чем днем.

Нормы хозяйственно-питьевого потребления воды в населенных пунктах и коэффициенты неравномерности её расхода, установлены СНиП.

Расчётный расход воды для населённых пунктов определяют по следующим формулам:

$$Q_{сут.макс.} = \frac{q \cdot N}{1000} * K_{сут.}, м^3 / сут \quad (1.1)$$

$$Q_{час.макс.} = \frac{q \cdot N}{1000} * K_{общ.}, м^3 / ч. \quad (1.2)$$

$$Q_{сек.макс.} = \frac{Q_{час.макс.} \cdot 1000}{3600}, м^3 / сут \quad (1.3)$$

где  $q$  – норма потребления воды в (л) на человека в сутки;

$N$  – расчётная численность населения;

$k_{сут.}$  – коэффициент суточной неравномерности потребления воды;

$k_{общ.}$  – общий коэффициент неравномерности потребления воды, равный.

Во всех точках водопроводной сети должен создаваться так называемый свободный напор. Под этим напором вода подаётся в здания к потребителям.

Напор в водопроводной сети создаётся насосами, водонапорной башней, пневматической установкой или напорным резервуаром.

Свободный напор в водопроводной сети в зависимости от этажности зданий необходимо принимать при одноэтажной застройке – 10м. над землей; при двухэтажной – 12м., при трёхэтажной – 16м. и далее на каждый дополнительный этаж добавлять по 4м.

Напор для тушения пожара может создаваться специальными насосами, установленными на насосной станции.

### 1.1.3. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.

Источники водоснабжения подразделяют на подземные и поверхностные.

Подземные воды, расположенные достаточно глубоко (более 6 м.) и прикрытые сверху водоупорными породами, не загрязняются с поверхности и бактериально чисты. Поэтому их можно использовать для хозяйственно-питьевого водоснабжения без очистки.

Воды поверхностные источник при использовании их для хозяйственно-питьевого водоснабжения, как правило, подвергают очистке и обеззараживанию.

Условия залегания подземных вод зависят от характера напластования водопроницаемых (водоносных) и водонепроницаемых (водоупорных) слоёв грунтов.

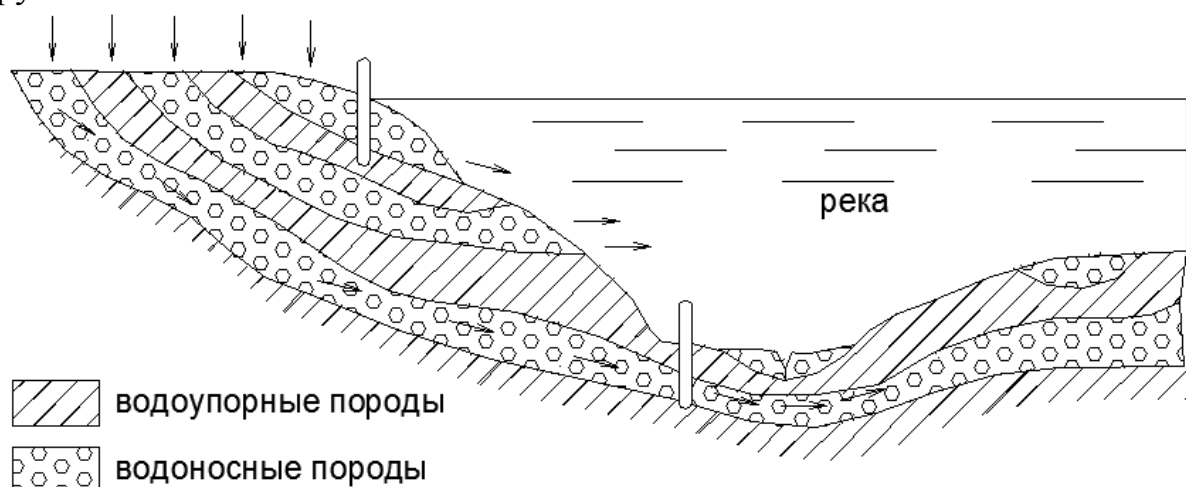


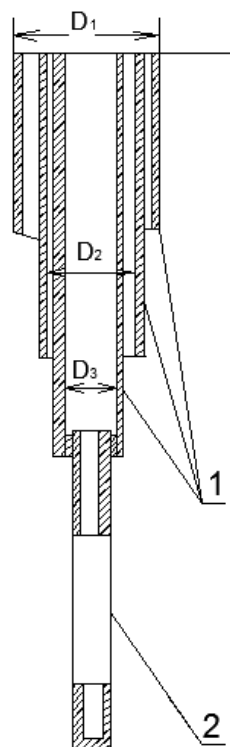
Рис.1.1.4. Схема образования подземных вод.

Для получения подземной воды применяют следующие сооружения:

- а) трубчатые колодцы (буровые скважины);
- б) горизонтальные водосборы;
- в) шахтные колодцы;
- г) сооружения для каптажа родников;
- д) лучевые водозаборы

Устройство трубчатых колодцев при глубоком (более 10м.) залегании подземных вод является единственно возможным решением.

а)



б)

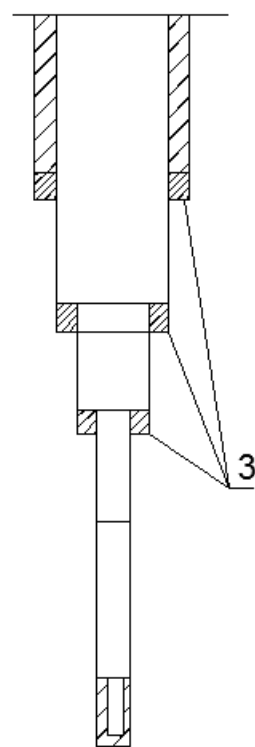


Рис. 1.1.5. Схема трубчатого колодца: а - во время бурения; б - после бурения: 1 - обсадные трубы; 2 - фильтр; 3 - цементный раствор.

Скважины на воду бурят ударным или роторным способом, по типу бурения скважин на нефть. Стенки буровых скважин закрепляют обсадными трубами (стальными трубами на муфтах с резьбой).

В зернистых породах водоносного пласта вода поступает в трубчатый колодец через отверстия в стенках фильтра, вставленного в нижнюю часть обсадной трубы.

Фильтры применяют различных типов: дырчатые, проволочные, сетчатые, каркасно-стержневые, щелевые и гравийные.

При неглубоком (до 5-8м.) залегании водоносного горизонта применяют горизонтальные водосборы.

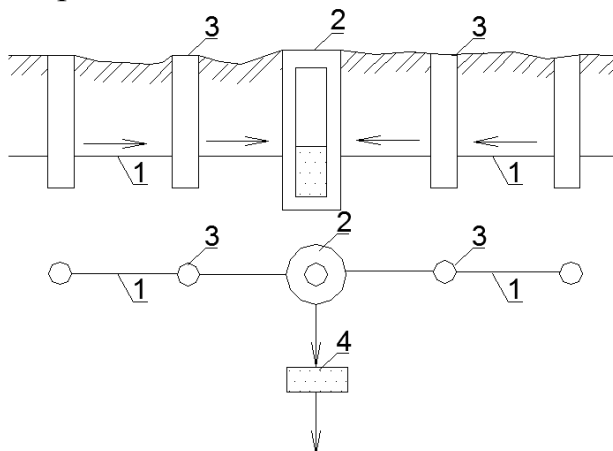


Рис.1.1.6. Горизонтальный водосбор: 1 - сборные трубы; 2 - водосборный колодец; 3 - смотровые колодцы; 4 - насосная станция.



Состоят из водосборных труб, водосборного колодца и смотровых колодцев, которые служат также вентиляционными. Вода по трубам поступает в водосборный колодец самотёком, не может поступать и под воздействием вакуума. Из водосборного колодца вода забирается насосами.

Шахтные колодцы устраивают при относительно неглубоком залегании водоносной породы.

Колодец представляет собой шахту из кирпича, бетона, железобетона или дерева.

В дне колодца сооружают фильтр из крупно-зернистого материала, насыпанного слоями с постепенным увеличением крупности зерен снизу вверх.

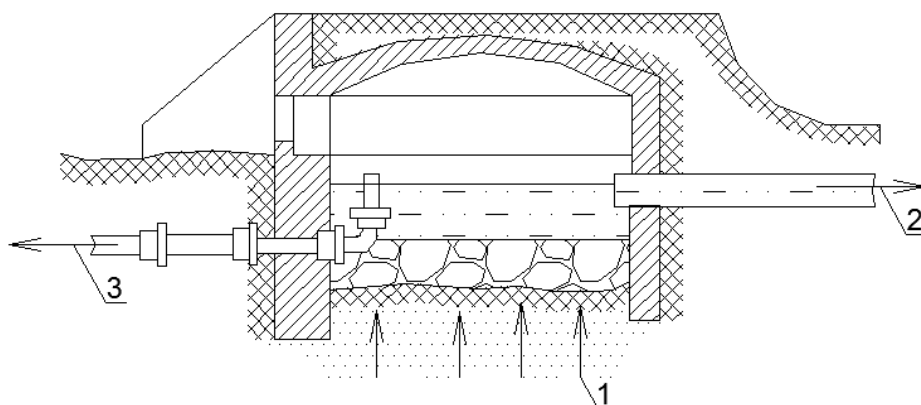


Рис.1.1.7. Шахтный колодец: 1 - поступление воды; 2 - вода к потребителю; 3 - слив воды.

Под каптажем ключа понимается обделка выхода воды с целью её использования.

Выход напорной воды называют восходящим ключом, безнапорной - нисходящим.

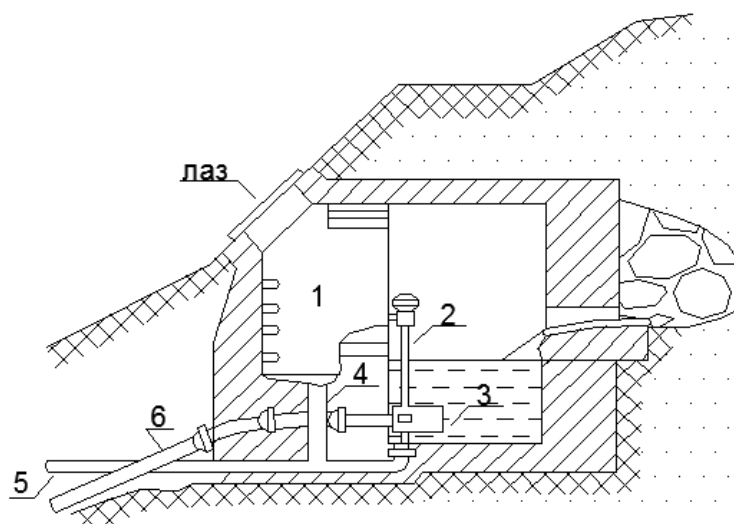


Рис. 1.1.8. Каптаж ключа: 1 – смотровая камера; 2 – штком для регулирования, спуска воды; 3 – приёмный клапан; 4 – переливная труба; 5 – грязевая труба; 6 – всасывающая труба.

Местоположение для водозаборных сооружений выбирают на основе детальных исследований, которыми устанавливают устойчивость русла на

выбранном участке и выше его, гидрологические и гидрометрические показатели водоема, режим расходов и горизонтов, ледовые режимы и геологическую характеристику участка.

Нельзя располагать водозаборные сооружения на берегах, где могут возникать оползни.

Существенным фактором в выборе местоположения водозабора является также образование в реке подводного льда и шуги, которые могут закупорить решетки приёмных окон водоприёмных сооружений. Поэтому следует предусматривать мероприятия, предохраняющие водоприёмные сооружения от вредного воздействия шуги и подводного льда.

В зависимости от глубины реки, величины колебания уровней воды и строения грунтов берега выбирают различные конструкции водозаборных сооружений: береговые, русловые, комбинированные и ковшовые. Первые три типа сооружений могут быть раздельного и совмещённого типа с насосной станцией.

Береговые водоприёмники сооружают на реках с достаточной глубиной воды у берега.

Береговой водоприёмник раздельного типа представляет собой колодец, разделённый на секции бесперебойного приёма воды в случае ремонта. Колодец сооружают непосредственно у берега. Вода из источника поступает в колодец через приёмные окна, которые перекрываются решетками с вертикально расположенными металлическими стержнями. Во время половодья, когда в нижних слоях потока проносятся большое количество взвешенных веществ, нижние приёмные окна закрывают, и вода поступает через верхние окна, а при низких горизонтах она поступает через нижние.

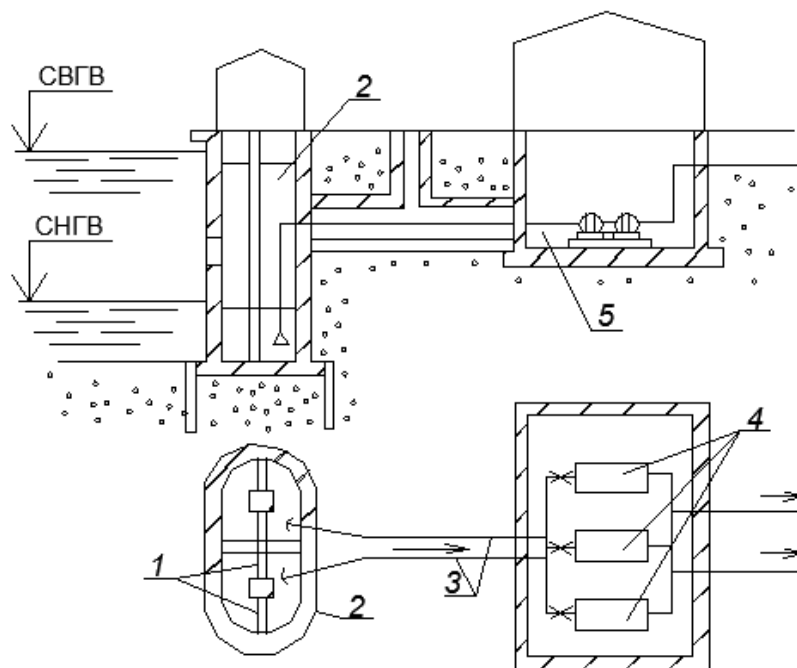


Рис. 1.1.9. Раздельный водоприёмник: 1 – плоские сетки; 2 – водоприёмник; 3 – всасывающие трубы; 4 – электронасосы; 5 – насосная станция первого подъема.

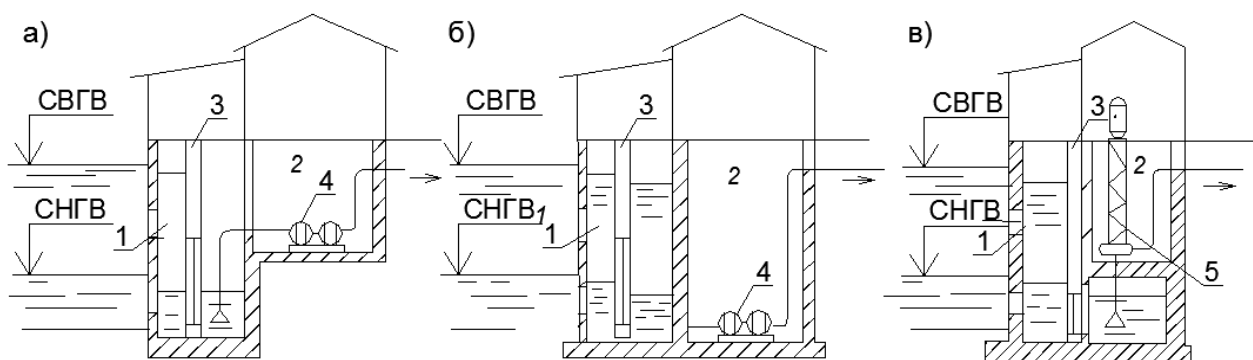


Рис.1.1.10. Водоприемник совмещенный с насосной станцией: а – в плотных грунтах; б – в любых грунтах; в – с электродвигателем в верхнем павильоне водоприемника: 1 - водопримное отделение; 2 – насосное помещение; 3 – плоские сетки; 4 – горизонтальный центробежный насос; 5 – вертикальный центробежный насос.

Водоприёмники русловые (трубчатые) с самотечными трубами применяют для забора воды из рек с пологими берегами, когда требуемые для забора воды глубины реки находятся на некотором расстоянии от берега.

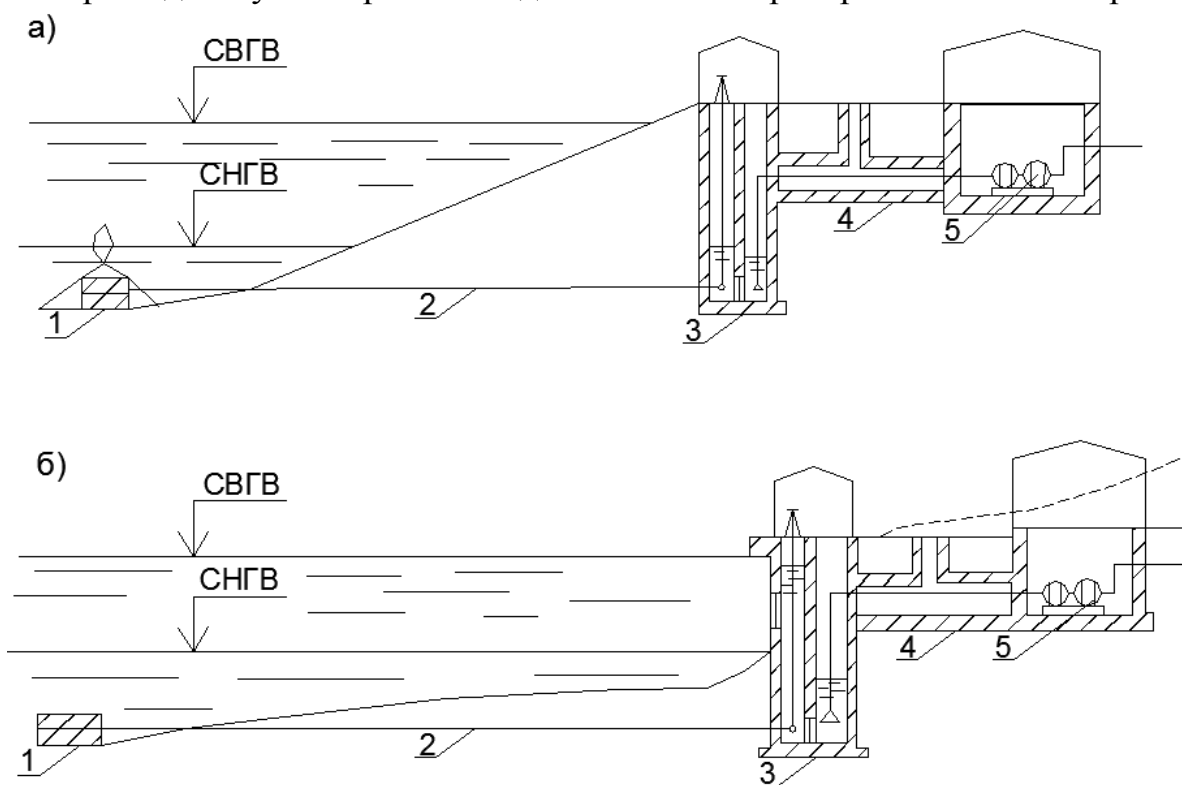


Рис. 1.1.11. Водоприемник с самотечными линиями: а - без окон в береговом колодце; б - с окнами: 1 – оголовок, 2 – самотечные трубы, 3 – береговой колодец, 4 – всасывающие трубы, 5 – центробежный насос.

Вода из реки поступает в оголовок 1, из которого по трубам 2 самотёком направляется в береговой колодец 3, а из него с помощью всасывающих труб 4 забирается насосами 5.

Число самотечных труб принимают не менее двух в расчете на аварийный случай и для промывки.

Оголовок представляет собой бетонный массив обтекаемой формы, заключённый в металлический кожух. В основании оголовка предусматривается крепление дна реки каменной наброской.

Бетонный оголовок с металлическим кожухом.

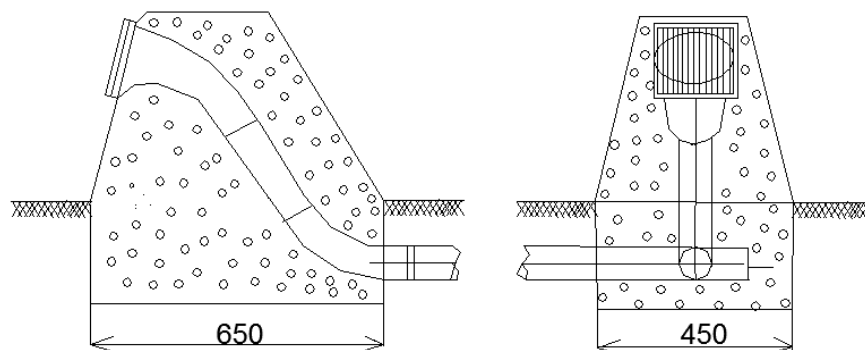


Рис. 1.1.12. Бетонный оголовок с металлическим кожухом.

Ковшовые водоприёмники проектируют для забора больших количеств воды и применяют для борьбы с шугой. Ковши представляют собой каналы, отделяемые от основного русла дамбами. Вода в ковшах движется со значительно меньшими скоростями, что является причиной попадания в ковш лишь незначительного количества шуги.

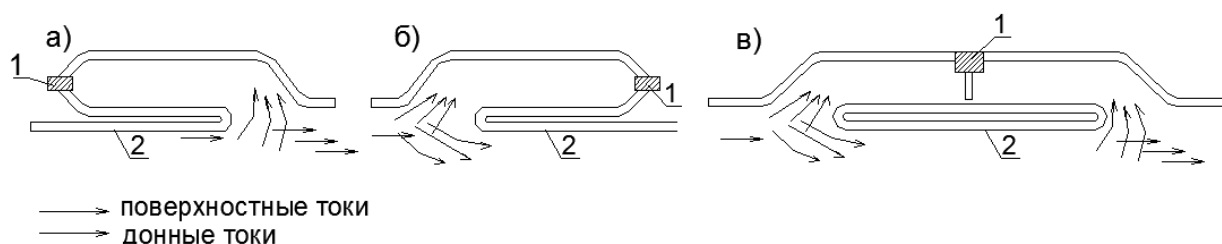


Рис. 1.1.13. Схемы ковшовых водоприёмников: а – с подводом воды против течения в реке; б – с подводом воды по течению в реке; в – с двухсторонним входом воды: 1 – водозаборное сооружение; 2 – дамба.

#### 1.1.4. Насосы и насосные станции.

Тип водопроводной насосной станции диктуется ее назначением и подачей, видом и режимом источника водоснабжения, типом и характеристикой основного насосного оборудования, климатическими условиями, рельефом и гидрогеологическим строением местности.

Тип канализационной станций определяется, главным образом, глубиной заложения подводящего коллектора, объемом воды и регулярностью ее поступления, гидрологическими условиями (в частности наличием грунтовых вод), типом устанавливаемых насосов.

Сочетания указанных условий позволяет классифицировать насосные станции по следующим признакам:

- по характеру основного оборудования насосные станции могут быть: с центробежными насосами; с осевыми, диагональными, горизонтальными или вертикальными насосами; с объемными насосами;

- по расположению лопастных насосов относительно уровня воды в приемном резервуаре (водозаборе или РЧВ) насосные станции подразделяются: на станции, где насосы, располагаются с положительной высотой всасывания; на станции, где насосы работают с подпором;

- по расположению относительно земли насосные станции могут быть: заглубленные ( шахтного типа ); частично заглубленные; наземные.

По форме здания насосной станции в плане различают:

- круглые здания;

- прямоугольные.

Круглая форма здания удобна при производстве работ опускным способом, но в отношении размещения оборудования, трубопроводов и подъемно - транспортных средств она менее удобна, чем прямоугольная.

При малом заглублении станции и большом числе насосов целесообразно выполнять здание насосной станции прямоугольного типа.

По характеру управления насосные станции могут быть:

- с ручным управлением - все операции по выключению и включению агрегатов производятся обслуживающим персоналом;

- автоматические - все операции по управлению выполняются соответствующими приборами;

- с дистанционным управлением - выключение и включение агрегатов выполняется из диспетчерского пункта, значительно удаленного от станции.

По расположению приемного резервуара относительно машинного зала насосные станции бывают:

- совмещенного типа;

- с отдельным расположением резервуара.

Расположение насосных агрегатов и трубопроводов в здании насосной станции должно обеспечивать надежность действия основного и вспомогательного оборудования, а также удобство, простоту и безопасность его обслуживания. Схема расположения агрегатов в здании насосных станций целиком и полностью определяется типом, размерами и числом основных насосов, а также формой машинного здания в плане.

Круглые в плане здания насосных станций удобно строить опускным способом, поэтому станции такой формы устраивают при большом заглублении. Так как размещать в них насосное оборудование менее удобно, чем в прямоугольных станциях, круглые в плане здания возводят лишь при небольшом числе насосных агрегатов (3—5). При большем числе агрегатов строят прямоугольные здания.

Для обеспечения безопасности обслуживания и удобства монтажа и демонтажа агрегатов последние должны иметь свободный доступ со всех сторон. Между выступающими частями насосных агрегатов нужно оставлять проход шириной не менее 1 м — при низковольтных (до 1000 В) электродвигателях и 1,2 м — при высоковольтных (более 1000 В). Расстояние между агрегатами и стеной должно быть не менее 0,7 м при их расположении в шахматном порядке и равно 1 м при их расположении по другим описанным выше схемам. Между фундаментами агрегатов и

распределительным щитом следует соблюдать дистанцию 1,5 м, а между неподвижными выступающими частями прочего оборудования — не менее 0,7 м. Насосные агрегаты с диаметром напорного патрубка менее 100 мм и с электродвигателями напряжением до 1000 В, а также вспомогательное оборудование можно устанавливать непосредственно у стены без прохода или размещать два агрегата на одном фундаменте также без прохода между ними. В последнем случае вокруг сдвоенной установки необходимо оставлять проход шириной не менее 0,7 м.

#### **1.1.5. Свойства и требования, предъявляемые к качеству воды.**

Качество воды природных источников характеризуется её физическими свойствами, химическим составом и бактериальными загрязнениями.

О пригодности воды судят по следующим качествам: прозрачность и цветность, привкусы и запахи, общее количество растворённых солей, щелочность и жесткость, активная реакция рН, окисляемость и бактериологическая загрязнённость.

Физические свойства воды характеризуются её температурой, мутностью, количественным и качественным содержанием взвешенных веществ, цветностью, вкусом и запахом.

Химический состав природной воды бывает весьма разнообразным. Пригодность воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения определяют следующие данные: активная реакция рН, жесткость воды, содержание в ней мышьяка, фтора, меди, цинка, железа.

Бактериальная загрязнённость воды зависит от количества вносимых в источник загрязнений со сточными водами, со стекающими дождевыми водами. Бактериальная загрязнённость воды измеряется числом бактерий, содержащихся в 1 см<sup>3</sup> воды. Для здоровья опасны бактерии являющиеся возбудителями инфекций и вызывающие желудочно-кишечные заболевания: брюшной тиф, дизентерию, холеру.

#### **1.1.6. Основные способы очистки воды.**

Степень очистки воды и состав сооружений для этой цели зависят от требований ГОСТа для питьевых целей.

Очистка воды для питьевых целей состоит из следующих операций: коагулирование, осветление, фильтрование и обеззараживание при помощи хлорирования.

Применяют следующие основные процессы очистки:

1)осветление, которое достигается путем отстаивания воды в отстойниках или осветлителях для выделения из воды взвешенных веществ и фильтрованием воды через фильтрующий материал;

2)обеззараживание для уничтожения болезнетворных бактерий, содержащихся в воде;

3)умягчение – уменьшение содержания в воде солей кальция и магния.

Насосы 1 подают исходную воду в смеситель 3 для её смешивания с реагентами (коагулянтами), которые поступают через дозатор из рабочих баков 2. Пройдя камеры реакций 4, вода переходит в отстойник 5. Освободившись от взвешенных веществ, вода поступает на фильтр 6. Перед резервуаром чистой воды 8 предусматривается хлорирование 7. Перед резервуаром чистой воды 8 предусматривается хлорирование 7.

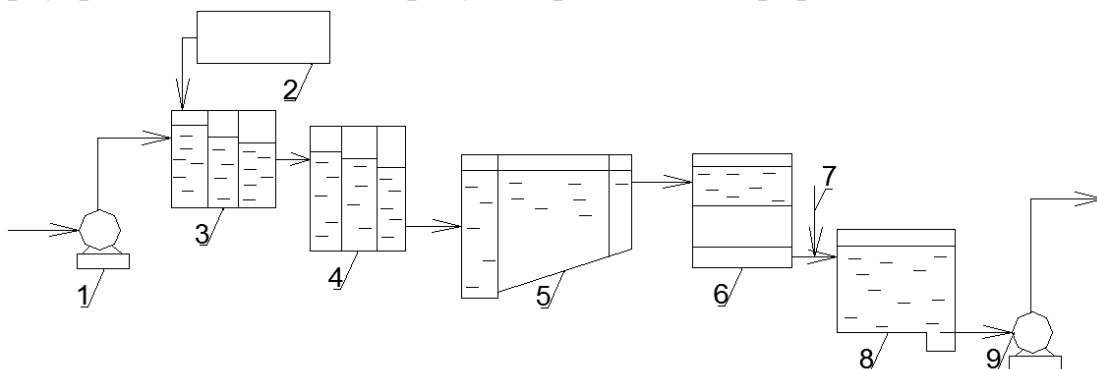


Рис. 1.1.14. Принципиальная схема станции для очистки воды с камерой образования хлопьев: 1 – насос первого подъема; 2 – реагентный цех; 3 – смеситель; 4 – камера образования хлопьев; 5 – отстойник; 6 – фильтр; 7 – трубопровод для ввода хлора; 8 – резервуар очищенной воды; 9 – насос второго подъема.

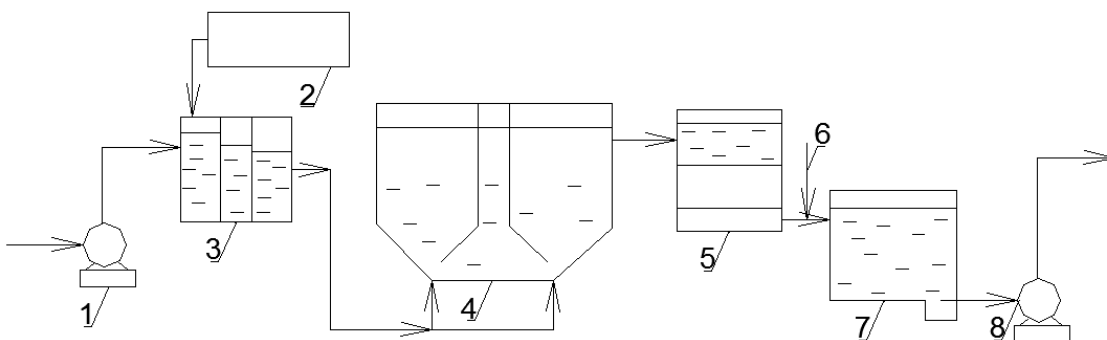


Рис. 1.1.15. Принципиальная схема станции для очистки воды оборудованная осветлителями со взвешенным осадком и фильтрами: 1 – насос первого подъема; 2 – реагентный цех; 3 – смеситель; 4 – осветлитель; 5 – фильтр; 6 – трубопровод для ввода хлора; 7 – резервуар очищенной воды; 8 – насос второго подъема.

Для ускорения процесса осаждения взвешенных веществ производят коагулирование воды, для чего в воду добавляют химические реагенты (коагулянты), которые вступая в реакцию с содержащимися в воде солями, способствуют осаждению взвешенных веществ. В качестве коагулянта в воду вводят соли алюминия или железа.

Для ускорения реакции коагулянт необходимо тщательно смешать с водой. Смешивание происходит в смесителях, которые бывают: перегородчатые, дырчатые, вертикальные (вихревые).

Камеры хлопьеобразования необходимы для получения достаточно крупных хлопьев за счет 30-минутного контакта взвешенных веществ с коагулянтами.

Под осветлением воды понимают выделение из неё взвешенных веществ при непрерывном движении воды через отстойники или осветлители с

малыми скоростями. При малых скоростях движения воды содержащиеся в ней взвешенные вещества, удельный вес которых больше удельного веса воды, под действием силы тяжести осаждаются, образуя в отстойнике осадок.

В зависимости от направления движения воды отстойники разделяют на горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Горизонтальный отстойник представляет собой резервуар прямоугольного сечения. Осветляемая вода по трубе 1 направляется в распределительный желоб 2, имеющий ряд отверстий, служащих для более равномерного распределения потока воды по сечению отстойника. Осветленная вода поступает в другой желоб 3 и из него по трубе 4 отводится на фильтры. Осветленная вода поступает в другой желоб 3 и из него по трубе 4 отводится на фильтры.

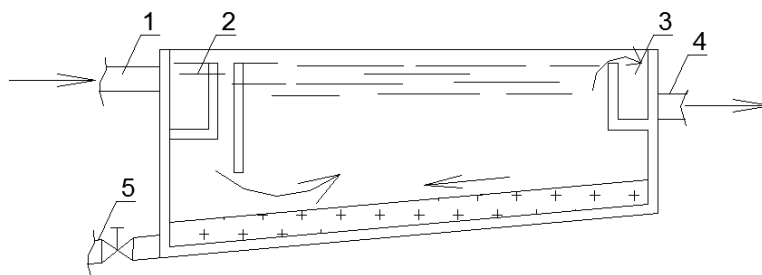


Рис. 1.1.16. Горизонтальный отстойник: 1 – лоток; 2 – распределительный желоб; 3 – приёмный желоб; 4 – трубопровод на фильтры; 5 – трубопровод осадка.

Вертикальные отстойники представляют собой круглый в плане, иногда квадратный резервуар с коническим днищем и центральной трубой, в которую подается осветляемая вода из камеры хлопьеобразования. По выходе из центральной трубы в отстойник вода движется вверх с малой скоростью и сливается уже осветленной через борт концентрически расположенного желоба, откуда отводится на фильтр. Выпадающий на дно отстойника осадок периодически удаляется.

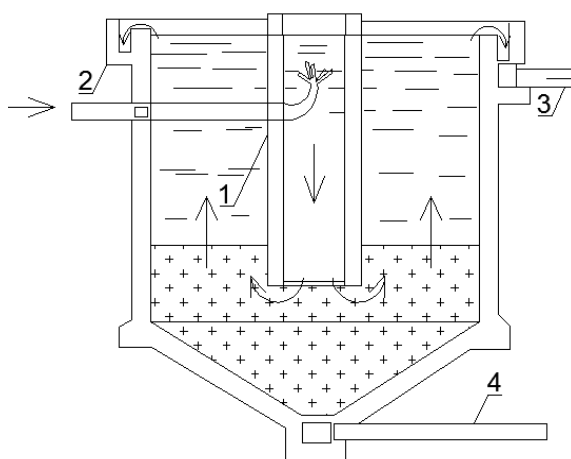


Рис. 1.1.17. Вертикальный отстойник: 1 – центральная труба; 2 – лоток осветленной воды; 3 – отводящая труба; 4 – трубопровод осадка.

Процесс осветления протекает значительно интенсивнее, если осветляемая вода после коагулирования пропускается через массу ранее



образованного осадка, поддерживаемого во взвешенном состоянии током воды.

Осветлитель коридорного типа представляет собой прямоугольный резервуар. Коагулированная вода поступает в осветлитель через дырчатые трубы 1 распределяется в нижней части 2 осветлителя. Скорость движения воды в рабочей части должна быть такой, чтобы хлопья коагулянта находились во взвешенном состоянии. Этот слой способствует задержанию взвешенных частиц. Степень осветления воды при этом значительно выше, чем в обычном отстойнике. Над рабочей частью находится защитная зона 3, где взвешенного слоя нет. Осветлённая вода отводится лотком 4 для последующей обработки. Избыточное количество осадка за счет отсоса в трубу 5, отводится через окна 6 в осадкоуплотнитель 7, где осадок уплотняется и периодически сбрасывается в канализацию по трубам 8.

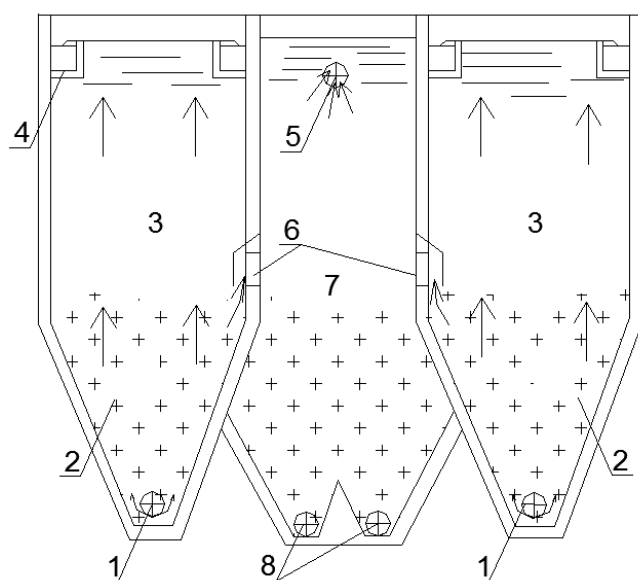


Рис. 1.1.18. Осветлители со взвешенным осадком: 1 – дырчатые трубы; 2 – рабочая часть; 3 – защитная зона; 4 – лоток отвода; 5 – труба для подсоса; 6 – осадкоприёмные окна; 7 – уплотнитель осадка; 8 – трубы для сброса осадка.

Фильтрация составляет последний этап осветления воды. Процесс заключается в пропускании воды через слой мелкозернистого фильтрующего материала ( речного или карьерного песка, дробленного антрацита).

Для очистки применяют скорые фильтры – с коагулированием воды и медленные фильтры - для обработки её без коагулирования.

а)

б)

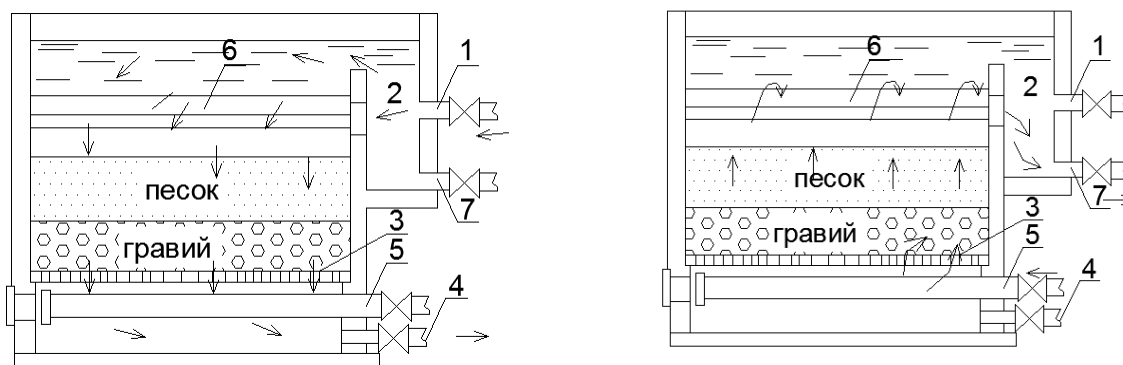


Рис. 1.1.19. Безнапорный скорый фильтр: а) при фильтровании; б) при промывке: 1 – подающий трубопровод; 2 – подводящий лоток; 3 – дырчатое днище; 4 – отводящий трубопровод; 5 – трубопровод промывной воды; 6 – желоб, через который переливается промывная вода; 7 – трубопровод, отводящий загрязненную промывную воду.

### 1.1.7. Обеззараживание воды.

При отстаивании и фильтровании воды задерживается большая часть бактерий (98-99%). Среди оставшихся в воде бактерий могут быть и болезнетворные; поэтому воду после фильтрования, если она предназначена для хозяйственно-питьевых целей, необходимо обеззараживать.

Обеззараживание воды – уничтожение содержащихся в воде болезнетворных бактерий – может быть достигнуто:

- 1) введением в воду сильных окислителей, способных разрушать ферменты бактериальных клеток;
- 2) облучением воды ультрафиолетовыми лучами;
- 3) нагреванием воды до температуры 80 (пастеризация) – 100 (стерилизация);
- 4) воздействием ультразвуком;
- 5) введением в воду серебра или других металлов, обладающих олигодинамическим действием на микроорганизмы/

Практическое применение в практике водоснабжения пока нашли первые два метода.

В качестве окислителей применяют жидкий хлор и хлорную известь.

## 1.2. Водоотведение города

### 1.2.1. Классификация систем и схем водоотведения.

Под канализацией принято понимать совокупность инженерных сооружений, служащих для приема сточных вод, транспортирования их к очистным сооружениям, очистки, обеззараживания сточных вод и утилизации полезных веществ, содержащихся в них, и сброса очищенных сточных вод в водоем.

Сточные воды подразделяются на три основные категории: бытовые, производственные, атмосферные или дождевые.

Системы водоотведения города бывают:

1. Общесплавная система канализации состоит из единой канализационной сети для отведения сточных вод всех категорий на очистные сооружения.

2. Полная раздельная система канализации состоит из двух и более подземных сетей. По одной из сетей отводят хозяйственно-бытовые и загрязненные производственные сточные воды на очистные сооружения. По другой сети отводятся атмосферные воды и условно чистые производственные сточные воды.

3. При неполной раздельной системе канализации сооружается одна сеть для отведения хозяйственно-бытовых и загрязненных производственных сточных вод. Атмосферные воды отводятся открытыми каналами, лотками, кюветами или канавами. Полураздельная система отличается от полной раздельной тем, что в местах пересечения коллекторов бытовой сети трубопроводами ливневой сети устанавливают соединительные камеры. Эти камеры позволяют направить на очистные сооружения вместе с бытовыми сточными водами первые порции атмосферных вод, являющихся наиболее загрязненными.

Под трассировкой канализационной сети понимают определение месторасположения уличных сборных коллекторов в плане. Основная задача при трассировке сети заключается в том, чтобы наибольшее количество сточной жидкости отводилось по трубам и каналам самотёком.

Рациональная трассировка сетей по улицам и проездам города является предпосылкой их экономичности. Трассировке предшествует разбивка канализуемого города на бассейны стока и водоотведения.

Бассейны водоотведения определяются границами территорий районов города, обслуживаемых единой системой самотечных коллекторов.

При этом устанавливают общую схему расположения коллекторов для различных бассейнов, определяют месторасположение насосных станций. Границы бассейнов наносят на план населенного пункта с горизонталями. Трассировка сети зависит от большого числа факторов. Так, при трассировке сети необходимо учитывать: а) рельеф местности для уменьшения заложения труб и отвода сточных вод самотеком; б) местоположение очистных сооружений; в) намеченное место выпуска сточной жидкости в водоем; г) принятую систему канализации; д) характер застройки кварталов; е) очередность строительства.

Канализационную сеть, обслуживающую бассейн, трассируют по направлению от водоразделов к тальвегам. Обычно уличные коллекторы проектируют перпендикулярно горизонталям местности в направлении к пониженным местам бассейнов. Главные коллекторы направляют вдоль берегов рек, по долинам, если возможен спуск в них сточных вод от уличных (боковых) коллекторов. По главному коллектору сточная жидкость отводится за пределы канализуемого объекта.

Канализационную сеть укладывают с соответствующим уклоном так, чтобы сточная жидкость самотеком направлялась к очистным сооружениям (рис. 1.2.1).

Для городов с плоским рельефом трассировка канализационной сети значительно сложнее, так как даже при малой длине канализационной линии получается большое заглубление ее, что в свою очередь вызывает необходимость устройства районных станций перекачки.

В нормальных грунтовых условиях наибольшая глубина заложения канализационной сети допускается до 7-8 м при производстве работ открытыми траншеями. Поэтому при заглублении коллектора, приближающемся к 7-8м, следует ставить районную насосную станцию и перекачивать воду в следующий колодец, откуда канализационная линия начнется с минимальной допустимой глубиной заложения.

На рис. 1.2.1. приведены принципиальная схема водоотведения города.

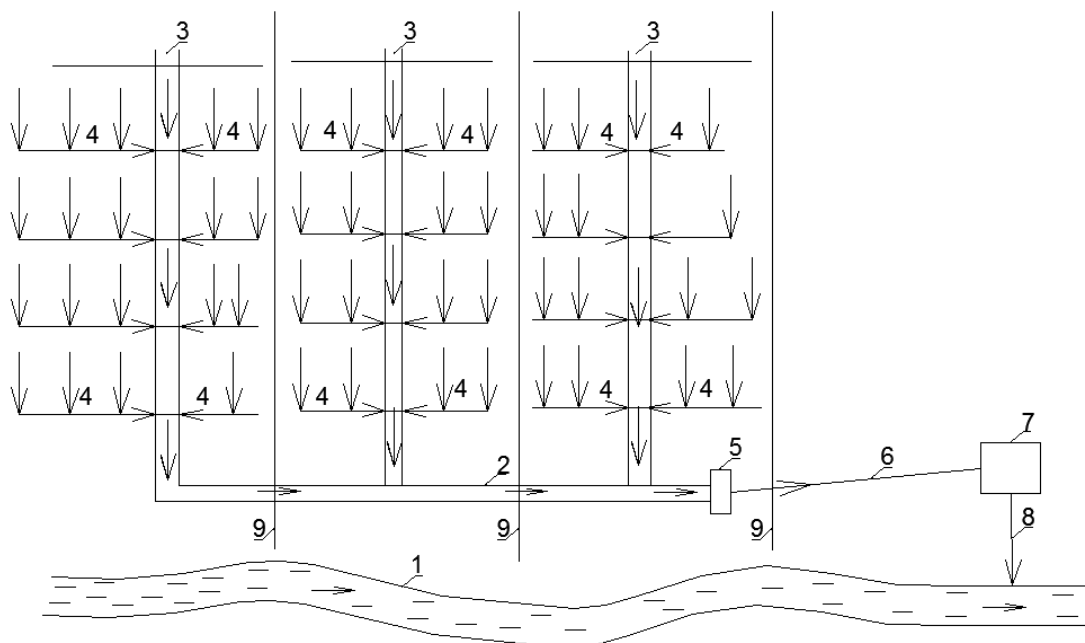
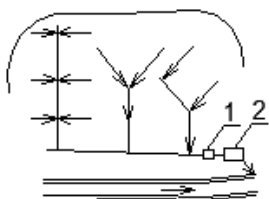


Рис. 1.2.1. Принципиальная схема водоотведения города: 1 – река, 2 – главный коллектор, 3 – районные коллекторы отдельных бассейнов стока, 4 – уличные коллекторы, 5 – главная насосная станция, 6 – напорный водовод, 7 – очистная станция, 8 – выпуск очищенной жидкости в реку, 9 – водораздельные линии.

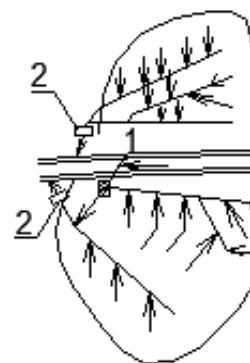
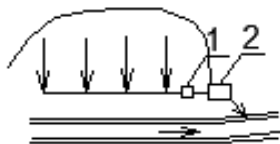
На рис. 1.2.2. приведены простейшие типовые схемы канализационной сети, устраиваемые в различных сочетаниях.

а)

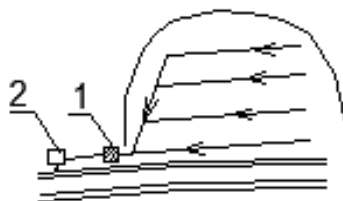
б)



в)



г)



д)

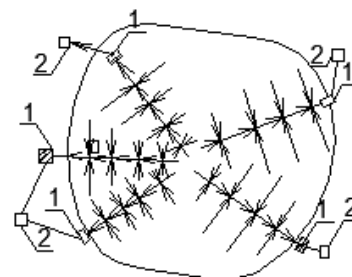


Рис.1.2.2. Схемы канализационной сети: а - перпендикулярная; б - зонная или поясная; в - пересеченная; г - веерная или параллельная; д - радиальная или децентрализованная: 1 - канализационная насосная станция; 2 - канализационные очистные сооружения.

### 1.2.2. Методы очистки сточной жидкости.

Очистка бытовой сточной жидкости производится механическим, биологическим и химическим методами.

При механической очистке из суточной жидкости удаляют загрязнения, находящиеся в ней в нерастворенном и частично коллоидном состоянии. Содержащиеся в сточной жидкости отбросы (бумаги, тряпки, кости, очистки от овощей, различные производственные отходы) предварительно задерживаются решетками.

Загрязнения минерального происхождения (песок, шлак и т.д.) осаждаются в сооружениях, называемых песколовками.

Основную массу загрязнений органического происхождения, находящихся во взвешенном состоянии осаждают из сточной жидкости в отстойниках, которые по своей конструкции и по характеру движения в них сточной жидкости бывают горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Выпадающие в отстойниках нерастворенные вещества (осадок) периодически удаляют для последующей обработки в специальных сооружениях, называемых метантенками.

После сбраживания осадок метантенков подвергается обезвоживанию, которое осуществляется путем естественной сушки осадка на открытом воздухе на специальных иловых площадках или искусственными методами – вакуум фильтрацией, термической сушкой.

При биологической очистке удаляют из сточной жидкости наиболее мелкие взвешенные вещества, оставшиеся после механической очистки, и основную часть коллоидальных и растворенных веществ. В результате аэробных биохимических процессов, протекающих при биологических методах очистки, органическая часть указанных веществ минерализуется. В итоге полной биологической очистки получается незагнивающая жидкость, содержащая растворенный кислород и нитраты.

Биологическую очистку ведут либо в условиях, близких к естественным, либо в искусственно созданных. В первом случае естественная биологическая очистка сточной жидкости происходит на полях орошения, полях фильтрации и в биологических прудах.

Во втором случае искусственная биологическая очистка производится на таких сооружениях, как биологические фильтры и аэротенки.

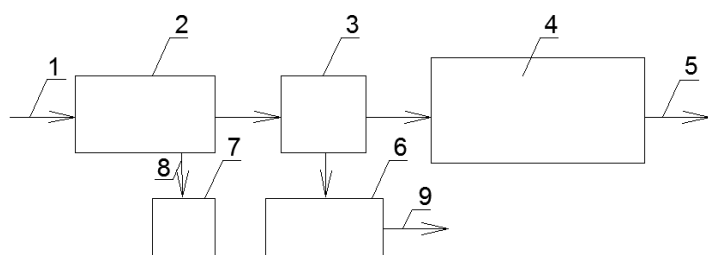
Осветленную сточную жидкость, получающуюся в процессе очистки, выпускают в водоем (реку, озеро и пр.) после ее обеззараживания посредством хлорирования.

В процессе биологической очистки, так же как и механической, получаются большие количества осадка (ила), который направляется в метантенк для сбраживания.

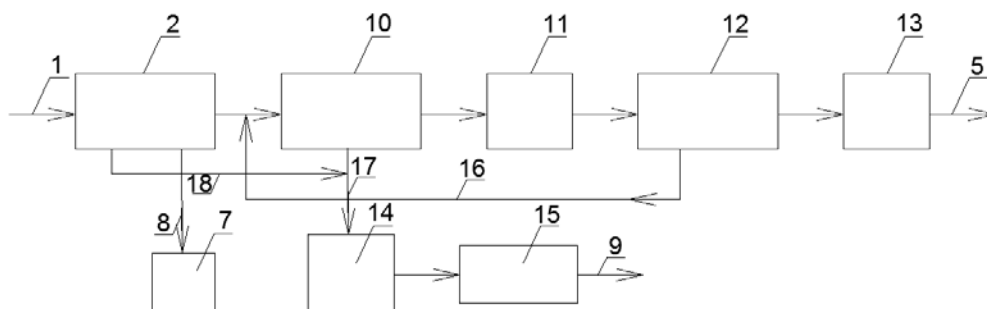
При химическом методе очистки в сточные воды вводят реагент, способствующий коагуляции и увеличивающий процент задержания нерастворенных веществ. Применяют также нейтрализацию и флотацию. При флотации в сточную жидкость добавляют флотореагенты и воздух, способствующие всплыванию загрязнений.

На рис. 1.2.3. приведены схемы станций с естественной и искусственной биологической очисткой сточных вод.

а)



б)



в)



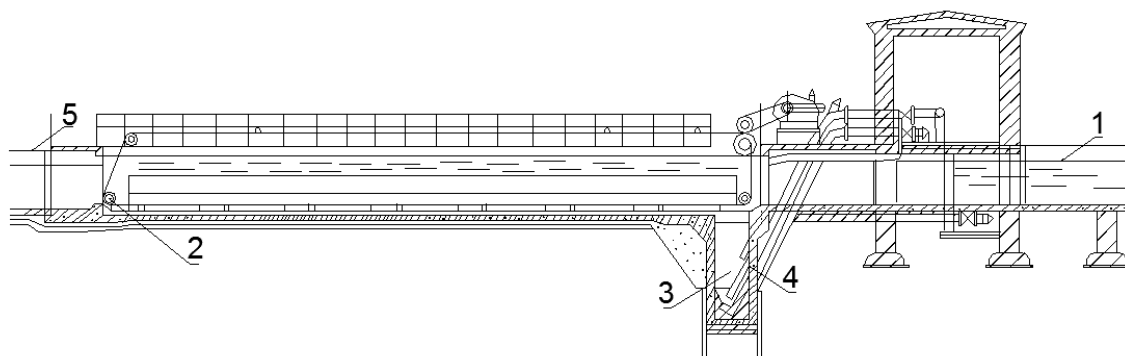


Рис.1.2.4. Горизонтальная песколовка: 1 – подающий лоток сточной воды; 2 – скребковый механизм; 3 – прямик осадка; 4 – гидроэлеватор; 5 – отводящий лоток сточной воды.

### 1.2.3.3. Отстойники.

Отстойники по своей конструкции подразделяют на горизонтальные, вертикальные и радиальные. Выделению из сточной жидкости подлежат взвешенные вещества как тонущие (оседающие), так и плавающие.

Вертикальный отстойник представляет собой цилиндрический железобетонный резервуар с коническим дном (рис.1.2.4). Сточная жидкость поступает через специальную трубу в нижнюю часть отстойника, откуда медленно поднимается вверх к переливному борту. Осадок выпадает на дно отстойника.

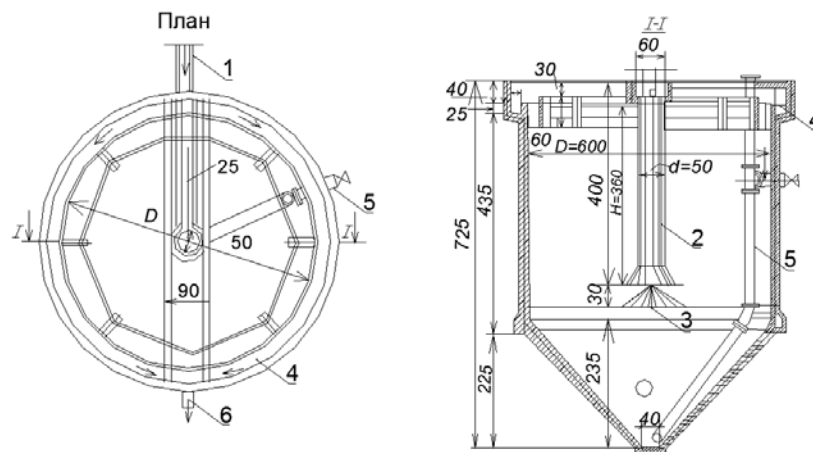


Рис. 1.2.5. Вертикальный отстойник: 1 – подающая труба; 2 – центральная труба; 3 – отражательный щит; 4 – лоток осветленной сточной воды; 5 – трубопровод осадка; 6 – трубопровод осветленной сточной воды.

Радиальный отстойник представляет собой круглый в плане резервуар глубиной не более 4 м. Сточная жидкость поступает в центральную трубу, а из нее движется в радиальном направлении к периферийному сборному желобу.

Дно отстойника имеет уклон по направлению от периферии к центру не менее 0,02 для первичных отстойников и 0,001 – 0,003 – для вторичных.



Выпавшие частицы сгребаются в приямок особыми скребками, укрепленными на радиальной раме, вращающейся вокруг центральной опоры. Приямок этот расположен в центральной части отстойника, и оттуда осадок по трубе удаляется под гидростатическим давлением или специальными насосами для дальнейшей обработки в метантенках.

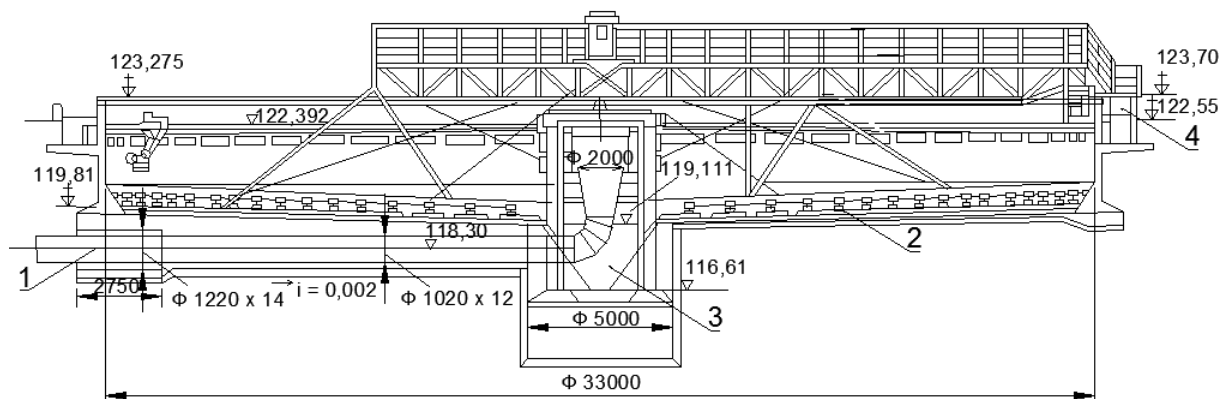


Рис. 1.2.6. Радиальный отстойник: 1 – подающий трубопровод; 2 – скребковый механизм; 3 – приямок осадка; 4 – лоток осветленной сточной воды.

## 1.2.4. Сооружения биологической очистки сточных вод.

### 1.2.4.1. Биологические фильтры.

Биологические фильтры (биофильтры) представляют собой искусственные окислители органических веществ, загруженные грубозернистым отсортированным материалом (щебень из прочных горных пород и керамзит). Окислительные процессы зависят от условий воздухообмена.

Осветленная в первичных отстойниках сточная вода самотеком или под напором подается во вращающийся водораспределитель (рис.1.2.7) для орошения поверхности фильтров или в спринклерную сеть через дозирующие баки.

Равномерно распределяемая по поверхности биофильтра сточная жидкость протекает через толщу фильтрующего материала, лежащего на дырчатом днище биофильтра, затем поступает на сплошное непроницаемое днище, с которого стекает к отводным лоткам и отводится по ним из биофильтра.

На поверхности фильтрующего материала образуется биологическая пленка, густо заселенная аэробными микроорганизмами, которые минерализуют задержанные на поверхности пленки органические вещества.

Эффект очистки биофильтров очень высок, например БПК выходящей сточной жидкости снижается на 85% и более.

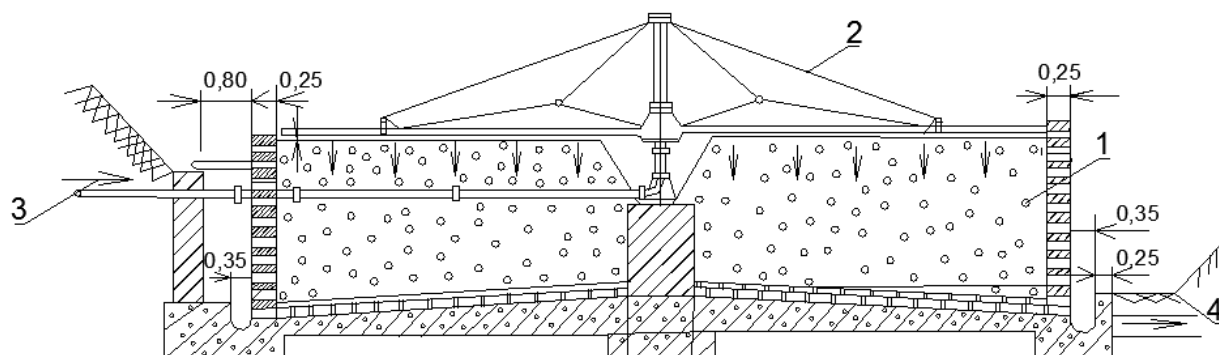


Рис.1.2.7. Круглый биофильтр с кирпичными стенками: 1 – загрузочный материал (шлак, щебень), 2 – вращающийся водораспределитель, 3 – труба, подводящая сточную воду, 4 – отводная труба.

#### 1.2.4.2. Аэротенки.

Аэротенками называют сооружения для биологической очистки предварительно осветленной сточной жидкости. Процесс очистки протекает в движущемся потоке жидкости при искусственном введении в него так называемого активного ила, а также кислорода воздуха как источника жизнедеятельности бактерий.

Аэротенки представляют собой длинные железобетонные или бетонные резервуары прямоугольного сечения. Активный ил – это скопление аэробных микроорганизмов в виде хлопьев – минерализаторов, обладающих также адсорбирующими свойствами и способностью минерализовать органические вещества, находящиеся в очищаемой сточной жидкости.

На рис.1.2.8. показана схема установки с аэротенками на полную очистку сточной жидкости. Смесь сточной жидкости с активным илом из аэротенка направляется во вторичный отстойник, где активный ил отделяется от очищенной сточной жидкости. Оттуда одна часть ила перекачивается в канал перед аэротенком для повторного использования (этот ил называют циркулирующим), а другая, избыточная часть ила (его прирост) направляется для его последующей обработки в метантенках.

Вторичные отстойники и илоуплотнители. Сточная жидкость, вытекающая из аэротенков, содержит большое количество ила, а прошедшая биофильтры – биопленку.

Для ее осветления сооружают вторичные отстойники, где активный ил и частицы отработанной бактериальной пленки осаждаются.

Конструкция вторичных отстойников почти не отличается от конструкции первичных. Они также бывают горизонтальными, вертикальными и радиальными.

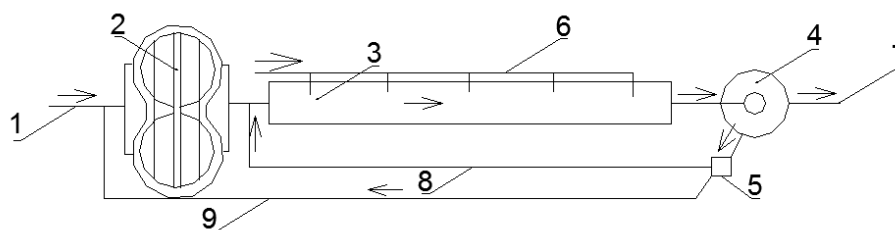


Рис.1.2.8. План сооружений полной биологической очистки в аэротенках: 1 – подача сточной воды; 2 – двухъярусный отстойник; 3 – аэротенк; 4 – вторичный отстойник; 5 – насосная станция; 6 – подача воздуха; 7 – выпуск сточных вод; 8 – циркуляционный активный ил; 9 – избыточный активный ил.

## 1.2.5. Сооружения обработки осадка.

### 1.2.5.1. Двухъярусные отстойники (эмшеры).

Двухъярусные отстойники (рис.) сооружают для осветления сточной жидкости, сбраживания и уплотнения выпавшего осадка. Они представляют собой цилиндрической или прямоугольной формы резервуары, в верхней части которых расположены один или два осадочных желоба, выполняющие функции горизонтального отстойника. В желоб выпадают из воды (при небольшой скорости ее движения) взвешенные вещества, которые проваливаются через щели в иловую камеру для перегнивания.

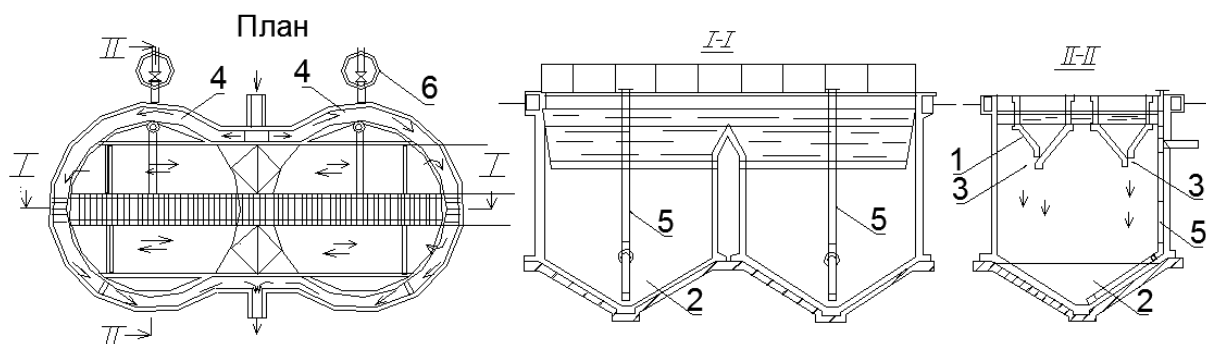


Рис.1.2.9.Спаренный двухъярусный отстойник: 1 – осадочные желоба, 2 – гнилостная камера, 3 – щели, 4 – водосливные желоба, 5 – иловая труба, 6–выпуски сброженного ила.

### 1.2.5.2. Метантенки.

Метантенками называют резервуары обычно цилиндрической или прямоугольной формы, в которых происходит сбраживание осадка, поступающего из первичных и вторичных отстойников. Получающийся в результате брожения осадка газ собирается в газовом колпаке, расположенном в верхней части газонепроницаемого перекрытия, откуда по газопроводу отводится для использования. Сооружают метантенки из железобетона, они имеют коническое днище. Для ускорения процесса брожения осадок подогревают и перемешивают.

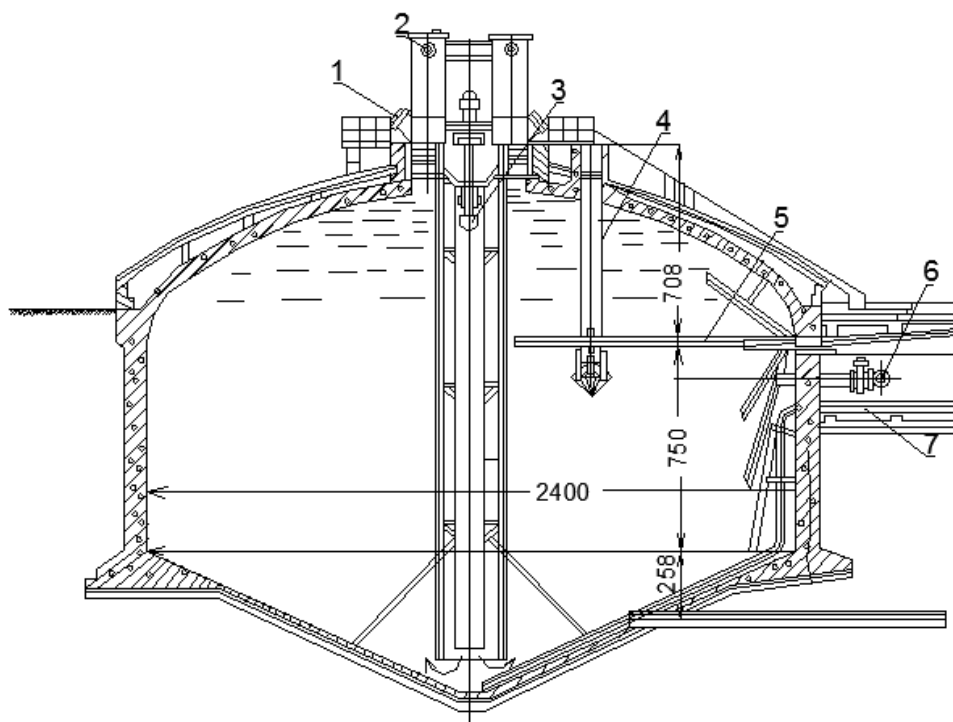


Рис. 1.2.10. Метантенк с неподвижным перекрытием: 1 – смотровой люк; 2 – газопровод  $d = 200$  мм для загрузки осадки и активного ила; 3 – пропеллерная мешалка; 4 – переливная труба; 5 – трубопровод  $d = 250$  мм для загрузки осадки и активного ила; 6 – инжектор для подогрева метантенка; 7 – трубопровод  $d = 250$  мм для выгрузки сброженного осадка.

### 1.3. Внутренний водопровод и канализация зданий.

#### 1.3.1. Водопроводные сети жилых районов и микрорайонов.

Городская водопроводная сеть состоит из магистральных и распределительных трубопроводов. Магистральные служат для подачи воды транзитом в отдельные районы города и для снабжения водой примыкающих к ним территорий. Распределительные сети подают воду непосредственно потребителям и к пожарным гидрантам. Распределительные сети прокладывают по всем улицам вдоль зданий или между ними.

При сплошной застройке улиц и проспектов внутренние водопроводы зданий присоединяют непосредственно к уличной сети водопровода при помощи домовых ответвлений. Если здания размещены внутри квартала, непосредственное присоединение домовых ответвлений к уличным сетям невозможно, поэтому прокладывают дворовую сеть водопровода, от которой и устраивают вводы в здания.

При современном массовом строительстве застройка городов и населенных мест осуществляется путем создания крупных кварталов и микрорайонов, включающих в себя жилые здания, культурно-бытовые учреждения, спортивные площадки и зеленые насаждения.

Возникает новое понятие — микрорайонная (внутриквартальная) водопроводная сеть, состоящая из магистральных и распределительных трубопроводов.

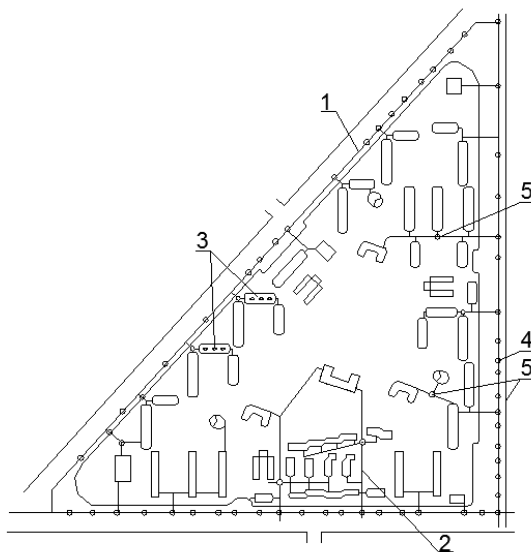


Рис. 1.3.1. Схема внутриквартальной водопроводной сети: 1 — уличная водопроводная сеть; 2 — внутриквартальная сеть с вводами в каждое здание; 3 — частичная прокладка трубопроводов через здания транзитом; 4 — колодцы на наружной сети; 5 — наружные поливочные краны на внутренней сети; 6 — колодцы на внутриквартальной сети.

Для снабжения водой микрорайонов предусматривается микрорайонная сеть (рис.1.3.2.а), состоящая из ввода, соединяющего наружную водопроводную сеть со зданием центрального теплового пункта (ЦТП), и квартальной сети, транспортирующей воду от ЦТП к группам зданий или отдельным домам. При значительных размерах кварталов микрорайонная сеть обеспечивает и пожарные нужды, поэтому на ней размещаются пожарные гидранты на расстоянии не более 150 м друг от друга в местах, удобных для подъезда пожарных машин.

Микрорайонные сети прокладывают по внутриквартальным проездам параллельно зданиям на расстоянии не менее 5—10 м в зависимости от материала труб. Сети водопровода размещают на расстоянии не менее 1,5 м от тепловой сети, канализационных трубопроводов при диаметре водопроводной сети до 200 мм и не менее 3 м при большем диаметре: на расстоянии 1 м от газопроводов низкого, среднего давления (до 0,3 МПа) и силовых кабелей; 0,5 м — от кабелей связи. При параллельной прокладке трубопроводов диаметром 300 мм расстояние между наружной поверхностью труб должно быть не менее 0,7 м, что обеспечит возможность монтажа и ремонта труб при аварии на одной из них. Для уменьшения строительной стоимости желательно прокладывать водопровод в одной траншее с тепловыми сетями и горячим водоснабжением (рис. 1.3.2 в), используя подвалы и технические подполья зданий для транзитной прокладки трубопроводов.

В больших микрорайонах со значительным количеством коммуникаций целесообразно использовать проходные или полупроходные каналы. Это позволяет также уменьшить затраты на ремонт и обслуживание инженерных коммуникаций. При прокладке труб в туннелях расстояние от стенки трубы до внутренних поверхностей туннеля и других трубопроводов принимается не менее 200 мм.

В настоящее время широко используют непроходные каналы и проходные туннели (рис. 1.3.2 г). Каналы прокладывают от центрального теплового пункта к зданиям так, чтобы минимальное расстояние между стенками канала и зданием было не менее 5,0 м; до стволов деревьев — не менее 2,0 м.

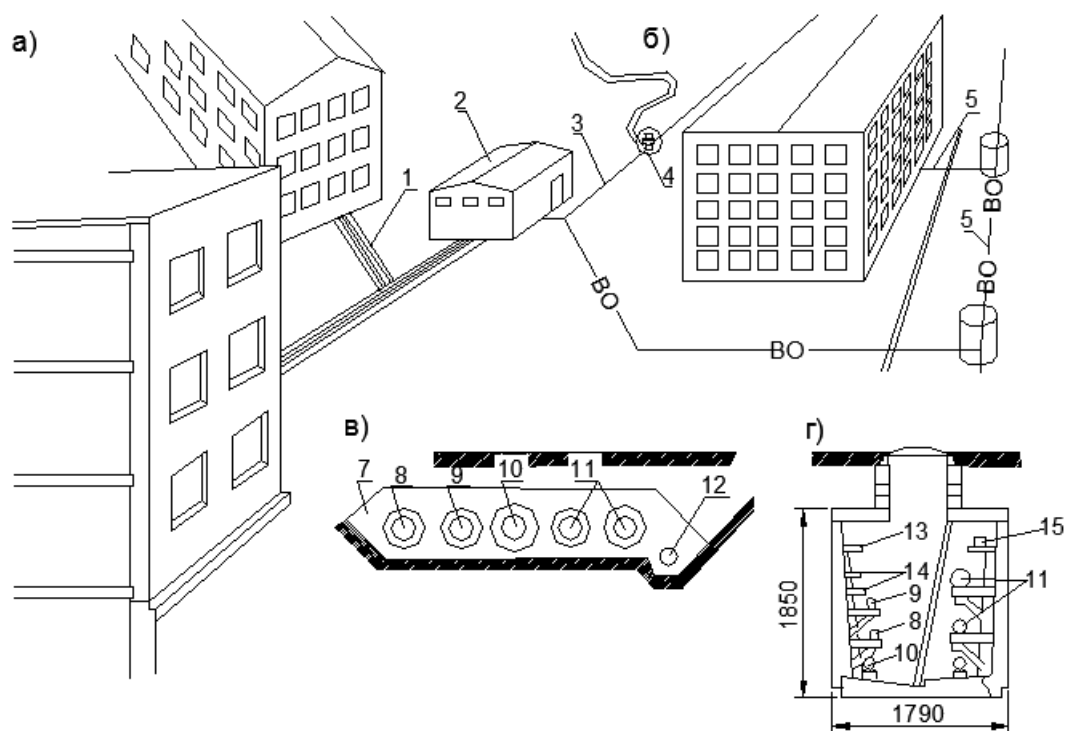


Рис. 1.3.2. Микрорайонное водоснабжение: а — питание зданий через центральный тепловой пункт; б — индивидуальное подключение зданий; в — прокладка трубопроводов в одной траншее; г — проходной туннель: 1 — квартальная сеть; 2 — центральный тепловой пункт; 3 — распределительная наружная сеть; 4 — колодец с гидрантом; 5 — индивидуальный ввод; б — уличная водопроводная сеть; 7 — обсыпка песком; 8 — циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения; 9 — подающий трубопровод горячего водоснабжения; 10 — трубопровод холодного водоснабжения; 11 — трубопроводы отопления; 12 — трубофильтр; 13 — кабели связи; 14 — силовые электрические кабели; 15 — газопровод

Глубина заложения труб (до низа трубы) принимается на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания, при этом учитывают внешние нагрузки от транспорта и условия пересечения с другими подземными коммуникациями. Для предупреждения нагревания воды в летнее время глубина заложения принимается не менее 0,5 м от верха труб. При пересечении с другими трубопроводами это расстояние должно быть не менее 0,2 м, при пересечении кабелей — 0,5 м.

Наружные сети водопровода, прокладываемые на территории промышленных предприятий, обычно подают воду и для наружного пожаротушения, поэтому на них через 150 м устанавливают гидранты.

### **1.3.2. Назначение, классификация и основные элементы внутреннего водопровода.**

Внутренним водопроводом называется совокупность инженерных устройств в здании, сооружении, предназначенных для подачи воды под напором от наружных источников водоснабжения (наружной водопроводной сети, скважин и т. д.) к водоразборным точкам.

По назначению внутренние водопроводы разделяются на следующие виды: хозяйственно-питьевой, производственный, противопожарный.

Внутренний водопровод состоит из следующих элементов (рис.1.3.3.).

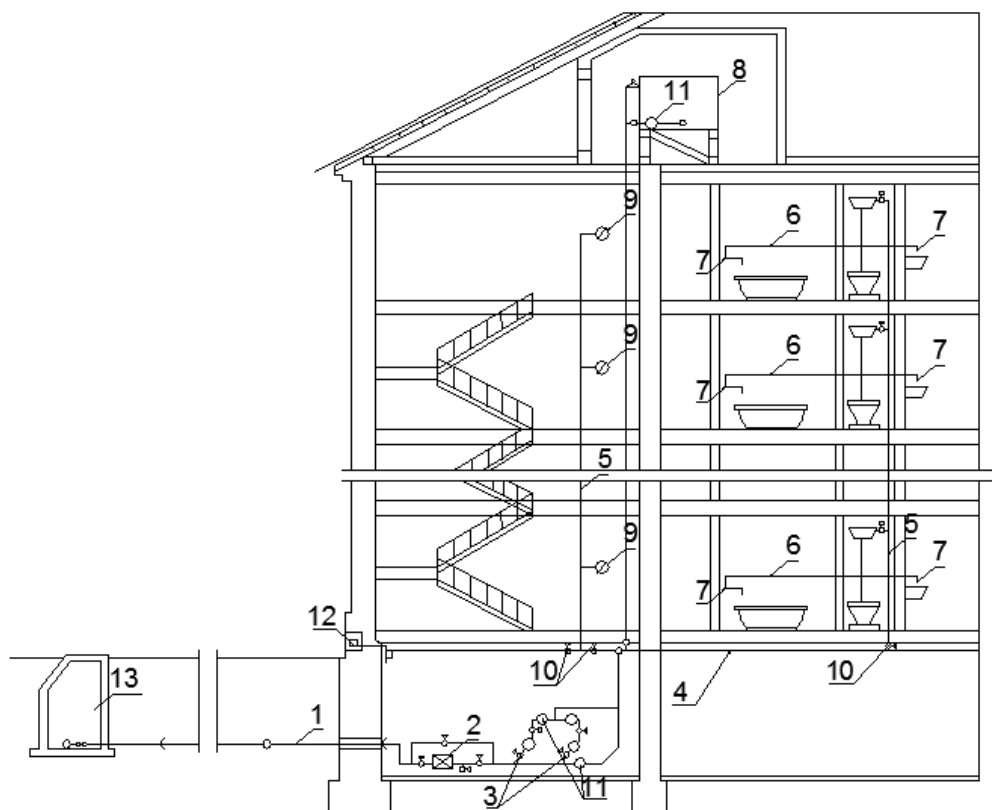


Рис. 1.3.3. Основные элементы внутреннего водопровода: 1 - ввод водопровода в здание; 2 - водомерный узел; 3 - насосная установка; 4 - магистраль; 5 - стояки; 6 - подводки к приборам; 7 - водоразборные приборы; 8 - водонапорный бак; 9 - пожарные краны; 10 - вентили; 11 - обратные клапаны; 12 - поливочный кран; 13 - наружный колодец.

### **1.2.3. Системы и схемы внутреннего водопровода.**

Системой внутреннего водопровода называется комплекс инженерных устройств, обеспечивающих подачу воды к любому месту водопотребления в здании.

В зависимости от гарантийного напора в наружной водопроводной сети различают следующие системы внутренних водопроводов по способу

создания потребного напора в них: без повысительных установок; с водонапорными баками (без насосов); с постоянно или периодически действующими насосами; с водонапорными баками и периодически действующими насосами; с пневматической установкой.

Внутренний водопровод, действующий без повысительных установок под напором наружного водопровода (рис. 1.3.4 а), сооружают в том случае, когда напор в наружном водопроводе всегда достаточен для подачи необходимого количества воды к наиболее удаленным и высокорасположенным водоразборным точкам.

Водопровод с водонапорным баком без насоса (рис. 1.3.4 б) применяют в тех случаях, когда напор в наружной сети обеспечивает подачу расчетного количества воды в часы наименьшего потребления воды. Вода, поступившая в бак ночью, расходуется из него в дневные часы.

Водонапорные баки сооружают также в случае необходимости создания запаса воды или для обеспечения постоянного напора у водоразборных точек.

Водопровод с повысительной установкой без водонапорных баков (рис. 1.3.4 в) применяют тогда, когда наружная сеть может всегда обеспечить подачу требуемого количества воды, но напора постоянно или периодически в ней не хватает, а режим водопотребления равномерен.

Если напор в наружной сети недостаточен периодически, то установка будет автоматически включаться в определенные часы. Насосная установка, будучи оборудована реле, для автоматического включения и выключения может действовать периодически.

Водопровод с насосами и водонапорными баками (рис. 1.3.4 г) применяют при постоянном недостатке напора в наружной сети. При этом насосная установка действует периодически, подавая воду к водопотребителям и пополняя водонапорные баки. Периодичность действия насосной установки достигается автоматически при помощи поплавкового реле в баке.

Водопровод с пневматической установкой применяют в тех же случаях, что и водопровод с насосом и напорным баком. В этом случае вместо обычного бака устанавливают водовоздушные баки или отдельно воздушный и водяной баки (рис. 1.3.4 д).

Зонное водоснабжение. Водопроводы высоких жилых зданий обычно делятся по высоте на зоны. Нижние этажи питаются непосредственно от наружного водопровода, в верхние же этажи воду подают насосами (рис. 1.3.4 е, ж, з). В зданиях повышенной этажности одна зона обслуживает примерно 10—14 этажей; при этом давление в нижних этажах зоны хозяйственно-питьевого водопровода не должно превышать 5 атм и противопожарного — 6 атм.

а)

б)



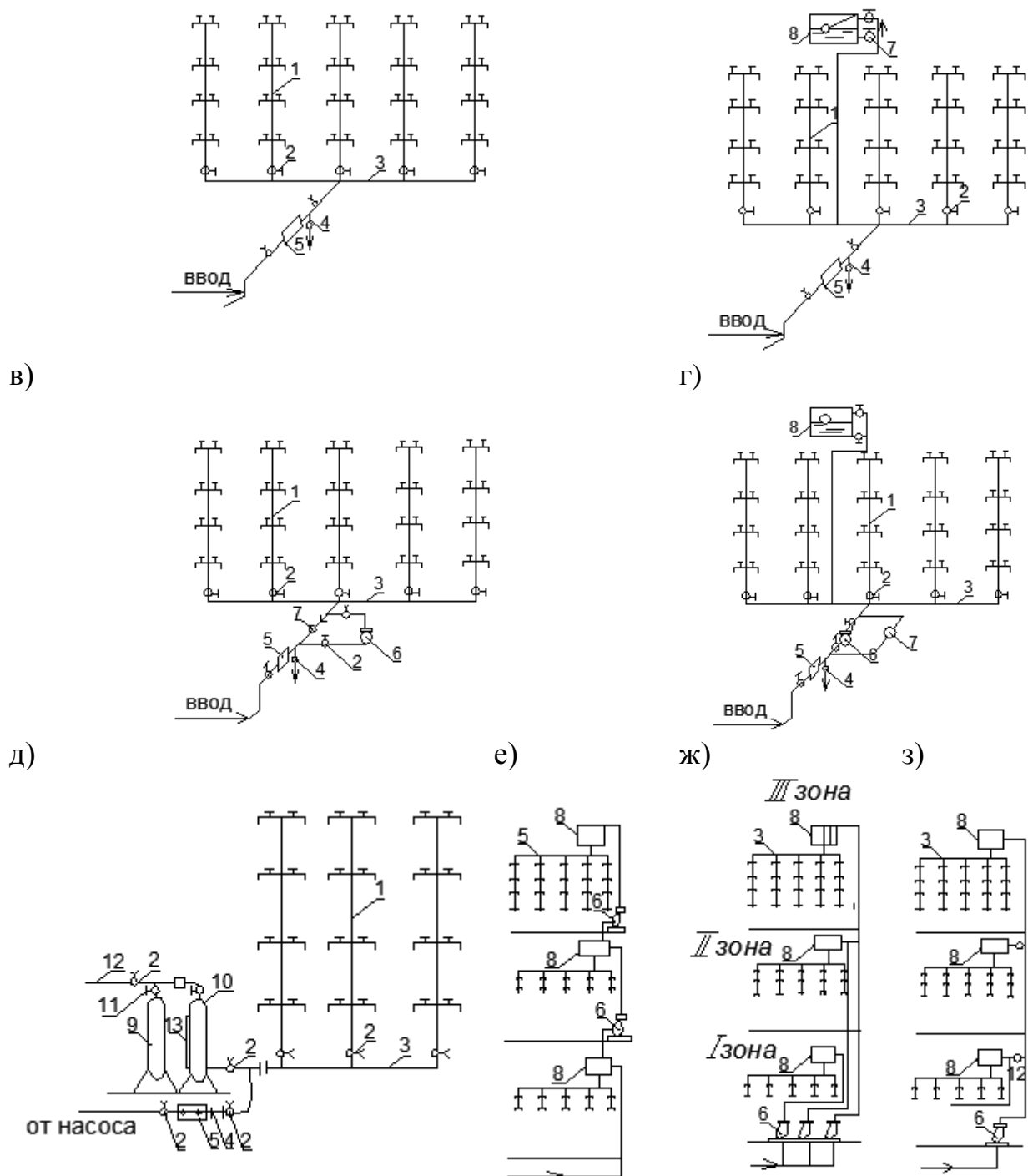


Рис.1.3.4. Схемы внутренних водопроводов: а - при постоянном достаточном напоре; б - при периодическом достаточном напоре, с баком и без насоса; в - при периодическом недостаточном напоре, с насосом без бака; г - при постоянном недостаточном напоре, с насосом и баком; д - при постоянном недостаточном напоре с пневматической установкой; е - зонные для многоэтажных зданий при последовательной подаче воды; ж - при параллельной подаче воды; з - то же при подаче одним насосом во все зоны: 1 - стояки с ответвлениями к водоразборам; 2 - запорные краны и вентили; 3 - магистральные трубы; 4 - спускной кран; 5 - водомер; 6 - насос; 7 - обратный клапан; 8 - баки водяные; 9 - воздушный бак; 10 - воздухопускной кран; 11 - предохранительный клапан; 12 - сжатый воздух (от компрессора); 13 - водомерное стекло.

Схемы сетей внутренних водопроводов просты и экономичны в тех случаях, когда санитарные узлы и водоразборные точки сгруппированы в определенных местах и расположены друг над другом.

Водопроводные системы подразделяют на системы с нижней или верхней разводкой. При нижней разводке магистраль прокладывают в подвале преимущественно под потолком подвала или в первом этаже здания (под полом) в специальном канале. Такую трассировку сети широко применяют в жилых и общественных зданиях. При верхней разводке магистраль прокладывают под потолком верхнего этажа или в чердачном помещении. Верхняя разводка неудачна тем, что при укладке магистрали на чердаке необходимо утеплять магистраль для защиты ее от промерзания, а при аварии возможно просачивание воды через перекрытия.

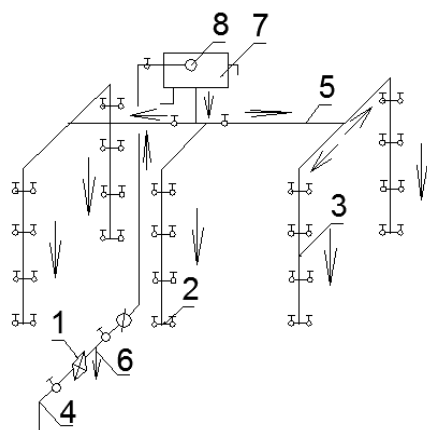
Верхнюю разводку (рис. 1.3.5) обычно применяют в производственно-коммунальных предприятиях (банях, прачечных) и в производственных зданиях открыто, по фермам и стенам зданий.

При зонном водопроводе устраивают смешанные системы — с нижней разводкой для первой зоны и с верхней — для второй и последующих.

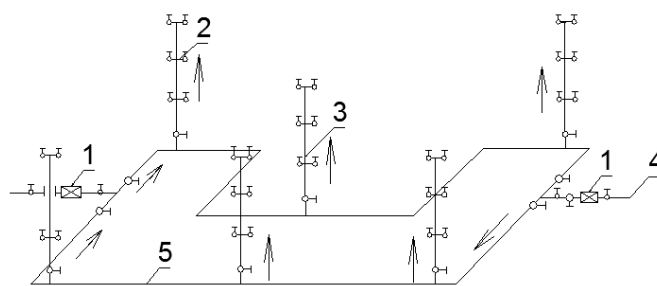
Внутренние сети устраивают тупиковые или кольцевые, с двумя или более вводами (рис. 1.3.5). Преимущество кольцевой сети заключается в ее большой надежности в отношении бесперебойности подачи воды потребителям. При аварии в кольцевой сети можно выключить аварийный участок без прекращения подачи воды по остальной части сети.

Тупиковые сети применяют главным образом в тех зданиях, где допускается перерыв в подаче воды в случае выхода из работы части или всей сети водопровода. Кольцевые сети водоснабжения устраивают в зданиях, где недопустим перерыв в водоснабжении (например, в производственном предприятии, когда нарушение технологического процесса из-за отсутствия воды может вывести из строя оборудование), а также в высотных зданиях, в больницах, банях и т. д.

а)



б)



1.3.5. Схемы внутренних водопроводов: а - тупиковая с верхней разводкой магистралей; б - кольцевая с нижней разводкой магистралей: 1 - водомер; 2 - подводка к приборам; 3 - распределительный трубопровод (стояк); 4 - ввод в здание; 5 - магистральный трубопровод; 6 - контрольно-спускной кран; 7 - напорный бак; 8 - поплавковый клапан.

#### 1.3.4. Схемы внутренней сети горячего водоснабжения.

Выбор схемы сети внутреннего горячего водопровода зависит от типа, назначения и конструктивных особенностей здания, а так же от принятых устройств для приготовления горячей воды.

Рассмотрим устройство и некоторые особенности работы сетей внутреннего горячего водопровода.

Сети внутреннего горячего водопровода по материалам, устройству, применяемой арматуре и работе сходны с сетями холодного водопровода (за исключением циркуляционных систем). Как отмечалось выше, предпочтение отдается тупиковым сетям с нижней разводкой, которые работают аналогично тупиковым сетям холодного водопровода, так как такие сети дешевле по капитальным и эксплуатационным затратам. Даже крупные сети горячего водопровода имеющие большие протяженности горизонтальных участков, при постоянном режиме водопотребления следует делать тупиковыми.

Применение циркуляционных схем вызывается необходимостью создания постоянных расчетных температур у водоразборных приборов потребителей в любой момент времени. Это положение особенно важно для зданий, не имеющих постоянного режима водопотребления, в которых перерыв в горячем водоснабжении может нарушить нормальную работу (водолечебные кабинеты, хирургические отделения больниц и т. д.).

Циркуляция воды в системе может быть естественной или принудительной.

Циркуляционный трубопровод (рис. 1.3.6, а — штриховые линии) присоединяют к концевым точкам распределительной сети. В результате остывания воды по пути ее движения, создается разность весов столбов воды в горячих и обратных трубопроводах. Более холодная вода стремится занять нижнее положение, а горячая — верхнее. Таким образом, создается циркуляция воды, и она по обратному трубопроводу поступает в водонагреватель, где получает новые порции тепла, нагреваясь до расчетной температуры.

В том случае, когда естественный напор недостаточен, для преодоления сопротивлений в трубах, арматуре и оборудовании на обратном (циркуляционном) трубопроводе перед водонагревателем устанавливают специальный циркуляционный насос (рис. 1.3.6, б).

Циркуляционные трубы прокладывают параллельно распределительным, при этом на горизонтальных участках ниже их.

Для обеспечения удаления воздуха и спуска воды трубы прокладывают с уклоном не менее 0,002.

При верхней разводке магистраль прокладывается по чердаку совместно с трубами отопления в общей изоляции или под потолком помещения, если это допустимо по архитектурно-эстетическим требованиям (промцехи, бани и т. д.).

а)

б)

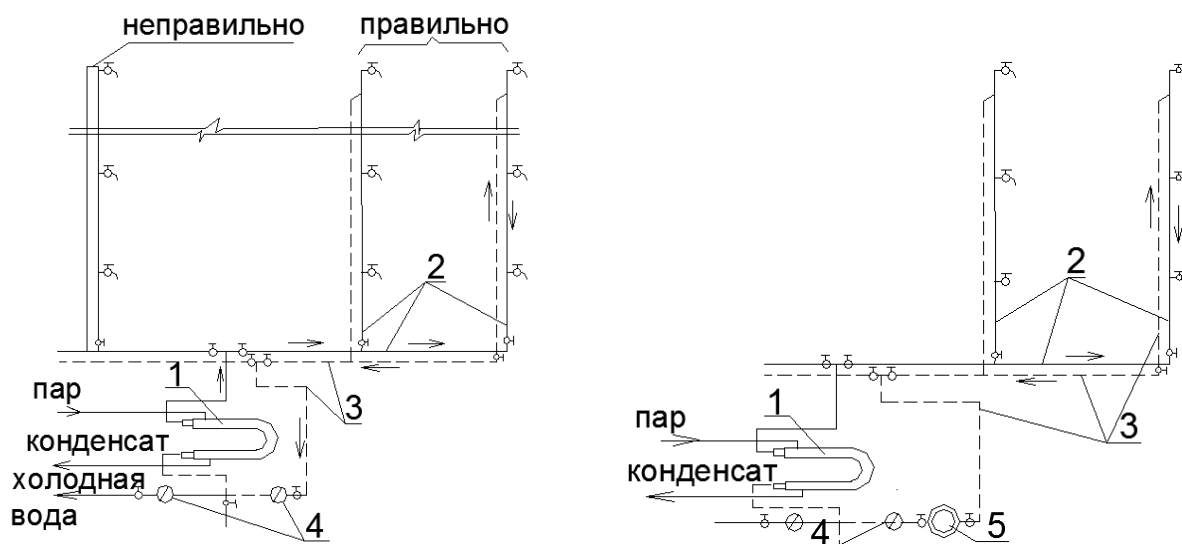


Рис.1.3.6. Схемы системы горячего водопровода: а - с естественной циркуляцией; б - с насосной циркуляцией: 1 - котел, 2 - распределительная сеть, 3 - циркуляционная сеть, 4 - обратные клапаны, 5 - циркуляционный насос.

При нижней разводке магистрали прокладываются под потолком подвала или в подпольных каналах.

Стояки, подводки к приборам прокладывают открыто — по стенам, перегородкам или скрыто — в бороздах, нишах, каналах. Скрытая прокладка применяется в зданиях с повышенной степенью благоустройства (т. е. в том случае, когда другие инженерные сети прокладываются также скрыто). При скрытой прокладке в местах установки арматуры и разъемных соединений должны быть ниши со смотровыми люками. Средства крепления труб такие же, как и для холодного водопровода. Расстояние между стеной и наружной образующей трубы или ее изоляцией должно быть 30—40 мм.

Запорная, водоразборная, регулирующая и прочая арматура, применяемая в системах горячего водопровода, должна быть устойчивой к воздействиям горячей воды.

Запорные устройства должны устанавливаться: а) у оснований всех стояков в зданиях высотой 3 этажа и более; б) на всех ответвлениях от магистралей; в) на ответвлениях в квартиру; г) на ответвлениях, питающих 5 и более водоразборных точек.

Для спуска воздуха при верхней разводке (если отсутствуют верхние баки-аккумуляторы) устанавливают автоматические воздухоотводчики. В системах с нижней разводкой удаление воздуха осуществляется через верхние водоразборные приборы. Для спуска воды из трубопроводов и оборудования системы устанавливают спускные краны.

В целях предотвращения обратных токов воды устанавливают обратные клапаны: на подводках холодной воды к водонагревателям; на циркуляционном трубопроводе в месте присоединения его к водонагревателю; на подводках к групповым смесителям и в других необходимых местах.

Для учета расхода горячей воды устанавливают горячеводные камеры или тепломеры. Отличием горячеводных водомеров от холодноводных является

то, что крыльчатки их выполняют металлическими (латунными или алюминиевыми).

Для контроля за температурой и давлением термометры устанавливают на трубопроводах до и после водонагревателей, на циркуляционных трубопроводах, между водонагревателями. Манометры устанавливают после насосов, на подающем трубопроводе, на водонагревателях, вакууметры — перед насосами.

Если проектируется присоединение к системе горячего водопровода полотенцесушителей, то они должны включаться, как правило, к циркуляционным стоякам.

Для восприятия температурных деформаций устанавливаются компенсаторы на прямых участках трубопроводов горячей воды через каждые 50 м, а на трубопроводах пара и перегретой воды — через каждые 30 м.

Водонагреватели, аккумуляторы, главные стояки, магистрали (независимо от их местоположения) и другие трубопроводы и оборудование, расположенные в неотапливаемых помещениях, должны покрываться тепловой изоляцией.

Применяют два основных вида тепловой изоляции: сухую и мастичную. Сухая наиболее индустриальна, экономична и удобна в производстве работ. Она выполняется в виде сегментов, блоков, кирпичей и скорлуп, изготовляемых из асбеста, трепела, шлако- и пенобетона. К сухой изоляции необходимо отнести и обертывание труб минеральной ватой, стекловатой и строительным войлоком. Любой вид изоляции на трубопровод должен накладываться после предварительной очистки изолируемой поверхности и ее окраски. Толщину сухой изоляции принимают 40—70 мм. Снаружи изоляцию обертывают мешковиной и окрашивают масляной краской.

### **1.3.5. Вводы. Водомеры и водомерные узлы.**

Вводом называется ответвление от наружной сети до водомерного узла. Вводы прокладывают с уклоном 0,003 от здания, обычно под углом 90° к его стене. При выборе места расположения ввода обязательно следует учитывать возможность установки водомера в здании непосредственно за первой его стеной в помещении теплом и доступном для осмотра.

В месте присоединения ввода к наружной сети сооружают колодец для размещения соединительных частей и задвижки.

В отдельных случаях разрешается устраивать одно ответвление на несколько зданий с прокладкой транзитных магистралей под зданиями и между ними.

В жилых зданиях объемом менее 70 тыс. м<sup>3</sup>, а также в зданиях общественного назначения, имеющих не более двух лестниц на два этажа, допускается один ввод.

В общественных зданиях и производственных предприятиях, перерыв работы водопроводных сетей в которых недопустим, устраивают два ввода и

более. Сети противопожарных водопроводов с числом пожарных кранов более 10 нужно присоединить к наружной сети также не менее чем двумя вводами. При этом сети устраивают кольцевые или закольцованные вводами.

Диаметр ввода определяют расчетом на пропуск максимального расхода воды в здание. При устройстве двух и более вводов их необходимо присоединять по возможности к различным участкам наружной водопроводной сети. Расчет водопроводных сетей, питаемых несколькими вводами, нужно производить, исходя из предположения, что один из вводов выключен на ремонт. Вводы монтируют из следующих труб:

- 1) из чугунных при диаметре ввода 50 мм и более;
- 2) из стальных оцинкованных при диаметре вводов менее 50 мм, а также для ответвлений от наружных сетей, выполненных из стальных труб;
- 3) из пластмассовых при диаметре ввода до 100 мм.

Стальные трубы должны быть защищены от коррозии.

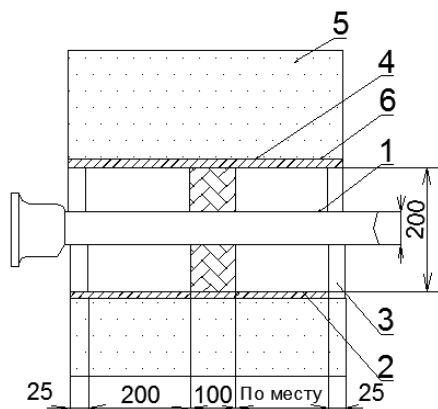
В жилых помещениях устраивать вводы не допускается. Ввод и водомерный узел размещают в легко доступных для осмотра помещениях непосредственно за наружной стеной здания (не далее 1—2 м), имеющих температуру зимой не ниже  $T$ . Глубина заложения ввода принимается равной глубине заложения наружных сетей.

Подземный участок трубопровода прокладывается перпендикулярно к зданию ниже уровня промерзания на 30 см до верха трубы, по наикратчайшему пути, с уклоном 0,003 в сторону наружной или дворовой сети для возможности его опорожнения. При устройстве двух и более вводов они должны быть присоединены к разным уличным магистралям. Если такой возможности нет, то расстояние между присоединениями должно быть не менее 15 м, а на наружном трубопроводе в середине между врезками должна быть установлена задвижка.

Ввод в плане должен отстоять не менее чем на 2 м от выпусков канализации; при пересечениях с канализационными трубами ввод должен проходить по уровню выше их не менее чем на 40 см. Расстояние ввода в плане от кабельных и других инженерных сетей принимается согласно СНиП П-Г. 3—62. При сухих грунтах в местах прохода через фундамент здания ввод прокладывается через гильзу из металлической трубы диаметром на 200 мм больше наружного диаметра ввода. Гильза прочно заделывается в конструкцию фундамента. Пространство между гильзой и вводом заделывается просмоленным канатом и мятой глиной, а снаружи штукатурится цементным раствором (рис. 12, а). При мокрых и влажных грунтах в месте прохода укладывается патрубок с приваренными кольцевыми ребрами из листовой стали  $\delta = 8—10$  мм, пространство около патрубка бетонируется, а с наружной стороны устраивается глиняный замок, который выводится выше уровня залегания грунтовых вод (рис. 1.3.7 б).

В случае прокладки ввода ниже подошвы фундамента между последней и верхом трубы должно быть расстояние не менее 100 мм, которое также заделывается мятой глиной, а в фундаменте над трубой выполняется разгрузочная арка или перемычка.

а)



б)

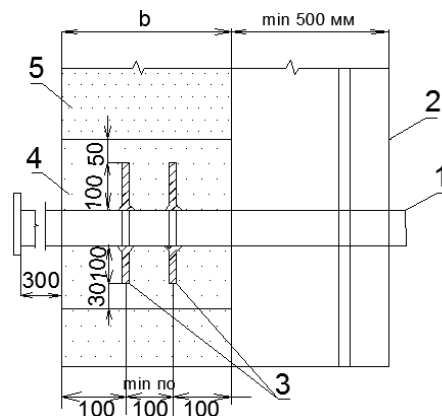


Рис. 1.3.7. Проход вводом через толщу фундамента: а — в сухих грунтах; 1 — трубопровод ввода; 2 — просмоленный канат; 3 — цементная штукатурка; 4 — мягкая глина; 5 — толщина фундамента; 6 — гильза; б — в мокрых грунтах; 1 — трубопровод ввода; 2 — глиняный замок (выводить выше уровня грунтовых вод); 3 — стальные ребра из листовой стали толщиной 8—10 мм; 4 — бетонная заделка; 5 — толщина фундамента.

Внутри здания ввод заканчивается водомерным узлом, за исключением тех случаев, когда водомер установлен в наружном колодце. При наличии подвала водомер устанавливается на уровне пола подвала. Если подвал отсутствует, для водомерного узла выполняют приямок в нежилом, сухом помещении. Обычно таким местом служат лестничная клетка, коридор и т. д. Помещение водомерного узла должно быть легко доступно для снятия показаний водомера. При прокладке ввода под полом первого этажа (в грунте) стальные трубы покрывают битумной обмазкой, а в местах прохода вблизи наружных стен около труб делается кожух с теплоизоляционной засыпкой шлаком или опилками.

Для учета расхода воды в зданиях устанавливают водомеры. Учет воды производится с целью определения стоимости израсходованной воды, а также для выявления утечки воды в случае неисправности арматуры, труб или фасонных частей.

Учет воды позволяет также определить фактические нормы ее потребления, необходимые для проектирования новых водопроводов и усовершенствования существующих.

В системах внутреннего водопровода применяют скоростные водомеры: крыльчатые, турбинные или комбинированные.

Скоростные крыльчатые водомеры с вертикальной крыльчаткой (рис. 99, а) применяют для учета небольших количеств воды. Корпус водомера отлит из металла или пластмассы, внутри него установлена на вертикальной оси целлулоидная или пластмассовая вертушка, вращаемая струей протекающей воды. Вращение вертушки передается шестеренками счетному механизму. Отсчет количества воды, прошедшей через водомер, фиксируется на круглых циферблатах.

Турбинные водомеры с горизонтальной вертушкой применяют для учета больших количеств воды. Вертушка представляет собой турбинку с металлическими винтовыми лопастями (рис. 1.3.8, б). Турбинка вращается на

горизонтальной оси, совпадающей с осью трубы. Вращение турбинки передается червячной передачей шестеренке, надетой на вертикальную ось, и последней счетному механизму, регистрирующему количество протекающей воды. В водомере имеются струевыпрямители, выравнивающие струю воды перед водомером. Водомеры изготовляют диаметром от 50 до 200 мм.

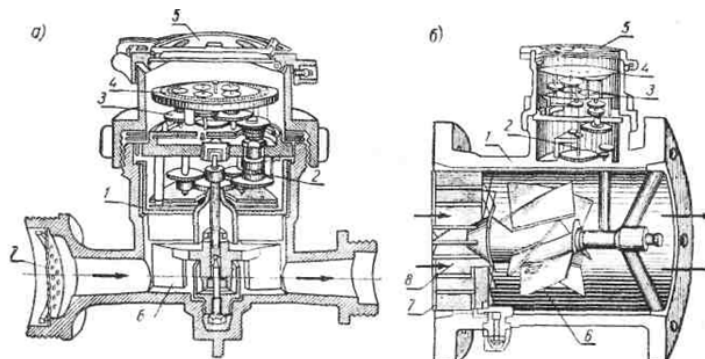


Рис. 1.3.8. Скоростные водомеры: а – крыльчатый, б – турбинный: 1 – корпус; 2 – передаточный механизм; 3 – счетный механизм; 4 – циферблат; 5 – крышки; 6 – вертушка или турбина; 7 – сетка; 8 – струевыпрямитель.

Для измерения расхода воды при значительных колебаниях его устанавливают комбинированные водомеры, смонтированные из двух: малого и большого; их снабжают особыми клапанами, автоматически переключающими движение воды с малого водомера на большой, и обратно при изменении расхода воды.

Комбинированный водомер (рис. 1.3.9.) имеет весовой клапан 1. При небольших расходах работает только малый водомер 2, при больших расходах клапан под напором воды поднимается и открывает доступ к большому водомеру 3. Расход воды регистрируется двумя счетчиками, при учете их показания суммируются.

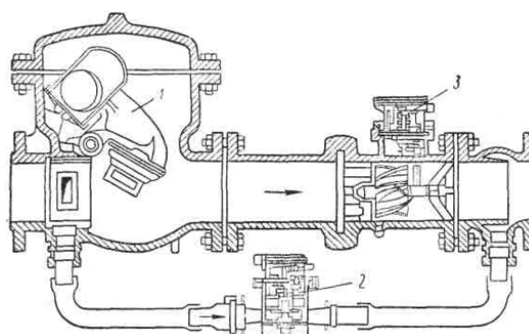


Рис. 1.3.9. Комбинированный водомер: 1 – весовой клапан; 2 – малый водомер; 3 – большой водомер.

Водомеры монтируют без обводной и с обводной линией. Устройство обводной линии у водомера обязательно при наличии одного ввода, с тем чтобы и водомер и обводная линия были рассчитаны на пропуск общего расчетного расхода воды.



Крыльчатые водомеры следует устанавливать только горизонтально. Турбинные водомеры можно устанавливать как горизонтально, так и в наклонном или вертикальном положении при условии тока снизу вверх.

До и после водомера устанавливают запорную арматуру (вентили или задвижки). Ответвление от магистрального трубопровода устраивают только за вторым вентилем (после водомера). Между водомером и вторым вентилем (считая по движению воды) устанавливают контрольно-спускной кран в виде тройника с водоразборным краном или пробкой. Обводная линия включается в работу в случае снятия водомера для ремонта или смены его, а также там, где это предусмотрено при пожаре — для пропуска увеличенного расхода.

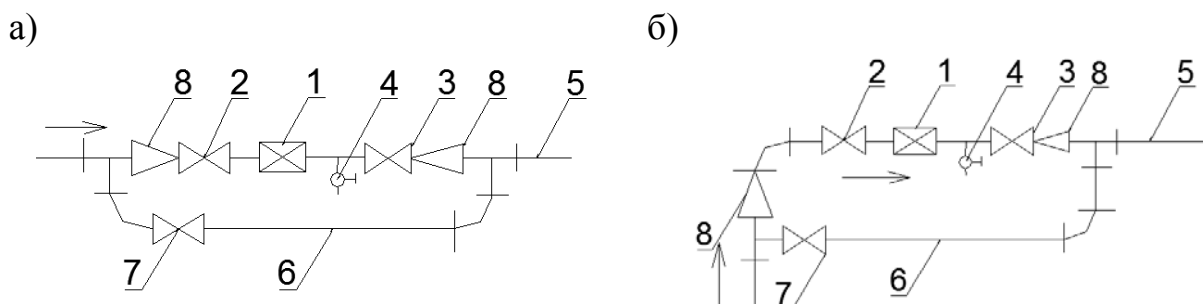


Рис. 1.3.10. Устройство водомерных узлов: а — схемы водомерных узлов; б — водомерный узел с обводной линией с проходом ввода напрямую; / — водомер; 2 — запорное устройство до водомера; 3 — запорное устройство после водомера; 4 — контрольно-спускной кран; 5 — основной трубопровод; 6 — обводная линия; 7 — опломбированная задвижка на обводной линии; 8 — переходы {для соединения деталей водомерных узлов кроме фланцевых, как указано на рисунке, могут применяться резьбовые и сварные соединения).

### 1.3.6. Трубопроводная и водоразборная арматура

Трубопроводную арматуру устанавливают на водопроводной сети для управления потоком жидкости: изменения его расходов, давления, перекрытия потока. Водоразборная арматура регулирует подачу воды потребителю. Качество и параметры арматуры должны быть не ниже, чем у трубопроводов, на которых она устанавливается. Арматура должна выдерживать максимальное давление, не меньшее, чем трубы системы водоснабжения. В закрытом положении арматура не должна пропускать воду, на корпусе и уплотнительных поверхностях не допускается появление стекающих капель. Диаметры арматуры имеют те же величины условных проходов, что и трубы для их соединения.

По способу присоединения к трубопроводам арматура разделяется на муфтовую, имеющую присоединительные патрубки с внутренней резьбой; цапковую, где патрубки с наружной резьбой, и фланцевую.

В зависимости от назначения трубопроводная арматура разделяется на запорную, регулирующую, предохранительную.

Запорная арматура перекрывает поток жидкости и отключает отдельные участки трубопровода для осмотра и ремонта.

В качестве запорной арматуры применяют вентили, задвижки, пробочные краны.

Регулирующая арматура поддерживает на сети расход или давление на уровне, обеспечивающем работу системы в оптимальном режиме.

К регулирующей арматуре относятся регуляторы давления и расхода. В качестве регулирующей арматуры используют также запорные вентили и диафрагмы, установленные перед водоразборной арматурой, на разводках, у основания стояков и магистрях. Регулирующая арматура изготавливается из тех же материалов, что и запорная.

Регуляторы давления поддерживают постоянное давление в системе независимо от расхода.

Стабилизаторы давления устанавливают на этажных разводках к арматуре, чтобы поддерживать постоянное давление перед арматурой и уменьшить непроизводительные расходы воды (до 40%).

Регуляторы расхода воды представляют собой переменные гидравлические сопротивления, обеспечивающие постоянный расход при изменяющемся давлении на входе регулятора.

Самым простым средством регулирования (ограничения) расхода являются *диафрагмы* (диски с отверстием), на которых гасится избыточное давление перед арматурой (давление, превышающее рабочее давление арматуры). Установка диафрагм на квартирных разводках и перед водоразборной арматурой снижает расход воды в здании на 10-15%.

Предохранительная арматура защищает систему от повреждения при случайном превышении параметров транспортируемой среды над предельно допустимыми. К предохранительной арматуре можно отнести предохранительные, обратные клапаны и воздухоотводчики.

Предохранительные клапаны автоматически выпускают воду из труб, воздушных, водяных резервуаров при повышении давления сверх допустимого. При понижении давления они закрываются.

Обратные клапаны предотвращают движение воды в обратном направлении при остановке насосов, при падении давления в наружной сети ниже, чем во внутренней системе с емкостями.

Воздухоотводчики предотвращают образование воздушных пробок в верхних частях системы путем выпуска воздуха из трубопровода.

Водоразборная арматура предназначена для отбора воды из системы для проведения процедур или работы технологического оборудования. Водоразборная арматура является запорно-регулирующей, так как в процессе пользования она регулирует расход воды, а по окончании пользования герметично перекрывает поток воды.

По способу монтажа различается *настольная* (набортная) арматура, устанавливаемая на санитарно-техническом приборе или оборудовании; *настенная* — монтируемая над прибором на стене помещения. При скрытой прокладке трубопроводов используется встроенная арматура (корпус и подводки арматуры скрыты в стене) и застенная (корпус арматуры расположен открыто за стеной помещения).

Водоразборная арматура делится на: краны, подающие воду одной температуры (холодной или горячей); поплавковые клапаны для наполнения емкостей до определенного уровня; смесители, имеющие две подводки воды (холодную или горячую) и позволяющие изменять расход и температуру подаваемой воды.

По конструкции различают смесители: *вентильные; с одной рукояткой*, в которых регулирование температуры и расхода воды осуществляется одним рычагом или рукояткой; *термостатические*, автоматически обеспечивающие постоянную температуру воды независимо от давления на подводках к смесителю.

Термостатические смесители являются наиболее сложной водоразборной арматурой. Они удобны в пользовании, экономят воду и обеспечивают постоянную температуру независимо от давления воды в подводках.

В зависимости от прибора, с которым установлен смеситель, различают смесители для ванн, умывальников, моек, душей, биде и т. д.

### **1.3.7. Системы внутренней канализации.**

В зданиях в зависимости от характера и степени загрязнения сточных вод проектируют следующие системы канализации:

- 1) бытовую — для отвода сточных вод от санитарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душей и др.);
- 2) производственную — для отвода производственных сточных вод (одна или несколько в зависимости от состава и количества сточных вод);
- 3) объединенную — для отвода хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод при соответствующей системе наружной канализации;
- 4) дождевую (внутренние водостоки) — для отвода атмосферной воды с крыш здания в наружную сеть.

Система внутренней канализации состоит из следующих основных элементов:

- приемников сточной жидкости (умывальники, раковины, унитазы, писсуары, трапы);
- гидравлических затворов — сифонов;
- сети труб, состоящей из сети внутри здания и выпусков из здания;
- устройств для осмотра и прочистки трубопроводов (ревизии, смотровые колодцы, прочистки);
- установок для местной обработки сточных вод (песколовки, жирословители, грязеотстойники, бензиноловители, разбавители, нейтрализаторы), если они требуются в зависимости от состава сточной жидкости.

### **1.3.8. Схема канализации и ее элементы.**

Канализация включает в себя следующие основные элементы : внутреннюю канализационную сеть в зданиях; наружную дворовую или

внутриквартальную канализационную сеть; наружную уличную самотечную канализационную сеть; насосные станции для перекачки сточных вод и напорные водоводы; сооружения для очистки и утилизации сточных вод и осадка; выпуски сточных вод в водоем.

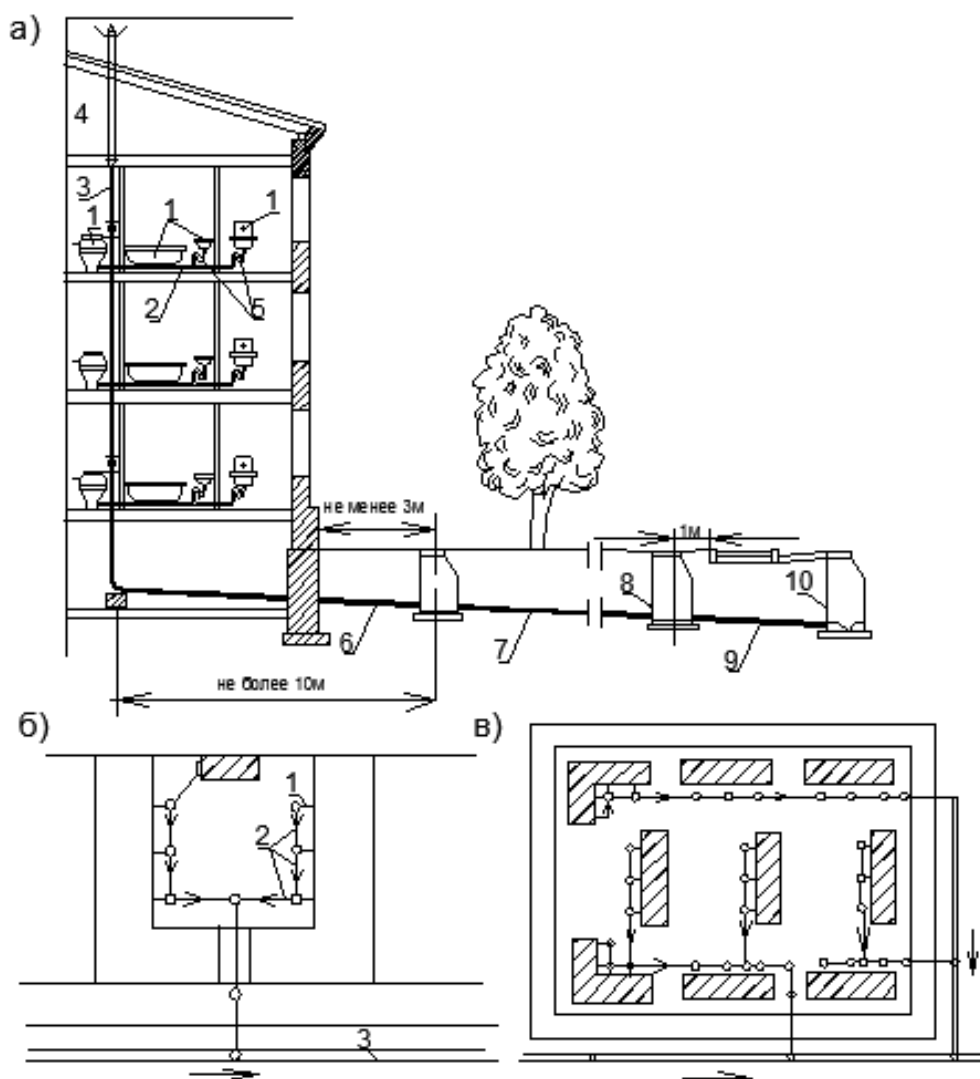


Рис. 1.3.11. Схемы внутренней канализации здания и дворовой внутриквартальной канализационной сети: а – разрез внутренней канализационной сети: 1 – приемники сточных вод; 2 – отводные трубы; 3 – стояк; 4 – вытяжная труба с дефлектором; 5 – гидравлический затвор; 6 – выпуск; 7 – дворовая сеть; 8 – контрольный колодец; 9 – соединительная ветка; 10 – городской колодец; б – дворовая канализационная сеть; в – схемы квартальной канализационной сети: 1 – уличная сеть.

Сточная жидкость в зданиях поступает в санитарные приборы или приемники, а затем в трубы внутренней канализационной сети.

На (рис. 1.3.11, а) приведена схема внутренней канализации здания. Сточная жидкость поступает в приемники 1 и далее по отводным трубам 2 в стояк 3. Из стояка жидкость поступает через выпуск 6 и дворовую сеть 7 в смотровые колодцы 8 за пределы здания, через соединительную линию 9 в городской колодец 10 канализационной сети.

Чтобы исключить проникновение газов из канализационной сети в помещения, приемники сточной жидкости блокируют с сифонами (гидравлическими затворами). Последние являются либо конструктивными элементами санитарных приборов (унитаз, бидэ, трап и т.п.) либо их устанавливают под санитарными приборами, как самостоятельные элементы (под раковинами, умывальниками, ванной и др.)

Каждый канализационный стояк является не только трубопроводом, отводящим сточную жидкость, но и элементом, через который удаляются газы (вентиляция) из городской канализационной сети. Поэтому он обязательно должен быть выведен за пределы кровли здания на высоту не менее 0,7 м.

Разность температуры наружного воздуха и воздуха в канализационных коллекторах создает условия для тяги. Дворовые или внутриквартальные сети заканчивают контрольным колодцем, располагаемым у границы двора или квартала.

Сточная жидкость после контрольного колодца по соединительной ветке поступает в уличную канализационную сеть, а далее по сети самотеком направляется на очистные сооружения. Очищенную сточную жидкость спускают в водоем (реки, озера и т.п.) после обеззараживания.

Если сточную жидкость невозможно отвести на очистные сооружения самотеком, устраивают насосные станции перекачки. При этом насосами перекачивают сточную жидкость на очистные сооружения (главная насосная станция) или в более высоко расположенные участки сети (районные насосные станции). Условно чистые сточные воды, содержащие весьма малое количество загрязнений, и атмосферные осадки спускают кратчайшими путями в водоемы без очистки при раздельных системах канализации.

### **1.3.9. Канализационные трубы и фасонные части.**

Сеть внутренней бытовой канализации монтируют из чугунных канализационных труб. Для сети дождевой и производственной канализации применяют чугунные, керамические, бетонные, асбестоцементные и пластмассовые трубы.

**Чугунные канализационные трубы** преимущественно применяют в системах внутренней канализации, включая и выпуски до колодцев дворовой сети.

Чугунные канализационные трубы изготовляют (ГОСТ 6942—54) раструбными, диаметром 50, 100 и 150 мм, со стенками толщиной от 4 до 5 мм. Длина их составляет 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 и 2000 мм.

Соединение стыков труб нужно делать водонепроницаемым; с этой целью кольцевое пространство раструба тщательно законопачивают просмоленным канатом в 1/3 глубины раструба. Оставшееся пространство зачеканивают цементом.

Более совершенным и простым способом является заделка раструбов быстросхватывающимся цементом, который обладает способностью

расширяться при твердении и самоуплотняться. Применение такого цемента для заливки раструбов значительно ускоряет процесс сборки труб, устраняет необходимость конопатки раструбов смоляной прядью; чеканка заменяется заливкой быстросхватывающего цемента в раструб.

**Стальные трубы** для внутренней канализации разрешается применять в исключительных случаях, когда нельзя заменить их другими (например, отводные трубы диаметром до 50 мм).

**Керамические раструбные трубы** условным проходом от 125 до 600 мм по ГОСТ 286—54 применяют для подпольной части внутренних водостоков, для внутренней канализационной производственной сети, а также для дворовой канализационной сети.

**Бетонные и железобетонные трубы**, изготавливаемые по ГОСТ 6482—53, условным проходом от 150 мм и выше укладывают в дворовых участках канализации. Применяют их значительно реже, чем керамические.

**Асбестоцементные безнапорные трубы** (ГОСТ 1839—48) внутренним диаметром от 100 до 600 мм, изготавливаемые нашими заводами, применяют в канализации главным образом для наружных сетей. Эти трубы можно применять в бальнеологических сооружениях и производственных зданиях; при этом нужно иметь в виду слабую сопротивляемость их ударам и относительную хрупкость.

Стеклянные, пластмассовые, текстолитовые, диабазовые, латунные трубы целесообразно применять для отвода агрессивных жидкостей, по отношению к которым описанные выше трубы недостаточно устойчивы.

**Пластмассовые трубы.** Для канализационных систем используются трубы из полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида. Стандартные наружные диаметры 40, 50, 90 и 110 мм. Иногда встречаются диаметры 32 и 160 мм. Все соединения канализационных труб раструбные. Водонепроницаемость обеспечивается резиновым кольцом. Наборы фасонных деталей для труб из разных материалов мало отличаются. В них входят тройники и отводы с углами поворота на 30, 45, 60 и 90°, патрубки простые и компенсационные, крестовины плоские и пространственные, муфты, ревизии, заглушки. Разъемное соединение, что особенно важно, может служить компенсатором, воспринимающим температурные удлинения.

### **1.3.10. Приемники сточных вод.**

В санитарно-бытовом узле благоустроенного жилого здания устанавливают следующие санитарно-технические приборы или приемники сточной жидкости: ванну или полуванну (глубокий душевой поддон); умывальник, унитаз со смывным устройством, биде, а в кухнях — мойку или раковину.

В санитарно-бытовых узлах общественных зданий и в общежитиях дополнительно необходимо устанавливать питьевые фонтанчики, душевые устройства, писсуары или урины, трапы, напольные клозетные чаши и другие приемники сточной жидкости.

К санитарно-техническим приемникам сточной жидкости предъявляют следующие основные требования:

а) конструкция и форма приемников должны обеспечивать гигиеничность и удобство пользования, надежность и безопасность эксплуатации; возможность содержания их в чистоте; поверхность приемников должна быть гладкой, препятствующей впитыванию и отложению пыли и грязи на ней;

б) приемники должны иметь минимальные размеры и вес, не допускать непроизводительных расходов воды;

в) они должны иметь декоративно-защитное покрытие, термически стойкое при температуре сливаемой воды до 90° и коррозионноустойчивое при наличии щелочных или кислых сред;

г) необходимо обеспечить одинаковый срок службы различных деталей в приборе или же возможность легкой смены быстроизнашиваемых деталей;

д) приемники сточной жидкости должны быть снабжены гидравлическим затвором (сифоном), расположенным на выпуске под прибором или в конструкции самого прибора. При установке раковин, моек и писсуаров следует применять преимущественно сифоны-ревизии, при установке ванн — напольные сифоны, при установке умывальников — бутылочные сифоны;

е) конструкция приемников должна удовлетворять условиям промышленных методов монтажа в строительстве, размещения в объемных санитарно-технических кабинах и блоках.

### **1.3.11. Трассировка и конструкции внутренней канализационной сети.**

Внутренняя канализационная сеть (рис. 1.3.11) состоит из следующих элементов: отводных труб 2, принимающих жидкость из приемников 1, стояков 3, выпусков 6, вытяжных труб 4 и устройств для прочистки 5.

**Отводные трубы**, отводящие сточную жидкость из приемников в стояки, прокладывают по стенам, по полу или подвешивают под потолком. В современном строительстве трубы, как правило, прокладывают по полу. Отводные трубы, прокладываемые по полу или под потолком, не разрешается делать длиннее 10 м. Прокладка труб большей длины допускается в подвалах и других помещениях, где их можно уложить с необходимым уклоном.

Подвесные трубы под потолком разрешается маскировать коробами, подшивными потолками и т. п. Недопустима прокладка подвесных труб над жилыми помещениями, кухонными плитами, кладовыми съестных припасов, а также в производственных помещениях, в которых установлен особый санитарный режим.

**Стояки** устанавливают по всей высоте здания в местах размещения санитарных приборов и по возможности ближе к унитадам, так как от них поступает наиболее загрязненная сточная жидкость. Стояки прокладывают вертикально, открыто или в бороздах соответствующего размера. При прокладке в бороздах против ревизии необходимо оставлять отверстия с закрывающейся дверкой.

Диаметр стояка по всей высоте должен быть не меньше наибольшего диаметра отводной трубы, примыкающей к стояку.

В жилых домах устанавливают стояки диаметром в 50 и 100 мм, в системах производственной канализации при большой нагрузке допускаются стояки больших диаметров. Если среди приборов имеется хотя бы один унитаз, диаметр стояка принимают не менее 100 мм. При размещении приемников по этажам друг над другом число стояков сводится к минимуму (до одного на санитарно-кухонный узел). Раструбы в стояке, как правило, должны быть направлены вверх.

**В выпуски** стекает сточная жидкость из отдельных стояков или группы стояков и выводится за пределы здания к ближайшему смотровому колодцу дворовой или внутриквартальной сети.

Диаметр выпуска нужно принимать не менее диаметра стояка; угол соединения с дворовой линией — не менее 90° к направлению движения жидкости. В месте присоединения выпуска к дворовой сети сооружают смотровой колодец. Расстояние от наружной стены здания до оси смотрового колодца принимают не менее 3 м.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более: для трубопроводов диаметром 50 мм—10 м, 100 мм—15 м, более 100 мм—20 м.

Выпуск может быть общим для двух и более стояков; в этом случае стояки присоединяют в подвале к одному стояку, соединенному с выпуском. Допускается присоединять к одному колодцу 2—3 выпуска. Выпуски выполняют из чугунных канализационных труб.

В местах прохода выпуска через фундамент здания оставляют такое отверстие, чтобы между кладкой и телом трубы оставался прозор не менее 15 см, заделываемый жирной мятой глиной. В бетонном фундаменте для устройства отверстия закладывают гильзу из трубы большого диаметра.

**Вытяжные трубы** являются продолжением стояков; их выводят через чердак на 0,7 м выше кровли здания. От пола чердака и выше вытяжные трубы устраивают из листовой стали толщиной 1—1,5 мм или асбестоцементные. Вытяжные трубы предназначены для вентиляции как внутренней, так и наружной сети канализации с целью удаления различных вредных и взрывоопасных газов (аммиака, сероводорода, ацетилена, метана, а в некоторых производственных стоках — паров бензина, бензола и др.).

Канализационные сети вентилируются естественным путем, т. е. за счет притока свежего воздуха через щели люков наружных смотровых колодцев. Вытяжные трубы перекрывают сверху флюгаркой.

Диаметр вытяжных труб, проходящих по чердаку и выше крыши, должен быть на 50 мм больше диаметра труб стояка, так как в зимнее время сечение их уменьшается из-за того, что на внутренней поверхности труб образуется иней. В местностях с теплым климатом увеличивать диаметр вытяжных труб не нужно.



В месте пересечения вытяжного стояка с кровлей запаивают манжет, из листовой стали в качестве гидроизоляции.

Специальные вентиляционные стояки устанавливают в жилых и общественных зданиях (рис. 1.3.12.) обязательно в тех случаях, когда расчетные расходы в канализационных стояках составляют: в стояках  $d = 50$  мм — более 2 л/сек; в стояках  $d = 100$  мм — более 9 л/сек, в стояках  $d = 150$  мм — более 20 л/сек.

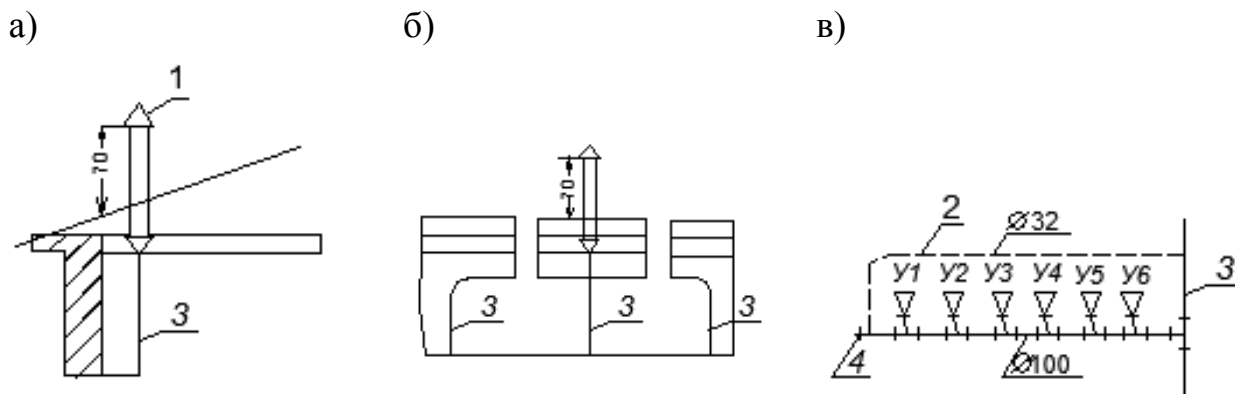


Рис.1.3.12. Схемы вентиляционных устройств канализационных систем: а – вытяжная труба на канализационном стояке; б – вытяжная труба на группу канализационных стояков; в – вентиляция групповой установки унитазов (более шести): 1 - дефлектор (вытяжка); 2 - вентиляционный трубопровод; 3 - канализационный стояк, 4 - прочистка.

**Отводные трубы**, к которым присоединено более 6 унитазов, должны иметь независимо от этажности здания дополнительные вентиляционные стояки или трубы диаметром 40 мм, присоединяемые к высшей точке отводных труб.

Вентиляционные стояки гарантируют сохранение гидравлических затворов у приемников, так как перепуски у стояков на отводных трубах уравнивают давление воздуха.

В случае крайней необходимости вентиляционный стояк можно использовать как аварийный для перепуска сточной жидкости.

**Прочистку** канализационной сети производят через ревизии с крышками на болтах или прочистки; при установке ревизий на подземных трубопроводах их размещают в специальных ревизионных колодцах.

**Ревизии** устанавливают в следующих местах трубопроводов:

а) на стояках при отсутствии на них отступов устанавливают ревизии в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов — также и в вышерасположенных над отступами этажах. Ревизии устанавливают на высоте 1,0 м от пола до центра ревизии, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединенного прибора. В зданиях высотой более 5 этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже чем через три этажа;

б) в начальных участках (по движению стоков) отводных труб при трех и более приборах, под которыми нет ревизий, устанавливают прочистки;

в) на поворотах горизонтальных участков сети при углах поворота более  $30^\circ$  устанавливают ревизии или прочистки;

г) на прямолинейных горизонтальных участках устанавливают ревизии или прочистки.

Для отвода производственных сточных вод кроме труб применяют бетонные или кирпичные лотки. Дно лотков имеет очертание в виде полуокружности при уклоне не менее 0,01. Ширину лотков следует принимать не, менее 200 мм, начальную глубину — не менее 250 мм. Преимущество лотков по сравнению с закрытыми трубопроводами заключается в удобстве их прочистки.

Дворовые и внутриквартальные сети. В дворовую сеть сточная жидкость стекает от выпусков из здания и далее отводится через контрольный колодец по соединительной линии в уличный коллектор.

Совокупность дворовых канализационных линий, соединенных между собой внутри квартала, называют внутриквартальной канализационной сетью. Последний колодец дворовой или внутриквартальной линии, который называется контрольным, размещают не далее 1—1,5 м от красной линии (границы участка).

Соединительная линия прокладывается от контрольного колодца до колодца городской уличной сети.

Диаметр соединительной трубы принимают не менее диаметра дворовой или внутриквартальной линии и не более диаметра уличного коллектора.

Дворовые линии труб, как и внутриквартальные, рекомендуется прокладывать параллельно фундаментам зданий, на расстоянии от них не менее 3 м для предотвращения осадки фундамента.

Диаметр дворовых или внутриквартальных сетей канализации принимают равным 150 мм. Уклоны труб принимают с учетом рельефа местности и отметок лотков смотровых колодцев уличной сети и выбирают их так же, как и для наружных канализационных сетей.

На дворовых и внутриквартальных линиях устраивают смотровые колодцы: в местах присоединения выпусков из зданий, на поворотах линий и в местах изменения уклона. Расстояния между колодцами на прямых участках не должны превышать 50 м при трубах диаметром 150—600 мм и 75 м. при трубах диаметром 600—1400 мм и более. Трубы присоединяют к колодцу таким образом, чтобы угол между осями входящей в колодец и выходящей из него трубы был не менее 90°, так как при присоединении под острым углом трубы засоряются из-за выпадения в них осадка.

### **1.3.12. Местные установки для обработки сточной жидкости.**

Когда производственная сточная жидкость сильно загрязнена, необходимо предусмотреть устройство около соответствующих цехов местных очистных установок. К ним относятся: решетки, песколовки, грязеотстойники, жиросе- и бензиноуловители, охладители.

**Решетки** служат для улавливания из сточной жидкости крупных нерастворимых частиц и предметов. Во внутренней канализации применяют простые плоские съемные решетки со щелями 15—40 мм соответственно

размерам улавливаемых примесей. Угол наклона решетки принимают в  $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$  к горизонтальной плоскости.

**Песколовки** применяют для осаждения из сточной жидкости песка и других минеральных веществ; устанавливают их по возможности вблизи приемников, например, около овощемоек в предприятиях общественного питания. Песколовки изготовляют из металла, бетона, железобетона. Скорость потока жидкости через песколовку принимают от 0,10 до 0,30 м/сек, в зависимости от крупности и удельного веса осаждаемых частиц и типа песколовки. Продолжительность хранения осадка в песколовках устанавливается не более 2 суток.

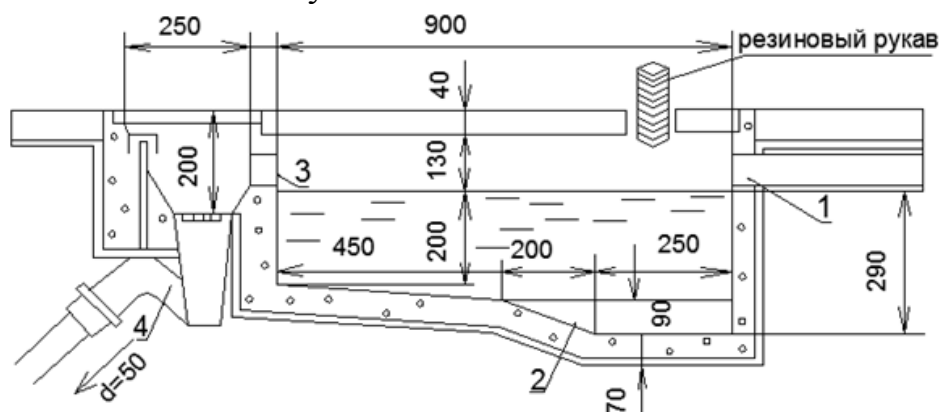


Рис. 1.3.13. Песколовка: 1 – подающий трубопровод сточной воды; 2 – приемок осадка; 3 – отвод осветленных сточных вод; 4 – гидрозатвор.

**Грязеотстойники** предназначены для улавливания грязи, песка, бензина и других веществ, засоряющих воду (у гаражей — для пропуска сточных вод после мойки автомашин).

Грязеотстойники представляют собой проточные отстойные резервуары горизонтального типа (рис. 1.3.14).

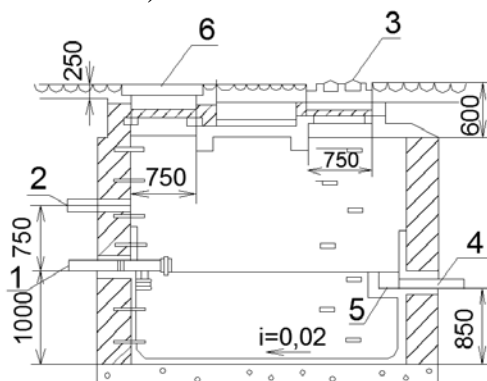


Рис.1.3.14. Грязеотстойник: 1 - подающая труба; 2 - труба вентиляционной вытяжки; 3 - крышка чугунная; 5 - железобетонная плита; 4 - выпускная труба; 5 - переливной железобетонный лоток, 6 - люк.

Грязеотстойники сооружают бетонные, железобетонные или кирпичные с соответствующим гидроизоляционным покрытием.

**Жируловители** применяют для улавливания жира из сточной жидкости столовых и фабрик-кухонь с целью последующей его утилизации. Поэтому в трубы, обслуживаемые жируловителем, хозяйственно-бытовая сточная жидкость не должна поступать. Жируловители устанавливают в подсобных

помещениях при условии герметичности жиросеуловителя и легкого к нему доступа для очистки.

Жиросеуловители устрасивают из бетона, железобетона и кирпича. Емкость жиросеуловителя принимают не менее 50 л.

Наибольшая глубина жидкости в жиросеуловителе не должна превышать 1 м; объем для всплывающей массы должен составлять не менее 25% от полного объема жиросеуловителя; время пребывания жидкости в жиросеуловителе следует принимать от 10 до 15 мин. Целесообразно соорудать жиросеуловители емкостью более 300 л с продуванием сточных вод воздухом.

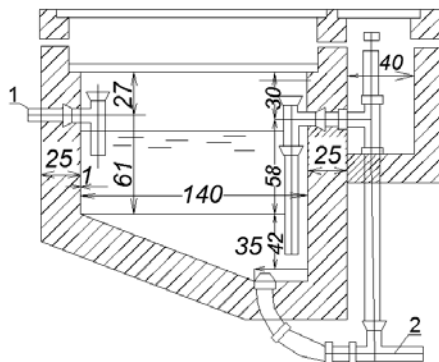


Рис. 1.3.15. Жиросеуловитель: 1 - подача сточной воды; 2 - отвод обезжиренной воды.

**Бензиноуловители** устанавливают вне здания для улавливания бензина, керосина и других горючих жидкостей, содержащихся в сточной жидкости, от гаражей, автостоянок, а также некоторых производственных цехов.

При наличии в сети воспламеняющихся жидкостей создается опасность взрыва. Взрыв происходит при содержании в сточной жидкости бензина или бензола в количестве, равном 1—1,4% от ее объема. Пары бензола вступают в реакции с газом (метаном), находящимся в канализационной сети, в результате чего образуется легко воспламеняющаяся смесь.

Принцип действия бензиноуловителя (рис. 1.3.16.) заключается в том, что бензин как более легкая жидкость (удельный вес 0,8) по сравнению с водой поднимается вверх и удаляется по трубке.

Бензиноуловитель размещают вне гаража либо в виде отдельного сооружения, либо в комбинации с грязеотстойником. Бензиноуловители рассчитывают на улавливание до 95% горючих жидкостей из сточной жидкости, проходящей через бензиноуловитель. Объем выделительной камеры, предназначенной для приема сточной жидкости. Бензиноуловители делают из огнестойких материалов; они должны быть герметичными.

При наличии местных установок нужно прокладывать обводную линию, по которой спускают воду во время очистки установки (по согласованию с санитарным надзором).

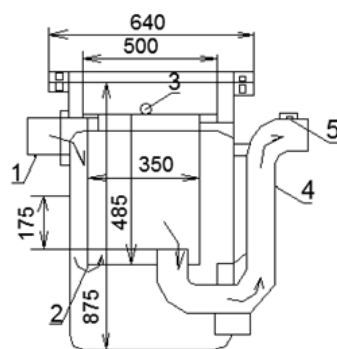


Рис. 1.3.16. Бензиноуловитель: 1 – подача сточной воды; 2 – оцинкованное ведро; 3 – труба для спуска бензина; 4 – отвод сточной воды; 5 – вентиляция.

### 1.3.13. Схемы и элементы водостоков

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

Наружные водостоки (водоспуски) (рис. 1.3.17, в) состоят из желобов, которые собирают воду со ската крыши, и водосточных труб с воронками, сбрасывающих воду на отмостку около дома.

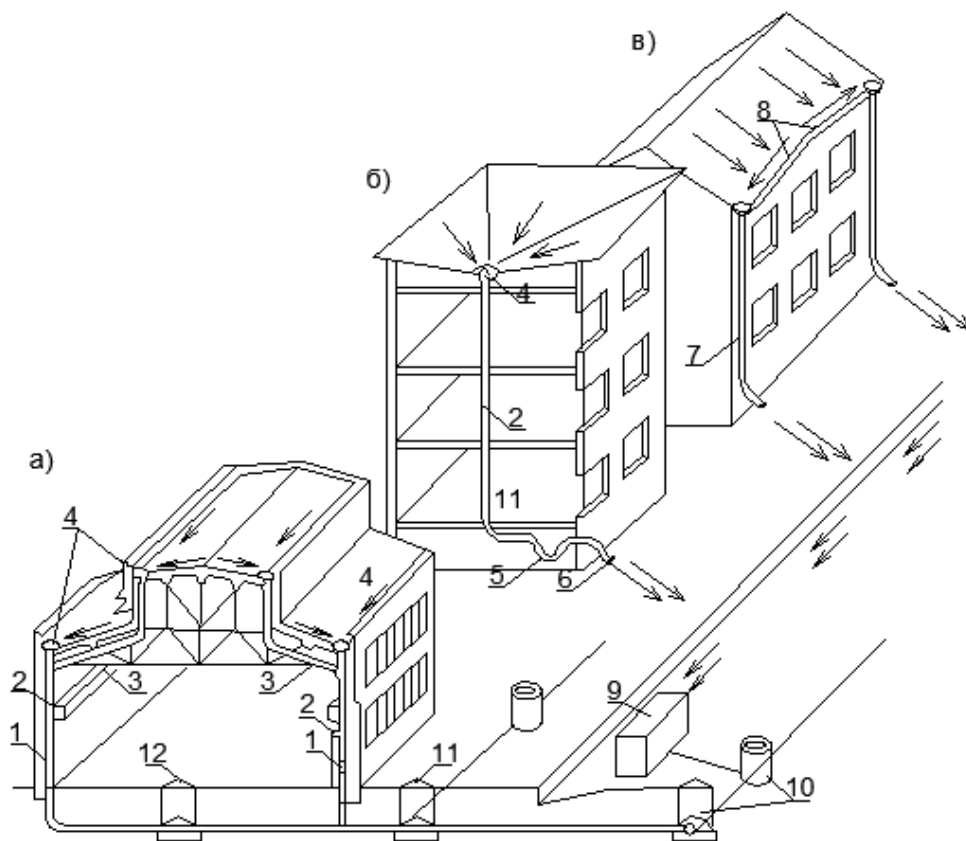


Рис. 1.3.17. Водостоки зданий: 1 – устройство для прочистки; 2 – стояк; 3 – отводные трубы; 4 – водосточная воронка; 5 – гидрозатвор; 6 – открытый выпуск; 7 – водосточная труба; 8 – желоб; 9 – дождеприемник; 10 – колодец наружной дождевой канализации; 11 – закрытый выпуск; 12 – смотровой колодец.

По проездам вода стекает к дождеприемнику и далее в сеть наружной дождевой канализации.

В зимние периоды водостоки обмерзают и талые воды отводятся не полностью, что приводит к увлажнению и разрушению строительных конструкций. Наружные водостоки увеличивают затраты на эксплуатацию кровли (необходимость удаления снега, сосулек), они недолговечны и трудоемки в ремонте. Поэтому их применяют в зданиях, где нельзя сделать внутренний водосток, или в малоэтажных зданиях с небольшой площадью кровли, в основном в южных районах.

Внутренние водостоки (рис. 1.3.17, а, б) отводят воду по трубопроводам, расположенным внутри здания. Они надежно работают во все сезоны и требуют минимального обслуживания.

Внутренние водостоки получили широкое распространение при строительстве зданий с плоскими кровлями.

Вода из внутренних водостоков отводится в наружные сети дождевой или общесплавной канализации (закрытый выпуск) (рис. 1.3.17, а).

Присоединение водостоков к хозяйственно-бытовой системе не допускается. Возможно сбрасывать дождевые воды в производственную канализацию незагрязненных или повторно используемых сточных вод. При отсутствии дождевой канализации выпуск предусматривается в лотки около здания (открытый выпуск) (рис. 1.3.17, б).

Внутренние водостоки состоят из приемников атмосферных вод — водосточных воронок, стояков, отводных труб, соединяющих водосточные воронки со стояками, выпусков, устройств для прочистки.

Водостоки с открытым выпуском при отрицательных температурах наружного воздуха оборудуются гидрозатвором, который в холодное время года препятствует поступлению охлажденного воздуха и промерзанию водостока.

В зданиях с отрицательной температурой предусматриваются устройства для обогрева водостоков (подача теплого воздуха, электрообогрев и т. д.).

Внутренние водостоки монтируют из напорных чугунных асбестоцементных, пластмассовых труб. Это связано с тем, что при засорах возможно заполнение водой всех трубопроводов до верхней точки здания, в результате чего давление в нижних частях системы может повыситься до нескольких атмосфер.

Стальные трубы допускается применять на подвесных линиях при наличии вибрационных нагрузок. На расстоянии 10 м и менее (по вертикали) от водосточной воронки могут быть использованы безнапорные трубы, выдерживающие давление до 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>).

Водосточные воронки должны обеспечивать быстрый прием, отвод атмосферных вод и задерживать предметы (листья, ветки, мусор), которые могут засорить систему.

Воронки (рис. 1.3.18) состоят из корпуса 4, устанавливаемого в перекрытии 5, рамы 2, под которую заводится гидроизоляция 3, колпака 7 или решетки 1 для задерживания мусора. Верхняя часть воронки (колпак, решетка) должна иметь отверстия, площадь сечения которых не менее чем

вдвое больше сечения отводящего патрубка, чтобы уменьшить сопротивление движению и подпор воды перед воронкой.

Воронки должны герметично соединяться с кровлей, чтобы атмосферные воды не просачивались и не разрушали перекрытие. Для этого слой гидроизоляции зажимается болтами между корпусом 4 и рамой 2 и заливается сверху мастикой.

Применяются водосточные воронки  $d_y$  — 80, 100, 150 и 200 мм.

В зависимости от назначения кровли (эксплуатируемая, неэксплуатируемая) и условий эксплуатации имеется несколько конструкций воронок.

Воронки с решетками — плоские воронки (рис. 1.3.18, а) — устанавливают на плоских кровлях, используемых для ресторанов, кафе, спортивных площадок и т. д. Иногда их используют и на скатных кровлях.

Воронки с колпаком — колпаковые воронки (рис. 1.3.18, б) — применяют на скатных, а также плоских неэксплуатируемых кровлях.

а)

б)

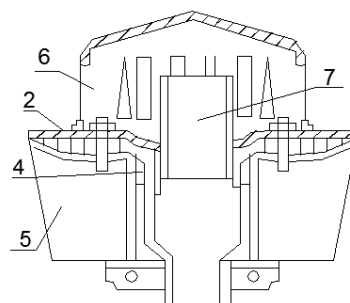
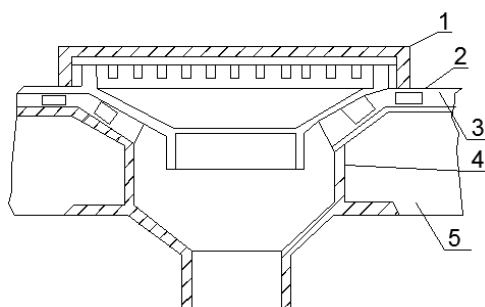


Рис. 1.3.18. Водосточные воронки: а – плоская; б – колпаковая; 1 - решетка; 2 - рама; 3 - гидроизоляция; 4 - корпус; 5 - перекрытие; 6 - колпак; 7 - съемный переливной патрубок.

Отводные трубы выполняют обычно в виде подвесных трубопроводов.

Стояки принимают атмосферные воды от воронок или отводных труб. Для предотвращения замерзания стояка необходимо обеспечить постоянную подачу в него теплого воздуха.

При закрытом выпуске воздух поступает из сети под действием гравитационного давления.

При открытом выпуске с гидрозатвором движения воздуха в стояке не происходит — воронки не получают достаточного тепла и обмерзают. Поэтому воздух подается в стояк из подвала через тройник, который закрывается при положительной температуре воздуха, или из хозяйственной канализации через перемычку.

Выпуски служат для отвода воды за пределы здания. Открытые выпуски (рис. 1.3.19) выполняют в виде стальной (рис. 1.3.19, а, б) или чугунной (рис. 1.3.19, в) трубы, выходящей за стену здания (вылет не менее 150 мм), на высоте не менее 150 мм от лотка, предотвращающего размыв отмостки около здания.

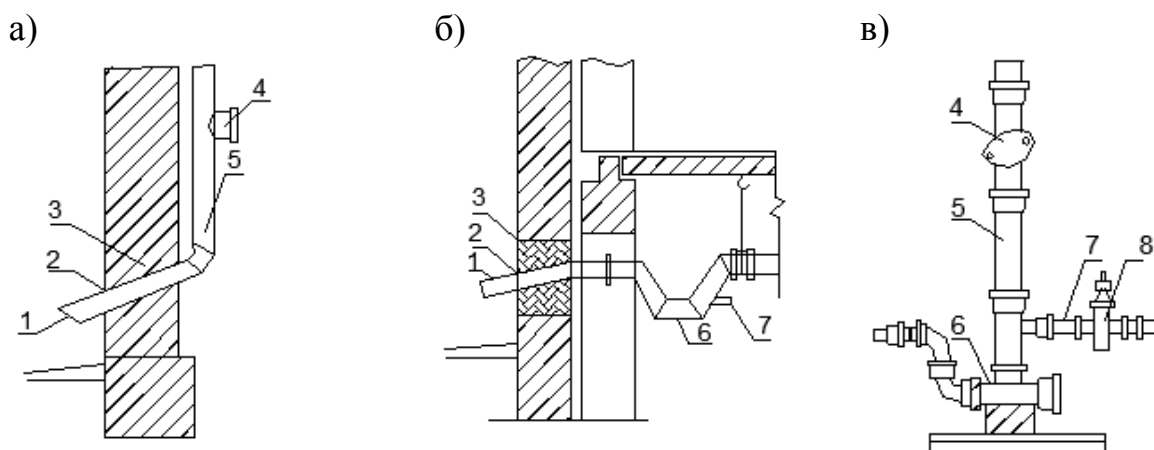


Рис. 1.3.19. Открытые выпуски водостоков: 1 – труба выпуска; 2 цементная стяжка; 3 – слой теплоизоляции; 4 – ревизия; 5 – стояк; 6 – гидрозатвор; 7 – труба для отвода талых вод; 8 – пробочный кран.

Для исключения промерзания выпуска зазор между стеной и трубой заполняется слоем теплоизоляции минеральной ватой (толщиной слоя не менее 50 мм). В районах с расчетной температурой ниже  $-5^{\circ}$  открытые выпуски оборудуются гидрозатвором высотой 100 мм (рис. 1.3.19. б, в), который исключает поступление холодного воздуха в стояк и его промерзание. Для отвода талых вод в зимне-весенний период предусматривается трубопровод с краном, присоединяемый к хозяйственно-бытовой системе канализации.

Закрытые выпуски, так же как и в системе канализации, собирают воду от одного или нескольких стояков и сетью горизонтальных трубопроводов, проложенных в земле, канале, подвале, отводят ее за пределы здания.

Устройства для прочистки сети выполняются в виде ревизий, прочисток, смотровых колодцев, конструкции которых аналогичны применяемым на системах канализации.

### 1.3.14. Способы мусороудаления.

Одной из важных гигиенических задач является удаление бытовых и промышленных отходов, количество которых возрастает по мере роста городов, увеличения этажности застройки, плотности населения, повышения благоустройства зданий.

Для предотвращения этого на территории населенного пункта службой санитарной очистки организуются сбор, хранение и вывоз отходов.

В настоящее время используются следующие способы мусороудаления:

1) сбор мусора в специальные ведра и вынос их в мусорные ящики, мусоросборники, которые периодически очищаются. Собранный мусор вывозится мусоровозами. Этот способ применяется в поселках и городах, застроенных домами высотой не более 5 этажей;

2) удаление мусора из квартир системой мусоропроводов, сбор в контейнеры, расположенные в специальной камере, откуда его вывозят



автомашины. Данный способ применяется в многоэтажных зданиях квартирного типа, гостиницах, общежитиях.

Собранный мусор и отходы мусоровозами перевозятся на сортировочные мусороперерабатывающие или мусоросжигательные предприятия. После сортировки и извлечения утильсырья остатки мусора, преимущественно органического происхождения, перерабатывают на удобрение или сжигают.

В практике санитарной очистки зданий от твердых отходов известны следующие типы мусоропроводов: холодные, сухие, мокрые, горячие (огневые). Наибольшее применение получили холодные, сухие мусоропроводы (рис. 1.3.20, а), состоящие из загрузочных клапанов 5, вертикального ствола 4, под которым размещаются сменные мусоросборники или контейнеры 1, мусоросборной камеры 14, вентиляционной трубы 6 с дефлектором 7.

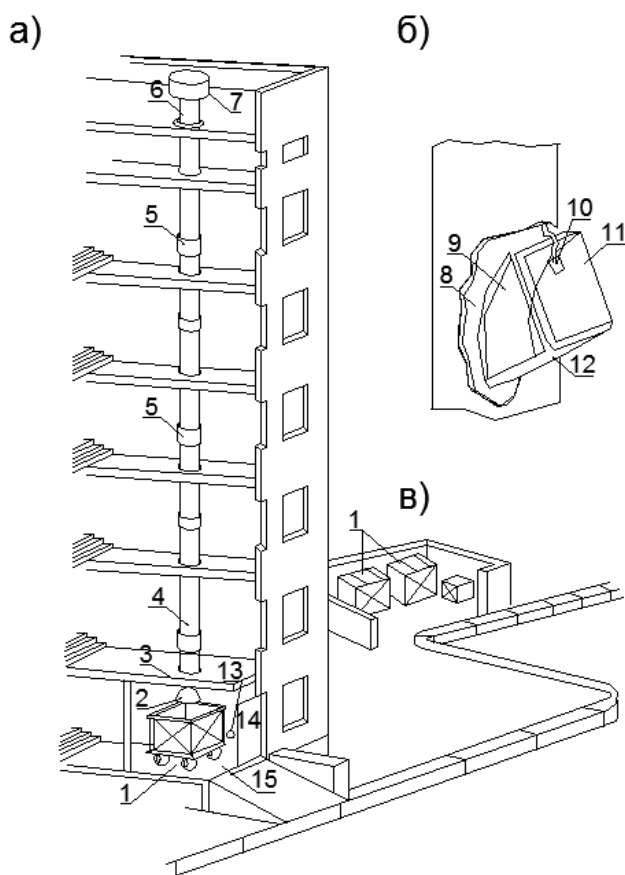


Рис. 1.3.20. Система мусороудаления: а - мусоропровод; б - загрузочный клапан; в - площадка для контейнеров: 1 - контейнер; 2 - шиберное устройство; 3 - нижняя часть ствола; 4 - вертикальный ствол; 5 - загрузочный клапан; 6 - вентиляционная труба; 7 - дефлектор; 8,9 - козырек; 10 - ручка; 11 - подвижная коробка; 12 - горизонтальная ось; 13 - поливочный кран; 14 - мусоросборная камера; 15 - трап.

Загрузочный клапан предназначен для приема отбросов и сброса их в ствол. Он должен при любом положении изолировать ствол мусоропровода от помещения, чтобы туда не проникали пыль и газы, и препятствовать попаданию в ствол крупных предметов, которые могут застрять в стволе.

Наибольшее распространение получила конструкция клапана (рис. 1.3.20, б) в виде подвижной коробки 11, вращающейся на горизонтальной оси 12,

при нажатии на ручку 10. Козырьки 8 и 9 обеспечивают изоляцию ствола при промежуточном положении коробки. Резиновые прокладки между коробкой и корпусом уменьшают шум и герметизируют клапан.

Клапаны могут располагаться на лестничных клетках их выполняют из листовой стали толщиной не менее 2 мм с антикоррозионным покрытием.

Загрузочный клапан присоединяется к стволу стальной или чугунной рамкой с одним или двумя патрубками, на конце которых крепятся клапаны. Для прочистки ствола рамка должна быть съемной, поэтому она закрепляется на стволе хомутами с резиновыми прокладками.

Вертикальный ствол транспортирует отходы в нижнюю часть здания в мусоросборную камеру. В зависимости от места расположения приемных клапанов они устанавливаются на лестничной клетке или во внутренних стенах кухонь. Наибольшее распространение получили стволы в виде асбестоцементных, реже бетонных труб, устанавливаемых на лестничной клетке. Стволы нельзя размещать на наружных стенках (вследствие их охлаждения), на стенах жилых комнат и помещений с повышенными звукоизоляционными требованиями. Диаметр ствола принимается не менее 380 — 400 мм при расположении их на лестничной клетке. Ствол крепится к межэтажным перекрытиям стальными хомутами или опирается на нижнее перекрытие.

Нижняя часть ствола 3, иногда выполняющая роль бункера, устанавливается под углом к стволу, чтобы погасить энергию падающего мусора. Шибберное устройство 2 отключает ствол на время смены контейнеров.

Вентиляционная труба удаляет запах из мусоропровода. Она является продолжением ствола и выходит на крышу на высоту не менее 1 м над коньком здания. Для усиления вентиляции верхнюю часть трубы снабжают дефлектором, а в теплое время года используют вентилятор.

Мусоросборная камера предназначена для сбора и хранения мусора, падающего по стволу. Камеры располагаются под каждым стволом или группой стволов на первом этаже здания или в подвале, с непосредственным выходом во двор. Камера выполняется из газонепроницаемого, огнестойкого материала. В камере размещается бункер или контейнер 1, поливочный кран 13 ( $d_v = 15$  мм) с подводкой холодной и горячей воды, в полу устанавливается трап 15. Если невозможно удаление стоков самотеком (при расположении камеры в подвале), предусматривается приямок и ручной насос для перекачки стоков в раковину или канализационную сеть. В камере должна поддерживаться температура не ниже + 5 °С, для чего в ней предусматривается отопление.

При расположении пола мусоросборной камеры ниже поверхности земли более чем на 1 м необходимо механизировать подъем и удаление мусора.

Наполненные контейнеры из мусоросборной камеры перемещаются на площадку (рис. 1.3.20, в), откуда вывозятся на свалку мусоровозами.

## **Часть 2. Проектирование и расчет системы внутреннего водопровода и канализации зданий.**

### **2.1. Проектирование внутренней водопроводной сети**

#### **2.1.1. Выбор системы и схемы внутреннего водопровода**

Система внутреннего водопровода — это комплекс инженерных устройств внутри здания, предназначенных для подачи воды от наружного водопровода к водоразборным приборам. Вода во внутренних системах расходуется на хозяйственно — бытовые, противопожарные и производственные нужды.

Выбор системы и схемы внутреннего водопровода производится в зависимости от назначения здания на основе изучения его планировки, расположения на участке генплана, высоты (этажности) и объема здания, системы наружного водопровода, величины максимального и минимального давления в наружной водопроводной сети.

В зависимости от своего назначения системы внутреннего водопровода могут быть:

- хозяйственно-питьевые;
- противопожарные;
- производственные.

При этом системы могут быть как отдельными, так и объединенными.

В гражданских зданиях обычно применяются системы хозяйственно-питьевые или объединенные хозяйственно-противопожарные. Необходимость устройства противопожарного водопровода определяется табл.1 [1] в зависимости от назначения, этажности и объема здания.

В промышленных зданиях могут быть объединенные или отдельные хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные системы. Необходимость устройства противопожарного водопровода определяется табл.2 [1]. При этом противопожарные водопроводные сети объединяются как с хозяйственно-питьевыми, так и с производственными. На небольших предприятиях с суточным расходом воды до 100 м<sup>3</sup> может устраиваться объединенная хозяйственно — производственно — противопожарная система внутреннего водопровода с одной сетью, подающей воду на все нужды [2].

Кроме того, в зданиях необходимо предусматривать поливочный водопровод из поливочных кранов, которые обычно присоединяются к хозяйственно — питьевой сети и используются для полива зеленых насаждений, мойки тротуаров и внутриквартальных проездов.

В зависимости от гарантированного напора в наружной водопроводной сети  $H_r$  и требуемого напора во внутренней  $H_T$  проектируются следующие системы внутреннего водопровода:

- а) простые без повысительных устройств;
- б) с водонапорными баками;

- в) с насосными установками;
- г) с напорными баками и насосными установками;
- д) с гидропневматическими установками.

Системы без повысительных устройств наиболее просты в устройстве и эксплуатации, экономичны, поэтому проектируются во всех случаях, когда соблюдается условие  $H_T < H_G$ , т.е. когда напор в наружной сети достаточен во все периоды суток.

Системы с напорными баками могут быть запроектированы при периодическом недостатке напора в наружной сети. При этом в те часы суток, когда  $H_T < H_G$ , происходит снабжение водой из городского водопровода и наполнение напорного бака. В те же часы, когда напор недостаточен, верхние потребители или все здание снабжается водой из напорного бака.

Здесь не требуется дополнительной энергии на повышение напора, однако необходимо отметить существенный недостаток таких систем. Дело все в том, что часы, когда напор во внутренней сети недостаточен, совпадают с часами максимального водопотребления во внутренней сети, и требуемая емкость напорного бака достигает 0,5 – 0,85 от суточного расхода воды в здании. Размеры бака получаются большими, поэтому применение таких систем возможно лишь в небольших зданиях с малым суточным расходом воды.

Системы "в", "г" и "д" проектируются при постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети.

Системы с насосными установками без баков применяются обычно для группы зданий и устанавливаются чаще всего в центральном тепловом пункте совместно с другим оборудованием, т.е., как правило, обслуживают целый микрорайон. В этом случае дополнительный расход электроэнергии на повышение напора будет значительно меньшим, чем для отдельных зданий.

Водонапорные баки с насосными установками проектируются, как правило, в зданиях высотой более 10 этажей. Эти системы экономичны в строительстве и эксплуатации, так как при автоматическом включении насосов в зависимости от уровня воды в напорном баке емкость последнего не превышает 0,05 – 0,08 от суточного расхода воды в здании.

Системы с гидропневматическими баками применяются в тех случаях, когда устройство напорных баков невозможно или трудноосуществимо. Из всех повысительных установок они менее экономичны в эксплуатации. Кроме того, возможное попадание воздуха в воду и водопроводную сеть понижает устойчивость труб и оборудования от воздействия коррозии. Обычно эти установки применяются для группы зданий.

Величина потребного напора в сети определяется гидравлическим расчетом, порядок которого приводится ниже (п.1.4). Ориентировочно величину требуемого напора в наружной сети, обеспечивающего работу внутреннего водопровода жилого здания без повысительных устройств, можно определить по формуле:

$$H_T = 10 + (n - 1) \cdot 4, \text{ м} \quad (2.1)$$

где  $H_T$  – требуемый напор, м;

$n$  – число этажей в здании.

Если величина гарантированного напора в наружной сети значительно больше  $H_T$ , определяемого по формуле (2.1), то очевидно, что установки для повышения напора не потребуются и логично сразу же принять систему внутреннего водопровода простую, т.е. без повысительных устройств.

Если гарантированный напор значительно ниже требуемого, то необходимо произвести выбор повысительной установки по пунктам "б" – "д" в зависимости от назначения, конструкции, высоты здания и напора в наружной сети.

Если величина гарантированного напора в наружной сети близка к вычисленной по формуле (2.1), то сначала необходимо произвести расчет сети, а затем уточнить систему внутреннего водопровода.

Внутренняя водопроводная сеть состоит из следующих основных элементов:

- вводов в здание;
- узлов учета потребления холодной и горячей воды;
- разводящей сети;
- распределительных стояков;
- подводок к санитарным приборам и технологическим установкам;
- водоразборной, смесительной, запорной и регулирующей арматуры.

При выборе схемы внутреннего водопровода важнейшим фактором является применение наиболее экономичных в монтаже и эксплуатации конструкций и элементов сети, а также возможности вести работы по монтажу внутренних сетей из укрупненных элементов и узлов, изготавливаемых в центральных мастерских или на заводах монтажных заготовок.

Схемы внутренних водопроводных сетей могут быть тупиковыми и кольцевыми, с нижней и верхней разводкой магистралей.

Кольцевые схемы применяются в зданиях с более высокой надежностью водообеспечения, где недопустим перерыв в подаче воды. Это, главным образом, производственные здания, а также гражданские здания с повышенными противопожарными требованиями при числе пожарных кранов 12 и более. Кольцевая сеть должна иметь не менее двух вводов, которые необходимо присоединять к различным участкам наружной кольцевой сети. Производится кольцевание, как разводящей сети, так и стояков, в зависимости от планировки здания и конфигурации внутренней водопроводной сети. Допускается в этом случае тупиковую магистраль внутреннего водопровода закольцовывать вводами.

Тупиковые схемы имеют наибольшее распространение и проектируются во всех случаях, когда допускается кратковременный перерыв подачи воды, т.е., когда сеть отключают для профилактики и ремонта оборудования.

Схемы с нижней разводкой магистралей экономичнее, более удобны в монтаже и эксплуатации, имеют широкое распространение. Они обычно проектируются в жилых и общественных зданиях высотой до 10 – 12 этажей.

Схемы с верхней разводкой могут применяться в промышленных зданиях, когда по планировочным и технологическим условиям нижняя разводка магистралей нецелесообразна. В этих случаях водопроводная магистраль чаще всего прокладывается совместно с другими инженерными коммуникациями (пар, горячая вода, сжатый воздух и др.) в специальных монтажных коридорах. Верхняя разводка применяется также в тех случаях, когда питание водой внутренней сети производится через напорные баки. Такие схемы применяются в банях, прачечных, для верхних зон жилых и общественных зданий повышенной этажности.

Зонные схемы внутреннего водопровода проектируются в зданиях повышенной этажности в соответствии. При этом величина свободного напора в самой нижней точке внутренней хозяйственно-питьевой и хозяйственно противопожарной сети не должна превышать 60 м (0,6 МПа). Первая зона, включающая нижние этажи (до 9), обычно обеспечивается напором наружного водопровода, а последующие зоны - повысительными установками, обслуживающими самостоятельно каждую зону. Применяется параллельное и последовательное зонирование внутренних водопроводных сетей.

### **2.1.2. Трассировка внутренней водопроводной сети**

Трассировкой принято называть выбор места прокладки трубопроводов или расположения отдельных элементов внутренней водопроводной сети в объеме здания.

При трассировке сети необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

- экономичности, т.е. сеть должна быть наиболее короткой и имеет наименьшие диаметры труб;
- удобства монтажа и эксплуатации;
- возможности применения элементов и узлов заводского изготовления;
- эстетичности, т.е. трубопроводы и другие элементы внутренних сетей не должны отрицательно влиять на интерьер помещения.

Для трассировки внутренней водопроводной сети необходимо внимательно изучить планы этажей здания, подвала или технического подполья, разрезы, планы узлов. Нужно проанализировать расположение санитарных и водоразборных приборов в санузлах и других помещениях. Если предложенные планировочные решения по ним усложняют или значительно удорожают водопроводные сети, то лучше произвести перепланировку приборов в таких помещениях.

Сначала нужно выбрать общие планировочные решения по трассировке в объеме здания и только потом уточнить эти решения в соответствии с

условиями прокладки трубопроводов и расположения оборудования в увязке с другими инженерными сетями (горячая вода, канализация, газ, отопление).

Трассировку водопроводной сети целесообразно начинать с выбора местоположения стояков. Их нужно располагать вблизи групп санитарных приборов так, чтобы подводки к последним были наиболее короткими и удобными. Обычно стояки располагаются совместно со стояками горячего водоснабжения и канализации. В жилых зданиях стояки чаще всего размещаются в помещениях туалетов и прокладываются совместно со стояками горячего водоснабжения и канализации у задней стены туалета открытым способом или в нишах, перекрываемых щитами. Для помещений, к отделке которых предъявляются повышенные требования, и для всех сетей с трубопроводами из полимерных материалов (кроме трубопроводов в санитарных узлах) следует предусматривать скрытую прокладку. Скрытая прокладка стальных трубопроводов, соединяемых на резьбе (за исключением угольников для присоединения настенной водоразборной арматуры) без доступа к стыковым соединениям, не допускается. Водопроводные стояки и вводы холодной и горячей воды в квартиры и другие помещения, а также запорную арматуру, измерительные приборы, регуляторы следует размещать в коммуникационных шахтах с устройством специальных технических шкафов, обеспечивающих свободный доступ к ним технического персонала. На планах здания стояки наносятся в виде затененных кружочков диаметром 1,5 - 2 мм и обозначаются в зависимости от назначения водопровода, например СтВ1-1, СтВ2-1 и т.д.

Далее выбирается место прокладки разводящей сети трубопроводов. При нижней разводке они обычно прокладываются в подвале или техническом подполье вдоль внутренних стен на расстоянии 300-400 мм от потолка совместно с разводящей сетью горячего водоснабжения и отопления. Если здание не имеет подвала, то магистрали прокладываются в подпольных каналах или под полом с устройством съемного покрытия, а также по конструкциям зданий. Не следует прокладывать трубы в земле под полом первого этажа или подвала, так как они становятся недоступными для осмотра и ремонта. На планах здания все трубопроводы вычерчиваются основными линиями, на магистралях в разрывах линий ставятся соответствующие обозначения, например В1. После этого определяется местоположение ввода и водомерного узла. В целях уменьшения диаметров магистральных трубопроводов ввод целесообразно прокладывать симметрично по отношению к внутренней сети, чтобы обе ее ветви от места присоединения ввода имели примерно одинаковую гидравлическую нагрузку. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы длина ввода была наиболее короткой. Обычно от уличной сети ввод прокладывается перпендикулярно фасадной стене. Но если здание расположено к проезду торцевым фасадом или находится внутри микрорайона, то здесь симметричность гидравлической нагрузки не играет роли, и ввод нужно прокладывать по наикратчайшему расстоянию.

Определяющее значение для трассировки ввода имеет местоположение водомерного узла, поэтому проектирование ввода и водомерного узла производится одновременно. Водомерный узел следует располагать за первой стеной подвала или технического подполья в доступном для посещения обслуживающим персоналом помещении. При отсутствии подвала водомерный узел может быть размещен в доступном помещении первого этажа (например, в помещении тепlopункта), а при отсутствии такового - в приемке, размещенном в вестибюле, коридоре, под лестничной клеткой и других подобных помещениях. Приемок перекрывается люком. Если водомерный узел располагается у стены помещения подвала, техподполья или первого этажа, то он крепится к стене на высоте 500-1000 мм от пола и оборудуется обводной линией, запорной арматурой, контрольно-спускным краном и манометром после счетчика. Обводная линия при этом обычно располагается ниже счетчика. При двух и более вводах обводная линия не требуется, а после счетчика устанавливается еще и обратный клапан. Если водомерный узел располагается в приемке, то он крепится на подставках на 300-350 мм ниже уровня пола. Обводная линия при этом располагается сбоку от счетчика. Во всех случаях водомерные узлы размещаются в помещениях, где температура воздуха не должна быть ниже +2°C.

В заключение на поэтажных планах здания, а при наличии санитарных приборов в подвале и на плане подвала наносятся подводки от стояков к санитарным приборам. Они прокладываются с учетом наименьшей их длины, эстетических требований и удобства монтажа и эксплуатации. При установке водоразборных приборов настольного типа, т.е. устанавливаемых на полочке санитарных приборов, подводки целесообразно прокладывать под приборами на расстоянии 200-300 мм от пола. Прокладка труб может быть как открытая, так и скрытая - в штрабах. Если устанавливаются смесители настенного типа, то подводки лучше выполнять на уровне установки таких смесителей. Необходимо отметить, что верхняя прокладка подводов может быть только скрытой.

При скрытой прокладке любых трубопроводов в местах установки запорно-регулирующей арматуры предусматриваются лючки с дверцами.

Если принята объединенная хозяйственно-противопожарная система внутреннего водопровода, то пожарные краны располагаются только на отдельных пожарных стояках, присоединенных к магистральному трубопроводу. Расстояние между пожарными кранами выбирается в зависимости от длины рукава (10, 15 и 20 м), высоты компактной струи (не менее 6 м) и числа одновременно работающих пожарных кранов в соответствии с табл. 1\* - 3 [1]. Пожарные краны располагаются в вестибюлях, коридорах, на площадках отапливаемых лестничных клеток, у выходов из помещений и других, доступных и заметных местах в специальных шкафчиках на высоте 1350 мм от пола.



### 2.1.3. Аксонометрическая схема водопроводной сети.

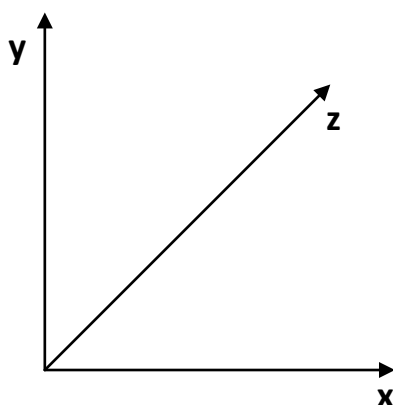


Рис 2.1.

Аксонометрическая схема внутренней водопроводной сети составляется на основании планов здания и приводимой в задании высоты этажей. Она вычерчивается в трех осях, расположенных под углом  $45^{\circ}$  друг к другу (рис.2.1), без изменения масштаба по всем осям.

При составлении схемы нужно иметь в виду, что горизонтальные линии на планах здания вычерчиваются параллельно оси X, стояки – параллельно оси Y и вертикальные линии – параллельно оси Z. Обычно схема вычерчивается в масштабе 1:100. Для крупных зданий может быть применен масштаб 1:200, а для небольших – 1:50.

Длины трубопроводов на аксонометрических схемах не указываются.

В тех случаях, когда "близко расположенные" стояки или другие элементы схемы накладываются друг на друга, нужно один из них отнести на свободное место, а точки отсечения трубопроводов соединить друг с другом пунктирной линией. При большой протяженности трубопроводов и отсутствии присоединений допускается изображать их с разрывом также в виде пунктирной линии. Места разрывов трубопроводов обозначаются строчными буквами; при этом в местах разрывов обязательно указываются размеры участков между двумя присоединениями (до и после разрыва).

На аксонометрических схемах указывают вводы с обозначением диаметров и отметок их пересечения с наружными стенами, трубопроводы и их диаметры, уклоны, отметка уровня осей трубопроводов, запорно-регулирующую арматуру, контрольно-измерительные приборы, пожарные и поливочные краны, насосные установки и другие элементы. Диаметры труб, обозначение стояков указываются на полке линии-выноски, отметки осей трубопроводов – непосредственно на трубопроводах или на выносной линии. Линии перекрытий и их отметки на аксонометрических схемах не указываются.

Все отметки на аксонометрических схемах указываются от отметки чистого пола первого этажа, принимаемой за нулевую. Отметки элементов схемы ниже нулевой указываются со знаком минус. Все отметки даются в метрах до тысячной его доли.

Очень важно определить отметки здания, связанные с привязкой его к генплану участка. Это отметки ввода, водомерного узла, магистрального трубопровода, поливочных кранов. Для этого нужно сначала выполнить привязку нулевой отметки к генплану участка, если она не приводится в задании. Например, отметка 0.000 соответствует отметке 35.000 на генплане участка. Если отметка ввода на генплане соответствует 33.700, а глубина прокладки ввода 1,5 м от поверхности земли, то геодезическая отметка ввода

будет  $33,700 - 1.500 = 32.200$ , а строительная определится так:  $32.200 - 35.000 = - 2.800$ .

Отметки поливочных кранов определяются таким же образом, т.е. от геодезической отметки крана вычитается отметка пола первого этажа. Геодезическая отметка поливочного крана определяется суммой геодезической отметки поверхности земли в месте установки крана (по генплану участка) и высоты установки поливочного крана (340-350мм от отмостки).

Отметка магистрального трубопровода с учетом перекрытия и полов принимается от 0.600 до 0.700. При расположении магистрали под полом первого этажа и каналов она принимается на 300 - 350 мм ниже нулевой.

Для определения отметки водомерного узла, установленного в подвале или техподполье, необходимо иметь в виду, что он располагается на высоте 500 - 1000 мм от пола последнего. Следовательно, необходимо определить отметку пола подвала. При этом высоту подвала можно принять 2,5 м, а техподполья — 2,0 – 2,2 м, высоту перекрытия и пола 0,3 – 0,4 м.

Если в расчетно-пояснительной записке не приводится расчетная схема сети, то на аксонометрической схеме проставляются номера расчетных участков.

Пример составления аксонометрической схемы представлен в приложении В настоящего пособия.

#### 2.1.4. Расчет внутренней водопроводной сети.

Расчет внутреннего водопровода имеет конечной целью определить диаметры труб и требуемый напор для бесперебойного водоснабжения всех потребителей в здании. Расчет выполняется в следующей последовательности.

На аксонометрической или расчетной схеме сеть разбивается на расчетные участки. Предварительно — определяется расчетная точка, за которую принимается самый удаленный от ввода и высоко расположенный водоразборный прибор. За расчетные участки принимаются участки сети, на которых расход воды не изменяется, т.е. между двумя ответвлениями. Расчетные участки обозначаются цифрами от расчетного прибора до присоединения ввода к наружной сети, причем расчетная линия обозначается против движения воды. Расчет ведется в табличной форме.

Таблица 2.1 - Расчет внутренней водопроводной сети

Расчетный участок	Длина участка, м	Число приборов, $N$	Вероятность действия приборов, $P$	$N \cdot P$	$\alpha$	Расход одного прибора, $q_0^c$ л/с
1	2	3	4	5	6	7

продолжение таблицы 2.1

Расчетный расход, $q^c$ , л/с			Диаметр, $d$ , мм	Скорость, $V$ , м/с	Удельная потеря напора, мм	Потеря напора на участке, мм	Примечания
хозяйст- венно- питьевой	пожарный	суммар- ный					
8	9	10	11	12	13	14	15

Длина расчетных участков определяется по масштабу на плане здания или аксонометрической схеме. Для стояков она принимается в зависимости от высоты этажа.

Высота нижней подводки к водоразборным приборам принимается 200 - 400 мм от пола.

Число приборов  $N$  определяется по расчетной или аксонометрической схеме. Для каждого участка величина  $N$  означает: к какому количеству приборов подается вода через этот участок. Очевидно, что с каждой последующей строкой таблицы число приборов будет возрастать, а на вводе оно будет равно общему числу приборов в здании.

Графы 4-10 табл.2.1 относятся к определению расчетных расходов воды на участках водопроводной сети.

При расчете внутренней водопроводной сети, так же как и при расчете других сетей, за расчетный расход принимается максимальный секундный расход воды на расчетном участке.

В соответствии со СНиП 2.04.01-85\* максимальный секундный расход холодной воды на расчетном участке определяется по формуле

$$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha, \text{ л/с} \quad (2.2)$$

где  $q_0^c$  — секундный расход воды одним водоразборным прибором, л/с;

$\alpha$  — коэффициент, определяемый по приложению 4 [1], в зависимости от общего числа приборов  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ .

Секундный расход холодной воды одним прибором  $q_0^c$  определяется: для одного прибора на участке сети - согласно обязательному прил. 2 [1] для различных приборов, обслуживающих одинаковых водопотребителей на участке тупиковой сети,- согласно обязательному прил. 3 [1]; для различных приборов, обслуживающих различных водопотребителей, — по формуле

$$q_0^c = \frac{\sum_i^i N_i P_i q_{0i}^c}{\sum_i^i N_i P_i^c} \quad (2.3)$$

где  $P_i^c$  — вероятность действия санитарно-технических приборов, вычисленная для каждой группы водопотребителей;

$q_{0i}^c$  — секундный расход холодной воды водоразборным прибором, принимаемый согласно обязательному прил. 3 [1] для каждой группы водопотребителей, л/с.

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P$  в здании, обслуживающих одинаковых водопотребителей, определяется по формуле

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600} \quad (2.4)$$

где  $q_{hr,u}^c$  — норма расхода холодной воды одним потребителем в час максимального водопотребления. Определяется по обязательному прил. 3 [1]. Необходимо иметь в виду, что  $q_{hr,u}^c = q_{hr,u}^h$  при отсутствии в здании централизованного горячего водоснабжения, а  $q_{hr,u}^c = q_{hr,u}^{tot}$

Для участков сети в здании (зданиях), обслуживающих различных водопотребителей, вероятность действия определяется по формуле

$$P_{\sum i}^c = \frac{\sum_i N_i P_i}{\sum_i N_i} \quad (2.5)$$

Для студентов всех специальностей, кроме 290800, в заданиях на курсовое проектирование выдаются здания с одинаковыми водопотребителями, поэтому указанные нормативы необходимо определять следующим образом.

Расход воды одним прибором  $q_0^c$  на первом участке - по прил. 2 [1]. Если при этом расчетный расход на первом (концевом) участке  $q^c$  получится меньше, чем  $q_0^c$ , то его нужно принимать равным  $q_0^c$ . На последующих участках принимается по прил. 3 [1].

Вероятность действия  $P^c$  для всего здания — по формуле (2.4).

Если проектируются системы для зданий или групп зданий (микрорайон) с различными водопотребителями, например жилой дом с встроенным на первом этаже общественным учреждением (магазин, столовая, аптека и т.д.); то сначала необходимо определить величины  $q_0^c$  по прил. 3 [1] и  $P^c$  по формуле (2.4), далее по схеме нужно определить участки сети, обслуживающие различных водопотребителей и для них  $q_0^c$  определить по формуле (2.3), а  $P_{\sum i}^c$  — по формуле (2.5).

Расчетные расходы в здании с различными водопотребителями, например, в жилом доме с магазином на первом этаже, на участках от расчетной точки до ответвления от магистрали к магазину определяются как для здания с одинаковыми водопотребителями, т.е. для жилого дома. Участки же после ответвления к магазину до присоединения ввода к

наружной сети будут обслуживать уже два вида потребителей, поэтому при вычислении расчетного расхода  $q^c$  надо  $q_0^c$  определять по формуле (2.3), а  $P_{\sum i}^c$  - по формуле (2.5).

В графе 5 табл.2.1 приводится величина произведения  $NP$ , которая является вспомогательной для облегчения определения  $\alpha$  по табл.1 и 2 прил.4 [1]. Если величины  $P > 0.1$  и  $N < 200$ , то определяется по табл. 1; при других значениях  $P$  и  $N$  коэффициент принимается по табл. 2 в зависимости от величины произведения  $NP$ . В необходимых случаях следует применять интерполирование.

Если в здании отсутствует противопожарный водопровод, то графы 8-9 табл. 2.1 можно заменить одной, озаглавленной "Расчетный расход". Если здание оборудовано пожарными кранами, то по табл. 1\*[1] определяется расчетное число струй, а по табл. 3 – производительность пожарной струи, которая записывается в графу 9. Например, для здания общежития объемом от 5000 до 25000 м и высоте до 10 этажей по табл. 1 определяем, что для тушения пожара требуется одна струя с минимальным расходом 2,5 л/с. По табл. 3 определяем, что при высоте помещений до 6 м, диаметре spryska пожарного ствола 16 мм производительность пожарной струи будет 2,5 л/с. Эта величина и записывается в графу 9. Расчетный расход при пожаре, определится как сумма максимального расхода на хозяйственные нужды (графа 8) и на пожаротушение (графа 9). При этом расходы воды на пользование душем, мытье полов и поливку территории не учитываются.

Диаметр труб внутренних трубопроводов назначается из расчета наибольшего использования гарантированного напора воды в наружной водопроводной сети. В соответствии с п.7.6 [1] скорость движения воды в трубопроводах внутренних водопроводных сетей, в том числе при пожаротушении, не должна быть выше 3 м/с.

Предварительно диаметры труб назначаются следующим образом. На подводках к водоразборным приборам они могут быть приняты по прил. 2 [1]. Необходимо учесть, что обычно водоразборная арматура имеет диаметр 15 мм, поэтому подводку диаметром меньше 15 мм принимать не рекомендуется.

Диаметры стояков должны быть не меньше диаметров подводок и, как правило, не меньше 20 мм. Минимальный диаметр магистральных трубопроводов должен быть не меньше диаметров стояков; меньше 25 мм его принимать не рекомендуется. Наконец, диаметр вводов меньше 50 мм принимать не желательно.

Скорость  $U$  и удельная потеря напора  $I$  определяется по таблицам для гидравлического расчета труб А.Ф. Шевелева.

Потери напора на участках трубопроводов (графа 14) определяются по формуле

$$H_l = il(1 + K_l), \text{ м} \quad (2.6)$$

где  $i$  – удельная потеря напора на трение, мм на 1 пог.м;

$l$  – длина участка, м ;

$K_l$  – коэффициент определения потерь напора на местные сопротивления, который принимается: 0,3 – в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий; 0,2 – в сетях, объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводов жилых и общественных зданий, а также в сетях производственных водопроводов; 0,15 – в сетях, объединенных производственно-противопожарных водопроводов; 0,1 – в сетях противопожарных водопроводов п.7.7 [1].

### 2.1.5. Подбор счетчиков расхода воды

Для учета количества воды, подаваемой в здание, на каждом вводе должен быть установлен счетчик. При наличии встроенных в жилые, общественные и другие здания магазинов, столовых, ресторанов и прочих потребителей воды на ответвлениях к ним при расходе более 0.1 м<sup>3</sup>/ч также должны быть установлены отдельные счетчики.

При наличии обводной линии в водомерном узле диаметр этой линии обычно принимается равным диаметру ввода, т.е. рассчитывается на пропуск максимального (с учетом пожарного) расхода воды.

Подбор счетчиков воды следует производить в соответствии с указаниями п. 11 [1] исходя из среднечасового расхода воды за период потребления (сутки, смена).

Счетчики подбираются так, чтобы потеря напора в них, определяемая по формуле (2.7), не превышала в крыльчатых 2.5 м и в турбинных 1 м п.11.3\* [1]. Счетчик проверяется на пропуск пожарного расхода воды с учетом максимального на хозяйственные нужды. При этом потери напора в счетчиках любого типа не должны превышать 10 м.

Потери напора в счетчиках  $h$  определяются по формуле

$$h = S \cdot q^2, \text{ м} \quad (2.7)$$

где  $S$  – гидравлическое сопротивление счетчика, принимаемое по табл. (2.2);

$q$  – расчетный расход воды на вводе в здании, л/с.

Сопротивления счетчиков приведены также в табл. 4\*[1], но для расходов в м<sup>3</sup>/ч. В этом случае расход в л/с должен быть умножен на 3,6 и потери напора определяются по формуле (2.7),

Таблица 2.2 - Сопротивление счетчиков для расхода воды (л/с)

Калибр счетчика	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Сопротив- ление	14,5	5,18	2,64	1,3	0,5	0,143	0,08	0,06	0,00016

Требуемый напор на вводе в здание  $H_T$  определяется по формуле

$$H_T = H_{geom} + \sum H_{l,tot} + h_{cq} + h_{gg} + H_f, \text{ м} \quad (2.8)$$

где  $H_{geom}$  – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разница отметок расчетного прибора и земли в месте ввода, м;

$\sum H_{l,tot}$  – сумма потерь на участках сети от расчетного прибора до счетчика, м, определяемая из графы 14 табл. (2.1);

$h_{cq}$  – потери напора в счетчике, м;

$h_{gg}$  – потери напора на вводе, определяются из табл. (2.1);

$H_f$  – свободный напор расчетного прибора, определяется по прил. 2[1].

### 2.1.6. Насосные установки и напорные баки

Если требуемый напор на вводе в здание  $H_T$  меньше или равен гарантированному напору в наружной водопроводной сети  $H_G$ , то установки для повышения напора воды не требуются.

Если  $H_T$  больше  $H_G$  на незначительную величину (до 2 - 3 м), целесообразно увеличить диаметры на отдельных участках внутренней сети и произвести перерасчет  $H_T$ . Обычно нужно увеличить диаметры на тех участках сети, где потери напора наибольшие.

Если  $H_T$  значительно превышает величину  $H_G$ , то необходимо проектировать повысительную установку.

Проектирование насосных установок и напорных баков производится в соответствии с требованиями разделов 12 и 13[1].

Размещать насосные установки (кроме пожарных) непосредственно под жилыми квартирами, детскими или групповыми комнатами детских садов и яслей, классами общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, аудиториями учебных заведений и другими подобными помещениями не допускается, поэтому их целесообразно располагать в помещениях тепловых пунктов, бойлерных и котельных.

Насосные установки для производственных нужд следует размещать, как правило, непосредственно в цехах, потребляющих воду, предусматривая при необходимости их ограждение.

Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок следует принимать:

- при отсутствии напорно-регулирующего бака – не менее максимального секундного расхода воды;
- при наличии водонапорного или гидропневматического бака и насосов, работающих в повторно-кратковременном режиме (т.е. в зависимости от уровня воды в баке) – не менее максимального часового расхода воды;
- при максимальном использовании регулирующей емкости

водонапорного бака или резервуара - согласно разделу 13[1],

Чаще всего насосные установки принимаются по первым двум выше сказанным положениям.

При наличии в зданиях систем холодного и централизованного горячего водоснабжения при закрытой схеме теплоснабжения (т.е. с приготовлением горячей воды в тепловых пунктах) следует, как правило, проектировать повысительную насосную установку для подачи общего расхода воды на холодное и горячее водоснабжение, т.е. требуемая производительность насоса будет

$$q^{sp} \geq q^{tot}, \text{ л/с (м}^3/\text{ч)}, \quad (2.9)$$

где  $q^{tot}$  – общий секундный расход воды в здании или группе зданий, л/с (м<sup>3</sup>/ч).

Часовой расход воды в здании (холодной  $q_{hr}^c$  или общий  $q_{hr}^{tot}$  определяется:

$$q_{hr} = 0.005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha, \text{ (м}^3/\text{ч)}, \quad (2.10)$$

где  $q_{0,hr}$  – часовой расход воды одним прибором, л/ч, который определяется:

– при одинаковых водопотребителях в здании (зданиях) согласно прил. 3[1];

– при различных водопотребителях – по формуле

$$q_{0,hr} = \frac{\sum_1^i N_i P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum_1^i N_i P_{hr,i}}. \quad (2.11)$$

Здесь  $N_i P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}$  – величины, относящиеся к каждому виду потребителей.

Вероятность использования санитарных приборов  $P_{hr}$  ( $P_{hr}^c$  или  $P_{hr}^{tot}$ ) определяется по формуле

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} \quad (2.12)$$

Требуемый напор повысительной насосной установки определяется по формуле

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f - H_\Gamma, \text{ м} \quad (2.13)$$

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

$\sum H_{l,tot}$  – сумма потерь на участках сети от расчетного прибора до насосной установки, м;

$H_f$  – свободный напор расчетного прибора, м;

$H_\Gamma$  – гарантированный напор в наружной водопроводной сети, м.



Полная емкость напорного бака  $V$  определяется по формуле

$$V = BW + W_1, \text{ м}^3 \quad (2.14)$$

где  $W_1$  – объем воды на 10-минутное пожаротушение, м;  
 $B$  – коэффициент запаса воды в баках, принимаемый равным 1,2-1,3;

$W$  – регулирующая емкость бака, м<sup>3</sup>, определяемая по формуле

$$W = \frac{q_{hr}^{sp}}{4n}, \text{ м}^3 \quad (2.15)$$

где  $q_{hr}^{sp}$  – часовая производительность насоса, м<sup>3</sup>/ч;  
 $n$  – допустимое число включений насосной установки в час, принимаемое 2-4.

Отметка дна напорного бака определяется по формуле

$$Z_6 = Z_{np} + \sum H_{tot,l} + H_f, \text{ м} \quad (2.16)$$

где  $Z_{np}$  – отметка наиболее удаленного от бака и высокорасположенного прибора;

$\sum H_{tot,l}$  – сумма потерь напора на участках сети от расчетного прибора до бака, м;

$H_f$  – свободный напор расчетного прибора, м.

Следует отметить, что при определении требуемого напора повысительной насосной установки в схеме с напорным баком по формуле (2.12) величина  $H_{geom}$  определяется как разность отметок максимального уровня воды в баке и поверхности земли в месте ввода.

Таким образом, при проектировании насосной установки с напорным баком нужно:

1) определить требуемую производительность и приблизительно требуемый напор насосов, приняв высоту подъема воды  $H_{geom}$  на 5 – 6 м выше верхнего водоразборного прибора, свободный напор у напорного бака  $H_f$  принять 3 – 5 м;

2) по вычисленным параметрам подобрать марку насосов и записать их характеристики;

3) определить емкость бака по формуле (2.14) и конструктивно назначить его размеры в плане и высоту, в зависимости от размеров чердачного помещения;

4) по формуле (2.16) определить требуемую отметку дна бака, а руководствуясь чертежами здания, уточнить отметку в схеме водопроводной сети; по принятым размерам бака определить отметку максимального уровня воды в баке;

5) уточнить требуемую высоту подъема воды насосной установкой  $H_{geom}$  по формуле (2.13).

В соответствии с полученными данными по прил. 1 [5] принимается марка насоса и мощность его электродвигателя. Насосная установка размещается в подвале здания на обводной линии после счетчика. Предусматривается автоматическое включение насоса от струйных реле, которые устанавливаются в основании пожарных стояков.

## **2.2. Проектирование горячего водоснабжения зданий**

### **2.2.1. Выбор системы и схемы горячего водоснабжения. Особенности трассировки и устройства сети**

Система горячего водоснабжения зданий - это комплекс инженерных устройств и трубопроводов для приготовления горячей воды до расчетной температуры и распределение ее потребителям.

Системы горячего водоснабжения подразделяются по ряду признаков. По радиусу и сфере действия они делятся на местные и централизованные.

Местные системы обеспечивают горячей водой один или несколько водоразборных приборов. Централизованные системы обеспечивают горячей водой все здание или группу зданий.

В зависимости от способа приготовления горячей воды системы горячего водоснабжения могут быть:

1) с приготовлением горячей воды в теплообменниках, работающих на теплоносителе, приготовленном в котлах, расположенных непосредственно в здании или у небольшой группы зданий;

2) с приготовлением горячей воды в тепловых пунктах при использовании теплоносителя из теплосети;

3) с непосредственным отбором горячей воды из теплосети.

Первый тип систем не имеет широкого распространения и применяется для небольших и отдельно стоящих зданий.

Системы с непосредственным отбором горячей воды из теплосети просты в эксплуатации, более рациональны с точки зрения использования теплоты, но они требуют большого количества питательной воды в котельных или ТЭЦ, мощной системы водоподготовки, при этом возможно ухудшение качества нагреваемой воды. Эти существенные недостатки значительно сузили сферу распространения таких систем, поэтому они применяются редко.

Наибольшее распространение получили системы второго типа, когда горячая вода приготавливается в тепловых пунктах с помощью водонагревателей или других теплообменных аппаратов, а в качестве теплоносителя используется перегретая вода из теплосети. Этому способствовало также развитие районных систем теплоснабжения для отопления зданий.

Схемы сетей горячего водоснабжения могут быть простыми, с тупиковым разводящим трубопроводом, и циркуляционными, имеющими трубопроводы

для оборота воды через водонагреватель и предупреждения остывания ее в трубах при недостаточном водоразборе или отсутствии его.

Первые схемы применяются для зданий с постоянным и более равномерным разбором горячей воды. В основном это промышленные и коммунальные здания.

Схемы с циркуляцией применяются для большинства зданий, в которых разбор горячей воды неравномерен.

В общем виде система горячего водоснабжения состоит из тех же элементов, что и система холодного водоснабжения. Отличие в том, что в систему дополнительно включаются устройства для приготовления горячей воды (водонагреватели), возможно применение баков-аккумуляторов теплоты для сглаживания колебаний потребления горячей воды, циркуляционных насосов.

Обычно системы горячего водоснабжения находятся под напором воды сети холодного водопровода. Однако ввиду высокой температуры горячей воды в трубопроводах возможно осаждение накипи (солей жесткости), сужающих сечение труб и повышающих потери напора в них. В результате этого часто приходится предусматривать дополнительное повышение напора в сети горячего водопровода установкой насосов, которые в этом случае выполняют роль циркуляционно-повысительных.

Трассировка сети горячего водоснабжения производится параллельно сети холодного водопровода, трубопроводы к смесительным водоразборным устройствам прокладываются рядом. При этом стояки горячего водоснабжения располагаются справа, а стояки холодного водопровода – слева. Это же относится и к прокладке магистральных трубопроводов. Подводки горячего водопровода к водоразборным приборам располагаются выше холодного на 80 – 100 мм.

В зданиях до двух этажей с неравномерным потреблением горячей воды циркуляция может проектироваться только в магистральных. При этом на планах этажей подающий трубопровод обозначается в разрывах символом ТЗ, циркуляционный Т4. Подающие стояки обозначаются символами СтТЗ-1, СтТЗ-2 и т.д., где последняя цифра означает номер стояка. Циркуляционные стояки могут прокладываться не у каждого подающего, а объединять несколько подающих в секционный узел, особенно для жилых зданий. Они обозначаются соответственно СтТ4-1,2 и т.д.

Для трубопроводов сети горячего водоснабжения в целях уменьшения теплопотерь, в соответствии с п.9.16 [1], предусматривается теплоизоляция, кроме подводов к водоразборным приборам.

### **2.2.2. Расчет системы горячего водоснабжения**

Расчет систем горячего водоснабжения заключается в определении диаметров трубопроводов подающего и циркуляционного, подбора водонагревателей (теплообменников), генераторов и аккумуляторов тепла

(при необходимости), определении потребного напора на вводе, подборе повысительных и циркуляционных насосов, если они необходимы.

Расчет системы горячего водоснабжения состоит из следующих разделов:

1) Определяются расчетные расходы воды и тепла и на основании этого мощность и размеры водонагревателей.

2) Производится расчет подающей (распределительной) сети в режиме водоразбора.

3) Сеть горячего водоснабжения рассчитывается в режиме циркуляции; определяются возможности использования естественной циркуляции, и при необходимости определяются параметры и производится подбор циркуляционных насосов

4) Для сглаживания колебаний потребления горячей воды может быть произведен расчет баков-аккумуляторов и сети теплоносителя.

#### **2.2.2.1. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла. Подбор водонагревателей**

Для определения поверхности нагрева и дальнейшего подбора водонагревателей требуются часовые расходы горячей воды и тепла, для расчета трубопроводов — секундные расходы горячей воды.

В соответствии с п. 3 [1] секундные и часовые расходы горячей воды определяются по тем же формулам, что и для холодного водоснабжения.

Максимальный секундный расход горячей воды на любом расчетном участке сети определяется по формуле

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (2.17)$$

где  $q_0^h$  — секундный расход горячей воды одним прибором, который определяется:

- отдельным прибором — согласно обязательному прил. 2 [1]; различными приборами, обслуживающими одинаковых потребителей — по прил. 3 [1];

- различными приборами, обслуживающими различных водопотребителей, - по формуле

$$q_0^h = \frac{\sum_i N_i P_i^h q_{0i}^h}{\sum_i N_i P_i^h}, \text{ л/с} \quad (2.18)$$

где  $q_{0i}^h$  — секундный расход горячей воды, л/с, одним водоразборным прибором для каждой группы потребителей: принимается по прил. 3 [1];

$N_i$  — число водоразборных приборов для каждого вида водопотребителей:

$P_i^h$  – вероятность действия приборов, определенная для каждой группы водопотребителей:

$\alpha$  – коэффициент, определяемый по прил. 4 [1] в зависимости от общего числа приборов  $N$  на участке сети и вероятности их действия  $P$ , которая определяется по формулам:

а) при одинаковых водопотребителях в здании или сооружении

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600}, \quad (2.19)$$

где  $q_{hr,u}^h$  – максимальный часовой расход горячей воды в л одним водопотребителем, принимается по прил. 3 [1];

$U$  – число потребителей горячей воды в здании или сооружений;

$N$  – число приборов, обслуживаемых системой горячего водоснабжения:

б) при отличающихся группах водопотребителей в зданиях различного назначения

$$P_{\Sigma i}^h = \frac{\sum_1^i N_i \cdot P_i^h}{\sum_1^i N_i}, \quad (2.20)$$

где  $P_i^h$  и  $N_i$  – величины, относящиеся к каждой группе потребителей горячей воды.

Максимальный часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}, \quad (2.21)$$

где  $q_{0,hr}^h$  – часовой расход горячей воды одним прибором, который определяется:

а) при одинаковых потребителях – по прил. 3 [1];

б) при различных потребителях - по формуле

$$q_{0,hr}^h = \frac{\sum_1^i N_i P_{hr,i}^h \cdot q_{0,hr,i}^h}{\sum_1^i N_i P_{hr,i}^h}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.22)$$

где  $N_i$ ,  $P_{hr,i}^h$  и  $q_{0,hr,i}^h$  – величины, относящиеся к каждому виду потребителей горячей воды;

величина  $P_{hr}^h$  определяются по формуле

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} \quad (2.23)$$

$\alpha_{hr}^h$  – коэффициент, определяемый по прил. 4 [ 1 ] в зависимости от общего числа приборов  $N$  в системе горячего водоснабжения и вероятности их действия  $P$ .

Средний часовой расход горячей воды  $q_T^h$ , м<sup>3</sup>/ч, за период (сутки, смена) максимального водопотребления  $T$ , ч. определяется по формуле

$$q_T^h = \frac{\sum_{i=1}^i q_{ui}^h \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.24)$$

где  $q_{ui}^h$  – максимальный суточный расход горячей воды в л одним водопотребителем, принимается по прил. 3 [1];

$U$  - количество потребителей горячей воды.

Количество тепла (тепловой поток) за период (сутки, смена) максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения с учетом теплопотерь определяется по формулам:

а) в течение максимального часа

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (2.25)$$

б) в течение среднего часа

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (2.26)$$

где  $q_{hr}^h$  и  $q_T^h$  – максимальный и средний часовой расход горячей воды в м<sup>3</sup>/ч, определяемые по формулам (2.20) и (2.23);

$t$  – расчетная температура холодной воды; при отсутствии данных в задании  $t$  принимается равной +5 С:

$Q^{ht}$  – потери тепла подающими и циркуляционными трубопроводами, кВт, которые определяются расчетом в зависимости от длин участков трубопроводов, наружных диаметров труб, разности температур горячей воды и окружающей трубопровод среды и коэффициента теплопередачи через стенки труб; при этом учитывается КПД теплоизоляции труб. В зависимости от этих величин потери тепла приводятся в различных справочных пособиях.

В рамках учебного процесса потери тепла  $Q$  подающими и циркуляционными трубами допускается принимать в размере 0.2 – 0.3 от количества тепла, потребного для приготовления горячей воды.

В этом случае формулы (2.25) и (2.26) примут вид:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (55 - t^c) \cdot (1,2 \div 1,3) \text{ кВт}, \quad (2.27)$$

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (55 - t^c) \cdot (1,2 \div 1,3), \text{ кВт}, \quad (2.28)$$

Меньший процент теплопотерь принимается для систем без циркуляции.

В большинстве гражданских зданий используются скоростные секционные водонагреватели с переменной производительностью, т.е. с регулируемым потреблением теплоносителя. Такие водонагреватели не требуют баков-аккумуляторов тепла и рассчитываются на максимальный часовой тепловой поток  $Q_{hr}^h$ .

Подбор водонагревателей заключается в определении поверхности нагрева змеевиков по формуле

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{0,001 \cdot K \cdot \Delta t \cdot \mu}, \text{ м}^2 \quad (2.29)$$

где  $K$  – коэффициент теплопередачи водонагревателя, принимается по табл. 11.2 [5]; для скоростных водоводяных водонагревателей с латунными нагревательными трубками величина  $K$  может приниматься в пределах 1200 – 3000 Вт/м<sup>2</sup> °С, причем меньшая принимается для приборов с меньшим диаметром секций;

$\mu$  – коэффициент снижения теплопередачи через теплообменную поверхность из-за отложений на стенках ( $\mu = 0.7$ );

$\Delta t$  – расчетная разность температур теплоносителя и нагреваемой воды; для противоточных скоростных водонагревателей  $\Delta t$  определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_{\text{м}}}{2,31 \lg \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\text{м}}}}, \text{ °С} \quad (2.30)$$

где  $\Delta t_{\bar{o}}$  и  $\Delta t_{\text{м}}$  – большая и меньшая разность температур теплоносителя и нагреваемой воды по концам водонагревателя.

Параметры теплоносителя в зимний расчетный период, когда работают отопительные сети зданий, принимаются в подающем трубопроводе 110 – 130 °С и в обратном – 70 °С, параметры нагреваемой воды в этот период  $t^c = 5$  °С и  $t^h = 60 \dots 70$  °С. В летний период теплосеть работает только для приготовления горячей воды; параметры теплоносителя в этот период в подающем трубопроводе 70...80 °С и в обратном 30...40 °С, параметры нагреваемой воды  $t^c = 10 \dots 20$  °С и  $t^h = 60 \dots 70$  °С.

При расчете поверхности нагрева водонагревателя может случиться, что определяющим будет летний период, когда температура теплоносителя ниже.

Для емкостных водонагревателей расчетная разность температур определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{t_n - t_k}{2} \cdot \frac{t^h - t^c}{2}, \text{ °С} \quad (2.31)$$

где  $t_n$  и  $t_k$  – начальная и конечная температура теплоносителя, °С;  
 $t^h$  и  $t^c$  – температура горячей и холодной воды, °С.

Однако емкостные водонагреватели применяются чаще для производственных зданий. Они занимают много места, в этих случаях могут устанавливаться вне помещений.

Коэффициент теплопередачи для таких водонагревателей, согласно табл. 11.2 [5], составляет 348 Вт/м<sup>20</sup>С.

Определяется потребное число стандартных секций водонагревателя

$$n_g = \frac{F}{f}, \text{ шт.} \quad (2.32)$$

где  $F$  – расчетная поверхность нагрева водонагревателя, м<sup>2</sup>;  
 $f$  – поверхность нагрева одной секции водонагревателя, м<sup>2</sup>,  
принимается по прил. 8 [5].

Потери напора в скоростном водонагревателе можно определять по формуле

$$H_{\text{вод}} = n \cdot m \cdot \sigma^2 n_g \quad (2.33)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зарастание трубок, принимается по опытным данным; при их отсутствии при одной чистке водонагревателя в год  $n = 4$ ;

$m$  – коэффициент гидравлического сопротивления одной секции водонагревателя; при длине секции 4 м  $m = 0.75$ , при длине секции 2 м  $m = 0.4$ ;

$n_g$  – число секций водонагревателя;

$\sigma$  – скорость движения нагреваемой воды в трубках водонагревателя без учета их зарастания,

$$\sigma = \frac{q^h}{1000 \cdot W_{\text{общ}}}, \text{ м/с} \quad (2.34)$$

где  $q^h$  – максимальный секундный расход воды через водонагреватель, м<sup>3</sup>/с;

$W_{\text{общ}}$  – общая площадь живого сечения трубок водонагревателя, определяется по числу трубок, принимаемому по приложению 8 [5] и диаметру трубок, принимаемому 14 мм.

#### 2.2.2.2. Расчет системы в режиме водоразбора.

Расчет системы горячего водоснабжения в режиме водоразбора заключается в определении диаметров труб подающей (распределительной) сети и потребного напора на вводе в здание. При обслуживании тепlopунктом нескольких зданий требуемый напор определяется на вводе в тепlopункт.

Порядок расчета системы в режиме водоразбора такой же, как и расчет системы холодного водопровода, описанный в пп. 2.1.4 – 2.1.6 настоящего пособия.

Вначале составляется аксонометрическая схема сети, как это описано в п. 2.1.3 пособия. На аксонометрической или отдельно построенной расчетной схеме сеть разбивается на расчетные участки. Расчет ведется в табличной форме.



Вероятность действия  $P^h$  (графа 4) определяется по формуле (2.3), а при различных потребителях горячей воды – по формуле (2.4).

Расход одного прибора  $q_0^h$  соответствует  $q_0^c$  и определяется так же, как и  $q_0^c$ . Расчетный секундный расход горячей воды  $q^h$  определяется по формуле (2.2).

Диаметры труб подающей (распределительной) сети назначаются так же, как и для сети холодного водопровода, из расчета максимального использования напора в сети холодного водопровода перед водонагревателем. В соответствии с п. 7,6 [1] скорость воды в трубах не должна превышать 3 м/с.

Таблица 2.3. - Расчет сети горячего водоснабжения в режима водоразбора.

Расчетный участок	Длина участка, м	Число приборов, N	Вероятность действия приборов, $P^h$	$N \cdot P$	$\alpha$	Расход одного прибора, $q_0^h$ л/с,	Расчетный расход, $q^h$ л/с	Диаметр, d мм	Скорость, V м/с	Удельная потеря напора, мм/пм	Потеря напора на участке, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Сеть горячего водоснабжения работает в худших условиях, чем сеть холодного водопровода, так как образование накипи уменьшает сечение труб и повышает сопротивление. В результате этого при расчете сети горячего водоснабжения нельзя использовать таблицы для гидравлического расчета труб, а для определения скорости и удельной потери напора необходимо пользоваться номограммой прил.6 [ 1 ].

Потери напора на участках сети определяются по формуле

$$H = i \cdot L(1 + k_l), \text{ мм}, \quad (2.35)$$

где  $i$  – удельные потери напора, мм/п.м, определяются по приложению;

$L$  – длина участка, м;

$k_l$  – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, который, в соответствии с [ 1 ] принимается:

0,2 – для подающих и циркуляционных трубопроводов;

0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями;

0.1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков. Требуемый напор на вводе в здание определяется по формуле

$$H = H_{geom} + H_{вв} + H_{сч} + H_{вод} + \sum H_{l,tot} + H_f, \text{ м} \quad (2.36)$$

где  $H_{geom}$  – высота подъема воды, определяемая как разница отметок расчетного прибора и земли в месте ввода;

$H_{вв}$  – потери напора на вводе;

$H_{сч}$  – потери напора в счетчике;  $H_{вв}$  и  $H_{сч}$  определяются из расчета сети холодного водоснабжения;

$H_{вод}$  – потери напора в водонагревателе, определяемые по формуле (2.33);

$\sum H_{l,tot}$  – сумма потерь напора на участках сети от расчетного прибора до счетчика, определяются из графы 12 табл. 2.1;

$H_f$  – свободный напор расчетного прибора, определяется по прил. 2 [1].

Если из одного теплослукта горячая вода подается к нескольким зданиям, то определяется требуемый напор на вводе холодной воды в этот теплослукт.

Если полученный по формуле (2.36) требуемый напор меньше или равен гарантированному напору холодной воды на вводе в здание ( или теплослукт), то расчет считается законченным.

Если  $H_m$  больше  $H_z$  на 2 – 3 м, целесообразно увеличить диаметры распределительных труб на отдельных участках сети и произвести перерасчет  $H_m$ . Обычно увеличиваются диаметры на тех участках, где потери напора наибольшие.

Если  $H_m$  значительно превышает  $H_z$ , необходимо запроектировать установку для повышения напора согласно пп. 2.1.6 настоящего пособия.

В системах с постоянным водоразбором, где не предусматривается циркуляция, расчет сети на этом заканчивается.

### 2.2.2.3. Расчет системы в режиме циркуляции

Циркуляция в системе горячего водоснабжения предусматривается с целью сохранения температуры воды у наиболее удаленного водоразборного прибора. При отсутствии циркуляции возможен большой сброс остывшей воды и значительное возрастание нерационального потребления воды. Наиболее неблагоприятным режимом при этом является полное отсутствие разбора горячей воды.

Расчет системы горячего водоснабжения в режиме циркуляции производится в следующей последовательности.

Вначале составляется расчетная схема сети на основании аксонометрической схемы, на этой схеме подающая (распределительная) сеть показывается сплошной линией, циркуляционная — пунктирной. Если предусматривается циркуляция в стояках, то за расчетную точку принимается верхняя точка наиболее удаленного от водонагревателя распределительного стояка, как показано на рис. 2.1. Если циркуляция

запроектирована только в магистрали, расчетной точкой будет нижняя точка самого удаленного стояка. Расчетные участки на циркуляционном трубопроводе обозначаются цифрами со штрихами.

За расчетные участки при условии теплоизоляции магистралей и стояков в упрощенном виде принимаются участки, где не изменяется расход воды, т.е. участки между двумя соседними ответвлениями. За расчетные участки принимаются также те, где не изменяется диаметр труб. Расчет производится по наиболее длинному циркуляционному кольцу. Для небольшого здания это будет достаточным; для больших зданий с длинной циркуляционной сетью, а так же если запроектирована система горячего водоснабжения нескольких зданий, необходим расчет всех циркуляционных колец по промежуточным стоякам с увязкой потерь напора в них.

Расчет имеет целью определить диаметры циркуляционных трубопроводов и потери напора в циркуляционных кольцах и производится в табличной форме.

Таблица 2.4 - Расчет системы горячего водоснабжения в режиме циркуляции

Расчетный участок	Длина участка, м	Циркуляционный расход, л/с	Диаметр, d мм	Скорость, V м/с	Удельная потеря напора, мм/на 1 пог.м	Потеря напора на участке, мм
1	2	3	4	5	6	7

Длина участка принимается из аксонометрической схемы; при этом можно использовать табл. 2.3.

Диаметр подающих трубопроводов принимается из табл. 2.3; диаметр циркуляционных труб принимается равным или на размер меньше диаметра подающих.

Циркуляционный расход на участках сети определяется по формуле (15)[1]:

$$q^{ciz} = \beta \cdot \sum \frac{Q^{ht}}{4,2\Delta t}, \text{ л/с} \quad (2.37)$$

где  $\beta$  – коэффициент регулировки циркуляции;

$Q^{ht}$  – теплотери подающими и циркуляционными трубами горячего водоснабжения, кВт;

$\Delta t$  – разность температур в подающих трубопроводах от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °С. Величина теплотери определяется по формуле

$$Q^{ht} = \sum_1^i Q_i^{ht} = \sum K_i \pi \cdot D_i \cdot l_i \cdot \Delta t^\circ \cdot (1 - \eta) = \sum Q_{y\partial \cdot l_i}^{ht} \quad (2.38)$$

где  $K_i$  – коэффициент теплопередачи неизолированными трубами, принимаемый равным  $11.63 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  [5];

$D_i$  – наружный диаметр труб на расчетном участке, м;

$l_i$  – длина участка, м;

$\eta$  – КПД теплоизоляции, принимается равным 0.6 [5];

$\Delta t$  – разность температур воды на расчетном участке и окружающего воздуха помещения;

$Q_{уд}^{ht}$  – удельные теплотери 1 м трубопровода в зависимости от  $\Delta t$ ° принимаются по табл. 1.3.1 [5].

Значения  $\Delta t$  и  $\beta$  в соответствии с [1] принимаются:

– для систем, в которых не предусматривается циркуляция в стояках  $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\beta = 1$ ;

– для систем, в которых предусматривается циркуляция воды в стояках при переменном сопротивлении стояков,  $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\beta = 1$ ; при одинаковом сопротивлении стояков  $\Delta t = 8,5 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\beta = 1,3$ ;

– для систем с секционными узлами и кольцующими перемычками  $\Delta t = 8,5 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\beta = 1$ .

Для упрощения расчетов в курсовых проектах допускается циркуляционный расход принимать в размере 20% от расчетного расхода горячей воды на соответствующих участках, т.е.

$$q^{cir} = 0,2 \cdot q^h, \text{ л/с} \quad (2.39)$$

Скорость воды в трубах и удельные потери напора принимаются по номограмме прил. 6 [1] в зависимости от величины  $q^{cir}$  на соответствующем участке.

Потери напора на участках циркуляционного кольца определяются по формуле (2.35).

Сумма графы 7 определит общую потерю напора при пропуске циркуляционного расхода.

Определяется возможность естественной циркуляции. Естественный циркуляционный напор определится по формулам:

а) для систем с верхней разводкой магистралей

$$H_y^g = h \cdot (\rho_z - \rho_{zc}), \text{ мм} \quad (2.40)$$

б) для систем с нижней разводкой магистралей

$$H_y^h = h(\rho_0 - \rho_z) + h \cdot (\rho_z - \rho_{zc}), \text{ мм} \quad (2.41)$$

где  $h$  – расстояние по вертикали от оси нагревателя до верха расчетного стояка, м;

$h_i$  – расстояние по вертикали от оси нагревателя до низа расчетного стояка, м;

$\rho_{zc}$  – плотность горячей воды в главном стояке (при температуре воды, выходящей из водонагревателя),  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_2$  – плотность горячей воды в наиболее удаленном распределительном стояке, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_0$  – плотность горячей воды в расчетном обратном стояке, кг/м<sup>3</sup>.

Этот естественный циркуляционный напор сравнивается с потерями напора, вычисленными по циркуляционному кольцу с учетом потерь в водонагревателе.

Необходимо отметить, что естественный циркуляционный напор имеет небольшую величину. Практический опыт показывает, что системы с естественной циркуляцией могут применяться для сети протяженностью не более 50 м при верхней разводке и не более 35 м при нижней разводке. В табл. 12.1 [5] приведены условия возможной работы систем горячего водоснабжения при естественной циркуляции.

#### **2.2.2.4. Особенности расчета систем с насосной циркуляцией и с непосредственным разбором горячей воды из теплосети.**

При подборе циркуляционного насоса его производительность рассчитывается на циркуляционный расход с учетом частичного водоразбора в размере 15% от расчетного расхода горячей воды, т.е.

$$q_{cir}^{sp} = q^{cir} + 0,15q^h, \text{ л/с} \quad (2.42)$$

где  $q_{cir}^{sp}$  – требуемая производительность циркуляционного насоса;

$q^{cir}$  – циркуляционный расход в системе горячего водоснабжения, определяемый по формулам (2.37) или (2.39), л/с;

$q^h$  – расчетный расход горячей воды, л/с.

Требуемый напор насоса для обеспечения циркуляции определяется по формуле

$$H_{p,cir} = \sum H_{tot,i}^{\Pi} \left( \frac{0,15 \cdot q^h + q^{cir}}{q^{cir}} \right)^2 + \sum H_{tot,i}^{\psi}, \text{ м} \quad (2.43)$$

где  $\sum H_{tot,i}^{\Pi}$  – сумма потерь напора подающими трубами при режиме циркуляции, принимаются из табл. 2.3;

$\sum H_{tot,i}^{\psi}$  – сумма потерь напора циркуляционными трубами, принимаются из табл. 2.3.

Если при расчете сети горячего водоснабжения в режиме водоразбора окажется, что требуется повышение напора, то в этом случае насосы работают в режиме циркуляционно-повысительных. Требуемая производительность такого насоса определится по формуле

$$q^{sp} = q^h + q^{cir}, \text{ л/с} \quad (2.44)$$

Требуемый напор циркуляционно-повысительного насоса определится, как больший из требуемых для повышения напора при водоразборе и при циркуляции. Последний определится по формуле

$$H_p = \sum H_{tot,i}^{\Pi} \left( \frac{q^h + q^{cir}}{q^{cir}} \right)^2 + \sum H_{tot,i}^U, \text{ м} \quad (2.45)$$

В системах горячего водоснабжения с непосредственным разбором горячей воды из теплосети необходимая величина циркуляционного расхода (полученная расчетом в разделе (2.2.2.3) обеспечивается диафрагмой, устанавливаемой на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к обратной линии теплосети.

Диаметр отверстия диафрагмы определяется по номограмме 6 прил. 4 [5] или по формуле

$$d_{\partial} = 20 \sqrt{\frac{q}{0.0316 \cdot \sqrt{H_{cp}} + 350 \frac{q}{d^2}}}, \text{ мм} \quad (2.46)$$

где  $q$  – расход горячей воды, проходящей через диафрагму, равный  $q^{cir}$  на последнем участке циркуляционной сети;

$d$  – диаметр циркуляционного трубопровода, мм;

$H_{cp}$  – избыточный напор, м, который необходимо погасить диафрагмой;

$$H_{cp} = \Delta H_c - \sum H_l^{tot} \quad (2.47)$$

где  $\Delta H_c$  – разница напоров в подающем и обратном трубопроводах теплосети, м;

$\sum H_l^{tot}$  – потери напора в расчетном циркуляционном кольце при пропуске циркуляционного расхода.

#### 2.2.2.5. Расчет баков-аккумуляторов и трубопроводов теплоносителя

В качестве индивидуальных заданий для отдельных зданий с неравномерным потреблением горячей воды студентам может быть предложен расчет и подбор бака-аккумулятора горячей воды.

В соответствии с п. 13.4 [1] регулируемую емкость бака-аккумулятора  $W$ , м<sup>3</sup>, при мощности водонагревателя, не обеспечивающего максимального часового потребления теплоты, определяется по формуле

$$W = \frac{J \cdot T \cdot Q_t^h}{1,16(55 - t^c)}, \text{ м}^3 \quad (2.48)$$

где  $J$  – относительная величина регулирующего объема;

$T$  – продолжительность периода потребления горячей воды в течение суток, ч;

$Q_t^h$  – средний часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup>/ч.

Относительная величина регулирующего объема  $J_{1,2}$  может быть определена по формулам:

а) при непрерывной работе водонагревателя с различной производительностью в течение расчетного периода (сутки, смена)

$$J_1 = 1 - K_{hr}^{ht,sp} + \left( K_{hr}^{ht} - 1 \right) \left( \frac{K_{hr}^{ht}}{h_{hr}^{ht}} \right)^{\frac{K_{hr}^{ht}}{K_{hr}^{ht} - 1}} \quad (2.49)$$

б) при равномерной и непрерывной работе водонагревателя

$$J_2 = 1 - K_{hr}^{ht,sp} + \left( K_{hr}^{ht} - 1 \right) \left( \frac{K_{hr}^{ht}}{h_{hr}^{ht}} \right)^{\frac{K_{hr}^{ht}}{K_{hr}^{ht} - 1}} + \left( \frac{K_{hr}^{ht,sp} - 1}{K_{hr}^{ht,sp}} \right)^{K_{sp}^{ht}} \quad (2.50)$$

где  $K_{hr}^{ht}$  – коэффициент часовой неравномерности теплопотребления,

$$K_{hr}^{ht} = \frac{Q_{hr}^h}{Q_T} \quad (2.51)$$

$K_{hr}^{ht,sp}$  – коэффициент часовой неравномерности подачи тепла водонагревателем

$$K_{hr}^{ht,sp} = \frac{Q^{sp}}{Q_t^h} \quad (2.52)$$

где  $Q^{sp}$  – расчетная мощность водонагревателя, кВт.

Величины  $J_1$  и  $J_2$  рекомендуется определять по прил. 7 и 8 [1].

Сеть теплоносителя представляет собой систему трубопроводов, соединяющих генератор тепла (котел, теплосеть) с водонагревателем. Диаметры подающих и обратных труб теплоносителя определяются аналогично диаметрам подающих и циркуляционных труб сети горячего водоснабжения.

Величину располагаемого напора при естественной циркуляции можно определить по формуле

$$H_T = h_T (\rho_0 - \rho_c), \text{ мм} \quad (2.53)$$

где  $h_T$  – расстояние по вертикали между осями генератора тепла и водонагревателя, м;

$\rho_0$  и  $\rho_c$  – плотность теплоносителя соответственно в обратной и подающей линии, кг/м<sup>3</sup>.

## 2.3. Проектирование системы водоотведения зданий.

### 2.3.1. Внутридомовая система водоотведения.

#### 2.3.1.1. Выбор системы водоотведения, трассировка и прокладка водоотводящей сети.

В соответствии с видом отводимых сточных вод системы внутреннего водоотведения бывают хозяйственно-бытовые, производственные и дождевые или внутренние водостоки. В производственных зданиях может

быть объединенная система, когда производственные стоки отводятся одной сетью с хозяйственно-бытовыми, и отдельная, когда производственные стоки отводятся отдельной одной или несколькими сетями. Атмосферные воды с крыш зданий обычно отводятся самостоятельной сетью внутренних водостоков.

В некоторых коммунальных зданиях перед сбросом сточных вод в уличную водоотводящую сеть требуется предварительная очистка сточных вод. Например, на предприятиях общественного питания на 200 мест и более сточные воды от овощных цехов отводят в песколовку, располагающуюся в помещении цеха, а стоки моечных, мясорыбных заготовочных и кухонь отводят по отдельной сети к жирословителю, расположенному вне здания, и лишь после этого направляют в наружную бытовую водоотводящую сеть.

Решение схемы внутреннего водоотведения производится на основании внутренней планировки здания в соответствии с расположением санитарных приборов. Особенности проектирования, водоотводящих сетей является их самотечный режим и опасность сточных вод в санитарном отношении, поэтому они должны кратчайшим путем отводиться за пределы здания с возможно меньшим числом поворотов. Остальные требования при проектировании внутренней водоотводящей сети такие же, как и для внутреннего водопровода. Они изложены в п.2.1.2 настоящего пособия.

Стояки водоотводящей сети располагаются вблизи групп санитарных приборов ближе к прибору с наиболее концентрированными сточными водами. Они прокладываются, как правило, по капитальным стенам, колоннам, в монтажных шахтах, блоках и кабинах совместно со стояками холодного и горячего водоснабжения. В жилых зданиях стояки прокладываются в помещениях туалетов, как правило, по оси унитазов. Если планировка здания имеет смежные санузелы, то один стояк принимает сточные воды двух смежных санузелов.

Стояки водоотводящей сети должны иметь вытяжную часть, которая выводится выше крыши здания на высоту не менее, м:

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

Выводимые выше кровли вытяжные части водоотводящих стояков размещаются от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4,0 м по горизонтали.

Флюгарки на вентиляционных стояках предусматривать не требуется.

Диаметр вытяжной части стояков принимается равным диаметру сточной части. Допускается объединять поверху одной вытяжной частью несколько водоотводящих стояков, а также диаметры участков сборного вентиляционного трубопровода принимаются не менее:

при числе санитарных приборов не более 120 – 100 (мм), то же 300 – 125 (мм), 1200 – 150 (мм), свыше 1200 – 200 (мм).



Допускается предусматривать невентилируемые водоотводящие стояки в следующих зданиях и сооружениях:

- в сельских одноэтажных жилых зданиях;
- во всех остальных случаях, если имеется не менее одного вентилируемого стояка и расход сточной жидкости в стояках не превышает значений, указанных в табл. 9 [1].

Невентилируемый водоотводящий стояк должен заканчиваться прочисткой, устанавливаемой в раструб прямого отростка тройника или крестовины на уровне присоединения к этому стояку наиболее высоко расположенных приборов.

Отводные трубопроводы от санитарных приборов к водоотводящим стоякам прокладываются вдоль внутренних стен над полом или под потолком располагаемого ниже этажа. Под потолком обычно прокладываются трубы от приборов, располагающихся на полу: трапов, kloзетных чаш, напольных писсуаров или от группы 3 и более унитазов с прямым выпуском. Отводные линии не должны пересекать дверные и оконные проемы и прорезать несущие балки.

Не допускается прокладка отводных линий под потолком в стенах и в полу жилых комнат, спальных помещений детских учреждений, больничных палат, рабочих комнат административных зданий, учебных аудиторий, электрощитовых и трансформаторных и др. подобных помещений.

Водоотводящие выпуски предназначены для отведения сточных вод от одного или группы близко расположенных стояков за пределы здания. Они прокладываются вдоль стен в технических подпольях, под потолком или полом подвала. При отсутствии подвала они располагаются в каналах или под полом первого этажа. При проектировании выпусков нужно стремиться к тому, чтобы они кратчайшим путем отводили стоки за пределы здания и имели минимальное количество поворотов. Последнее относится также и к прокладке отводных линий от санитарных приборов. Выпуски за пределами зданий заканчиваются колодцами дворовой сети. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца не должна превышать 8,0 м при диаметре выпуска 50 мм, 12,0 м – при диаметре 100 мм и 15,0 м – при диаметре 150 мм и более.

Для устройства внутренней водоотводящей сети применяются в основном чугунные и полиэтиленовые раструбные трубы диаметром от 50 до 150 мм. Для агрессивных производственных сточных вод используются винипластовые трубы диаметром 20 – 150 мм, выдерживающие давление до 0,25 МПа. Для отведения производственных сточных вод, не выделяющих паров или газов, можно применять водоотведение в лотках. Лотковую сеть необходимо проектировать при отведении сточных вод, загрязненных легко осаждающимися взвешенными и другими веществами, быстро заиливающими трубопроводы, а также при невозможности прочистки трубопроводов.

При проектировании санузлов жилых зданий следует руководствоваться типовыми решениями санузлов и планировки санкабин.

На сетях внутреннего бытового и производственного водоотведения для прочистки трубопроводов устанавливают ревизии и прочистки.

Ревизии устанавливаются на стояках на нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов, кроме того, и на расположенных выше отступов этажах. В жилых зданиях высотой более 5 этажей ревизии должны быть установлены не реже, чем через 3 этажа. Ревизии устанавливаются на высоте 1 м от пола, но не менее 0.15 м выше борта присоединяемого прибора.

Прочистки устанавливаются на отводных линиях и выпусках в следующих случаях:

- в начале участков отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки;
- на поворотах сети при угле поворота 30 и более.

На сетях отведения бытовых стоков, прокладываемых в магазинах, столовых, кафетериях и буфетах, ревизии не применяют.

#### **2.3.1.2. Аксонометрическая схема водоотводящей сети.**

В соответствии с заданием руководителя выполняется аксонометрическая схема всей водоотводящей сети, группы стояков, объединенных одним выпуском, или отдельного стояка и выпуска.

Аксонометрическая схема водоотведения включает все элементы сети от места присоединения выпуска к смотровому колодцу до верхнего обреза вентиляционной части стояка. Она выполняется аналогично схеме водопроводной сети. Все санитарные приборы показываются условными обозначениями. Отличием аксонометрической схемы водоотведения от схемы водопровода является то, что на ней необходимо показывать все фасонные соединительные части засечками.

На аксонометрической схеме водоотводящей сети приводятся обозначения стояков, диаметры трубопроводов, уклоны отводных труб и выпусков, отметки присоединения отводных труб к стоякам, а также выпусков в местах перехода в стояк и пересечения фундамента здания, устройства для прочистки сети (ревизии и прочистки).

Аксонометрическая схема стояка СтК1-1 для приводимого выше здания показана в прил. 6.

#### **2.3.1.3. Проверочный расчет внутренней водоотводящей сети.**

Расчет внутренней водоотводящей сети заключается в проверке пропускной способности принятых диаметров труб.

Необходимо иметь в виду, что чугунные канализационные трубы для внутренней сети по ГОСТ 6942-98 выпускаются диаметрами 50, 100 и 150 мм, пластмассовые по ГОСТ 22689-77 — диаметрами 40, 100 и 150 мм.

Диаметры отводных труб принимаются по наибольшему диаметру выпусков, присоединяемых к ним санитарных приборов, в соответствии с прил. 2 [1]; диаметры стояков — по наибольшему диаметру присоединяемых к ним отводных труб, а диаметры выпусков — по наибольшему диаметру присоединяемых к ним стояков.

Проверка пропускной способности стояков производится по допускаемому расходу в соответствии с табл. 8 и 9[1] в зависимости от угла присоединения отводных труб.

Максимальный секундный расход сточных вод  $q$  определяется по формулам:

а) при максимальном секундном расходе воды и  $q^{tot} \leq 8$  л/с

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с} \quad (2.54)$$

где  $q^{tot}$  — максимальный секундный расход в сетях холодного и горячего водоснабжения, который определяется по вышеприведенной формуле (2.2);

$q_0^s$  — расход сточных вод одним прибором с максимальным расходом, принимается по прил. 2 [1];

б) в других случаях

$$q^s = q^{tot}, \text{ л/с} \quad (2.55)$$

Необходимо иметь в виду, что при определении расчетных расходов по формуле (2.2)  $q_0^s$  принимается только для одного прибора, независимо от того, на каком участке определяется расчетный расход.

Проверка пропускной способности отводных труб и выпусков производится в соответствии с п. 18.2[1] по формуле

$$v \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K \quad (2.56)$$

где  $U$  — скорость движения жидкости, м/с;

$\frac{H}{d}$  — наполнение;

$K=0,5$  — для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

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

Скорость и наполнение принимаются по таблицам для гидравлического расчета водоотводящих труб или по рекомендуемому прил. 9[1], в зависимости от принятых диаметра и уклона. При этом скорость должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение — не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнение условия формулы (2.56) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40 – 50 следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 100 — с уклоном 0,02.

При расчете внутреннего водоотведения здания обычно производится проверка наиболее нагруженного стояка и выпуска.

### **2.3.2. Дворовая водоотводящая сеть.**

#### **2.3.2.1. Трассировка и устройство дворовой и микрорайонной водоотводящей сети.**

Дворовая водоотводящая сеть предназначена для отведения сточных вод от одного или нескольких зданий в уличный водоотводящий коллектор. Она объединяет водоотводящие выпуски из зданий, которые проектируются, как правило, на дворовой фасад, чтобы не загромождать насыщенное инженерными коммуникациями подземное пространство улиц и не создавать помехи уличному движению в случаях обслуживания и ремонта сетей.

Трасса дворовой сети водоотведения прокладывается параллельно наружным стенам зданий на расстоянии не менее 3,0 м от них с использованием уклона местности и по кратчайшему расстоянию к уличному коллектору. Необходимо стремиться к тому, чтобы трасса дворовой сети не проходила по проездам, так как это создает помехи движению транспорта.

Для осмотра и прочистки сетей в случае засорения предусматривается устройство смотровых колодцев. Они проектируются в местах присоединения выпусков из зданий и других ответвлений, поворотов, при изменении уклонов и диаметров труб, а также на прямых участках на расстоянии не более 35,0 м друг от друга при диаметрах труб 150 мм и 40 – 50 мм — при диаметрах более 150 мм.

Для контроля качества сточных вод, сбрасываемых в городскую сеть водоотведения, в конце дворовой сети на расстоянии 1.5 м от красной линии застройки устраивается контрольный колодец. Водоотводящая сеть одного или нескольких зданий при наличии вблизи сборного трубопровода микрорайонной водоотводящей сети может быть присоединена к нему без устройства контрольного колодца.

При глубине колодца до 2,0 м и диаметре труб до 200 мм колодцы принимаются диаметром 700 мм. При большей глубине заложения и диаметрах труб больше 200 мм диаметр колодца принимается 1000 – 1200 мм.

В настоящее время городские территории застраиваются в виде микрорайонов. В этих случаях проектируется микрорайонная водоотводящая сеть. Принцип ее проектирования такой же, как и дворовой, однако она имеет большую разветвленность, увеличение расходов сточных вод вызывает увеличение диаметров труб. При определенных условиях трасса коллектора может проходить через территорию микрорайона.

Дворовая водоотводящая сеть, так же как и ввод в здание, в курсовых и дипломных проектах изображается на генплане участка, выполненном в масштабе 1:500. Если в задании генплан отсутствует, то необходимо начертить его самостоятельно, обозначив проектируемое здание, уличные сети водоснабжения и водоотведения, ввод в здание, дворовую водоотводящую сеть и горизонтали. Можно принять ровную площадку, т.е.

без горизонталей, но при этом необходимо указать отметку поверхности земли в месте строительства.

### 2.3.2.2. Проверочный расчет дворовой сети водоотведения.

Расчет дворовой водоотводящей сети заключается в определении диаметров и уклонов труб. Основанием для расчета служат расчетные расходы на участках дворовой сети, которые определяются по формуле (2.54).

Расчет дворовой сети водоотведения сводится в таблицу.

Таблица 2.5 - Ведомость расчета дворовой водоотводящей сети

Номера участков	Длина участка, м	Число приборов	Расчетный расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Уклон, %	Падение, м	H/d	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	нач 10

Отметки							Глубина колодцев, м		Примеч.
земли	воды		лотка		шелыги				
кон.	нач.	кон.	нач.	кон.	нач.	кон.	нач.	кон.	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Номера участков и их длина (графы 1-2) принимаются из генплана участка. Число приборов на каждом участке определяется по плану здания. Расчетные расходы определяются по формуле (2.54). Диаметры труб дворовой сети от одного здания, как правило, не бывают более 150 мм.

После заполнения граф 1 – 5 на основании генплана заполняются графы 10 – 11. Затем определяется начальная глубина заложения труб, которая принимается на 0.3 м. меньше глубины промерзания, но не менее 0.7 м до верха трубы. Эта глубина записывается в графе 18 на первом участке сети. Разность отметки земли и глубины первого колодца дают отметку лотка трубы первого колодца, которая записывается в графу 14.

При выборе уклона труб можно руководствоваться следующими соображениями. Если глубина заложения уличного коллектора небольшая (до 3 м), то уклон определяется разностью отметок лотков первого колодца и уличного коллектора (графы 14 – 15), поделенной на общую длину всех участков (отметка лотка городского коллектора определяется также разностью отметки поверхности земли в этой точке и глубины заложения уличного коллектора).

Если глубина уличного коллектора больше 3 м, то целесообразно в целях уменьшения объема земляных работ принять минимальный уклон, чтобы обеспечить скорость движения сточной жидкости не менее 0,7 м/с, а затем в

контрольном колодце предусмотреть перепад лотков. При этом уклон должен быть не менее 8 ‰ (0,008).

После назначения уклона по ранее вычисленному расходу сточных вод по таблицам для гидравлического расчета водоотводящих сетей или номограмме прил. 9 [1] определяются скорость и наполнение труб (графы 6,9). Затем вычисляется падение (графа 8) как произведение уклона на длину участка. Отметка лотка труб в конце участка (графа 15) определяется вычитанием из предыдущей отметки падения.

Затем к отметке лотка прибавляется высота потока в трубе (графы 12-13), определяемая, как произведение наполнения (в долях) на диаметр (в метрах) (графы 5-9).

Отметка шельги определяется путем сложения отметки лотка и диаметра трубопровода (графы 16-17). Так как диаметр труб на последующем участке не изменяется, то трубы соединяются по воде. Отметка воды в конце первого участка переписывается в начало следующего участка и расчет повторяется.

Необходимо отметить, что присоединение дворовой сети к уличной производится по верху труб. Ввиду разницы диаметров дворовой и уличной сети в уличном колодце (конец графы 19) должно быть две отметки лотков труб: для дворовой и для уличной сети, которые будут отличаться на разницу диаметров труб.

### **2.3.3. Внутренние водостоки**

#### **2.3.3.1. Трассировка и устройство внутренних водостоков**

Внутренние водостоки предназначены для отведения дождевых и талых вод с крыш зданий в наружную дождевую канализацию. Внутренние водостоки представляют собой самостоятельную систему, не связанную с хозяйственно-бытовой или производственной системами водоотведения. Система внутренних водостоков состоит из следующих основных элементов: водосточных (приемных) воронок, отводных (подвесных) линий, водосточных стояков и выпусков. В зданиях с большой площадью кровли, особенно производственных, устраивается подпольная сеть водостоков. При отсутствии закрытой дождевой или общесплавной сети водоотведения выпуски устраиваются в открытые лотки около здания.

В зависимости от трассировки и схемы сети внутренние водостоки бывают с перпендикулярной и пересеченной схемой.

При перпендикулярной схеме отсутствуют подвесные линии. От водосточных воронок дождевые воды отводят по стоякам, непосредственно соединенным с открытыми или закрытыми выпусками.

По пересеченной схеме на чердаке здания устраиваются сборные подвесные линии или сборные подпольные коллекторы, размещаемые в подвале или техническом подполье здания.

Водосточные воронки на кровле размещаются с учетом ее рельефа, допускаемой площади водосбора на одну воронку и конструкции здания. На скатных кровлях они устанавливаются в наиболее низких местах ендовы или разжелобка. На плоских кровлях воронки располагаются в рядах колонн не менее одной воронки в каждом ряду. На плоских кровлях секционных жилых зданий предусматривается по одной воронке на каждую жилую секцию, размещая их по внутренней продольной оси здания.

Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48,0 м.

Водосточные воронки изготавливаются диаметром 85, 100, 150 и 200 мм. Подвесные отводные трубопроводы укрепляются на фермах, балках, стенах чердачных помещений и технических этажей. Они прокладываются с уклоном не менее 0,005.

Стояки располагаются в отапливаемых помещениях около внутренних стен или колонн. В жилых зданиях водосточные стояки прокладываются в лестничных клетках у стен, не смежных с жилыми комнатами; в общественных зданиях также в коридорах, подсобных помещениях.

Выпуски проектируются как в сторону уличного, так и дворового фасада здания, если имеется внутридворовая сеть отведения дождевых вод. При отсутствии подземной дождевой сети организуется сброс воды открыто на тротуар, отмостку – в лотки, устроенные на поверхности земли. Открытый выпуск устраивается на высоте не менее 200 мм от поверхности отмостки и оборудуются гидрозатвором высотой не менее 100 мм в помещении, температура в котором не ниже +5 °С.

Для устройства водосточной сети применяются асбестоцементные, чугунные и пластмассовые трубы. На подвесных линиях при наличии вибрационных нагрузок допускается применение стальных труб.

Для прочистки сети внутренних водостоков предусматривается установка ревизий, прочисток и смотровых колодцев, так же, как и для хозяйственно – бытовой сети. При длине подвесной линии до 24,0 м прочистку в начале участка допускается не устанавливать.

### **2.3.3.2. Проверочный расчет внутренних водостоков**

Расчет внутренних водостоков заключается в проверке пропускной способности принятых диаметров труб.

Диаметры подвесных линий принимаются не менее диаметра выпуска присоединяемых к ним водосточных воронок. Диаметры стояков должны быть не менее диаметров присоединяемых к ним отводных линий или выпусков воронок (при непосредственном присоединении воронок к стоякам). Диаметры подпольной сети водостоков определяются так же, как и диаметры труб дворовой водоотводящей сети (см. п. 2.3.2.2.).

Расчетный расход дождевых вод в л/с с водосборной площади определяется по формулам:

для плоских кровель с уклоном до 1.5%

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} \quad (2.57)$$

для скатных кровель с уклоном более 1.5%

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{10000} \quad (2.58)$$

Здесь  $F$  — водосборная площадь, м<sup>2</sup>;

$q_{20}$  — интенсивность дождя, л/с с 1 га, определяемая согласно ; [3]

$q_5$  — интенсивность дождя, определяемая по формуле

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20}, \text{ л/с с 1 га} \quad (2.59)$$

где  $n$  — параметр, принимаемый согласно [3].

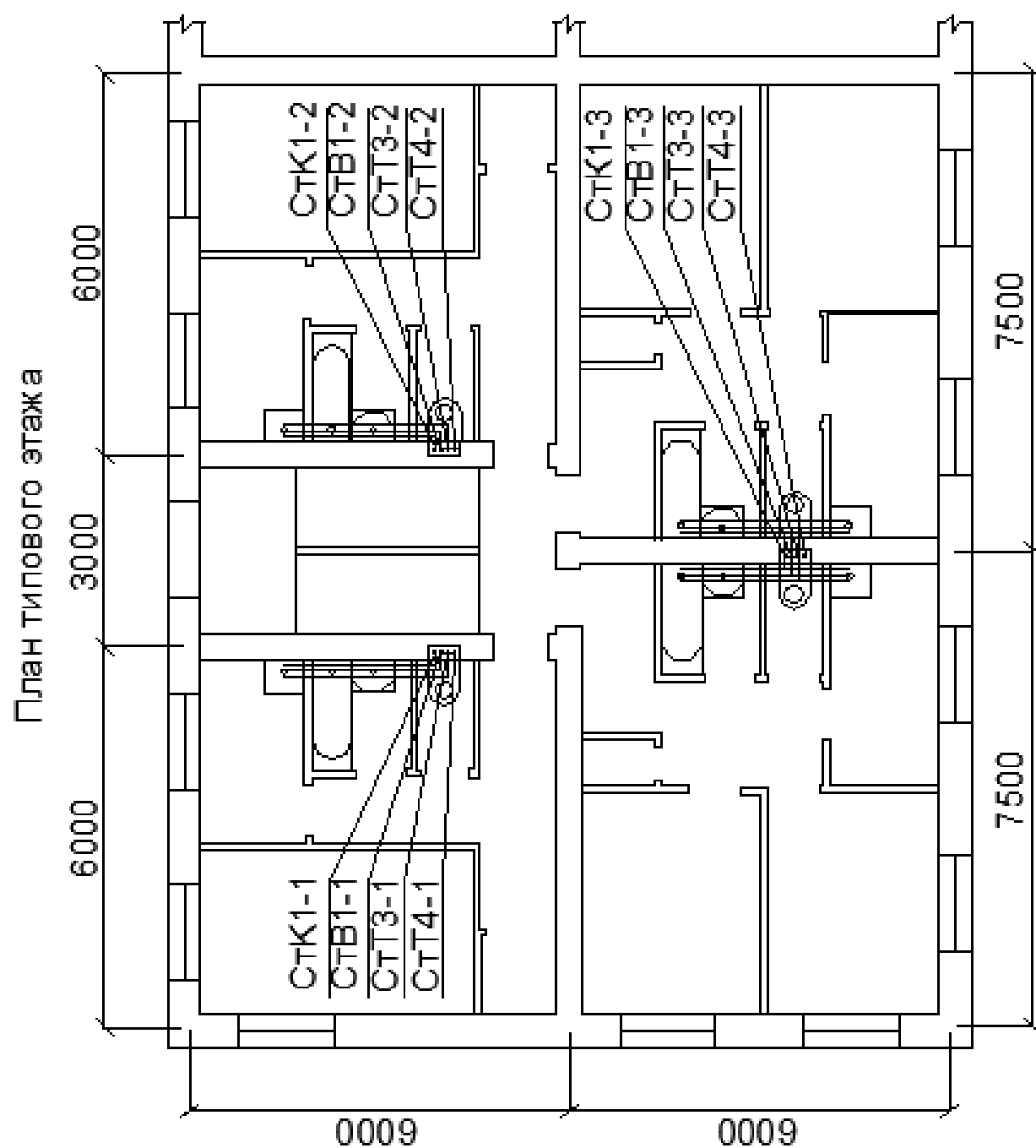
Расчетный расход дождевых вод не должен превышать:

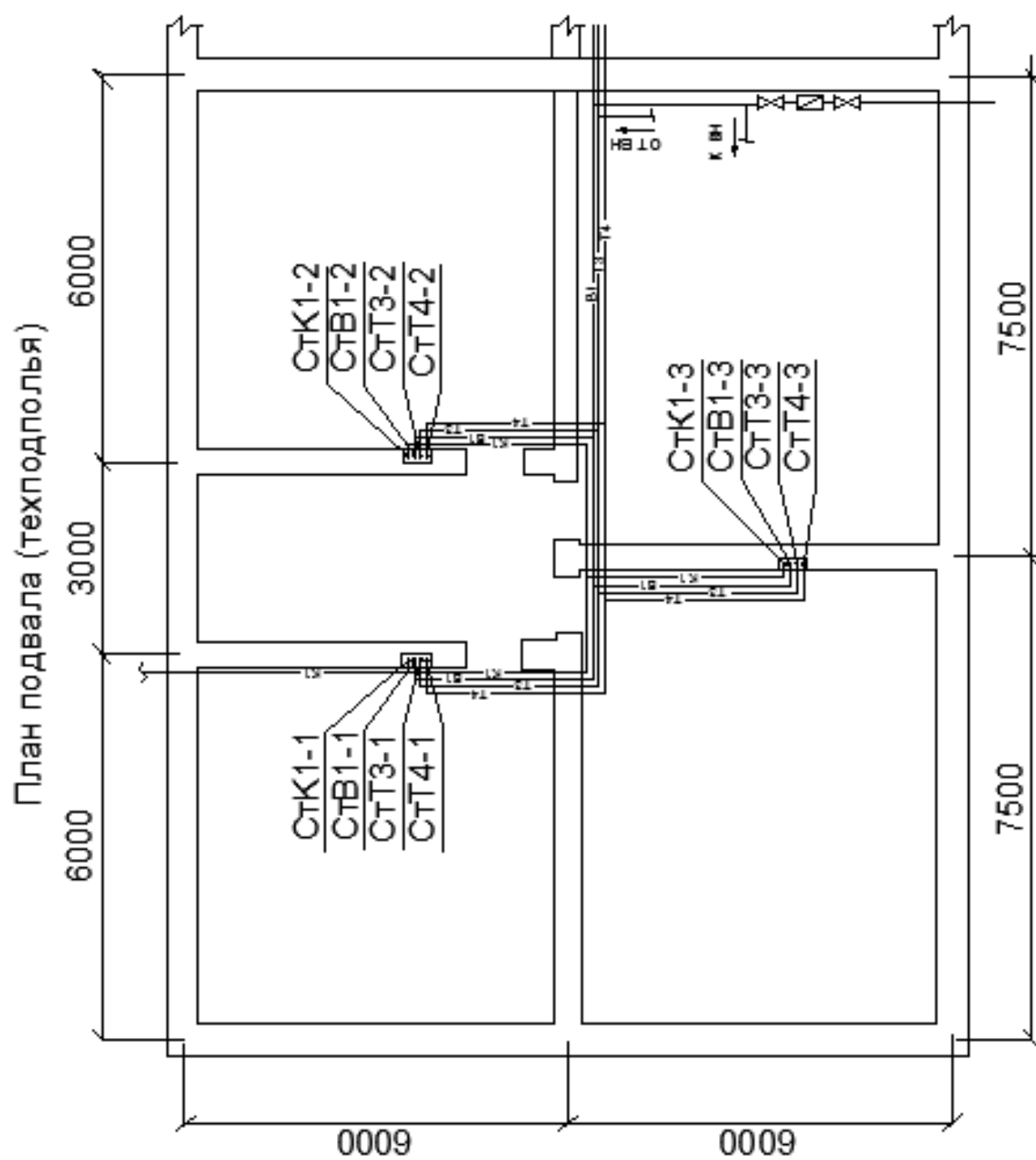
- для воронки диаметром 80 мм — 5 л/с, 100 мм — 12 л/с;

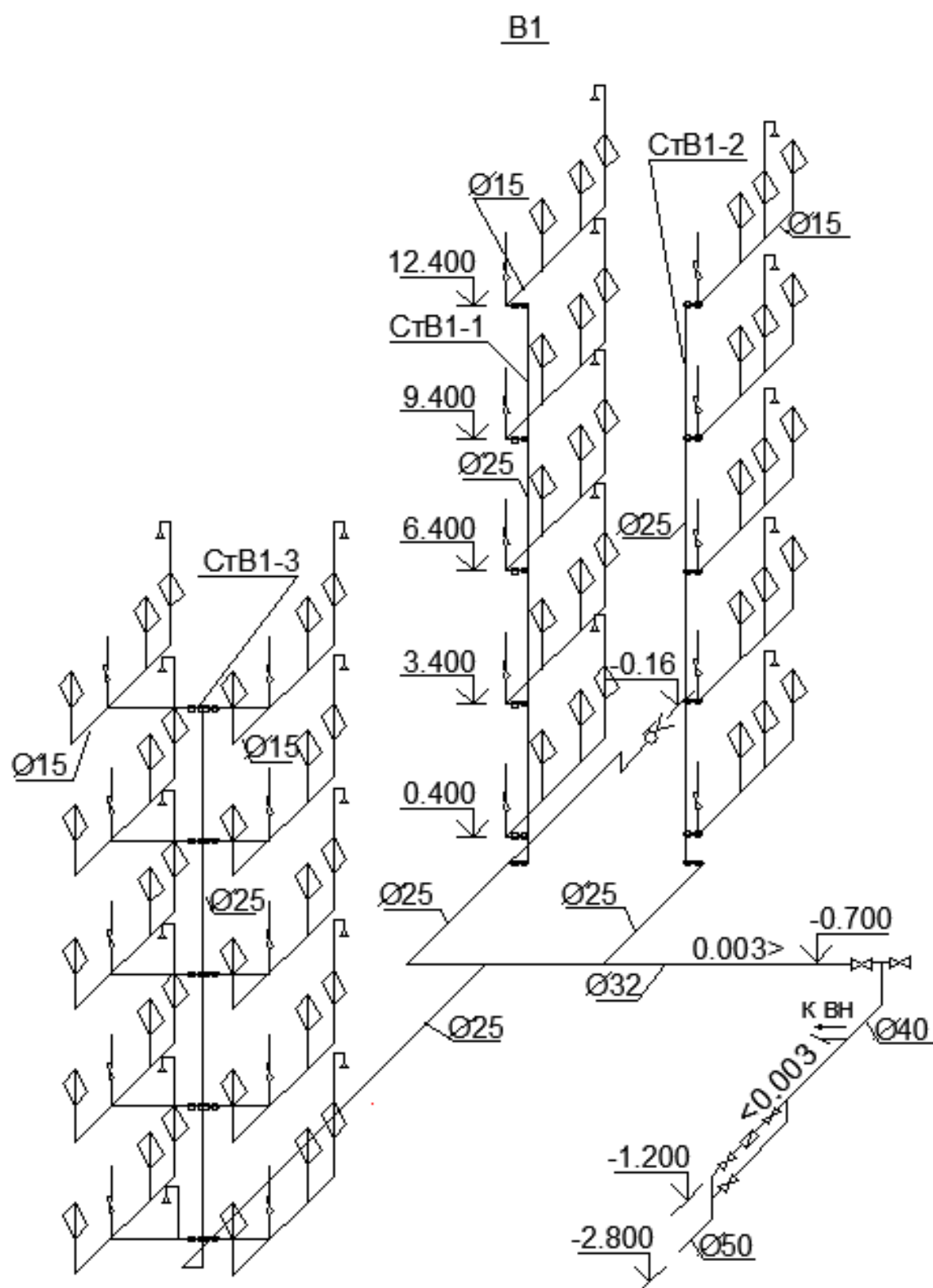
- для стояка диаметром 80 мм — 10 л/с, 100 мм — 20 л/с, 150 мм — 50 л/с, 200 мм — 80 л/с.

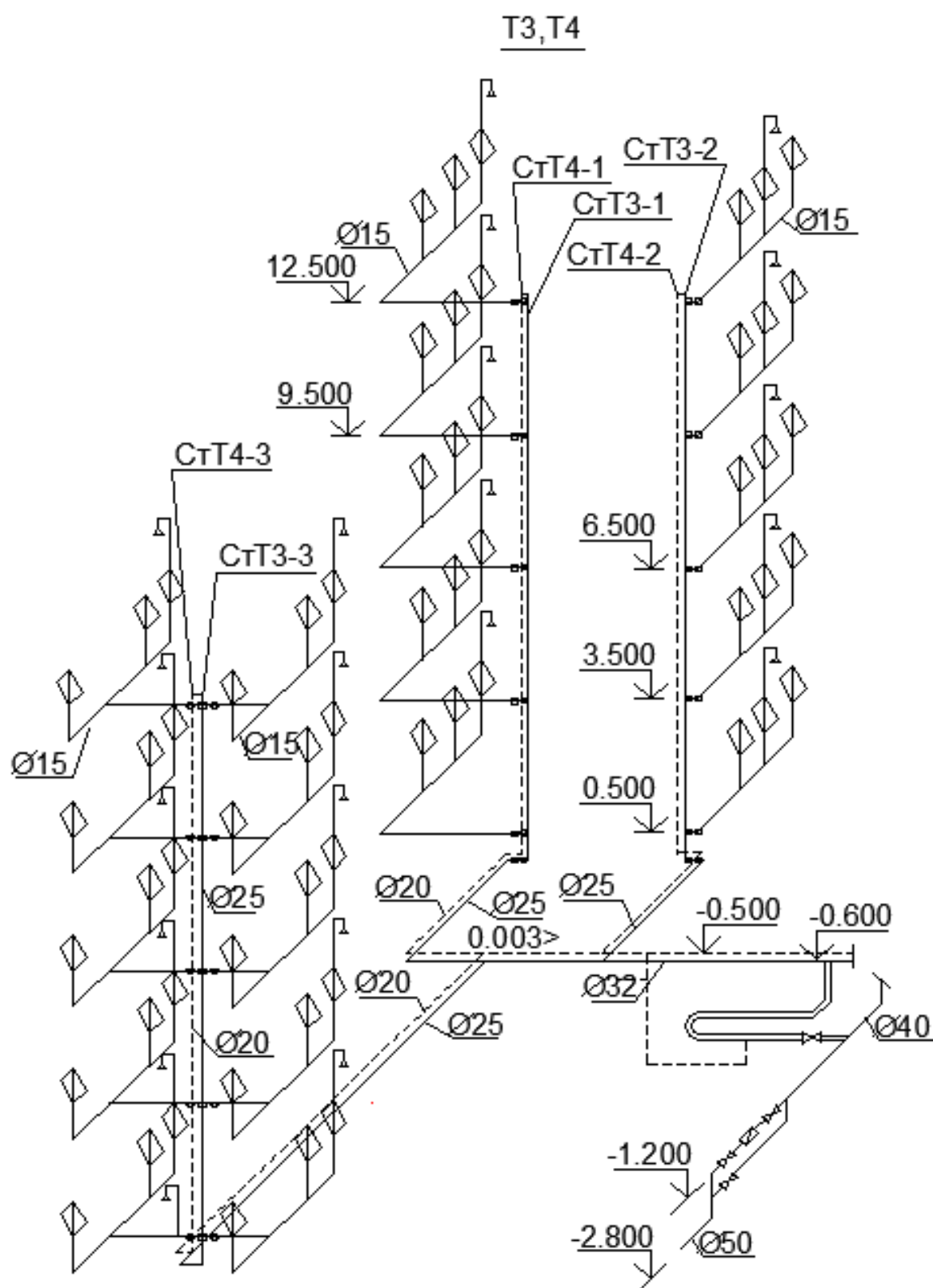
Система внутренних водостоков рассчитывается, как правило, по самотечному режиму. Пропускная способность стояков определяется по приведенным выше нагрузкам. Наполнение отводных труб и подпольной сети водостоков принимается не более 0,8 диаметра.



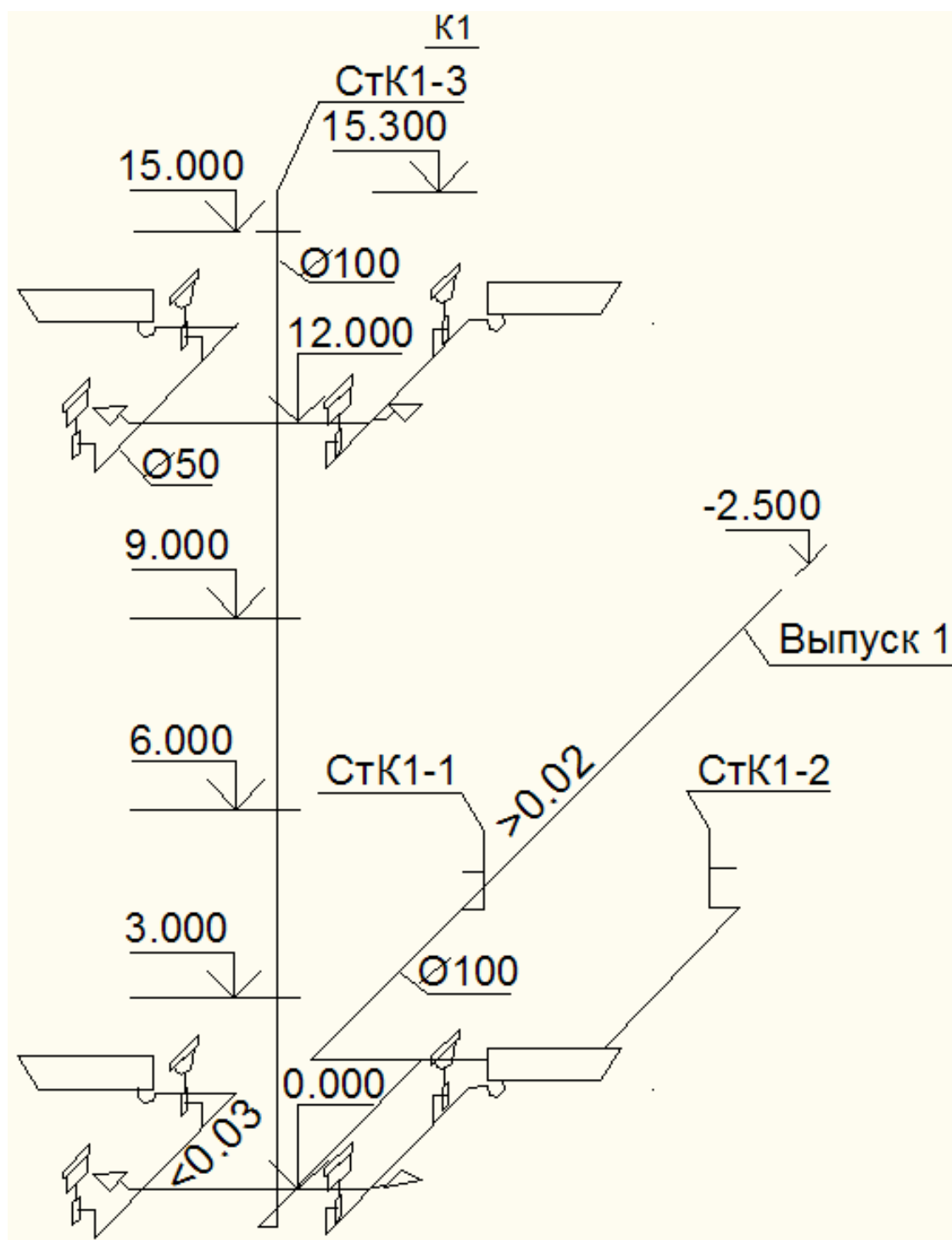






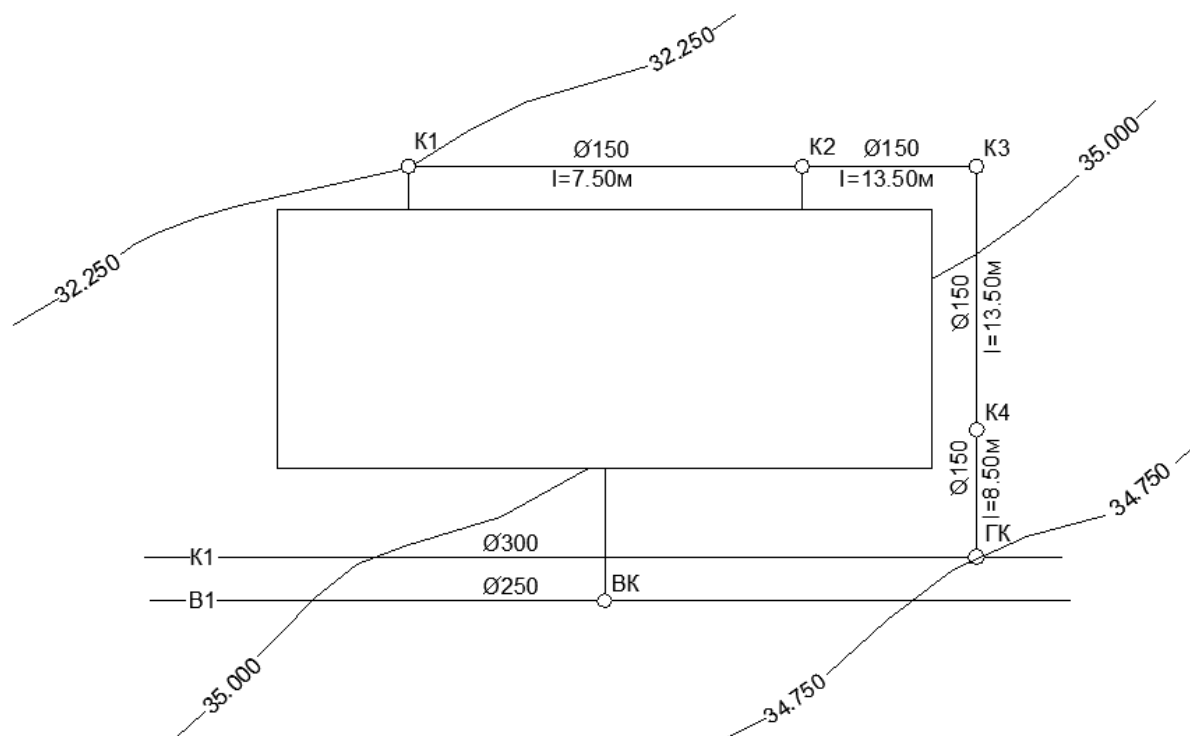


## Приложение Д

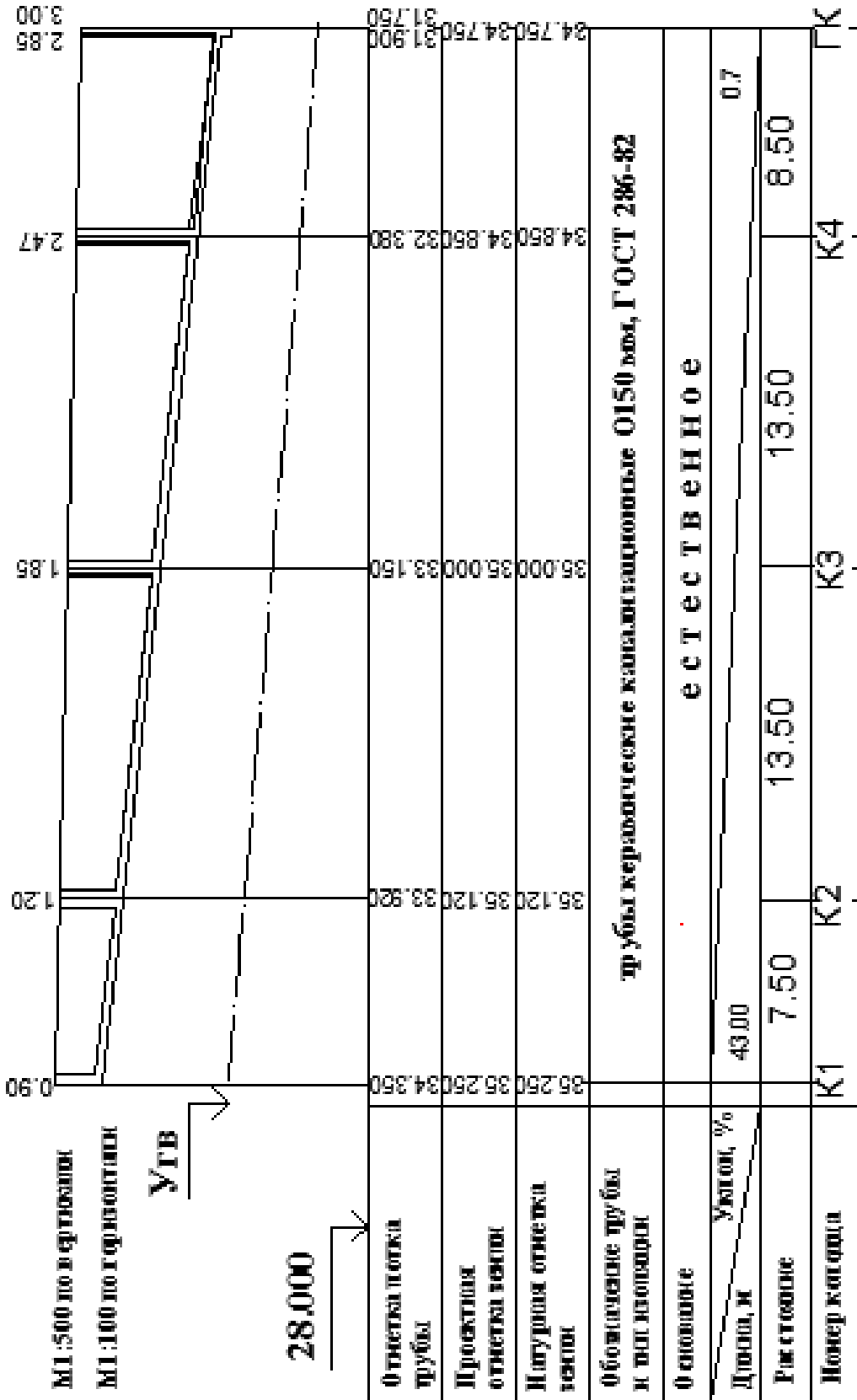


## Приложение Е

### Генплан М 1:500



Профиль дворовой водоотводящей сети  
К1 - ГК



## Библиографический список

1. СНиП 2.04.01-85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.ОАО «ЦПП», 2008 – 59 с.
2. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М., ОАО «ЦПП» 2008 – 127 с.
3. СНиП 2.04.03-85\*. Канализация. Наружные сети и сооружения. / Минстрой России - М., ГУП ЦПП, 2007. – 87 с. ISBN 5-88111-111-7
4. Внутренние санитарно - технические устройства. В3 ч., Ч. 2. Водопровод и канализация / Ю. Н. Саргин, Л. И. Друскин, И. Б. Покровская и др.; Под ред. И. Г. Староверова и Ю. Л. Шиллера. М. : Стройиздат, 1990. — 247 с.
5. Кедров, Владимир Сергеевич. Санитарно-техническое оборудование зданий : учеб. для вузов по специальности "Водоснабжение, канализация, рациональное использование и охрана вод. ресурсов" / В. С. Кедров, Е. Н. Ловцов. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Бастет, 2008. - 478, [1] с. Предм. указ.: с. 472-474  
Гриф: Доп. Гос. ком. СССР по нар. образованию.
6. Ленский, Василий Алексеевич. Водоснабжение и водоотведение: учеб. для вузов/ В.А. Ленский. - Изд.4-е, перераб. - М. : Высшая школа, 1969.- 432с.