

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Пермский государственный аграрно-технологический  
университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Г. И. Зубарева

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ  
С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ**

*Учебное пособие*

Пермь  
ИИЦ «Прокростъ»  
2020

УДК 628.1/2  
ББК 38.761 3-91  
3-91

Рецензенты:

И.А. Санфиоров, д-р техн. наук, профессор, директор Горного института Уральского отделения РАН;

И.В. Соргутов, канд. экон. наук, доцент кафедры строительных технологий (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова»).

### **3-91 Зубарева, Г. И.**

Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики : учебное пособие / Г. И. Зубарева; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2020. – 107 с ; 21 см – Библиогр.: с.106. – 50 экз. – ISBN 978-5-94279-472-9 – Текст : непосредственный.

В учебном пособии изложены инженерные решения по устройству санитарно-технического оборудования зданий, а также вопросы очистки и обеззараживания природных и сточных вод города. Пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, направленностей (профилей) «Промышленное и гражданское строительство», «Проектирование зданий и сооружений» очной и заочной форм обучения.

**УДК 628.1/2  
ББК 38.761 3-91**

Утверждено в качестве учебного пособия Методическим советом ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ (протокол № 3 от 07.11. 2019 г.).

**ISBN 978-5-94279-472-9**

© ИПЦ «Прокрость», 2020  
© Зубарева Г.И., 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГИДРАВЛИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА .....	8
2. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ. ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫЕ СЕТИ ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ .....	11
3. СИСТЕМА ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ (ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД) .....	15
3.1 Классификация систем.....	15
3.2 Основные элементы системы водоснабжения здания .....	16
3.3 Устройство ввода.....	18
3.4 Водомерный узел.....	20
4. ТРАССИРОВКА, ТРУБЫ, АРМАТУРА ВНУТРЕННЕЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ.....	22
4.1 Трассировка.....	22
4.2 Трубы для внутреннего водоснабжения.....	23
4.3 Арматура .....	24
4.4 Повысительные насосные установки .....	25
4.5 Водонапорные баки.....	28
4.6 Гидропневматические установки.....	29
5. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ .....	32
6. СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ.....	36
6.1 Классификация систем горячего водоснабжения по схеме циркуляции ....	36
6.2 Трубы и арматура для сети горячего водоснабжения.....	41
6.3 Водоподогреватели для централизованных систем горячего водоснабжения.....	42
7.КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ.....	45
7.1 Основные элементы внутренней канализации .....	45
7.2 Прокладка внутренней канализации.....	49
7.3 Трубы и фасонные части для устройства внутренней канализации .....	50
7.4 Внутренние водостоки .....	52
7.5 Удаление твердых бытовых отходов (мусороудаление) .....	54
8. ДВОРОВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ .....	57
9. РАСЧЕТ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ.....	59
10. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ .....	61
10.1 Нормы водопотребления.....	61
10.2 Режим водопотребления .....	62
10.3 Расчетные расходы воды и напор в системе водоснабжения населенного пункта .....	64
10.4 Источники водоснабжения. Водоприемные сооружения. Водоподъемные устройства .....	65

11. НАРУЖНАЯ ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ.....	73
11.1 Трубы для устройства водопроводной сети.....	73
11.2 Арматура наружной водопроводной сети.....	75
11.3 Водонапорные и регулирующие емкости .....	76
11.4 Очистка и обеззараживание воды .....	80
12. КАНАЛИЗАЦИЯ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ .....	86
12.1 Расчетные расходы сточных вод населенного пункта.....	87
12.2 Режим течения жидкости в канализационной сети.....	87
12.3 Устройство канализационной сети .....	88
12.4 Пересечение канализационных сетей с препятствиями .....	91
12.5 Очистка городских сточных вод .....	92
12.6 Отведение поверхностного стока с территории населенного пункта .....	98
12.7 Дренаж для понижения уровня подземных вод .....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ .....	103
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	106
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	107

## Введение

Вода является основой жизни на Земле. Основа здоровья населения — это качество воды.

Системы водоснабжения и водоотведения городов являются одной из важнейших отраслей городского хозяйства. Эти системы обеспечивают население ценным качественным продуктом — питьевой водой и поддерживают санитарную безопасность горожан при отводе сточных вод, их очистке и обезвреживании образующихся осадков.

Благоустройство современных городов определяет не только уровень социальной обеспеченности населения, но и масштаб развития промышленности. Жизнедеятельность человека приносит в окружающую среду огромное количество твердых бытовых отходов (ТБО), что значительно ухудшает экологическую обстановку и требует новых технических решений.

В настоящее время объемы строительства и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения возрастают, для чего требуется подготовка квалифицированных строителей, способных решать параллельно с задачами водоснабжения и водоотведения вопросы развития водохозяйственного комплекса и водоохраных мероприятий.

Цель данного учебного пособия — научить будущих специалистов осуществлять выбор водопроводных и водоотводящих систем для населенных мест с учетом санитарных, технических, экологических, социальных и экономических требований.

Изучение дисциплины «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» необходимо для решения многих технических вопросов, органически связанных с городским хозяйством и строительством. Учебное пособие написано в соответствии с программой дисциплины «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» для обучаю-

щихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство направленностей «Промышленное и гражданское строительство», «Проектирование зданий и сооружений».

Учебное пособие охватывает вопросы по водоснабжению, канализации и санитарно-техническому оборудованию зданий и является основополагающим в системе других учебных изданий по дисциплине. В учебном пособии рассматриваются современные и актуальные подходы к системам водоснабжения и канализации.

Учебное пособие предназначено для расширения и закрепления теоретических знаний студентов в части проектирования инженерных систем, а также приобретения навыков самостоятельной работы с использованием справочной, нормативной и специальной литературы.

Данное учебное пособие способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство и дисциплиной «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики»:

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);

- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования (ПК-2);

- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов

и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-3);

– способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности (ПК-4);

– способность осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы (ПК-6);

– владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования (ПК-8);

– знание правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правил приемки образцов продукции, выпускаемой предприятием (ПК-16);

– владение методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения (ПК-17);

– способность организовать профилактические осмотры и текущий ремонт, приемку и освоение вводимого оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования (ПК-19).

Данное учебное пособие состоит из введения, двенадцати глав, заключения, списка рекомендуемой литературы, перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины и приложения.

Учебное пособие структурировано последовательно и может быть использовано в профессиональной строительной деятельности.

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГИДРАВЛИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА

*Гидравлика* – прикладная наука о законах движения жидкостей и газов, равновесии жидкостей и способах приложения этих законов к решению задач инженерной практики.

Основными понятиями гидравлики, используемыми при изучении дисциплины «Водоснабжение и канализация», являются расход воды и напор.

*Расход* – количество жидкости, проходящей через сечение трубопровода в единицу времени,  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{сут.}$ ,  $\text{м}^3$  час),  $q$  (л/сек).

Энергия жидкости может характеризоваться понятиями *давления* или *напора*. Давление ( $P$ ) принято измерять в мегапаскалях (МПа), а напор ( $H$ ) – в метрах водяного столба (м.вод.ст.). Связь между давлением воды и напором в трубопроводе выражается формулой:

$$P = \rho * g * H,$$

где  $\rho \approx 1000 \text{ кг/м}^3$  - плотность воды;

$g = 9,81 \approx 10 \text{ м/сек}^2$  - ускорение свободного падения.

Если напор на участке водопровода составляет  $H = 10 \text{ м}$ , то значит, что давление в трубе примерно равно  $P = 0,1 \text{ МПа}$ .

*Водопровод работает в напорном режиме.* Если вообразить, что в произвольную точку водопровода врезали высокую стеклянную трубку (пьезометр), то вода в трубке поднимется до определенного уровня. Высота столба жидкости в трубке равняется напору в данной точке водопроводной сети.

Насосные станции должны подавать воду потребителю в требуемом количестве и под требуемым напором. Разбор воды большинством потребителей происходит на некоторой высоте над поверхностью земли, поэтому в водопроводной



сети должно быть обеспечено давление, необходимое для подъема воды на указанную высоту.

На рис. 1 показана схема подачи воды в жилую застройку. Для подачи воды в верхние этажи зданий в трубах городской водопроводной сети необходимо иметь внутреннее давление, достаточное для подъема воды до наивысшей водоразборной точки и её пути от городской сети до точки излива.

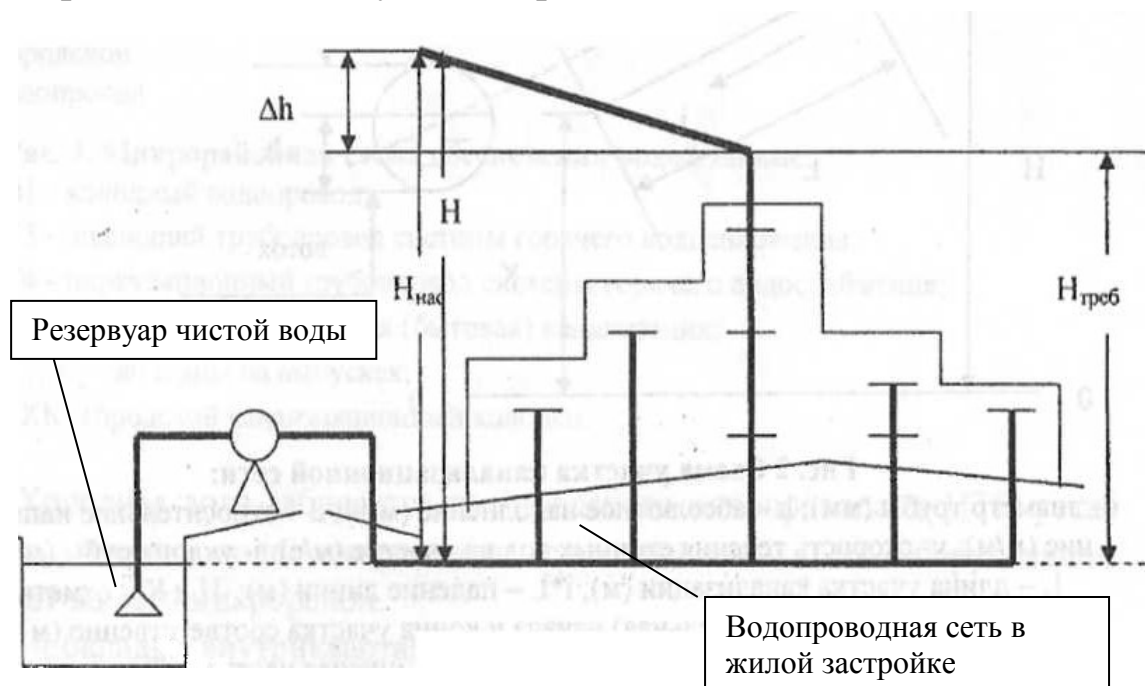


Рис. 1. Подача воды в здания жилой застройки:

$H_{нас}$  – напор, создаваемый насосами;  $H_{троб}$  – напор в расчетной точке, необходимый для получения воды потребителем;

$H$  – напор в произвольной точке водопровода;  $\Delta h$  – потери напора.

Различают потери напора «по длине» – на трение воды о стенки труб и потери напора «на местное сопротивление». Местными сопротивлениями на водопроводе являются фасонные части, запорно-регулирующие устройства, оборудование.

*Канализация работает в самотечном режиме*, т.е. вода в трубах движется только под действием силы тяжести. Поэтому горизонтальные участки канализации прокладывают с уклоном, и трубы работают неполным сечением (рис. 2).

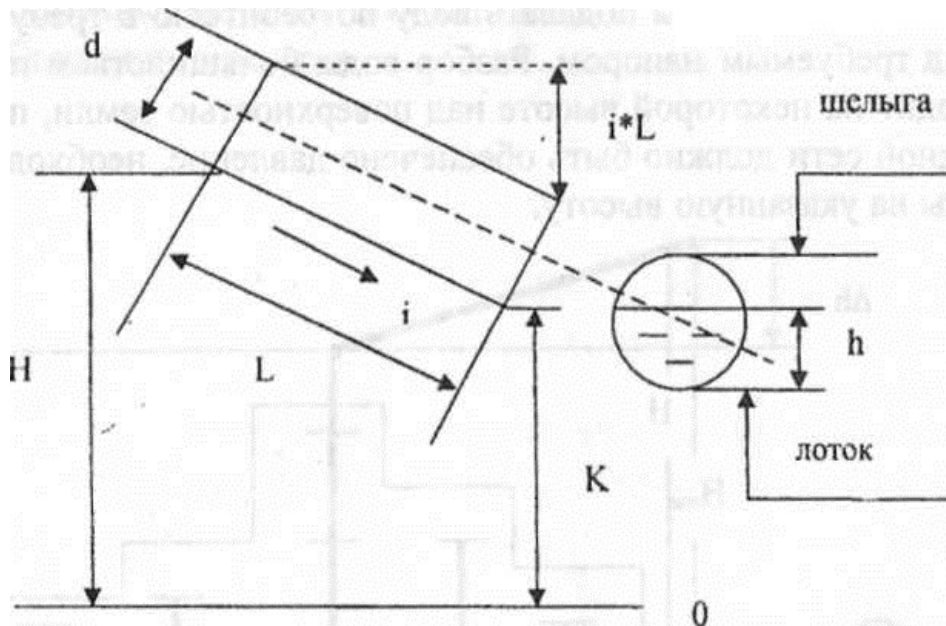


Рис. 2. Схема участка канализационной сети:  
 $d$ - диаметр трубы (мм);  $h$  - абсолютное наполнение (м);  
 $h/d$  – относительное наполнение (м/м);  $V$  - скорость течения сточных  
 вод на участке (м/с);  $i$ - уклон трубы (м/м);  
 $L$ , – длина участка канализации (м);  $i*L$  – падение линии (м);  
 $H$  и  $K$  – отметка (абсолютная или относительная) начала и конца  
 участка соответственно (м); шелыга – верхняя часть трубы;  
 лоток – нижняя часть трубы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое расход воды? Единицы измерения расхода воды.
2. Что называют напором воды? Единицы измерения напора.
3. Какова связь между давлением и напором?
4. В каком режиме работает водопровод?
5. В каком режиме работает канализация?
6. Перечислить параметры, характеризующие работу канализационной сети.
7. Какие различают потери напора на водопроводной сети?

## 2. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ. ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫЕ СЕТИ ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ

В настоящее время большинство населенных пунктов обеспечивается водой по *микрорайонной схеме*. Весь район обслуживается одним центральным тепловым пунктом (ЦТП) (рис.3).

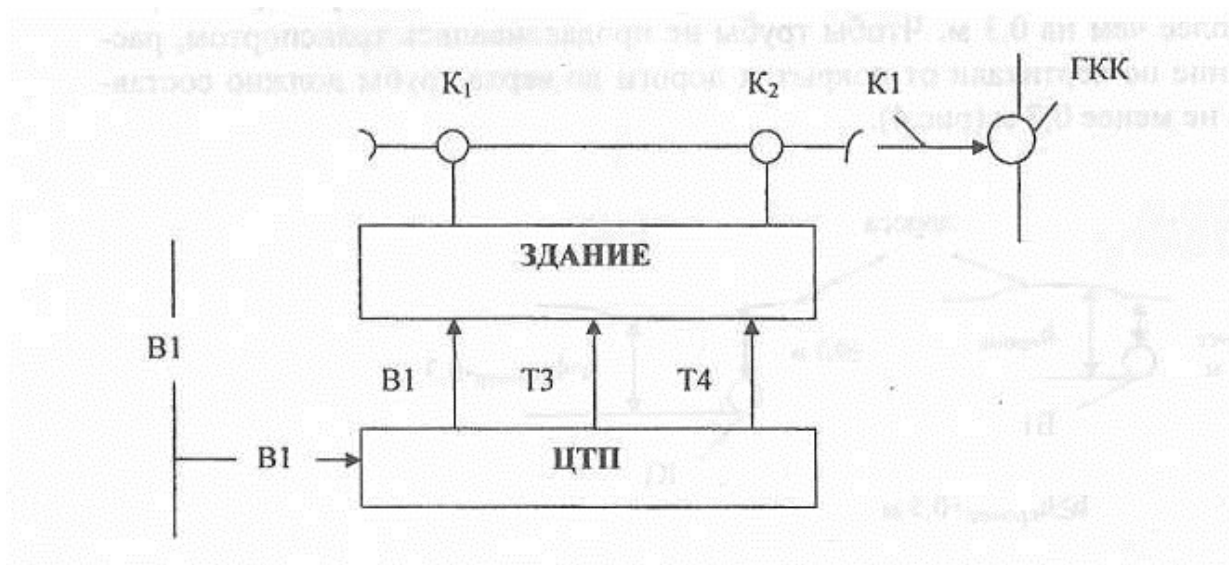


Рис. 3. Микрорайонная схема обеспечения водой здания:

В1 – холодный водопровод; Т3 – подающий трубопровод системы горячего водоснабжения; Т4 – циркуляционный трубопровод системы горячего водоснабжения; К1 – хозяйственно-фекальная (бытовая) канализация; К1; К2 – колодцы на выпусках; ГKK – городской канализационный колодец.

Холодная вода забирается из городского водопровода, в ЦТП установлены насосы, водоподогреватели, счетчики воды. Это оборудование работает на весь микрорайон.

Прокладка внутриквартальных сетей водопровода может осуществляться двумя способами:

– непосредственно в грунте; такая прокладка возможна только в сухих грунтах; для прокладки в грунте применяются чугунные или полиэтиленовые трубы;

–в канале; в канале трубы прокладываются, если грунты на участке строительства макропористые, просадочные; в этом случае применяют стальные трубы.

Для устройства дворовой (внутриквартальной) канализационной сети используют полипропиленовые трубы фирмы Прага. Прага – это канализационные полипропиленовые трубы с двойной стенкой. Внутри они имеют гладкий серый слой, что препятствует засорам и отложениям. Наружная поверхность труб – гофрированная рыжего цвета, которая обеспечивает кольцевую жёсткость  $8\text{--}16 \text{ kN/m}^2$ . С такой жёсткостью трубы можно закапывать на глубину  $6\text{--}10 \text{ м}$ , и они выдержат вертикальную нагрузку порядка  $10 \text{ тонн}$ . Трубы имеют диапазон диаметров от  $160$  до  $630 \text{ мм}$  и стандартную длину  $3 \text{ м}$  и  $6 \text{ м}$ .

Сети водопровода и канализации стараются прокладывать параллельно стенам зданий на расстоянии  $5\text{--}10 \text{ м}$  от них. Глубина заложения сетей водоснабжения и канализация назначается из условий непромерзания и непродавливаемости транспортом. Низ водопроводной трубы должен быть расположен ниже границы промерзания не менее чем на  $0,5 \text{ м}$ . Канализационные трубы допускается прокладывать выше границы промерзания, но не более чем на  $0,3 \text{ м}$ .

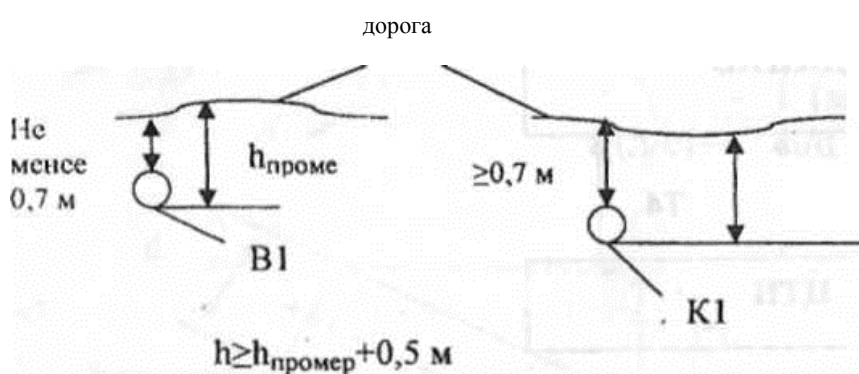
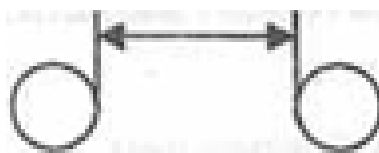


Рис. 4. Глубина заложения сетей водоснабжения и канализации.

Чтобы трубы не продавливались транспортом, расстояние по вертикали от покрытия дороги до верха трубы должно составлять не менее 0,7 м (рис.4).

При параллельной прокладке двух ниток водопровода с диаметром труб до 300 мм расстояние между ними принимается не менее 0,7 м (рис.5).



$d \leq 300 \text{ мм}$   $d \leq 300 \text{ мм}$

Рис. 5. Параллельная прокладка двух ниток водопровода.

При параллельной прокладке водопровода и канализации расстояние между трубами по вертикали в свету должно составлять не менее 0,4 м; при этом канализация должна прокладываться ниже водопровода (рис.6).

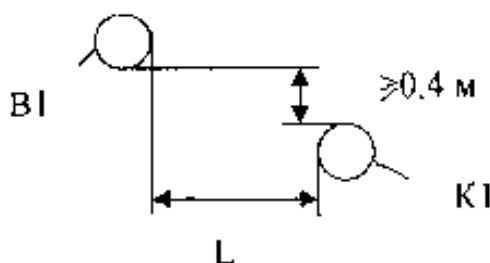


Рис. 6. Параллельная прокладка водопровода и канализации.

При пересечении водопровода и канализации водопровод прокладывают выше не менее чем на 0,4 м (рис. 7).

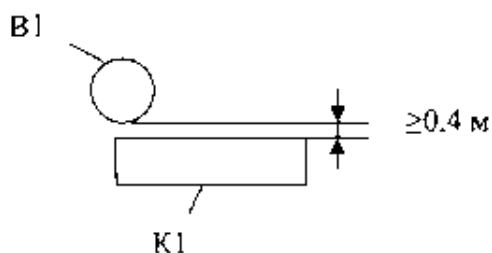


Рис 7. Пересечение водопровода и канализации.

Если выполнить это технически невозможно, то водопровод прокладывают ниже канализации не менее чем на 0,4 м в стальном кожухе (футляре) с вылетом в каждую сторону 5 или 10 м в зависимости от грунтов: глинистых или песчаных соответственно.

### ***Контрольные вопросы***

1. Перечислите способы прокладки внутриквартальных водопроводных сетей.
2. Материал труб для прокладки внутриквартальных водопроводных и канализационных сетей.
3. От чего зависит глубина заложения сетей водоснабжения и канализации?
4. Условия параллельной прокладки двух ниток водопровода.
5. Условия параллельной прокладки водопровода и канализации.
6. Как осуществляется пересечение водопровода и канализации?
7. Дать характеристику трубам фирмы Прагма.

### 3. СИСТЕМА ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ (ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД)

#### 3.1 Классификация систем

В населенных пунктах и на промышленных предприятиях вода расходуется на *хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные* нужды.

Система водоснабжения *по своему назначению* делится:

- на хозяйственно-питьевую – В1;
- производственную - В3;
- противопожарную - В2.

Вода в системе В1 должна соответствовать санитарным правилам и нормам СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству».

В системах В3 требование к качеству воды зависит от вида технологического процесса, например:

- для предприятий пищевой промышленности нужна вода питьевого качества;
- в некоторых цехах предприятий электронной промышленности требуется вода дистиллированная, т.е. требуется доочистка питьевой водопроводной воды;
- на заводах железобетонных конструкций для производства пригодна просто речная вода или даже очищенные сточные воды.

*По сфере обслуживания* системы бывают:

- *раздельные*; в этом случае вода на разные нужды подается по отдельным веткам. Раздельные системы сооружаются на промышленных предприятиях с повышенной пожарной опасностью, и там где вода для производственных нужд отличается по качеству от питьевой;
- *объединенные*; объединенные системы получили наибольшее распространение. Сооружается объединенный

хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод В1 (В2); вода на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды подается по одной и той же сети. Отдельно оборудуется производственный водопровод. Если для разных цехов требуется вода разного качества, то может быть запроектировано несколько ниток производственного водопровода;

– *единые*. В таких системах вода на все нужды подается по единой сети трубопроводов. Единые системы предусматриваются, например, в общественных зданиях и на предприятиях пищевой промышленности.

*По схеме сети* бывают:

– *тупиковые* - применяются, в основном, в жилых и общественных зданиях, где перерыв в подаче воды не влечет за собой серьезной опасности для здоровья людей и экономического ущерба. Тупиковые сети сооружаются в тех зданиях, где количество пожарных кранов не превышает 12-ти;

– *кольцевые* - обеспечивают высокую надежность работы, поэтому их устраивают на промышленных предприятиях, а также в жилых и общественных зданиях, где количество пожарных кранов превышает 12.

*По расположению магистральных линий* сети могут быть:

– *с верхней разводкой* - магистральные линии проходят под потолком верхнего этажа или по чердаку;

– *с нижней разводкой* - магистрали прокладываются в подвале, в технических подпольях или подпольных каналах.

### ***3.2 Основные элементы системы водоснабжения здания***

Системы внутреннего водоснабжения предназначены для бесперебойной подачи воды из наружной сети и распределения ее между потребителями внутри здания. Потребите-



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

Система внутреннего холодного водоснабжения состоит из следующих основных элементов: ввода, водомерного узла, установки для повышения давления, запасных и регулирующих ёмкостей, внутренней водопроводной сети, трубопроводной и водоразборной арматуры.

Основные элементы системы водоснабжения здания представлены на рис.8.

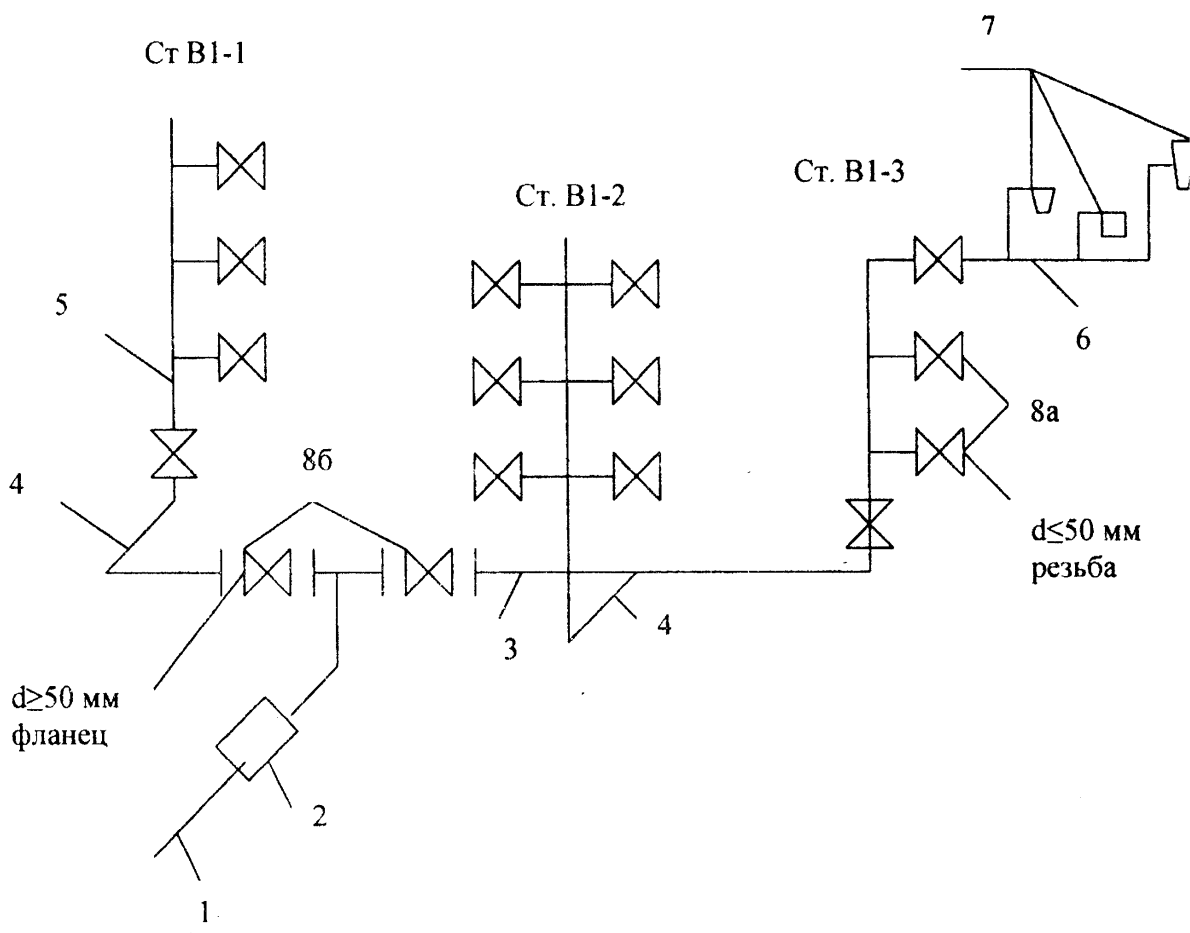


Рис. 8. Схема водоснабжения здания тупиковая с нижней разводкой:  
 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральные линии;  
 4 – подключающие участки стояков; 5 – стояки; 6 – подводки;  
 7 – водоразборные устройства; 8а – вентили  
 ( $d \leq 50$  мм, присоединяются по резьбе),  
 8б – задвижки ( $d \geq 50$  мм, присоединяются на фланцах).

### 3.3 Устройство ввода

*Вводом* называют участок водопровода от колодца наружной сети до водомерного узла внутри здания. Ввод прокладывают с уклоном  $i = 0,002-0,005$  в сторону наружной сети. Это необходимо для опорожнения внутренней сети при ремонте. Если в здании запроектирована кольцевая сеть, то устраивают не менее двух вводов; при тупиковой внутренней сети достаточно одного ввода.

Схема устройства вводов в здание показана на рис. 9.

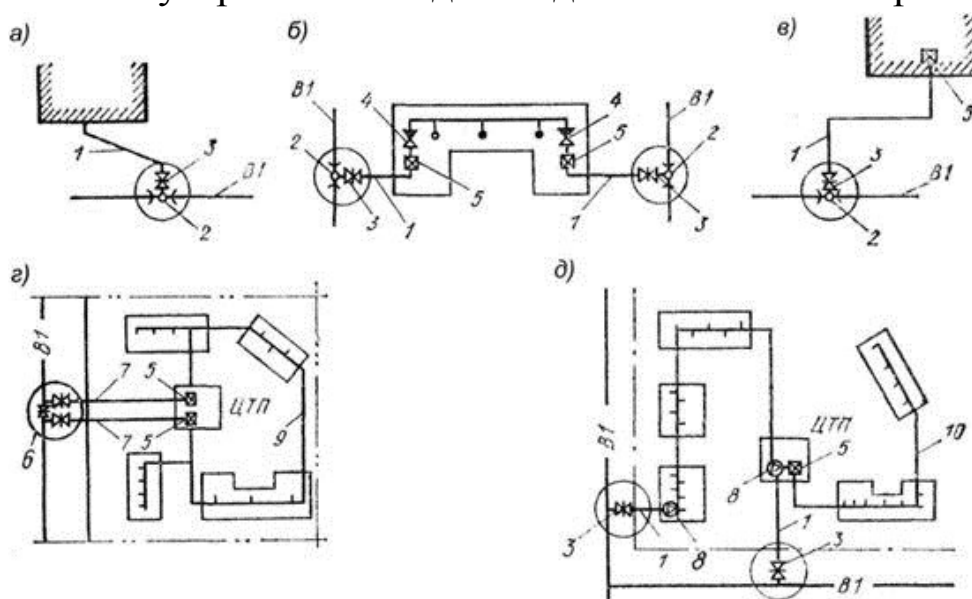


Рис. 9. Схемы устройства вводов в здания:

(а – косой ввод; б – кольцевание двумя вводами; в – перелом ввода; г – два ввода в ЦТП; д – кольцевание двумя вводами с пожарными насосами): 1 – ввод; 2 – врезка ввода в наружную сеть; 3 – задвижка; 4 – обратный клапан; 5 – водомерные узлы; 6 – разделительная задвижка; 7 – вводы в одной траншее; 8 – пожарные насосы; 9 – кольцевая сеть; 10 – тупиковая сеть.

Для ввода в стене фундамента оставляют отверстие:

$$d_{\text{отв}} = d_{\text{ввод}} + 400 \text{ мм.}$$

При пересечении стены ввод прокладывают в стальной гильзе.

Кольцевой зазор между вводом и гильзой заделывают смоляной прядью и мятой глиной, затем его зачеканивают цементом изнутри и снаружи стены.

Для устройства вводов и наружных сетей применяют чугунные и полиэтиленовые трубы.

*Чугунные трубы* выпускаются по ГОСТ 9583-75\*, диаметром  $d = 65-1000$  мм; трубы выдерживают давление  $P \leq 1,6$  МПа; соединяются при помощи раструба (рис. 10).

Задвижки и другая арматура устанавливаются в колодцах и присоединяются к трубам на фланцах (рис.11).

*Полиэтиленовые трубы* выпускаются по ГОСТ 18599-2001; работают под давлением  $P \leq 1,6$  МПа; для устройства наружных сетей используются трубы  $d = 50 -1200$  мм с раструбным или сварным соединением.

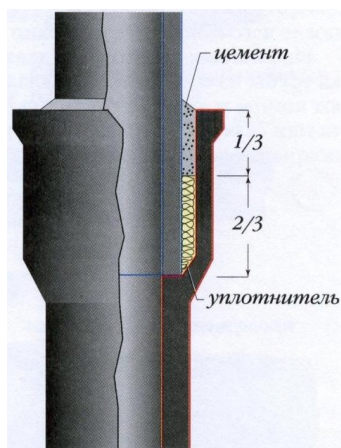


Рис.10. Соединение чугунных труб при помощи раструба.

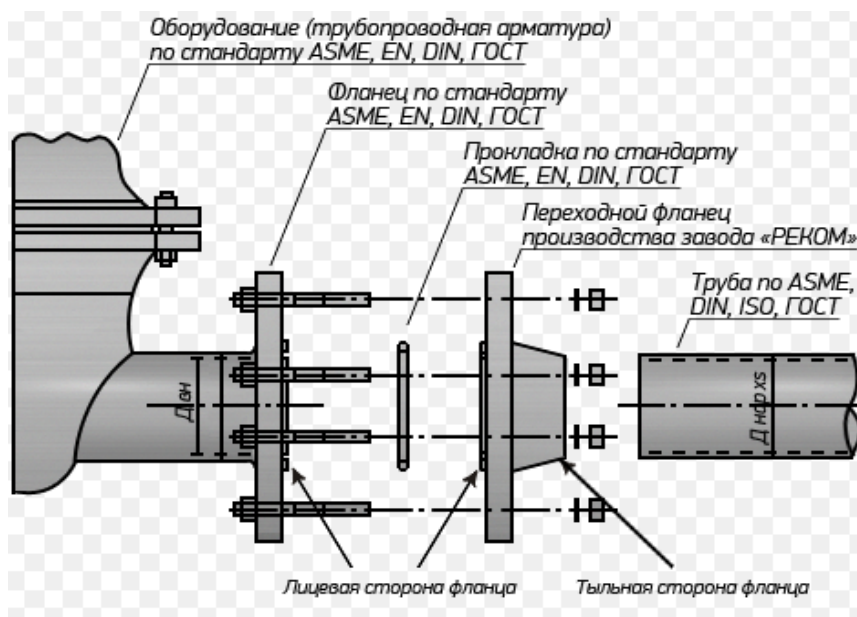


Рис. 11. Присоединение арматуры к трубам на фланцах.

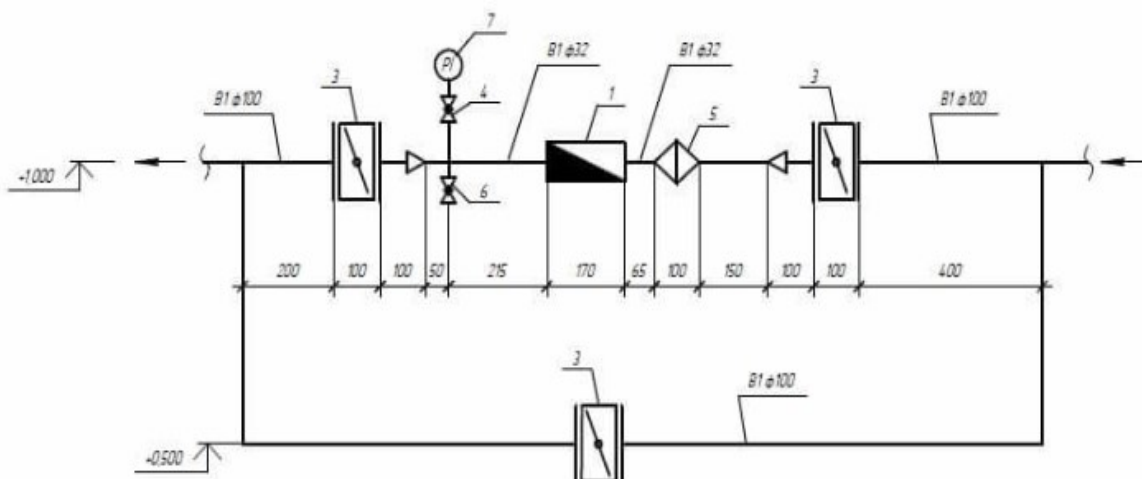
В сложных фунтовых условиях применяют *стальные трубы* с противокоррозионной битумной изоляцией. Трубы соединяются на сварке.

Для соединения участков сети применяют фасонные части: тройники, крестовины, муфты, отводы, патрубки, переходы с одного диаметра на другой. Фасонные части выпускаются с фланцевым и раструбным соединением.

### 3.4 Водомерный узел

*Водомерный узел* предназначен для контроля работы внутренней сети: для измерения расхода воды и давления во внутренней сети.

Схема водомерного узла приведена на рис .12.



Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед КЗ	Прим
		<i>Водомерный узел</i>			
1	СКБ-32	Счетчик воды Ру16 Ду32	1	1,7	шт
2	Присоединители для счетчика	Нипель-2шт Гайка накидная-2шт Прокладка-2шт	1	-	компл
3	ЗЗч1р	Затвор дисковый поворотный Ру16, Ду100	3	7	суц
4	15Б1п	Вентиль муфтовый Ру16 Ду15	1	0,25	шт
5	Valtec VT.192	Фильтр механической очистки сетчатый Ру16 Ду32	1	0,59	шт
6	15Б1п	Вентиль муфтовый Ру16 Ду20	1	0,30	шт
7	ДМ02-100-1-М	Манометр общетехнический 10,0,6МПа, кл.т.151	1	0,25	шт
8	ГОСТ 3262-75	Труба стальная водогазопроводная ф32х3,2	0,5	3,09	м.л.
9	ГОСТ 10705-80	Труба стальная электросварная ф108х4,0	3,0	10,26	м.л.

Рис. 12. Схема водомерного узла.

Водомерный узел располагают в сухом, теплом, нежилом помещении, в легко доступном для осмотра месте. Помещение, где располагается водомерный узел, должно иметь высоту не менее 2,2 м; водомерный узел размещают обычно в подвале или в центральном тепловом пункте (ЦТП).

Для измерения расхода воды используют *скоростные счетчики*. Принцип действия счетчика таков: движение воды в трубе приводит во вращение крыльчатку или турбинку счетчика, число ее оборотов измеряется. Оно пропорционально количеству протекающей воды. Шкала прибора проградуирована в единицах объема, т.е. измеряется общий объем воды, прошедшей через счетчик.

Счетчики бывают крыльчатые и турбинные. В *крыльчатых счетчиках* ось вращения крыльчатки перпендикулярна потоку воды. Крыльчатые счетчики изготавливают диаметром до 40 мм включительно, их устанавливают только на горизонтальных участках трубопроводов с резьбовым соединением.

В *турбинных счетчиках* ось вращения турбинки параллельна потоку воды. Счетчики присоединяются на фланцах к трубопроводам, находящимся в любом положении: горизонтальном, вертикальном, наклонном. Турбинные счетчики выпускаются калибром от 50 до 200 мм.

### ***Контрольные вопросы***

1. Как классифицируются системы холодного водоснабжения?
2. Назовите основные элементы системы водоснабжения здания.
3. Что такое ввод?
4. Какие трубы используются для монтажа внутренней системы водоснабжения?
5. Каково назначение водомерного узла?
6. Опишите принцип работы турбинных счетчиков воды.
7. В чем состоит принцип работы крыльчатых счетчиков воды?

## 4. ТРАССИРОВКА, ТРУБЫ, АРМАТУРА ВНУТРЕННЕЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

### 4.1 Трассировка

При нижней разводке *магистральные линии* прокладывают в подвале, в техническом подполье или в подпольных каналах. Каналы размещаются вдоль внутренних стен; в местах установки арматуры предусматривают монтажные камеры.

При верхней разводке магистрали прокладывают на чердаке или в верхнем техническом этаже. Магистральные трубопроводы стараются расположить под потолком того технического помещения, где они проходят, над дверными проемами. Допускается размещать трубы близко к полу технических помещений, если они не мешают проходу обслуживающего персонала и эксплуатации оборудования. При размещении магистралей в технических помещениях их прокладывают обычно открыто, без маскировки, в ниши или короба.

Для защиты трубопроводов от промерзания и конденсации влаги их утепляют; для этого, в основном, применяют минеральную вату.

Горизонтальные трубопроводы всегда укладывают с уклоном 0,002-0,005 в сторону вводов для возможности спуска воды из системы. Крепление магистральных трубопроводов, прокладываемых в технических помещениях, осуществляют к строительным конструкциям: потолкам, стенам, колоннам. Для крепления применяют крючья, хомуты, подвески, кронштейны.

Если магистральный трубопровод проходит близко к полу подвала, то его закрепляют на бетонных или кирпичных опорах. Водопровод в подвале должен располагаться выше канализации.

Запрещается прокладка водопровода в грунте под полом первого этажа или подвала. Запрещается совместная про-

кладка водопровода и канализации в непроходных каналах.

*Стояки и подводки* к приборам прокладывают двумя основными способами:

—открытой прокладкой - по стенам санузлов, вспомогательных и производственных помещений;

—скрытой прокладкой - в монтажных шахтах, бороздах, нишах внутренних стен или в приставных коробах для кухонь, коридоров, вестибюлей, служебных и других помещений, где предъявляются повышенные требования к отделке. Не допускается устройства ниш в наружной стене.

При пересечении трубами перекрытий, их прокладывают в стальных или пластмассовых гильзах, кольцевой зазор между трубой и гильзой заделывают асбестоцементом или другим пластичным материалом. Это необходимо для компенсации температурных удлинений труб.

#### ***4.2 Трубы для внутреннего водоснабжения***

При проектировании внутренних водопроводов диаметры подводов к приборам чаще всего назначают равными 15 мм, диаметры стояков - 25 мм, диаметры магистральных линий— 50-100 мм.

В большинстве существующих жилых и общественных зданиях внутренний водопровод выполняют из стальных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75. Для устройства внутренних сетей используются трубы диаметром  $d=15-100$  мм. Трубы могут работать под давлением  $P \leq 1,6$  МПа; между собой соединяются на сварке, с арматурой  $d \leq 50$  мм - на резьбе;  $d \geq 50$  мм — на фланцах.

В настоящее время в большинстве жилых зданий внутренний водопровод монтируется из полипропиленовых труб. Они изготавливаются по техническим условиям ТУ38.102100-89, соответствуют Российским стандартам ка-

чества, что подтверждено сертификатом Госстандарта России. Трубы выпускаются диаметром от 16 до 120 мм, выдерживают давление до 2 МПа и температуру до 75°C.

### 4.3 Арматура

*Арматура* для сети внутреннего водопровода изготавливается из латуни, стали, бронзы, чугуна, пластмасс. Выбор материала определяется условиями эксплуатации и назначением арматуры. В большинстве общественных зданий устраивают объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод.

Вся арматура этих сетей рассчитана на давление  $P \leq 0,45$  мПа, что соответствует напору  $H \leq 45$  метров водного столба (м.вод.ст.). Если предусмотрена отдельная система пожаротушения, то арматура на ней должна выдерживать давление  $P \leq 0,9$  мПа ( $\leq 90$  м.вод.ст.). Напор на вводе в здание не должен превышать этих величин, в противном случае устанавливается гаситель напора. Для гашения напора предусматривается регулятор давления или диафрагма на трубопроводе.

Вся арматура делится на 3 группы:

– к *водоразборной* арматуре относятся смесители и краны: водоразборные, поливочные, пожарные, писсуарные и другие, а также поплавковые клапаны;

– к *запорной* арматуре относят пробковые проходные краны, запорные вентили ( $d \leq 50$  мм, присоединяются на резьбе), задвижки ( $d \geq 50$  мм, присоединяются на фланцах), автоматически закрывающиеся клапаны. Запорную арматуру устанавливают в следующих местах:

– у основания стояков хозяйственно-питьевой сети в зданиях, имеющих более 2-х этажей;

– на всех ответвлениях от магистральных трубопроводов кольцевой магистральной сети;



- у основания пожарных стояков, на которых имеется 5 и более пожарных кранов,
- на ответвлениях в каждую квартиру;
- на подводках к промывным канализационным устройствам;
- на подводках к водонагревательным приборам;
- на ответвлениях, питающих более 3-х водоразборных устройств.

На трубопроводах условным проходом  $d \geq 50$  мм в качестве запорной арматуры устанавливают задвижки, на трубах  $d \leq 50$  мм – вентили. Задвижки присоединяют на фланцах, вентили – на резьбе.

*–Регулировочная и предохранительная арматура* предназначена для регулирования расхода и для поддержания определенного напора в сети. Это необходимо, чтобы избежать перерасхода воды и повреждения арматуры.

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

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

*Предохранительные клапаны* устанавливают, чтобы избежать превышения давления в сети выше допустимого.

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

#### ***4.4 Повысительные насосные установки***

Насосы устанавливают для повышения напора во внутренней сети, если напор в наружной сети не достаточен для обеспечения водой здания. Повысительная насосная

установка, как правило, размещается в ЦТП и обслуживает весь микрорайон. Помещение насосов должно освещаться, отапливаться, иметь высоту не менее 2,2 м. Должна быть обеспечена надежная звуко- и виброизоляция насосов. Нельзя размещать насосы под жилыми квартирами, больничными палатами, под учебными аудиториями и тому подобными помещениями. Исключение составляют специальные противопожарные насосы, которые включаются только при пожаре и поэтому могут устанавливаться в подвалах жилых и общественных зданий.

В настоящее время для обеспечения водой микрорайонов наибольшее распространение получили *центробежные насосы* (рис.13) марок К и КМ.

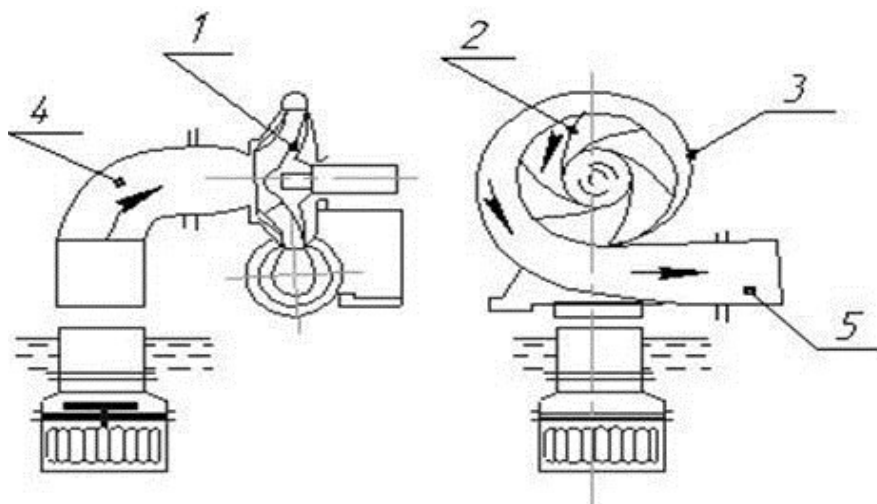


Рис. 13. Схема центробежного насоса:  
 1 – рабочее колесо; 2 – изогнутые лопасти; 3 – корпус насоса;  
 4 – всасывающий трубопровод; 5 – нагнетательный трубопровод.

Пример обозначения марки насоса: К50-32-125. Буквы в обозначении расшифровываются как «консольный» (или «консольный - моноблочный», когда насос монтируется на одном фундаменте с электродвигателем). Цифры показывают диаметры всасывающего 50 напорного 32 патрубков, а также диаметр рабочего колеса насоса 125.

Выбор насоса производится по двум параметрам:

- максимальному часовому расходу воды  $Q^{\max}_{\text{час}}$  м<sup>3</sup>/час;
- недостающему напору  $\Delta H = (H_{\text{треб}} - H_{\text{гар}})$ , м, где  $H$  - требуемый напор для работы системы;  $H_{\text{гар}}$ , - напор, который гарантируется наружным водопроводом (гарантийный).

Насосы могут работать в определенном диапазоне расходов и напоров.

Характеристики насосов и сведения о них приводятся в специальных каталогах. На рис.14 приведен пример характеристики насоса.

Кроме рабочих, предусматриваются резервные насосы: при количестве рабочих насосов до 3-х включительно - 1 резервный, при большем числе рабочих - 2 резервных.

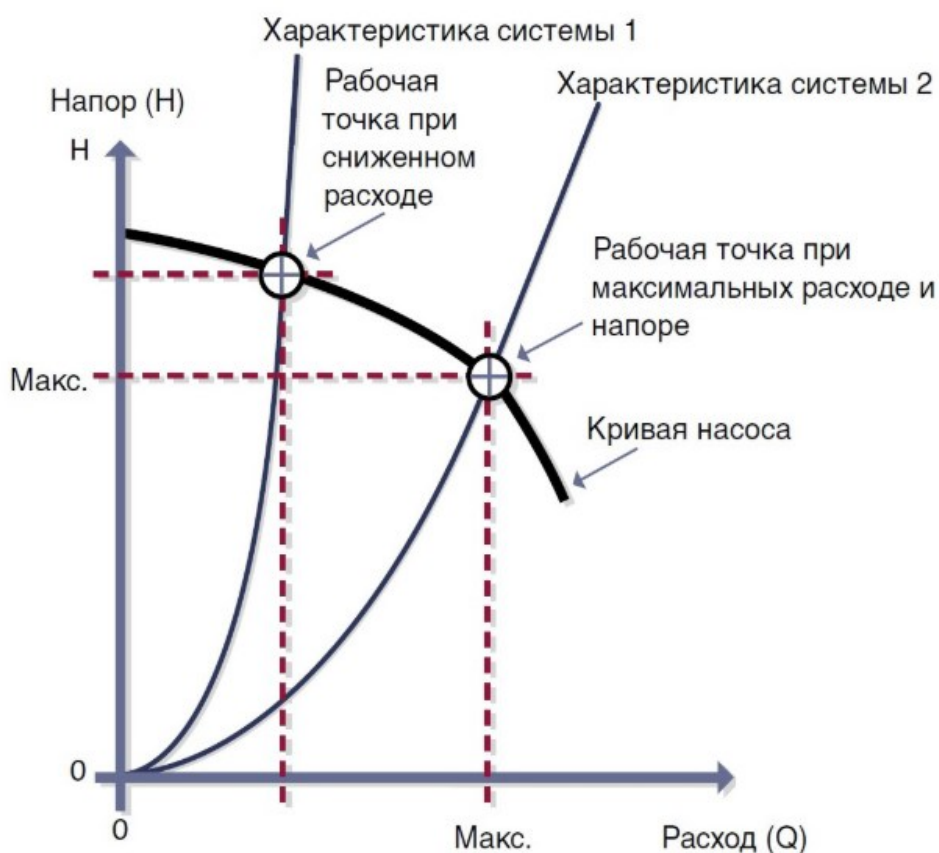


Рис. 14. Характеристика Q-N насоса.

## 4.5 Водонапорные баки

Водонапорные баки устанавливаются для обеспечения здания водой при периодическом недостатке напора в наружной сети.

*Принцип действия водонапорного бака* таков: в часы максимального водоразбора по городу, когда водопотребление велико, а напор в наружной сети резко падает, для обеспечения водой здания она поступает во внутреннюю сеть из бака.

Наоборот, в часы минимального водоразбора, когда напор в наружной сети велик, воды потребляется меньше, чем ее подают насосы, излишек воды поступает в бак. То есть, в баках хранится регулирующий запас воды.

Регулирующий объем бака  $W_{\text{регул}}$  определяется сравнением графиков потребления воды и подачи ее насосами.

Кроме регулирующего, в баке может храниться запас воды на противопожарные  $W_{\text{пож}}$  или производственные нужды  $W_{\text{произ}}$ .

Устройство водонапорного бака показано на рис.15.

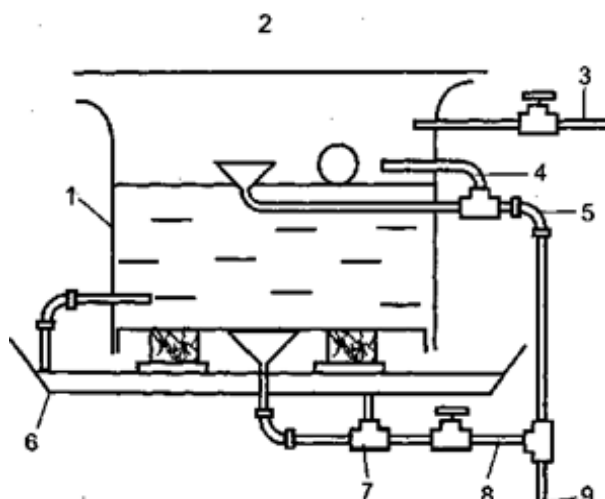


Рис. 15. Устройство водонапорного бака: 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – подающая труба запорным поплавковым клапаном и с вентилем; 4 – труба сигнальная; 5 – переливная трубка с воронкой; 6 – поддон; 7 – сливное отверстие поддона; 8 – спускная труба с вентилем и воронкой; 9 – труба дренажная.

Водонапорные баки могут быть круглыми или прямоугольными в плане. Их изготавливают из листовой стали с антикоррозионным нетоксичным покрытием. Бак устанавливают в наиболее высокой точке здания: в чердачном помещении или на перекрытии.

Помещение должно быть теплым, удобным в эксплуатации, оно оборудуется вентиляцией и освещением. Расстояние между баком и перекрытием принимают не менее 0,6 м; между баком и стенами - не менее 0,7 м; общая высота помещения должна быть не менее 2,2 м.

Включение бака в систему водоснабжения здания, с одной стороны, повышает надежность ее работы, а с другой, увеличивает ее стоимость (для бака необходимо специальное помещение, бак создает значительные нагрузки на перекрытие, необходима периодическая чистка бака). Схемы с баками применяются в зданиях с неравномерным по времени водоразбором, где недопустим перерыв в подаче воды: производственных помещениях, в коммунально-бытовых предприятиях (банных, прачечных, душевых промышленных предприятий), в учреждениях зрелищного назначения (цирках, стадионах).

#### ***4.6 Гидропневматические установки***

Гидропневматические установки служат для повышения напора во внутренних сетях, для создания регулирующего объема воды, для хранения производственного или противопожарного запаса воды; то есть по функциям они объединяют в себе насосы и водонапорные баки (рис.16).

Гидропневматические установки применяют, когда устройство водонапорных баков трудноосуществимо, в основном, в отдаленных объектах, получающих воду из местных источников: вахтовых поселках, базах отдыха, больших промышленных предприятиях.

Принцип работы установки таков. При малом водоразборе во внутренней сети вода из наружной сети поступает в бак. Это происходит, до тех пор, пока уровень воды не достигнет верхнего предела. При этом давление воздуха над слоем воды в баке возрастает от  $P_1$  до  $P_2$ . При  $P_2$  срабатывает реле давления и включается насос. Далее вода подается во внутреннюю сеть из бака за счет регулирующего объема  $W_{\text{рег}}$ . Это приводит к снижению уровня воды до отметки и снижению давления в резервуаре до нижнего предела  $P_1$ . При  $P_1$  снова срабатывает реле давления и включается насос. Работа установки является циклической.

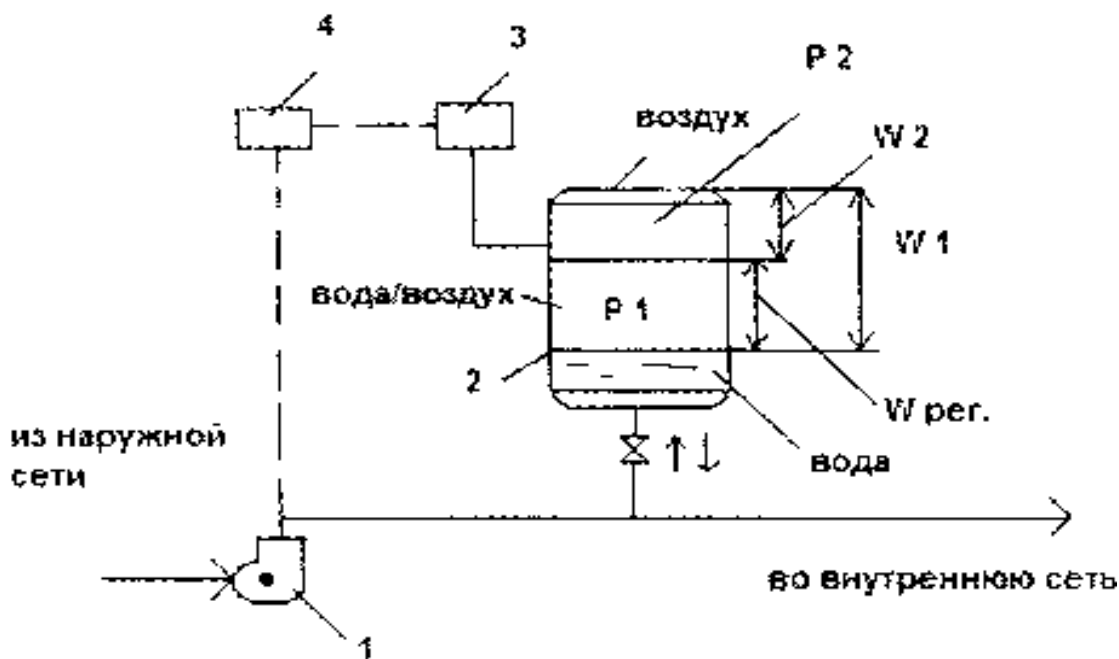


Рис. 16. Гидропневматическая установка: 1- насос; 2- гидропневматический бак; 3-реле давления; 4- шкаф давления.

### **Контрольные вопросы**

1. Как осуществляется трассировка внутренней водопроводной сети при нижней и верхней разводке магистральных линий?
2. Способы прокладки водопроводных стояков и подводок к санитарно-техническим приборам.

3. Трубы, используемые для монтажа внутренних водопроводных сетей.
4. Классификация арматуры.
5. Какая арматура относится к водоразборной? Каково ее назначение?
6. Какая арматура относится к запорной? Каково ее назначение?
7. В каком случае устанавливаются насосы?
8. По каким параметрам осуществляется выбор марки насоса?
9. Назначение водонапорных баков. Принцип работы.
10. Назначение гидропневматических установок. Принцип работы.

## 5. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

По способу борьбы с пожарами все здания делятся на три группы.

В зданиях I группы и локализация огня, и собственно пожаротушение осуществляются из гидрантов наружной водопроводной сети. Это оборудование, предназначенное для подключения передвижного насоса пожарной команды. Гидранты размещаются в специальных колодцах. Внутреннее пожаротушение в зданиях I группы не предусматривается, то есть, пожарных кранов там нет. К I группе относят жилые дома высотой до 11 этажей включительно, общественные здания объемом до 5000 м<sup>3</sup>, бани и школы независимо от объема.

В зданиях 2 группы подача воды на локализацию огня ведется из внутренних пожарных кранов. Окончательное пожаротушение осуществляют из гидрантов наружной сети, для этого вызывают пожарную команду. К зданиям 2 группы относят жилые дома высотой 12 этажей и более, все общественные здания объемом 5000 м<sup>3</sup> и более, кинозалы, театры, клубы с киноаппаратурой. Здесь количество одновременно работающих пожарных кранов принимается от 1 до 3, а расход воды на одну пожарную струю – 2,5 л/сек. В зданиях 2-й группы устраивают объединенный хозяйственно-питьевой (B1) и противопожарный (B2) водопровод (рис.17).

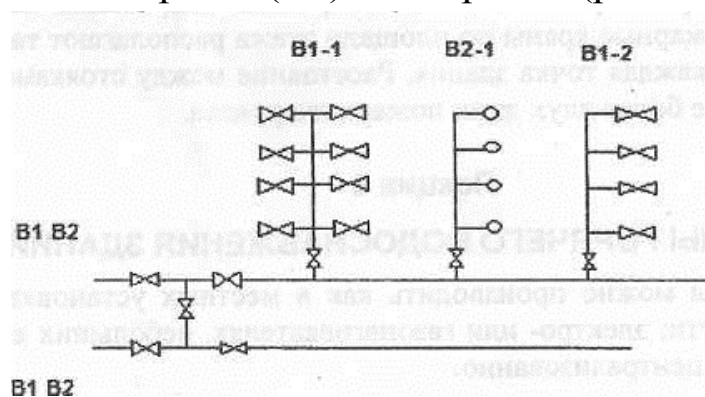


Рис. 17. Объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод



Напор в объединенной системе В1(В2) не должен превышать 45 м.вод.ст. ( $P \leq 0,45$  МПа) у самого низко расположенного крана.

В зданиях 3 группы пожаротушение полностью осуществляется из внутреннего водопровода. В этих зданиях предусмотрено от 4 до 8 одновременно работающих пожарных кранов, и расход на каждую струю составляет 5 л/с.

В зданиях 3-й группы предусматривается отдельный противопожарный водопровод с допустимым напором на вводе 90 м.вод.ст. ( $P \leq 0,9$  МПа).

В большинстве случаев отдельные системы пожаротушения являются автоматическими или полуавтоматическими: в схему наряду с пожарными кранами включают *спринклерные* (рис.18) или *дренчерные установки* (рис.19).

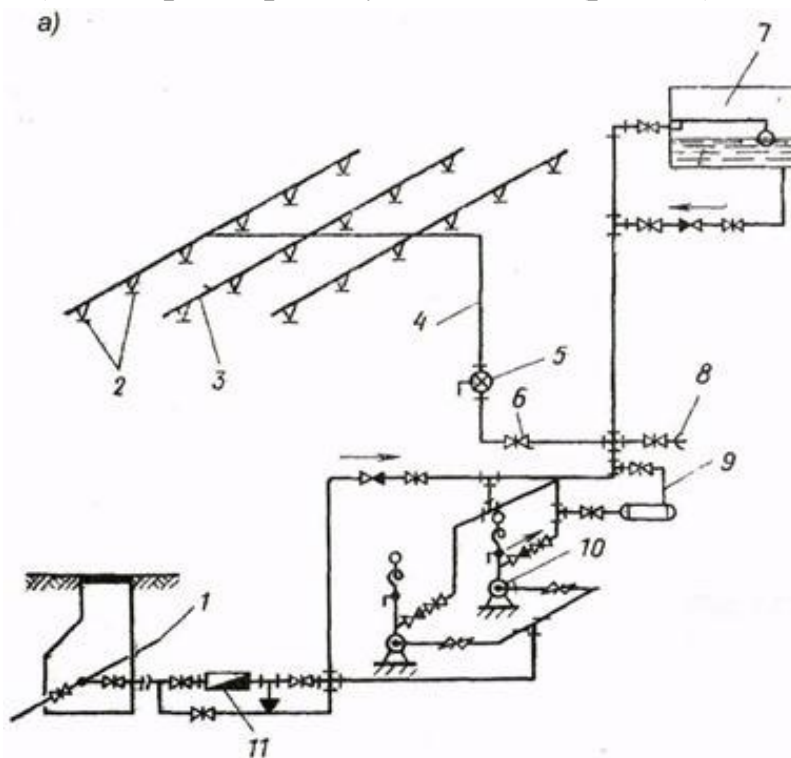


Рис. 18. Схема спринклерной установки автоматического пожаротушения: 1 – наружный водопровод; 2 – спринклерные головки; 3 – ветви сети; 4 – главный подающий стояк; 5 – контрольно-сигнальный пусковой клапан; 6 – главная задвижка; 7 – автоматический водопитатель (бак); 8 – резервный водопитатель; 9 – импульсный гидропневмобак; 10 – насосная установка; 11 – водомерный узел.

Раздельные системы пожаротушения проектируют в жилых и общественных зданиях высотой более 51 м, в производственных помещениях с повышенной пожарной опасностью: цеха текстильных, деревообрабатывающих предприятий, склады горючих материалов, склады сухого белья прачечных, сцены театров и т.п.

Достоинством раздельной системы пожаротушения является ее высокая надежность: участки сети закольцовываются, предусматривается не менее двух вводов в здание, в схему включаются противопожарные насосы и водонапорные баки.

Производственные здания могут относиться к любой из этих 3-х групп – это определяется видом производства, этажностью, степенью огнестойкости строительных конструкций, категорией производства по пожарной опасности.

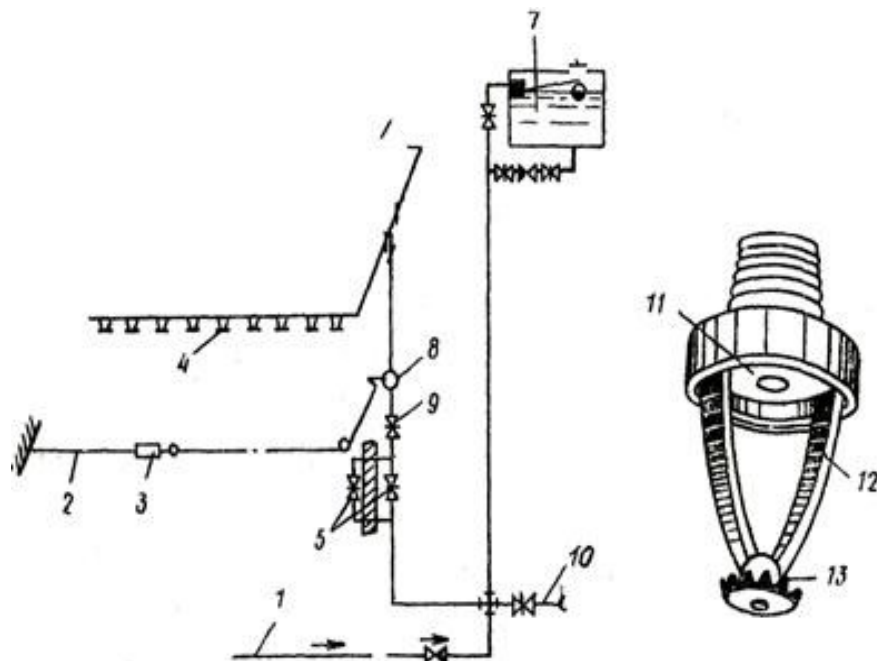


Рис.19. Дренчерная полуавтоматическая система противопожарного водоснабжения: 1 – подача воды от основного водопитателя; 2 – трос; 3 – легкоплавкий замок; 4 – дренчеры; 5 – задвижки управления; 6 – распределительная сеть; 7 – водонапорный бак (автоматический водопитатель); 8 – клапан группового действия; 9 – главная задвижка; 10 – резервный водопитатель; 11 – корпус дренчера; 12 – рамка; 13 – розетка.

Противопожарные системы монтируются из стальных труб. Оборудование пожарного крана состоит из следующих элементов:

1 – пожарный вентиль с быстро смыкающейся полугайкой:

$d = 50 \text{ мм}$  при  $q_{\text{пож}} < 4 \text{ л/сек}$

$d = 65 \text{ мм}$  при  $q_{\text{пож}} \geq 4 \text{ л/сек}$ ;

2 – пеньковый рукав такого же диаметра длиной 10, 15 или 20 м; рукав тоже оборудован быстросмыкающейся полугайкой для присоединения к вентилю;

3 – пожарный ствол с наконечником-спрыском  $d=13,16$  или 19 м.

Пожарные краны размещают в шкафчиках или нишах на высоте 1,35 м от пола. Пожарные краны по площади этажа располагают так, чтобы могла орошаться каждая точка здания. Расстояние между стояками на этаже принимается не более двух длин пожарного рукава.

### ***Контрольные вопросы***

1. Классификация зданий по способу борьбы с пожарами.
2. Как осуществляется тушение пожара в зданиях первой группы?
3. Как осуществляется тушение пожара в зданиях второй группы?
4. Как осуществляется тушение пожара в зданиях третьей группы?
5. Монтаж противопожарных систем.
6. Спринклерные системы пожаротушения.
7. Дренчерные системы пожаротушения.

## **6. СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ**

Нагрев воды можно производить как в местных установках малой производительности: электро- или газонагревателях, небольших водогрейных котлах, так и централизованно.

Централизованные системы горячего водоснабжения делятся на *закрытые* и *открытые*.

В закрытых системах горячая вода готовится в водоподогревателях. Они устанавливаются в ЦТП и обслуживают весь микрорайон.

В качестве теплоносителя для подогрева холодной воды из наружного водопровода закрытые системы используют перегретую воду теплосети.

В открытых системах вода для потребителей забирается непосредственно из теплосети.

Открытые системы применяют только на некоторых промышленных предприятиях. Наибольшее распространение получили закрытые системы.

Качество воды в централизованных системах горячего водоснабжения должно соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству».

Температура воды у водоразборных точек должна поддерживаться в пределах от 50 до 75°C. Нормами ограничивается также содержание солей кальция (Ca) и магния (Mg), поскольку при нагреве воды эти соли выпадают в осадок, образуя накипь на стенках трубопроводов и оборудования.

Накипь уменьшает проходное сечение труб и снижает теплопередачу оборудования. Поэтому в закрытых системах горячего водоснабжения жесткость воды не должна превышать 7 мг-экв/л.

### ***6.1 Классификация систем горячего водоснабжения по схеме циркуляции***

Сети горячего водоснабжения проектируются обычно тупиковыми, с верхней или нижней разводкой; они могут работать с циркуляцией воды или без нее (рис.20).

Все централизованные системы горячего водоснабжения работают с циркуляцией воды. Циркуляция может быть естественной или принудительной.

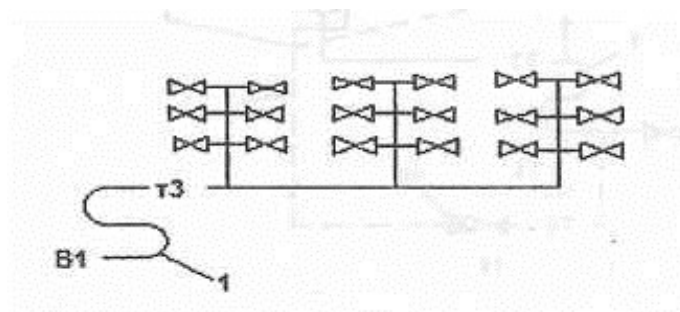


Рис. 20. Схема горячего водоснабжения без рециркуляции воды:  
1 - водоподогреватель; В1 - холодный водопровод;  
ТЗ - подающая магистраль.

Такие системы проектируют в небольших малоэтажных зданиях (коттеджах) или на объектах с длительным равномерным по времени водоразбором, например, в столовых или банях. Без циркуляции работают только местные системы горячего водоснабжения, когда водоподогреватель располагается в том же здании, что и вся сеть.

Все централизованные системы проектируют с циркуляцией воды. Циркуляционный трубопровод проектируют для того, чтобы вода циркулировала по сети через нагреватель и не остывала бы в трубах при отсутствии водоразбора.

Циркуляция происходит под действием гравитационного, или теплового, давления. Оно возникает в системе вследствие различной плотности нагретой и охлажденной воды. Тяжелая холодная вода опускается по циркуляционным стоякам вниз, в нагреватель, вытесняя оттуда горячую легкую воду вверх, в водоразборные стояки. В стояках при недостаточном разборе вода остывает. Так происходит непрерывная циркуляция.

Если гравитационное давление достаточно для циркуляции воды, проектируют системы с естественной циркуляцией. Если разница температур горячей и холодной воды не-

велика, не достаточна для естественной циркуляции, то проектируют системы с искусственной циркуляцией, побудительной, при помощи циркуляционного насоса.

*Схема с циркуляцией воды в магистралях и стояках с побудительной циркуляцией воды (на каждый стояк ТЗ свой стояк Т4) (рис.21).*

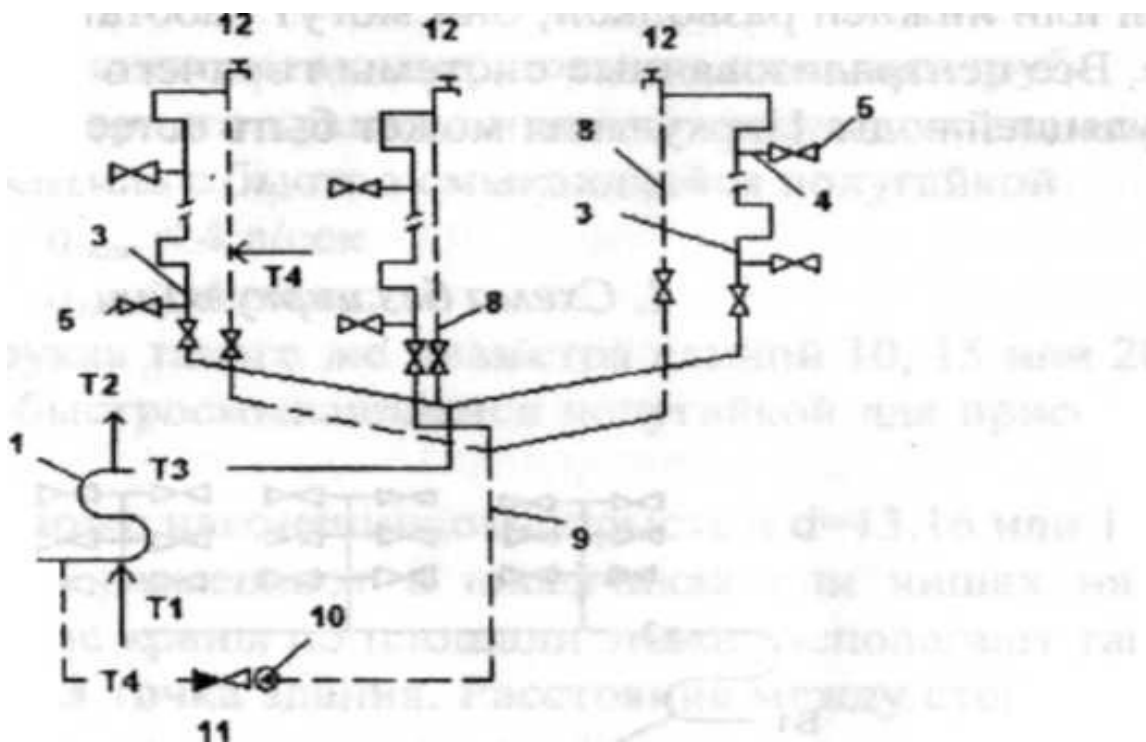


Рис. 21. Схема с циркуляцией воды в магистралях и стояках с побудительной циркуляцией воды (на каждый стояк ТЗ свой стояк Т4):

- 1 - водоподогреватель, 2 - подающая магистраль (Т3),
- 3 - водоразборные стояки (ТЗ), 4 - подводки, 5 - водоразборные устройства, 6 - запорная арматура, 7 - полотенцесушители,
- 8 - циркуляционные стояки (Т4), 9 - циркуляционная магистраль (Т4),
- 10 - циркуляционный насос. 11 - обратный клапан, 12 - патрубок с краном для выпуска воздуха из системы. Т1 - подача теплоносителя, Т2 - отвод охлажденного теплоносителя.

Такая система проектируется в общественных зданиях высотой до 4 этажей включительно, когда не допускается остывание воды в стояках и при большом разбросе водоразборных точек: в детских садах, в поликлиниках. Циркуляци-

онные сети включают стояки, магистрали. Подводки работают без циркуляции.

#### *Схема с циркуляцией воды только в магистралях*

В жилых и общественных зданиях высотой до 4 этажей включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляцию предусматривают только в магистральных трубах до начала водоразборных стояков. Типичным примером применения такой схемы могут служить административные здания (рис.22).

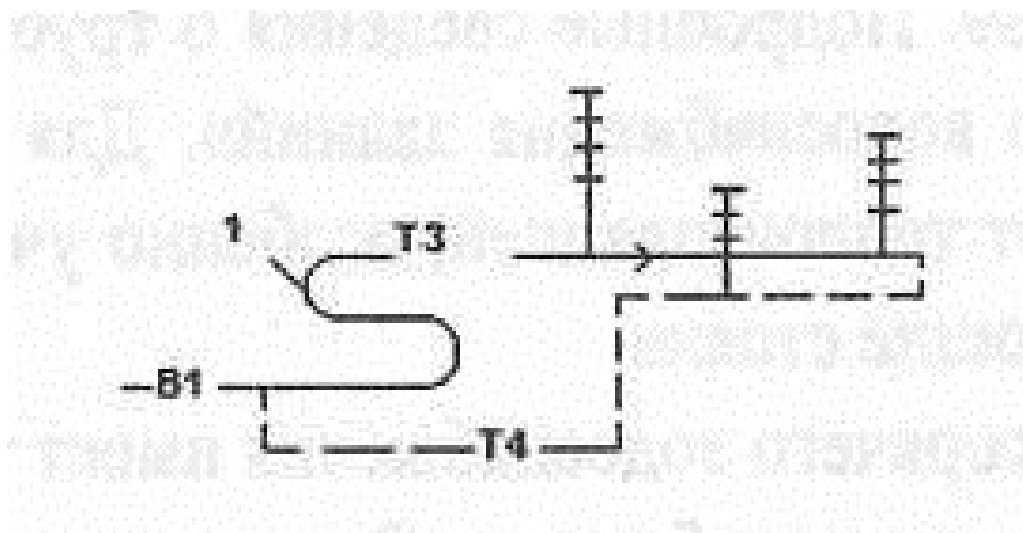


Рис. 22. Схема с циркуляцией воды только в магистралях:  
B1- холодный водопровод; 1- водоподогреватель; T3 - падающая магистраль; T4 - циркуляционная магистраль.

#### *Схема «Секционный узел»*

В этом случае несколько водоразборных стояков (Ст.. T3-1, 2, 3) объединяют одной общей циркуляционной частью (T4). Объединять можно от 3 до 7 водоразборных стояков (рис. 23).

Схему «секционный узел» применяют в жилых и общественных зданиях секционного типа высотой 5 этажей и более с компактным расположением санитарных приборов: жилых домах, гостиницах, общежитиях и т.п.

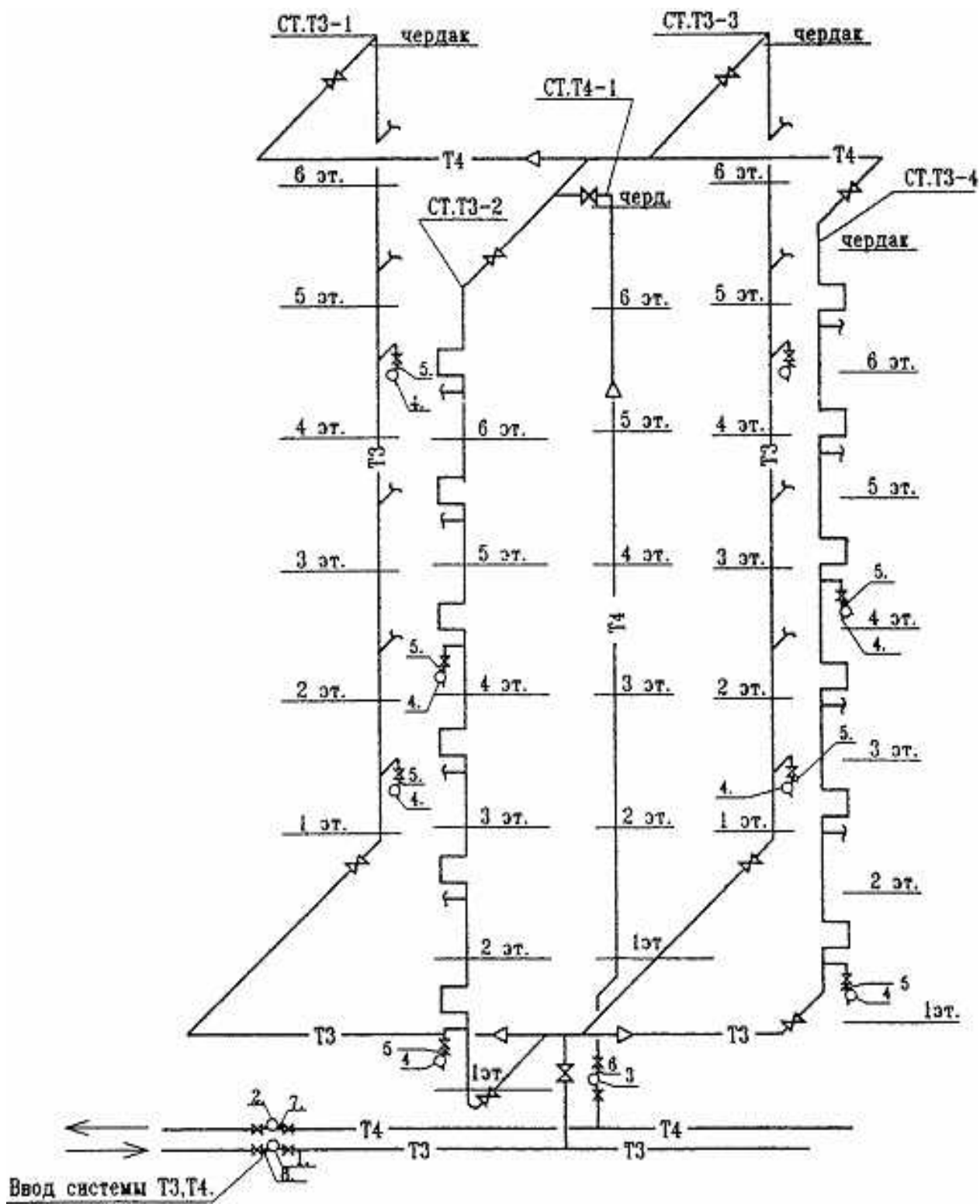


Рис. 23. Секционный узел:  
 Т3 – подающая магистраль; Т4 – циркуляционная магистраль.



## ***6.2 Трубы и арматура для сети горячего водоснабжения***

Для устройства сети горячего водоснабжения применяются стальные трубы ГОСТ 3262-75\*, а также полипропиленовые трубы по ГОСТ Р52134-2003. Для сокращения теплотерь трубы покрывают теплоизоляцией, особенно участки в подвале, на чердаке и главные подающие стояки.

Арматура на сети горячего водоснабжения имеет ту же конструкцию, что и на сети холодного водоснабжения. Она изготавливается из латуни, стали, бронзы или термостойких пластмасс. Вся арматура рассчитана на давление  $P \leq 0,45$  МПа ( $H \leq 45$  м.вод.ст.).

К специфическим видам арматуры и оборудования систем ТЗ (Т4) относятся полотенцесушители, циркуляционные насосы, обратные клапаны на циркуляционных трубопроводах, термосмесители, термодроссели, воздухоотводчики, компенсаторы температурных удлинений.

*Циркуляционные насосы* обеспечивают циркуляцию воды в системе.

*Обратные клапаны* на циркуляционных трубопроводах не допускают попадания холодной воды в циркуляционные трубопроводы.

*Термосмесители* предназначены для смешения холодной и горячей воды, их устанавливают, например, в детских садах перед детскими умывальниками.

*Термодроссель* устанавливают на циркуляционном трубопроводе для регулирования расхода циркулирующей воды: при повышении температуры в циркуляционном трубопроводе после термодросселя выше допустимой сужается проходное отверстие термодросселя, и циркуляционный расход воды уменьшается.

Воздух из системы выпускается через автоматические *воздухоотводчики* или через *воздухосборники*, оборудованные патрубками с кранами; их устанавливают в верхних точках сети, обычно в верхней части циркуляционного стояка.

Для компенсации температурных удлинений на сети ТЗ устанавливают гнутые П-образные компенсаторы, их устанавливают на прямых участках, разделенных жесткими креплениями.

### 6.3 Водоподогреватели для централизованных систем горячего водоснабжения

Серийно выпускаются водоподогреватели двух типов: скоростные и емкостные (рис.24).

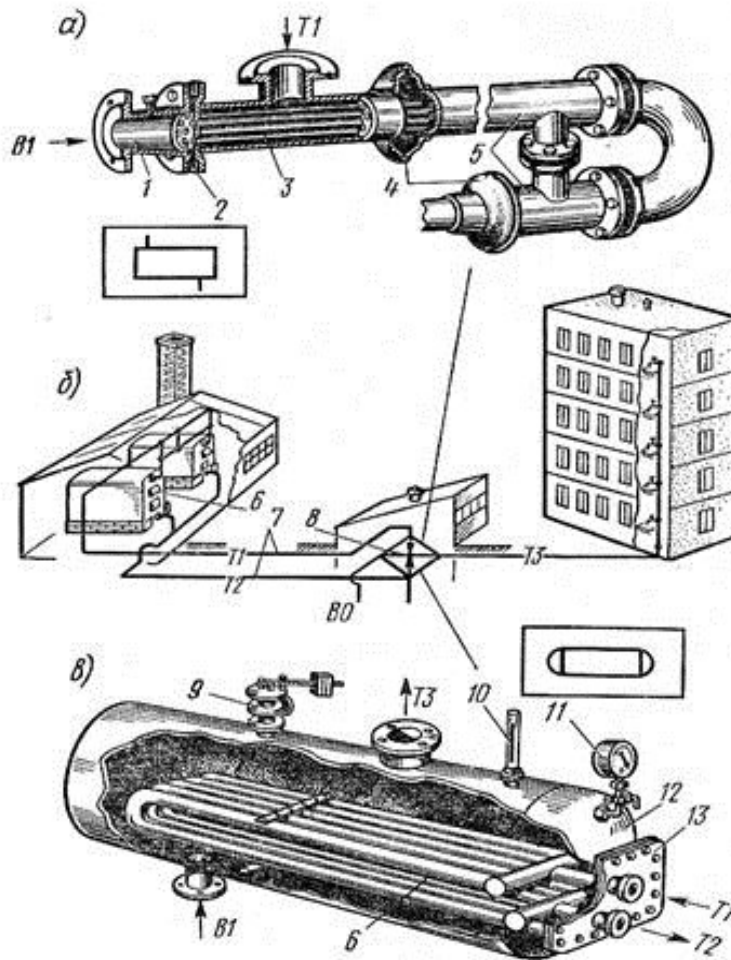


Рис. 24. Водоподогреватели: (а – скоростной водоподогреватель; б – схема установки водоподогревателя; в – емкостной водоподогреватель): 1 – входной патрубок; 2 – трубные решетки; 3 – теплообменные трубки; 4 – линзовый компенсатор; 5 – корпус секции водоподогревателя; 6 – генератор тепла; 7 – тепловая сеть (контур теплоносителя); 8 – водоподогреватель (водоводяной); 9 – предохранительный клапан; 10 – термометр; 11 – манометр; 12 – корпус; 13 – крышка.

В *скоростных* водоподогревателях скорость течения воды составляет 0,5-2 м/сек. Теплоносителем может быть пар или вода. Пароводяные подогреватели используют, в основном, на промышленных зданиях, где есть паросиловое хозяйство.

Для жилых и общественных зданий применяют, в основном, *водоводяные* нагреватели, т.е. вода, является и нагреваемой средой, и теплоносителем. Теплоноситель и нагреваемая вода могут двигаться параллельно друг другу или в противотоке.

Наибольшее распространение получила противоточная схема, т.к. она обеспечивает лучшую теплопередачу. В качестве нагревательных элементов чаще всего используется пучок трубок, в некоторых конструкциях вместо трубок может быть кожух. Водоподогреватель, как правило, собирается из нескольких секций. В существующих системах централизованного горячего водоснабжения наибольшее распространение получили водоподогреватели скоростные, секционные, водоводяные трубчатые, противоточные.

Нагреваемая жидкость проходит внутри трубок, а теплоноситель – внутри корпуса. Он омывает наружную поверхность трубок. Трубки укрепляют в трубных решетках, решетки закрепляются во фланцах.

*Емкостные* водоподогреватели выполняют две функции: нагрева горячей воды, и ее накопления. Скорость движения воды в емкостных нагревателях составляет несколько миллиметров в секунду. Нагреватели представляют собой баки большого размера; количество баков в системе принимается не менее двух. Баки могут быть напорные или безнапорные.

Наибольшее распространение получили напорные горизонтальные емкостные водоподогреватели. Водоподогреватель состоит из корпуса и теплообменных трубок. Корпус

представляет собой горизонтальный стальной цилиндр, теплоноситель движется внутри трубок. Теплоносителем может быть вода или пар. Нагреваемая вода поступает в нижнюю часть корпуса и отводится сверху. Теплообменные трубки закреплены на съемной боковой крышке, что позволяет вынимать их для чистки и ремонта. Бак оборудован манометром, термометром и предохранительным клапаном.

Безнапорные баки-аккумуляторы по конструкции аналогичны бакам холодной воды, но внутри у них проложен змеевик с теплоносителем; такие баки устанавливают, в частности, в небольших банях.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какова классификация систем горячего водоснабжения по схеме циркуляции?
2. Схема горячего водоснабжения без циркуляции воды.
3. Каково назначение циркуляционного трубопровода?
4. Почему возникает естественная циркуляция в системе горячего водоснабжения?
5. Схема с циркуляцией воды только в магистралях.
6. Схема «Секционный узел».
7. Схема с циркуляцией воды в магистралях и стояках с побудительной циркуляцией воды.
8. Какие используются трубы для монтажа сети горячего водоснабжения?
9. Виды арматуры для сети горячего водоснабжения.
10. Устройство скоростных водоподогревателей.
11. Устройство и функции емкостных водоподогревателей.

## 7. КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

В зависимости от состава загрязнений сточные воды делятся на три группы:

- бытовые, или хозяйственно-фекальные;
- дождевые, или атмосферные;
- производственные, или промышленные.

Система канализации *по своему назначению* делится:

- на бытовую - К1;
- дождевую-К2;
- производственную - К3.

### ***7.1 Основные элементы внутренней канализации***

Основными элементами внутренней канализации являются приемники сточных вод, оборудованные гидравлическими затворами, отводные линии, стояки, выпуски, вентиляционные трубопроводы, устройства для прочистки сети, фасонные части (рис.25).

*Приемники сточных вод* на бытовой канализации (К1) - это умывальники, унитазы, ванны, кухонные мойки, писсуары и т.д. Для приема производственных сточных вод служат лотки, воронки, траншеи. Приемниками дождевых вод являются водосточные воронки. Чтобы дурно пахнущие газы не проникали из канализации в помещение, приемники сточных вод оборудованы гидрозатворами.

Из приемников сточные воды попадают последовательно в *отводные линии*, а потом в *стояки*.

Для прочистки канализационной сети на ней устанавливают *ревизии и прочистки*.

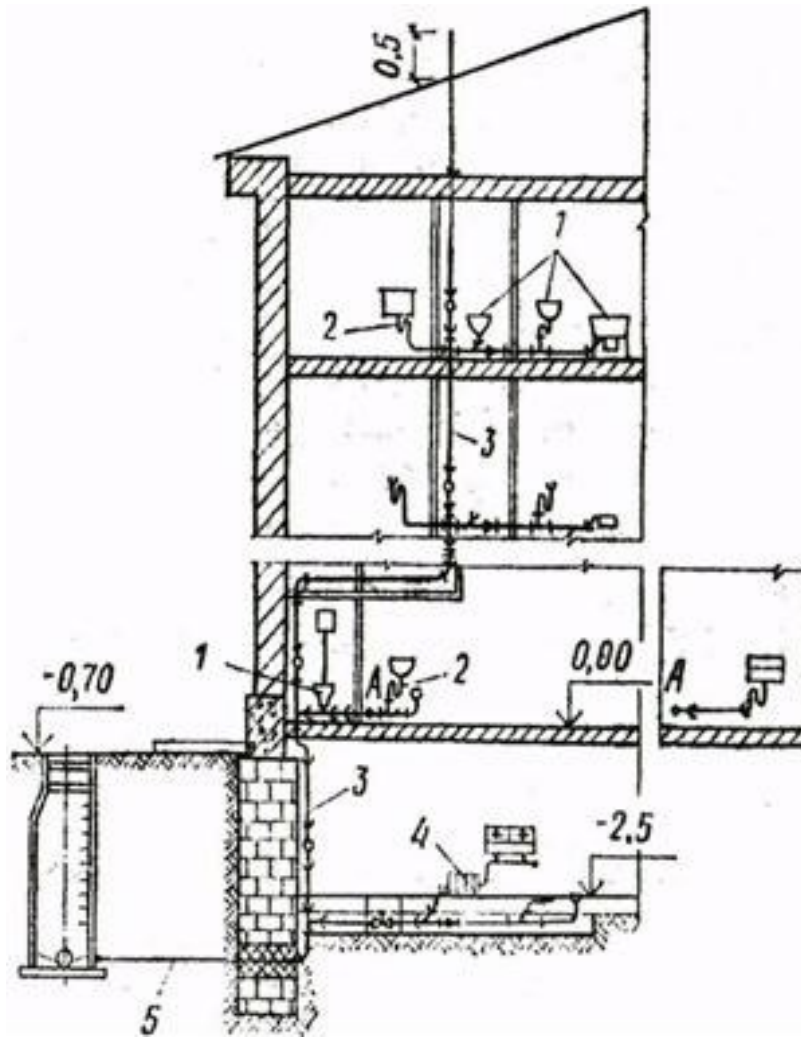


Рис. 25. Элементы системы канализации: 1 – приемники сточной воды; 2 – гидравлические затворы; 3 – внутренняя канализационная сеть; 4 – местные установки для очистки и перекачки сточных вод; 5 – выпуски.

Ревизии (рис.26, а, б) позволяют прочищать трубы в обоих направлениях. Их выполняют в виде люков (1) на трубе, закрываемых крышкой (2) с резиновой прокладкой, которые притягиваются к корпусу двумя или четырьмя болтами. Устанавливают их на вертикальных и горизонтальных участках трубопроводов. При подземной прокладке труб над ними устраивают смотровые колодцы (3). На стояках ревизии устанавливают не реже чем через 3 этажа, причем, на первом и последнем этажах - обязательно. Высота установки ревизии от пола  $h \geq 1\text{м}$ , от борта самого высокого прибора  $h \geq 150\text{ мм}$ .

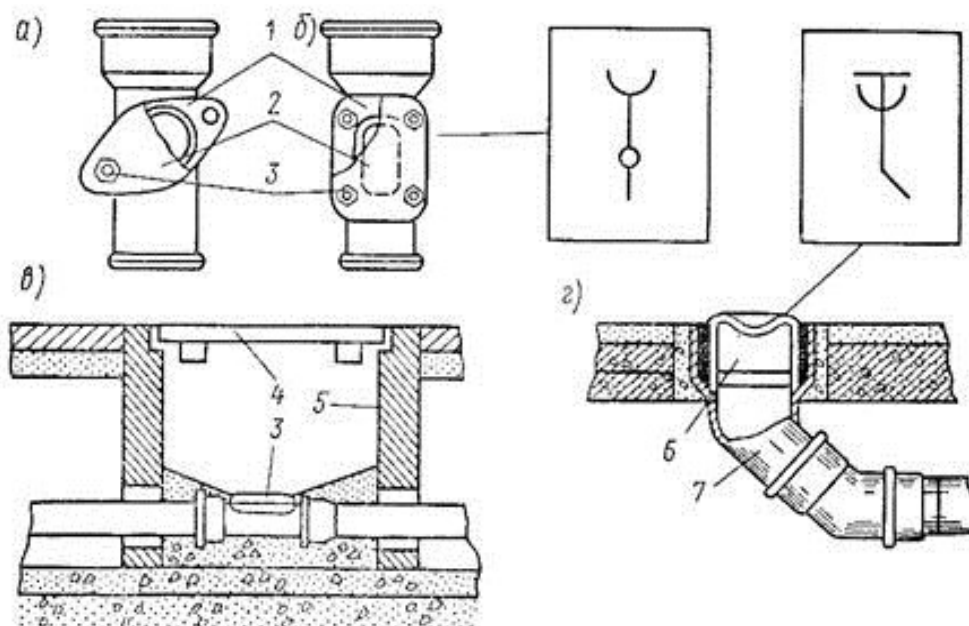


Рис. 26. Ревизии (а, б, в) и прочистки (г): 1 – резиновая прокладка; 2 – крышка; 3 – болты; 4 – крышка колодца; 5 – колодец; 6 – заглушка; 7 – отвод.

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

Прочистки – отверстия с заглушкой устанавливают в местах, где требуется прочистка труб только в одном направлении. Их выполняют в виде косоугольного тройника и отвода в 135 град. или двух таких отводов, обеспечивающих плавный вход прочищающего троса в трубу. Сверху раструб закрывают заглушкой (4) на легкоплавкой мастике или сурико-меловой замазке.

Системы внутренней канализации оборудуются *вентиляционными трубопроводами*. Вытяжная труба является продолжением канализационного стояка, их диаметры равны. Вытяжная труба выводится на кровлю здания, на высоту не менее 0,5 м, если кровля неэксплуатируемая и на высоту не менее 3 м, если кровля плоская эксплуатируемая.

Рекомендуется устройство одной вытяжной трубы на несколько канализационных стояков. Одной вытяжной частью объединяют не более 6 стояков. Сборный вентиляционный трубопровод прокладывают с уклоном  $i=0,01$  в сторону

канализационных стояков; его диаметр принимается равным 100 мм, если количество приборов в системе не превышает 120, и равным 150 мм при большем числе приборов. Запрещается объединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами зданий и с дымоходами.

Вентиляционная система канализации выполняет две функции:

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

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

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

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

*Выпуски* – это трубопроводы, отводящие сточные воды от стояков за пределы здания во внутриквартальную сеть. Одним выпуском могут отводиться сточные воды от нескольких стояков.

Если в подвале здания имеются приборы, то сточные воды от них отводятся отдельным выпуском, и на выпуске устанавливается задвижка с электроприводом.

Сточные воды от производственного оборудования столовых тоже отводятся отдельным выпуском.

Переход стояка в выпуск должен быть плавным и выполняться при помощи косых фасонных частей. При измене-



нии направления течения сточных вод угол поворота не должен быть острым (угол  $\alpha \geq 90^\circ$ ). На выпусках устанавливают ревизии и прочистки. Трубы выпуска, проходящие в холодном помещении, утепляют.

Для прокладки выпуска в стене фундамента оставляют проем.

$$(d_{\text{проема}} = (d_{\text{вып}} + 400 \text{ мм}).$$

Зазор между стеной и выпуском заделывают водонепроницаемым эластичным материалом, например, мятой глиной. В мокрых грунтах выпуск прокладывается в стальной гильзе.

Длина выпуска от стояка, ревизии или прочистки до смотрового колодца регламентируется в зависимости от диаметра выпуска. Длина выпуска от стены до смотрового колодца назначается в зависимости от грунтов: в твердых грунтах  $l \geq 3$  м, в макропористых просадочных  $l \geq 5$  м.

Присоединение выпуска к наружной сети выполняется по верху труб – «шельга в шельгу» - под углом не менее  $90^\circ$  С.

Глубину выпуска назначают в зависимости от глубины промерзания грунта. Лоток выпуска может быть расположен выше границы промерзания, но не более чем на 0,3 м. Чтобы избежать повреждения труб транспортом, глубина заложения выпуска должна быть не менее 0,7 м до шельги.

## ***7.2 Прокладка внутренней канализации***

Прокладка может быть открытой или скрытой; это диктуется условием удобства эксплуатации, а также требованиями к интерьеру помещения, где проходит канализация.

*Отводные линии* от приборов прокладывают по полу вспомогательных помещений; санузлов, кухонь, коридоров, под полом заделкой в перекрытие, под потолком нижерасположенного нежилого помещения в виде подвесных линий. Трубы могут быть замаскированы коробами.

*Стояки* размещают вблизи приборов с наибольшим во-

доотведением, обычно возле унитазов. Стояки можно прокладывать открыто по стенам и перегородкам санузлов, ближе к углу, или скрыто в нише за унитазами вместе с трубами водоснабжения. Если стояки прокладывают в кухнях, коридорах или в вестибюлях, то их прокладывают скрыто в нишах или в подшивных коробах. Места прохода стояков через перекрытия заделывают цементным раствором на всю толщину перекрытия, перед заделкой стояк обертывают рулонным гидроизоляционным материалом без зазора.

*Выпуски* канализации прокладывают открыто в подвалах и технических подпольях близко к полу. Если в здании отсутствует подвал или он эксплуатируемый, то выпуски можно прокладывать в подпольных каналах или в грунте под полом первого этажа или подвала. Совместная прокладка водопровода и канализации допускается только в проходных каналах.

Канализационные трубы прикрепляются к конструкциям здания: стенам, перегородкам, колоннам. Средства крепления - крючья, хомуты, подвески, кронштейны. Выпуски можно прокладывать на бетонных или кирпичных опорах.

Не допускается прокладка внутренней канализации под потолком, в стенах и в полу жилых комнат, спальных комнат детских учреждений, больничных помещений, административных помещений, зрительных залов, предприятий общественного питания и залов с ценным художественным оформлением.

Не допускается пересечение канализационными трубами вентиляционных каналов здания.

### ***7.3 Трубы и фасонные части для устройства внутренней канализации***

Во многих существующих зданиях канализация смонтирована из **чугунных** безнапорных труб диаметром  $d$  50, 100 или 150 мм ГОСТ 6942.2-98, с раструбным соединением. В

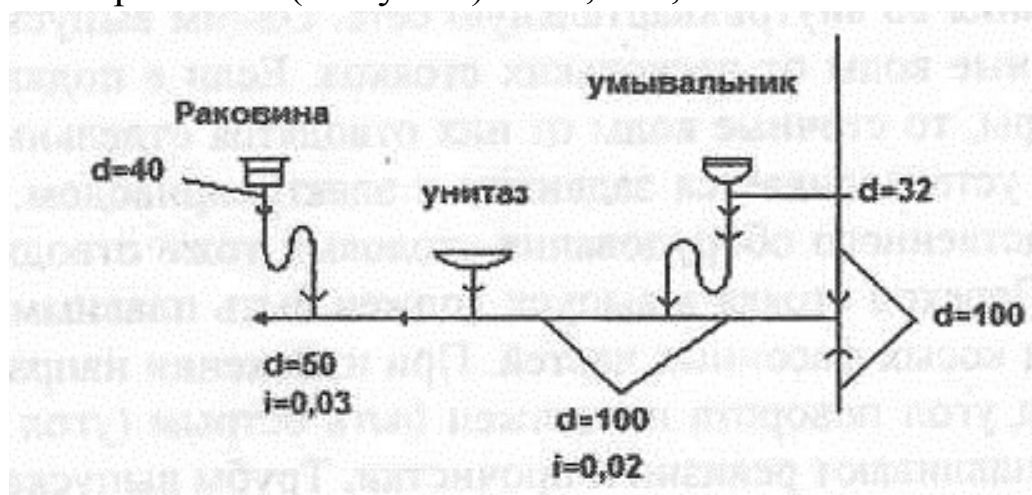
последнее время получили распространение *полиэтиленовые* трубы ГОСТ 22689-89,  $d = 50, 100$  мм (рис.27).

Для устройства дворовой сети используют гофрированные полипропиленовые трубы (фирма PRAGMA), выполненные по ТУ 2248-001-96467180-2008, ТУ 4926-001-092206-2014, ГОСТ Р 54475-2011.

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

Фасонные части на внутренней канализационной сети:

- отводы (угол поворота:  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $150^\circ$ );
- тройники;
- крестовины;
- переходы;
- муфты (прямая, переходная:  $50*100$ ,  $100*150$ );
- отступ;
- ревизии;
- прочистка (заглушка)  $d=50$ ,  $100$ ,  $150$ .



. Рис. 27. Фрагмент аксонометрической схемы канализации.

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

## 7.4 Внутренние водостоки

Внутренние водостоки - это трубопроводы, проложенные внутри здания и предназначенные для отвода дождевых и талых вод с кровли. Выпуск дождевых вод может быть открытым или закрытым. Открытый выпуск осуществляется в бетонный лоток уличной дождевой сети, закрытый выпуск - в колодец уличной дождевой сети.

Основными элементами внутренних водостоков являются водоприемные воронки, отводные линии, стояки и выпуски (рис.28).

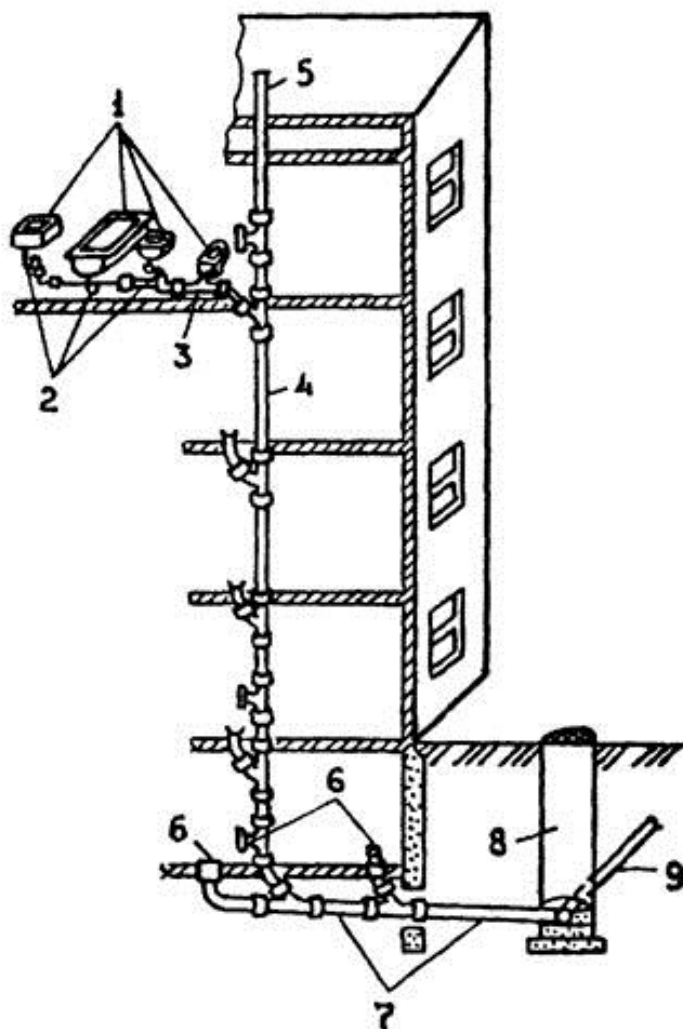


Рис.28. Элементы системы внутреннего водостока: 1 – приемники сточных вод; 2 – гидрозатворы (сифоны); 3 – отводные трубопроводы; 4 – стояк; 5 – вытяжная часть стояка; 6 – устройства для прочистки сети; 7 – выпуск; 8 – колодец; 9 – дворовая (или внутриквартальная) сеть.

Внутренние водостоки монтируют из труб диаметром 100 или 150 мм, горизонтальные участки прокладывают с уклоном 0,005-0,008. Для устройства системы применяют полиэтиленовые, чугунные, асбестоцементные трубы, на подвесных горизонтальных участках допускаются стальные трубы.

Водосточные воронки размещают на кровле с учетом ее площади: одна воронка на секцию. К одному стояку при помощи отводных линий могут присоединяться несколько воронок.

Отводные линии прокладывают по чердаку или по верхнему техническому этажу.

Схемы внутренних водостоков показаны на рис. 29.

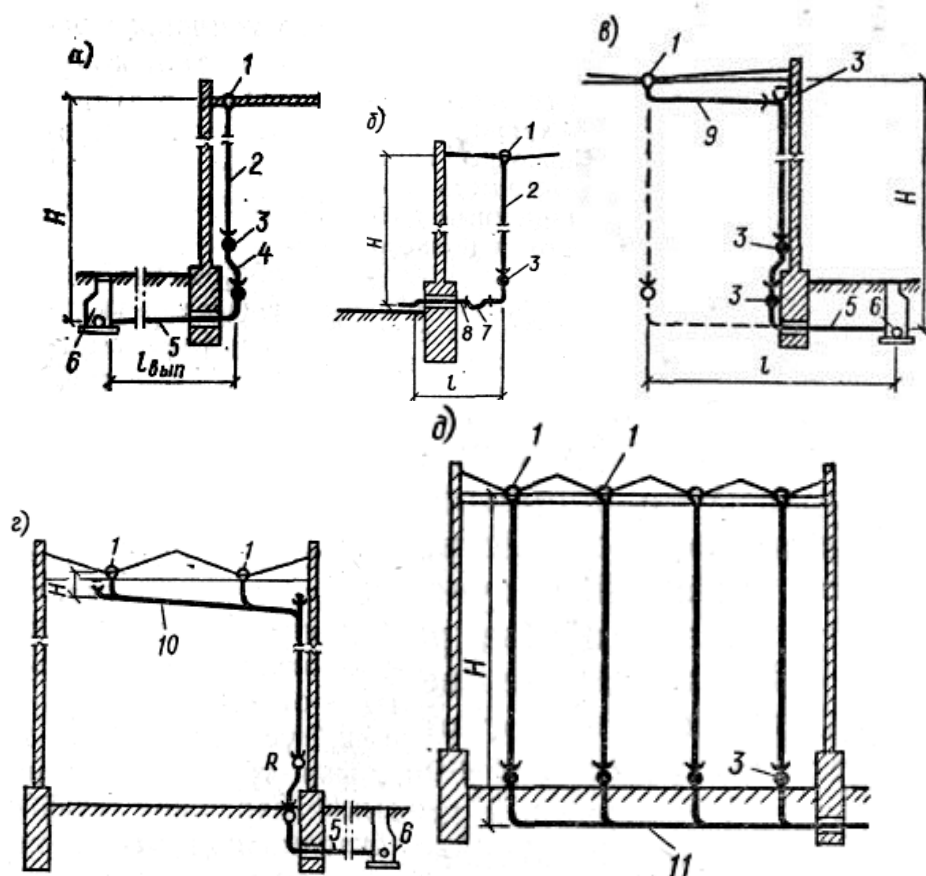


Рис.29. Схемы внутренних водостоков: (а, б, в – перпендикулярные; г, д – пересеченные; – с подвесным трубопроводом; д – с коллектором) :1 – водосточная воронка; 2 – стояк; 3 – прочистка и ревизия; 4 – отступ; 5 – выпуск; 6 – приемный колодец; 7 – гидрозатвор; 8 – открытый выпуск; 9, 10 – подвесная линия; 11 – сборный трубопровод.

Водосточные стояки прокладывают в отапливаемых помещениях: на лестничных клетках, в коридорах; прокладка может быть открытой - по стенам, перегородкам, колоннам или скрытой - в нишах внутренних стен или приставных коробах.

Стояки прокладывают вдали от наружных стен, чтобы они не промерзли. Замоноличивание труб в блоки и стеновые панели не допускается.

Выпуски прокладывают в подвале здания: под потолком, если выпуск открытый или близко к полу - при закрытом выпуске.

Открытый выпуск устраивают на солнечной стороне здания. Там, где труба пересекает наружную стену, ее утепляют, и отверстие заделывают цементом изнутри и снаружи.

### 7.5 Удаление твердых бытовых отходов (мусороудаление)

Мусоропроводы обычно устраивают в зданиях высотой более 5 этажей. Каналы мусоропроводов размещают во внутренних капитальных стенах, не смежных с жилыми комнатами или возле стен: с заделкой в короба или открыто. Лучшим материалом для изготовления мусоропроводов является асбестоцемент. Устройства для приема мусора располагают на лестничных клетках, в кухнях или во вспомогательных помещениях общественных зданий.

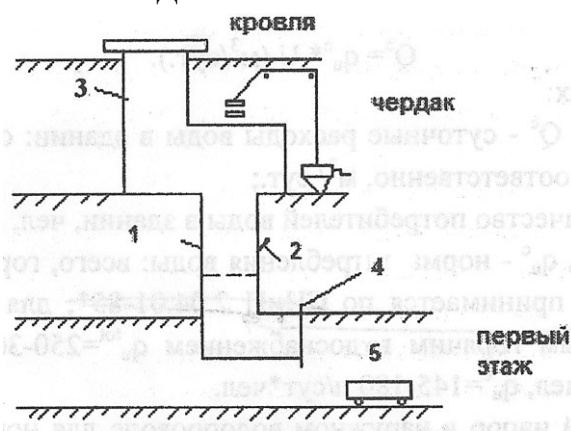


Рис. 30. Мусороудаление в здании: 1 – ствол  $d=400$  или  $500$ ; 2 – приемные клапаны на высоте  $0,85-0,9$  м от пола; 3- вытяжная труба; 4- шибер (заслонка); 5- бункер для приема мусора.

Бункер для приема мусора рассчитан на трехсуточное накопление мусора. Кроме бункера, нижнюю камеру оборудуют мусоросборниками объемом 80-100 л, поливочным крапом ( $d=25\text{мм}$ , раковиной с подводом холодной и горячей воды, трапом для отвода воды при мытье пола, системами отопления и вентиляции. Камеру выполняют из огнестойких материалов. Верхнюю камеру оборудуют устройствами для прочистки ствола: тросом с блоком, ручной лебедкой и ершом (рис.30).

В лечебных учреждениях устраивают горячие, или огневые, мусоропроводы. Горячий (огневой) мусоропровод отличается от холодного тем, что мусор из ствола попадает в мусоросжигательную печь, а стволы служат дымоходами для удаления продуктов сгорания. Стволы и мусоросжигательную печь выкладывают из кирпича. Для более интенсивного горения вертикальную решетку ставят так, чтобы воздух, подходящий из поддувала, обтекал горячую массу мусора сбоку и сверху. Ствол вверху переходит в обычную дымовую трубу.

Сжигают мусор один раз в сутки, обычно в ночное время; в остальное время система работает как холодный мусоропровод. При сжигании стволы хорошо дезинфицируются горячими газами, температура которых доходит до  $200^{\circ}$ . К недостаткам этих систем относится сложность эксплуатации (нужно выводить 30—40% золы и шлака и необходимо добавочное топливо для сжигания мусора). Горячие мусоропроводы следует рекомендовать в лечебных учреждениях, где требуется уничтожение и обеззараживание различных отходов.

### ***Контрольные вопросы***

1. Классификация систем канализации по назначению и их обозначение на чертежах.

2. Основные элементы системы канализации зданий.
3. Назначение и устройство ревизий.
4. Назначение и устройство прочисток.
5. Функции вентиляционной системы канализации и ее устройство.
6. Что такое выпуск и его прокладка? Определение глубины выпуска.
7. Способы прокладки внутренней канализации.
8. Правило размещения канализационных стояков.
9. Правила прокладки выпусков.
10. Трубы и фасонные части для устройства внутренней канализации.
11. Назначение и основные элементы внутреннего водостока.
12. Материал труб и монтаж внутреннего водостока.
13. Каково устройство мусоропроводов?
14. Чем отличается горячий мусоропровод от холодного?



## 8. ДВОРОВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

Из внутренней сети через выпуски сточные воды попадают в дворовую, или внутриквартальную сеть.

Дворовая канализация - наружная сеть от выпусков до уличной, или городской сети (рис.31).

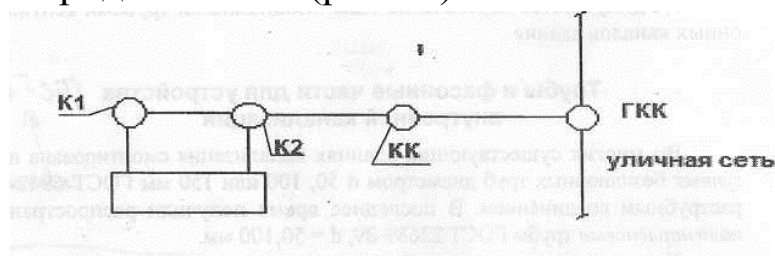


Рис.31. План дворовой канализации

Соединение участков наружной канализационной сети осуществляется в колодцах посредством открытых бетонных лотков. Колодцы устанавливают в конце каждого выпуска из здания (на рис. 28 –  $K_1$   $K_2$ ), в местах присоединения других участков внутриквартальных сетей, на поворотах, в месте присоединения дворовой сети к уличной (ГКК - городской канализационный колодец). Колодцы устанавливаются также на прямолинейных участках (КК). Они необходимы для прочистки сети. Расстояние между линейными колодцами регламентируется СП32.1330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

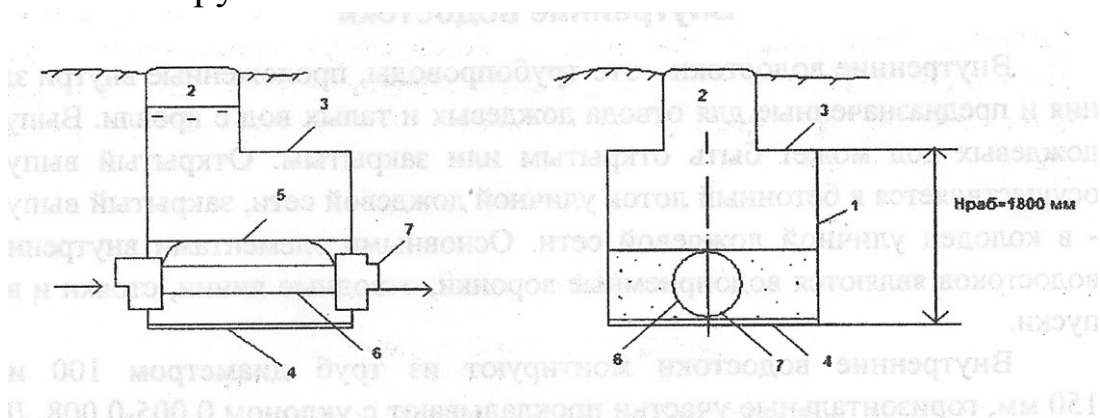


Рис.32. Канализационный колодец: 1 – рабочая часть  $H_{раб} = 1800$  мм, 2 – горловина (заканчивается сверху люком с крышкой), 3 – плита перекрытия, 4 – плита основания, 5 – монолитная бетонная берма (рабочая площадка), 6 – открытый бетонный лоток, 7 – трубы (подходящая и отходящая).

Диаметр рабочей части колодца (рис.32) назначается в зависимости от диаметра сети и глубины ее заложения. Если диаметр сети не превышает 600 мм, а глубина заложения - 3 м, то диаметр колодца принимается равным 1000 мм. При глубине сети более 3 м рабочая часть колодцев монтируется из колец диаметром 1500 мм.

При глубине сети до 1,2 м допускается устраивать колодцы диаметром 700 мм.

Виды канализационных колодцев показаны на рис. 33.

Если выпуск из здания располагается выше наружной сети, к которой он присоединяется, то на выпуске устраивают перепад.

При высоте перепада до 0,3 м его устраивают в колодце открытым. Перепад представляет собой просто бетонный водослив. Но обычно перепады устраивают закрытыми в виде стояка.

Стояк выполняется из чугунных труб; его устанавливают внутри здания на выпуске перед наружной стеной.



Рис. 33. Виды канализационных колодцев.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое дворовая канализация?
2. Где устанавливаются канализационные колодцы на внутриквартальной канализационной сети?
3. Устройство канализационных колодцев?
4. Виды канализационных колодцев?

## 9. РАСЧЕТ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

*Расчет системы водоснабжения* заключается в определении расходов холодной и горячей воды в системе: суточных, часовых, секундных; в подборе материала и диаметров трубопроводов, в подборе насосов (при необходимости), счетчика воды, водоподогревателя и другого оборудования, в определении достаточности напора в наружной сети для обеспечения нормальной работы внутренней сети.

Суточные расходы воды в системе определяются по формулам:

$$Q^{\text{tot}} = q_u^{\text{tot}} * U \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

$$Q^{\text{h}} = q_u^{\text{h}} * U \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

$$Q^{\text{c}} = q_u^{\text{c}} * U \text{ (м}^3\text{/сут)}$$

В формулах:

$Q^{\text{tot}}$ ,  $Q^{\text{h}}$ ,  $Q^{\text{c}}$  - суточные расходы воды в здании: общий, горячей и холодной воды соответственно, м<sup>3</sup>/сут.;

$U$  - количество потребителей воды в здании, чел.;

$q_u^{\text{tot}}$ ,  $q_u^{\text{h}}$ ,  $q_u^{\text{c}}$  - норма потребления воды: всего, горячей и холодной соответственно; для микрорайонов с централизованным горячим водоснабжением  $q_u^{\text{tot}} = 250-300$  л/сут\*чел,  $q_u^{\text{h}} = 105-120$  л/сут\*чел,  $q_u^{\text{c}} = 145-180$  л/сут\*чел.

Требуемый напор в наружном водопроводе для нормальной работы внутренней системы водоснабжения  $N_{\text{треб}}$  определяется, исходя из установки: достаточно напора 10 м для первого этажа и 4 м на каждый дополнительный этаж:

$$N_{\text{треб}} = 10 + 4 * (n - 1), \text{ м.}$$

В формуле  $n$  - количество этажей в здании.

Величину  $N_{\text{треб}}$  сравнивают с  $N_{\text{гар}}$  - напором, который гарантируется наружным водопроводом. Если  $N_{\text{треб}} > N_{\text{гар}}$ , то необходимы насосы для повышения напора.

*Расчет внутренней канализации* заключается в определении расчетных расходов по участкам сети  $q$  (л/с), в опреде-

лении гидравлических и конструктивных параметров работы сети: диаметров участков, уклонов, наполнений труб и скоростей течения сточных вод. Кроме этого, необходимо рассчитать отметки всех трубопроводов внутри здания и на дворовой сети до точки подключения к городской канализации.

Таблица 1

### Оптимальный режим работы канализационной сети

Наименование Участка	Диаметр d, мм	Уклон I (м/м)	
		Минимальный допустимый $i^{\min}_{\text{доп}}$	Оптимальный $i_{\text{опт}}$
Отводные линии: - от умывальников, кухонных моек, ванн, душей; -от унитазов	50	0,025	0,03
	100	0,012	0,02
Стояки	100	-	-
Выпуски	100	0,012	0,02
Дворовая сеть	$\geq 150$	0,008	$\leq 0,01$

Сущность гидравлического расчета канализационной сети состоит в том, чтобы по расчетному расходу сточных вод  $q$  (л/с) подобрать такие диаметры  $d$ , уклоны  $i$  и наполнения  $h/d$  трубопроводов, чтобы скорость сточных вод в них была не менее самоочищающей: и не более 0,7 м/с.

Самоочищение означает, что загрязнения сточных вод не оседают в лоток трубы, а переносятся потоком.

Чтобы соблюдалось условие самоочищения, все параметры должны находиться в определенных пределах, что регламентируется [4]. Оптимальный режим работы канализационной сети соблюдается при следующих величинах диаметров и уклонов участков (табл. 1).

### **Контрольные вопросы**

1. Сущность расчета системы внутреннего водоснабжения.
2. Сущность расчета системы внутренней канализации.
3. В чем состоит сущность гидравлического расчета канализационной сети?
4. Что такое самоочищение?
5. Чему равна самоочищающая скорость сточных вод?

## **10. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ**

*Система водоснабжения населенного пункта* представляет собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для забора воды из источника, ее очистки, хранения и подачи потребителям: в жилые кварталы и на промышленные предприятия.

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

В большинстве населенных пунктов устраивается объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод. Это значит, что вода на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды города подается по одной и той же сети трубопроводов.

На промышленных предприятиях, кроме этого, сооружается производственный водопровод.

Проектирование наружных водопроводных сетей и сооружений регламентируется 31.13300.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»

### ***10.1 Нормы водопотребления***

*Норма водопотребления* - это количество воды, расходуемой на определенные нужды в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

Существуют нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды для населенных пунктов и промышленных предприятий (табл.2). Все эти нормы устанавливаются в зависимости от климатических условий района строительства, от степени благоустройства населенного пункта, на промпредприятии - в зависимости от вида производства, от категории производства по пожарной опасности и других факторов.

## 10.2 Режим водопотребления

*Коэффициенты неравномерности потребления воды населенным пунктом и промышленным предприятием*

Норма водопотребления – это осредненный показатель потребления воды за год. Но потребление воды населенными пунктами и промышленными предприятиями неравномерно в течение года, суток, даже часа: летом воды потребляется больше, чем зимой; в выходные дни больше, чем в будни; в вечерние часы больше, чем в дневные и ночные и т.д.

Таблица 2

### Нормы водопотребления

Вид водопотребления	Норма водопотребления		Примечание
	Единица потребления	Величина потребления	
Для населенных пунктов			
Хозяйственно-питьевые нужды	л/сут*чел	200-300	
Тушение пожаров	л/сек на один пожар	10-100	Расчетная продолжительность пожара 3 часа
Для промышленных предприятий			
Хозяйственно-питьевые нужды: - в холодных цехах - в горячих цехах	л/смену* чел	25 45	
Принятие душа	л/час на 1 душевую сетку	500	Расчетная продолжительность принятия душа сменой – 45 минут
Тушение пожаров	л/сек на один пожар	10-100	Расчетная продолжительность пожара 3 часа
Производственные нужды	Нормы потребления воды на производственные нужды назначаются технологами предприятия в расчете на единицу сырья или продукции м <sup>3</sup> /тн, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /шт., м <sup>3</sup> /м, в зависимости от вида перерабатываемого сырья или вырабатываемой продукции		

На рис. 34 приводится график потребления воды населенным пунктом в течение суток.

На графике за 100% принято суточное водопотребление  $Q_{сут}$ , среднечасовое потребление воды  $Q_{час}^{сред}$  составляет 4.17% от суточного (100%:24 часа).

В час наибольшего водоразбора потребляется  $Q_{\text{час}}^{\text{max}} = 5,2\%$  от суточного расхода воды. Отношение  $Q_{\text{час}}^{\text{max}} / Q_{\text{час}}^{\text{сред}} = K_{\text{час}}$  называется *коэффициентом часовой неравномерности водопотребления*. Коэффициент часовой неравномерности водопотребления характеризует неравномерность потребления воды в течение суток. Для городов вообще  $K_{\text{час}}$  находится в диапазоне 1,1-1,8. В данном примере  $K_{\text{час}}$  равен 1,25 (5,2%/4,17%).

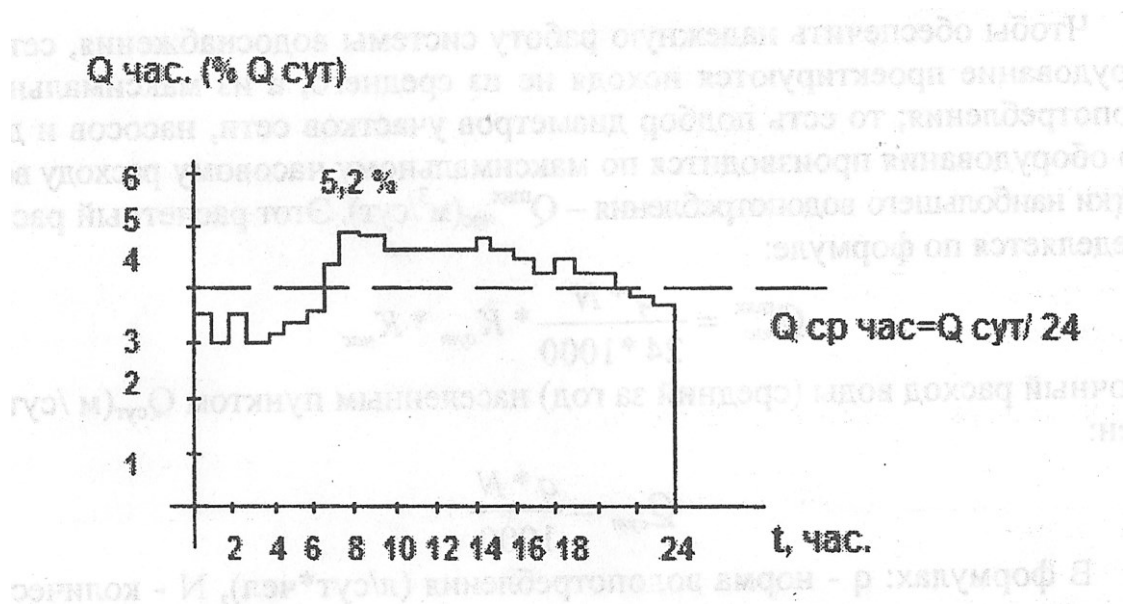


Рис. 34. График потребления воды населенным пунктом.

Неравномерность потребления воды в течение года учитывается *коэффициентом суточной неравномерности водопотребления*  $K_{\text{сут}}$ . Для большинства городов  $K_{\text{сут}}$  находится в пределах 1,1-1,3.

Неравномерность потребления воды в населенном пункте наблюдается и в течение часа; однако для упрощения расчетов ее не учитывают, при этом системы водоснабжения работают достаточно надежно.

*Режим потребления воды промышленным предприятием* диктуется технологическим процессом.

Режим *производственного* водопотребления задается проектировщикам технологами предприятий.

*Хозяйственно-питьевое водопотребление* холодных и горячих цехов характеризуется коэффициентами часовой неравномерности  $K_{\text{час}}=3$  и 2,5 соответственно. Душ рабочие данной смены принимают в первые 45 минут следующей смены.

### ***10.3 Расчетные расходы воды и напор в системе водоснабжения населенного пункта***

Чтобы обеспечить надежную работу системы водоснабжения, сети и оборудование проектируются, исходя не из среднего, а из максимального водопотребления; то есть подбор диаметров участков сети, насосов и другого оборудования производится по максимальному часовому расходу воды в сутки наибольшего водопотребления:  $Q_{\text{час}}^{\text{max}}$  (м<sup>3</sup>/сут).

Этот расчетный расход определяется по формуле:

$$Q_{\text{час}}^{\text{max}} = \frac{q * N}{24 * 1000} * K_{\text{сут}} * K_{\text{час}}$$

Суточный расход воды (средний за год) населенным пунктом  $Q_{\text{сут}}$  (м<sup>3</sup>/сут) равен:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q * N}{1000},$$

где  $q$  - норма водопотребления (л/сут\*чел),

$N$  - количество жителей в населенном пункте.

*Напор в наружной водопроводной сети* должен обеспечить подачу воды в самую высокую и удаленную водоразборную точку внутри здания.

Для обеспечения водой одноэтажной застройки напор в городской сети должен быть не менее 10 м. Работа уличных водоразборных колонок и пожарных гидрантов рассчитана именно на этот напор.

При многоэтажной застройке для определения требуемого напора прибавляют по 4 м на каждый дополнительный этаж.



$$H_{\text{треб}} = 10 + 4 \cdot (n - 1),$$

где  $n$  -этажность застройки.

Напор в водопроводной сети создают насосы II подъема, или он поддерживается за счет запаса воды в водонапорной башне (рис. 35).

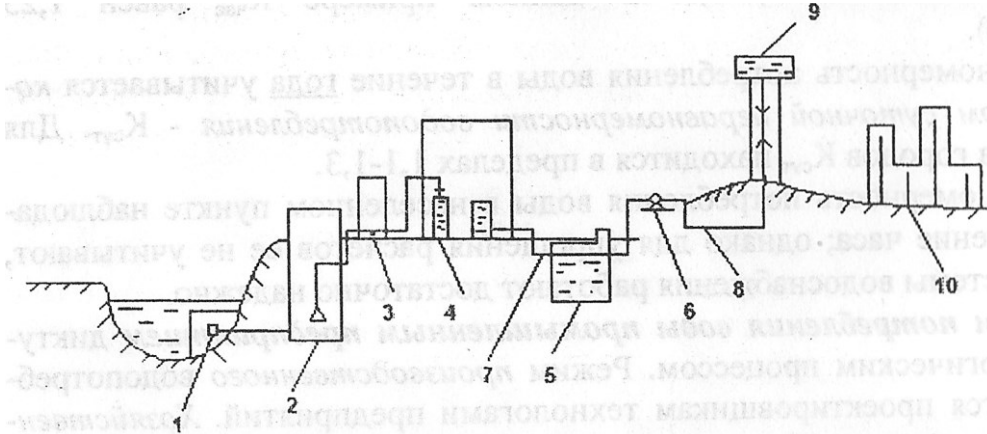


Рис. 35. Общая схема водоснабжения населенного пункта:

- 1 - водоприемные сооружения, 2 - береговой колодец;
- 3 - насосная станция I подъема, 4- сооружения подготовки питьевой воды, 5- резервуары чистой воды, 6- насосы II подъема, 7- водоводы, 8-магистральные трубопроводы, 9 - водонапорная башня, 10- распределительная сеть в жилой застройке.

#### **10.4 Источники водоснабжения. Водоприемные сооружения. Водоподъемные устройства**

Источники, используемые для водоснабжения городов и населенных пунктов, подразделяют на две основные группы: поверхностные и подземные. В процессе круговорота воды в природе эти два вида вод непосредственно переходят из одной группы в другую, пополняя или истощая одну из групп.

К поверхностным источникам водоснабжения относят реки, озера, водохранилища, моря. К подземным — артезианские воды, родники, ключи.

Характерными особенностями качества речной воды являются ее относительно большая мутность (особенно в период паводков), высокое содержание органических веществ, бактерий, часто значительная цветность воды. Речная вода

обладает обычно относительно малым солесодержанием и небольшой жесткостью.

Вода озер и водохранилищ отличается весьма малым содержанием взвешенных веществ, значительной цветностью, большой окисляемостью, наличием планктона в летнее время. Степень минерализации озерной воды весьма различна. Качество воды поверхностных источников в большей степени зависит от интенсивности выпадения атмосферных осадков, таяния снегов, а также от загрязнения поверхностными стоками.

Подземные воды, как правило, не содержат или содержат незначительное количество взвешенных веществ и обычно бесцветны, обладают высокими санитарными качествами, но часто сильно минерализованы, имеют повышенную жесткость, значительное содержание железа и т.п.

Сравнивая основные показатели качества воды природных источников с основными требованиями к качеству воды главных групп потребителей, можно сделать вывод, что для водоснабжения населенных мест наиболее подходящим источником водоснабжения являются подземные (особенно артезианские и родниковые) воды, если они не сильно минерализованы. Практика показывает, что водоснабжение большинства малых и значительной части средних по размерам населенных мест основано на использовании подземных источников. Для водоснабжения большинства крупных городов приходится полностью или в значительной степени пользоваться водами поверхностных источников.

Промышленные предприятия в отдельных случаях могут использовать воду поверхностных источников без всякой ее очистки. В настоящее время водоснабжение некоторых крупных промышленных предприятий основано на использовании морской воды.

Морская вода, содержащая, как известно, большое количество минеральных солей, обладает относительно невысокой жесткостью, ее применяют в производственном водоснабжении для охлаждения.

Качество природной воды характеризуется ее физическими и химическими свойствами и бактериальным загрязнением.

К физическим свойствам относят температуру воды, мутность (или прозрачность), цветность, вкус и запах. Химические свойства обуславливаются содержанием в ней различных химических веществ.

*Физические свойства природной воды.* Температура воды в различных источниках неодинакова. В открытых водоемах она зависит, главным образом, от температуры воздуха и колеблется в очень широких пределах по временам года и глубине расположения струи в потоке. Вода подземных источников, особенно артезианских, имеет довольно постоянную температуру (обычно +5...+12 °С) в течение всего года.

Взвешенные вещества в воде поверхностных источников содержатся всегда. Песчаные и глинистые частицы попадают в источник вследствие эрозий берегов и русла рек. Содержание взвешенных веществ (в мг/л) в воде открытых источников колеблется в очень широких пределах. Содержание взвешенных веществ характеризует прозрачность воды. Она выражается в сантиметрах и представляет собой максимальную толщину слоя налитой в цилиндр воды, через который можно еще прочитать текст, отпечатанный стандартным типографским шрифтом, или рассмотреть крест, нарисованный черными линиями толщиной 1 мм с четырьмя точками между ними. Поэтому различают прозрачность «по шрифту» и «по кресту».

Цветностью называют окраску, которую может иметь природная вода и которая объясняется наличием гуминовых

веществ или фульвокислот. Цветность выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы.

Вода в природных источниках может иметь различный вкус: быть горьковатой, соленой, кислой, сладковатой. Остальные виды вкусовых ощущений (например, металлический) называют привкусами.

Запах воды может быть естественного и искусственного происхождения. Естественные запахи (болотный, глинистый, сероводородный, травянистый и др.) обуславливаются живыми и отмершими организмами, продуктами размыва русел. Запахи искусственного происхождения (фенольный, нефтяной, хлор- фенольный, хлорный и др.) появляются в результате сброса в водоем сточных вод и обработки воды реагентами. Запах и вкус оценивают по порогу разбавления или по пятибалльной системе: очень слабый (определяемый только опытным лаборантом); слабый (обнаруживаемый потребителем, если обратить на это его внимание); заметный; отчетливый; очень сильный.

*Химический состав природной воды.* Для оценки воды, с точки зрения ее использования, имеют значения следующие показатели: плотный остаток, окисляемость, активная реакция, содержание железа, магния, хлоридов, сульфатов, фтора и др.

Плотный остаток (в мг/л) характеризует общее содержание в воде органических и неорганических веществ (кроме газов). Он определяется как остаток от выпаривания известного объема нефилтрованной пробы воды и высушенной при 105...110 °С до постоянной массы.

Жесткость (в мг экв/л) –важный химический показатель, определяющий область пригодности воды для водоснабжения. Жесткость воды обусловлена содержанием в ней растворенных солей кальция и магния. Различают карбонатную и некарбонатную жесткость. Карбонатной называют жесткость,

обусловленную наличием двууглекислых (бикарбонатных) и углекислых (карбонатных) солей кальция и магния. Некарбонатной называют жесткость, обусловленную содержанием некарбонатных солей кальция и магния – сульфатов, хлоридов, силикатов и нитратов. Сумму карбонатной и некарбонатной жесткости называют общей.

Щелочность (в мгэкв/л) обуславливается присутствием в воде бикарбонатов, карбонатов, гидратов и солей других слабых кислот. Различают щелочность бикарбонатную, карбонатную, гидратную, гуматную, силикатную и т.д. Щелочность природной воды обычно равна ее карбонатной жесткости. Окисляемость указывает на содержание в воде растворенных органических и некоторых легко окисляющихся неорганических веществ. Она измеряется в миллиграммах на литр содержания молекул кислорода.

Активная реакция воды выражает степень щелочности или кислотности воды и характеризуется концентрацией в воде водородных ионов. Концентрацию водородных ионов обозначают через рН (потенциал водорода) и условно выражают логарифмом ее величины с обратным знаком. Иначе говоря, для нейтральной реакции  $\text{pH} = 7$ , для кислой —  $\text{pH} < 7$ , для щелочной —  $\text{pH} > 7$ .

Железо (в мг/л) содержится в воде в виде двухвалентного (закисного) или комплексных соединений трехвалентного (окисного) железа.

Марганец (в мг/л) в подземных водах чаще всего сопутствует железу в виде бикарбоната закиси марганца.

Хлориды и сульфаты (в мг/л) встречаются почти во всех природных водах чаще всего в виде кальциевых, магниевых и натриевых солей.

Иод и фтор (в мг/л) чаще присутствуют в природных водах в ионной форме. Они имеют исключительно важное гигиеническое значение для здоровья людей.

*Бактериальное загрязнение воды* зависит от количества вносимых в источник загрязнений со сточными и стекающими дождевыми и талыми водами, купающимися людьми и т.д. Бактериальная загрязненность воды характеризуется числом бактерий, содержащихся в 1 мл воды, — это определение называется *коли-индексом*. Для оценки качества в санитарно-эпидемиологическом отношении определяют содержание в воде индикаторных бактерий, называемых кишечной палочкой. Сама по себе она безвредна, но наличие ее в воде свидетельствует о загрязнении воды выделениями людей и животных и, следовательно, возможности попадания среди других и патогенных бактерий.

*Коли-титром* называют наименьшее количество воды, в котором обнаруживается кишечная палочка. В открытых водоемах содержатся также разнообразные мелкие растительные и животные организмы, находящиеся во взвешенном состоянии (планктон) или прикрепленные ко дну водоема (бентос).

Растительный планктон называют фито-планктоном, животный — зоопланктоном; бентос — соответственно фито-бентосом и зообентосом.

При выборе источника водоснабжения учитывают качество воды, мощность источника, экологические факторы.

Выбранный источник водоснабжения должен обеспечивать:

- получение достаточного количества воды с учетом возможного роста водопотребления;
- бесперебойность снабжения водой потребителей;
- сохранение сложившейся экологической системы при отборе воды;
- соответствие качества воды требованиям потребителей;
- технико-экономические показатели.

Вокруг места забора воды создается *зона санитарной охраны* (ЗСО). Она охватывает эксплуатируемый водоем и

часть бассейна его питания. Границы зоны санитарной охраны (строгого режима) ограничивают источник в месте забора воды и площадку, занимаемую водозаборами, насосными станциями, очистными сооружениями и резервуарами чистой воды. Этот пояс охватывает акваторию рек и подводящих каналов: 1) - не менее, чем на 200 м от водозабора вверх по течению; 2) - 100 м вниз по течению; 3) - по прилегающему берегу она проходит на расстоянии не менее, чем на 100 м от линии уреза воды при максимальном уровне.

В санитарной зоне запрещено пребывание людей, не связанных с эксплуатацией сооружений: запрещено постороннее строительство, выпас скота и т. д.

Для приема подземных вод (безнапорных и артезианских) наибольшее распространение получили водозаборные скважины. Такие сооружения совмещенного типа устраиваются при значительных колебаниях уровня воды в реке в разное время года. При высоком горизонте воды забор воды происходит через водоприемные окна берегового колодца, при низком - через русловой оголовок.

Для подъема воды чаще всего используются центробежные насосы. Водоподъемное оборудование устанавливается в насосных станциях. Насосная станция состоит из приемного резервуара, машинного зала и вспомогательных помещений. Помещение машинного зала может располагаться в одном здании с приемным резервуаром или отдельно. В машинном зале, кроме насосов и электродвигателей, устанавливаются контрольно-измерительные приборы, задвижки, водомеры и другое оборудование.

Насосная станция I подъема подает воду из водоприемного колодца на сооружения подготовки питьевой воды.

Насосная станция II подъема подает воду питьевого качества из резервуаров чистой воды в городскую водопроводную сеть (рис. 25).

### ***Контрольные вопросы***

1. Что представляет собой система водоснабжения населенного пункта?
2. Что называется нормой водопотребления?
3. Что называется коэффициентом часовой неравномерности водопотребления?
4. Что такое коэффициент суточной неравномерности водопотребления?
5. Какова формула определения максимального часового расхода воды в сутки наибольшего водопотребления?
6. Формула определения требуемого напора в наружной водопроводной сети при многоэтажной застройке.
7. Каковы особенности качества речной и подземной воды?
8. Перечислить показатели, характеризующие физические свойства природной воды.
9. Какие показатели характеризуют химические свойства природной воды?
10. Показатели, характеризующие бактериальное загрязнение воды.
11. Что такое зона санитарной охраны и ее границы?
12. Каково устройство водопроводной насосной станции?



## 11. НАРУЖНАЯ ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ

Различают тупиковые и кольцевые водопроводные сети (рис.36,37).

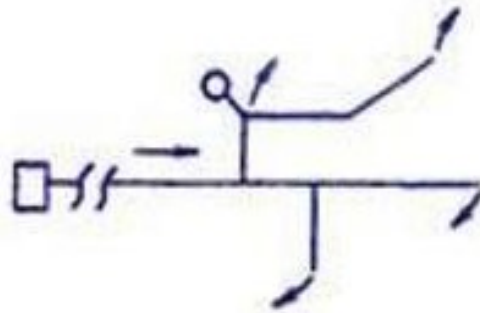


Рис. 36. Тупиковая сеть

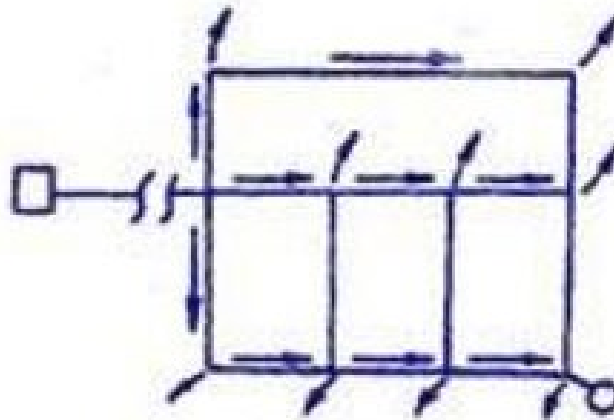


Рис. 37. Кольцевая сеть

*Тупиковые сети* выполняются только для небольших населенных пунктов или микрорайонов, где допускаются перерывы в снабжении водой, поскольку они не обеспечивают бесперебойности водоснабжения. В основном применяют *кольцевые сети*. Благодаря наличию параллельно работающих линий, авария на любом участке не приводит к прекращению подачи воды потребителям, кроме питающихся непосредственно от поврежденного участка.

### 11.1 Трубы для устройства водопроводной сети

Для устройства водопроводных сетей наибольшее применение получили чугунные и полиэтиленовые трубы.

Чугунные трубы выпускаются по ГОСТ 9583-75\* диаметром от 65 до 1200 мм, длиной от 2 до 7 м. Трубы рассчитаны на давление до 1,6МПа; соединяются на раструбках.

Трубы из полиэтилена высокой плотности выпускаются по ГОСТ 18599-2001 диаметром до 600 мм, выдерживают давление до 1,6 мПа, соединяются на раструбках. Кроме этого, могут применяться асбестоцементные или железобетонные трубы, в особых природных условиях - стальные.

Водопроводные трубы прокладывают соответственно рельефу местности с постоянной глубиной заложения. Она должна быть на 0,5 м больше глубины промерзания, считая от низа трубы. Для предотвращения механических повреждений трубы должны быть уложены на глубину не менее 1 м, считая до верха трубы.

При пересечении водопровода с автомобильными или железными дорогами водопроводные линии прокладывают в каналах, тоннелях или металлических футлярах – кожухах (рис. 38).

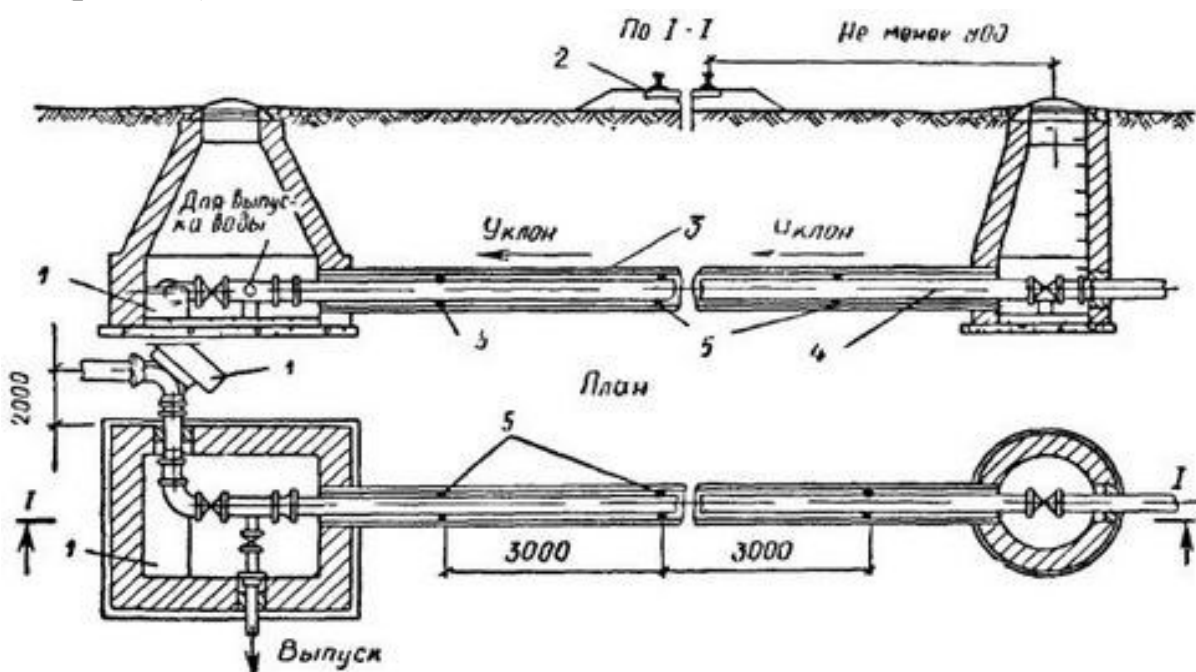


Рис.38. Устройство для перехода трубопровода под железнодорожными путями: 1- упор; 2- железнодорожный путь; 3- кожух (футляр) из стальных труб; 5- стальная труба; 4- опоры для труб.

Пересечение водопроводных линий с реками выполняются проведением труб под дном реки. Сооружение называется дюкером и выполняется из двух параллельных линий стальных труб.

### ***11.2 Арматура наружной водопроводной сети***

Для нормальной эксплуатации водопроводной сети на ней устанавливают арматуру:

- *запорно-регулирующую* (задвижки);
- *водоразборную*: водоразборные колонки, краны, питьевые фонтанчики, пожарные гидранты;
- *предохранительную*: предохранительные клапаны, обратные клапаны, редукционные клапаны, воздушные вантузы, выпуски и др.

Задвижки служат для регулирования распределения расходов воды по сети и отключения участков сети для осмотра и ремонта. Задвижки большого диаметра оборудуют электрическим или гидравлическим приводом. Это обеспечивает возможность дистанционного или автоматического управления ими.

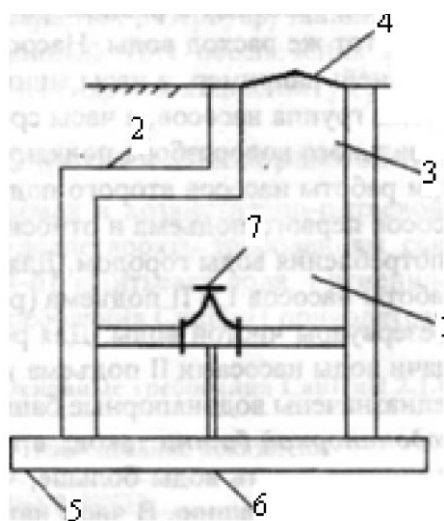


Рис. 39. Смотровой колодец:

- 1 - железобетонный колодец, 2 - плита перекрытия, 3 - горловина,
- 4 - люк с крышкой, 5- отмостка, 6 - плита днища, 7 – арматура.

Для забора воды с целью пожаротушения применяются *гидранты*. Их оборудуют всем необходимым для подключения пожарного рукава. Гидранты устанавливаются на расстоянии не более 150 м друг от друга.

Скопление воздуха в водопроводной сети нарушает ее работу; для выпуска воздуха в возвышенных точках сети устанавливаются *вантузы*.

В пониженных местах сети устанавливаются *выпуски* - патрубки с задвижками для опорожнения сети при ремонте. Вся арматура размещается в смотровых колодцах (рис. 39).

*Расчет водопроводных сетей* заключается в установлении диаметров труб, достаточных для пропуска заданных расходов воды; в определении потерь напора при подаче воды от источника к потребителю; в определении высоты в водонапорной башне и напора, который должны создавать насосы.

*Прием водопроводных линий в эксплуатацию.* Для проверки прочности трубопроводов и плотности их стыков проводят гидравлическое испытание.

Оно заключается в определении утечки воды при испытательном давлении. Испытательное давление назначают по рабочему давлению в зависимости от материала труб:

$$P_{\text{испыт}} = (1.25 - 2) * P_{\text{раб.}}$$

Продолжительность испытания составляет 10 минут. Утечка не должна превышать допустимого значения: от 0,28 до 3 л/мин, в зависимости от диаметра и материала труб. После испытания трубопровод промывают, пропуская по нему водопроводную воду с большой скоростью, а затем дезинфицируют хлорной водой.

### ***11.3 Водонапорные и регулирующие емкости***

Потребление воды населенным пунктом неравномерно в течение суток (рис. 34).

Невозможно обеспечить подачу воды насосами точно в таком же режиме, в каком происходит водопотребление: насосы в таком многоступенчатом режиме работать не могут.

С другой стороны, сооружения подготовки питьевой воды должны работать в строго равномерном режиме; всякое изменение расхода воды, подаваемой на очистку насосами первого подъема, нарушает работу очистных сооружений.

Поэтому работа системы водоснабжения населенного пункта организована следующим образом. Насосы первого подъема работают в равномерном режиме, подавая в систему постоянно один и тот же расход воды. Насосы второго подъема работают в несколько ступеней: например, в часы минимального водоразбора по городу работает одна группа насосов, в часы среднего водопотребления - две, в часы максимального водоразбора подключается третья группа насосов.

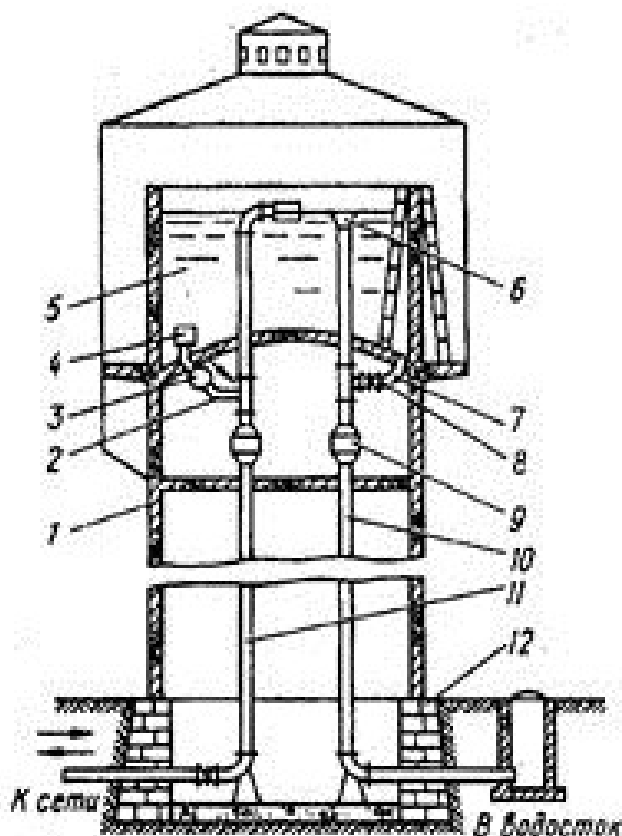


Рис. 40. Схема устройства водонапорной башни: 1 – поддерживающая конструкция (ствол) башни; 2 – отводящая труба стояка; 3 – обратный клапан; 4 – сетка; 5 – бак с водой; 6 – переливная воронка; 7 - сливная (грязевая) труба; 8 – задвижка; 9 – компенсатор; 10 – переливной тру-

бопровод; 11 – подающе-отводящий трубопровод; 12 – фундамент.

То есть, режим работы насосов второго подъема неравномерен относительно работы насосов первого подъема и относительно равномерен в сравнении с режимом потребления воды городом.

Для регулирования несоответствия режимов работы насосов I и II подъема (равномерного и ступенчатого) устраивают резервуары чистой воды.

Для регулирования несоответствия графиков подачи воды насосами II подъема и потребления воды населенным пунктом предназначены *водонапорные башни* (рис.40).

Принцип работы водонапорной башни таков: в те часы суток, когда насосы второго подъема подают в сеть воды больше, чем ее расходуется, излишек поступает в водонапорную башню. В часы наибольшего расходования воды потребителями, когда расход подаваемый насосами недостаточен, используется вода из башни. Необходимый регулирующий объем определяется сравнением графиков подачи и потребления воды. Кроме регулирующего объема, в башне содержится противопожарный запас воды. Он должен обеспечивать тушение одного внутреннего и одного наружного пожара в течение 10 минут.

$$W_{б} = W_{рег} + W_{пож}$$

При помощи водонапорной башни регулируются не только расходы, но и напор в сети. В часы минимального водоразбора избыточный напор насосов частично гасится, поскольку водонапорная башня в эти часы работает как водопотребитель. В часы наибольшего водоразбора по городу при помощи башни поддерживается необходимый напор в сети.

Водонапорная башня может быть расположена в начале сети вблизи насосной станции или в противоположном конце города. Водонапорную башню устраивают в наиболее высо-

кой точке рельефа для уменьшения ее строительной высоты.

*Резервуары чистой воды (РЧВ)* (рис.41) предназначены для регулирования несоответствия режимов работы насосов I и II подъемов (равномерного и ступенчатого).

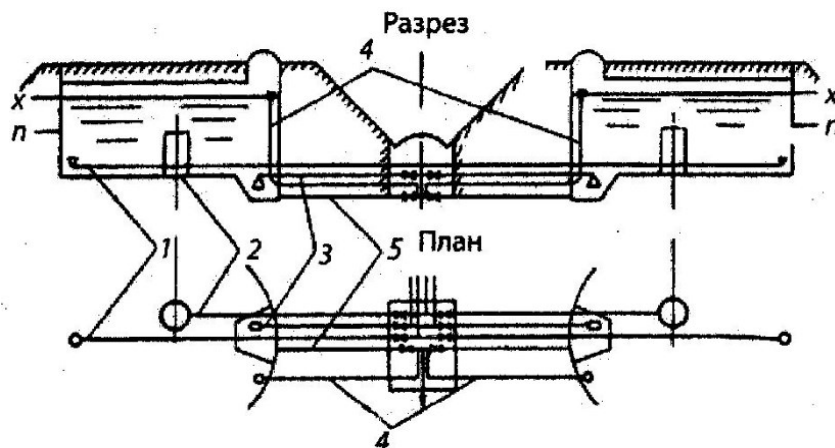


Рис.41. Резервуары чистой воды и их обвязка:

- 1 – ввод воды в резервуар; 2 – отвод воды на промывку фильтров; 3 – отвод пожарного расхода воды; 4 – переливные трубы; 5 – удаление осадка.

Резервуары устанавливают после сооружений водоподготовки, в них хранится вода питьевого качества. Кроме регулирующего объема, в резервуарах хранится противопожарный запас воды и запас на технологические нужды очистной станции:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} + W_{\text{техн}}$$

Регулирующий объем резервуаров определяется сравнением графиков работы насосных станций I и II подъема. Пожарный запас воды должен обеспечивать тушение одного пожара в течение трех часов. Запас воды для технологических целей очистной станции составляет 7-12% от ее суточной производительности.

Резервуар чистой воды - это круглый или прямоугольный в плане железобетонный закрытый резервуар, наполовину заглубленный в землю, наполовину обсыпанный. Для обеспечения водонепроницаемости резервуаров выполняют их гидроизоляцию битумом.

## 11.4 Очистка и обеззараживание воды

Вода, подаваемая в хозяйственно-питьевой водопровод, должна по своему качеству удовлетворять требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству». Основные требования СанПиН приводятся в табл.3.

Таблица 3

Основные требования СанПиН 2.1.4.1074-01

Наименование показателя	Нормативная величина показателя
Содержание взвешенных веществ	<1,5 мг/л
Прозрачность по специальному шрифту	>30см
Цветность по платиново-кобальтовой шкале	<100°
Запах и привкус	≤2 балл
Содержание железа	≤0,3 мг/л
Жесткость (содержание Са и Mg)	≤7мг-экв/л
Активная реакция рН	6,5-8,5
Содержание остаточного хлора после обеззараживания	0,3-0,5 мг/л
Бактериальная загрязненность, в том числе кишечных палочек	≤100 бактерий в 1 мл, ≤3 шт/л

Вода подземных источников, как правило, удовлетворяет этим требованиям. Качество воды поверхностного источника доводится до требуемого посредством ее осветления и обеззараживания.



Рис 42. Схема подготовки питьевой воды

Схема подготовки питьевой воды приведена на рис.42. Высотная схема водоподготовки воды – на рис.43.



*Реагентное хозяйство* предназначено для подготовки растворов – реагентов - коагулянтов и их дозирования. Введение коагулянта в очищаемую воду необходимо для укрупнения мелких частиц: более крупные загрязнения легче выделить из воды. В качестве коагулянтов применяют соли алюминия и железа  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ . Основное оборудование реагентного хозяйства - баки для приготовления растворов коагулянтов.

*Смеситель* предназначен для смешения воды с раствором коагулянта.

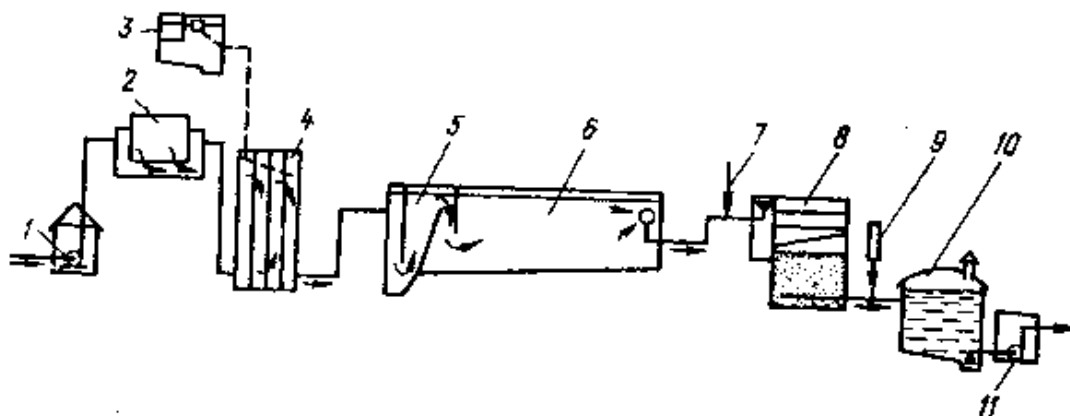


Рис. 43. Высотная схема водоподготовки воды (реагентная):  
 1 – насосная станция I подъема; 2 – барабанные сетки (вариант);  
 3 – реагентное хозяйство; 4 – перегородчатый смеситель;  
 5 – вихревая камера хлопьеобразования; 6 – горизонтальный отстойник;  
 7 – ввод реагентов для дезодорации или интенсификации процесса фильтрации;  
 8 – скорый фильтр; 9 – установка для обеззараживания воды;  
 10 – резервуар чистой воды;  
 11 – насосная станция II подъема.

В *камерах хлопьеобразования* происходит процесс слипания мелких частиц с образованием крупных агломератов.

*Отстойники.* Процесс отстаивания основан на том, что при малых скоростях движения воды, взвешенные частицы под действием силы тяжести оседают на дно. Наибольшее распространение на крупных очистных станциях получили горизонтальные отстойники (рис.44).

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный в плане железобетонный резервуар длиной 10-20 м, шириной 3-6 м и глубиной 2,5-3,5 м. Очищаемая вода движется по отстойнику со скоростью несколько миллиметров в секунду, при этом загрязнения оседают на дно. Осадок периодически удаляют скребковым механизмом или гидросмывом, а затем направляют на обезвоживание и складирование с предварительным сгущением или без него.

*Фильтрация воды* производится для более глубокой ее очистки. Наибольшее применение получили скорые фильтры, где фильтрация происходит со скоростью 5-10 м/час. *Скорый фильтр* представляет открытый железобетонный резервуар, заполненный фильтрующим материалом. В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, гравий, дробленый антрацит и другие материалы (рис.45). Крупность песка 0,3-2 мм, гравия - 2-40 мм.

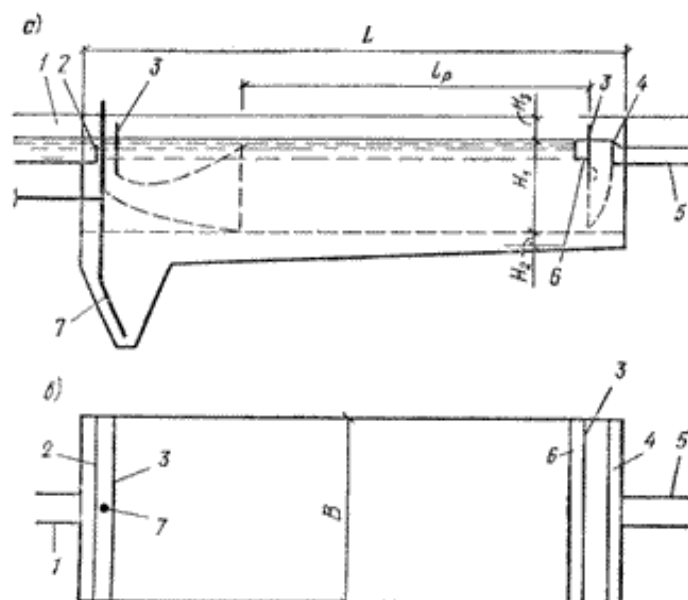


Рис. 44. Схема горизонтального отстойника: а) разрез; б) план; 1— подводящий лоток; 2 —распределительный лоток; 3— полупогружные доски; 4— сборный лоток; 5— отводной лоток; 6 — лоток для сбора и удаления плавающих веществ; 7 — трубопровод для удаления осадка.

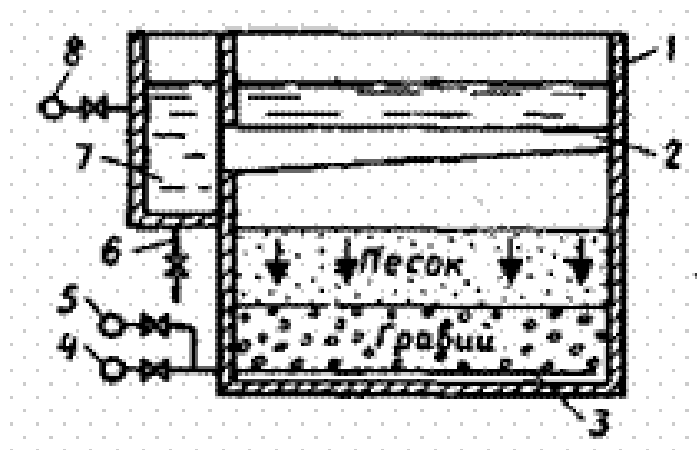


Рис.45. Схема скорого фильтра:

1 – корпус фильтра; 2 – желоба для распределения фильтруемой воды и для отвода промывной; 3 – дренажная система; 4 – отвод фильтрованной воды; 5 – подача промывной воды; 6 – отвод грязной промывной воды; 7 – распределительный карман; 8 – подача осветляемой воды.

*Обеззараживание воды.* Обеззараживание питьевой воды является важным заключительным этапом общей очистки воды. Питьевая вода непосредственно потребляется человеком и должна соответствовать самым жестким гигиеническим нормативам

В результате отстаивания и фильтрования удаляется около 95% болезнетворных бактерий, содержащихся в воде поверхностных источников. Для уничтожения оставшихся бактерий воду обеззараживают.

Традиционным методом обеззараживания воды является *хлорирование*. Для хлорирования используют газообразный хлор  $Cl_2$  или гипохлориты кальция или натрия  $Ca(OCl)_2$ ,  $NaOCl$ . Принципиального значения выбор реагента не имеет, т.к. окисление бактерий происходит гипохлоритным ионом  $(OCl)'$ , который образуется при смешении любого хлорсодержащего реагента с водой.

Необходимый эффект от хлорирования достигается при 30-минутном контакте хлора с водой. Контакт происходит в специальном *контактном резервуаре*. На 1 л фильтрованной воды вводят 2-3 мг активного хлора. Вода, поступающая к

потребителям, должна содержать в 1 л не менее 0,3 мг и не более 0,5 мг хлора. Это так называемый *остаточный хлор*.

На станции, где применяется газообразный хлор, его, доставляют в сжиженном виде в баллонах. Гипохлориты кальция или натрия доставляются в цистернах в виде 20-типроцентных растворов. Все оборудование для обеззараживания размещается в специальном отдельном здании - хлораторной. Хлораторная оборудуется приточно-вытяжной вентиляцией, располагается на расстоянии не менее 40 м от других зданий в пониженном месте рельефа местности.

Метод хлорирования дешевый и достаточно эффективный. Однако, хлорирование имеет серьезные недостатки. Метод не гарантирует полное уничтожение всех болезнетворных микроорганизмов, и после него остается высокое содержание хлора. Развитие технологий очистки воды не стоит на месте. Сегодня промышленность, коммунальные службы и частный пользователь имеют возможность применять современные, более совершенные виды обеззараживания воды.

Перспективным методом обеззараживания воды на сегодняшний день считается озонирование (окисление озоном). Озон - это трехатомная модификация молекулы кислорода. Мощное бактерицидное действие озона объясняется его высокими окислительными свойствами. Параллельно с обеззараживанием озонирование может восстановить органолептические свойства воды - убрать цветность, запах, привкус. Озонирование с целью обеззараживания воды применяют при специальном обосновании и при отсутствии опасности ухудшения качества воды в сети. Необходимая доза озона для вод подземных источников 0,75–1 мг/л, фильтрованной воды 1–3 мг/л. Недостаток метода - производство озона дорого. Требуются специальные коррозионно стойкие материалы, так как остаточный озон разрушает металлические трубы и оборудование. Кроме этого из-за высокой химиче-

ской активности при взаимодействии озона с некоторыми веществами образуются вредные химические соединения.

Ультрафиолетовое излучение без натяжек можно определить как самое совершенное на сегодня средство для обеззараживания воды. Ультрафиолетовые лучи относятся к невидимой коротковолновой части спектра. При обработке воды УФ-лучами полностью отсутствуют какие-либо негативные последствия. Для увеличения эффективности УФ-обеззараживания достаточно увеличить мощность излучателя. Срок службы бактерицидной лампы составляет несколько тысяч часов. Монтаж и техническое обслуживание УФ-обеззараживателя не представляет никаких сложностей. Обеззараживание с помощью бактерицидного облучения применяют для подземных вод при условии постоянного соблюдения требований стандарта на питьевую воду по физико-химическим показателям. При этом коли-индекс обрабатываемой воды должен быть не более 1000 ед/л, содержание железа – не более 0,3 мг/л.

### ***Контрольные вопросы***

1. Виды наружных водопроводных сетей. Каково различие между ними?
2. Какие трубы используются для устройства наружной водопроводной сети?
3. Классификация арматуры наружной водопроводной сети и ее назначение.
4. В чем заключается расчет наружной водопроводной сети?
5. В чем заключается гидравлическое испытание трубопроводов?
6. Каково назначение водонапорных и регулирующих емкостей?
7. Принцип работы водонапорной башни
8. Какова схема подготовки питьевой воды? Назначение каждого из очистных сооружений.
9. Что такое коагулянт? Примеры коагулянтов.
10. Основные способы обеззараживания воды.
11. Достоинства и недостатки метода хлорирования.
12. Достоинства и недостатки озонирования.
13. Достоинства и недостатки метода бактерицидного облучения.

## 12. КАНАЛИЗАЦИЯ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ

*Канализация* - комплекс санитарных мероприятий и инженерных сооружений, предназначенных для сбора, отведения и очистки сточных вод.

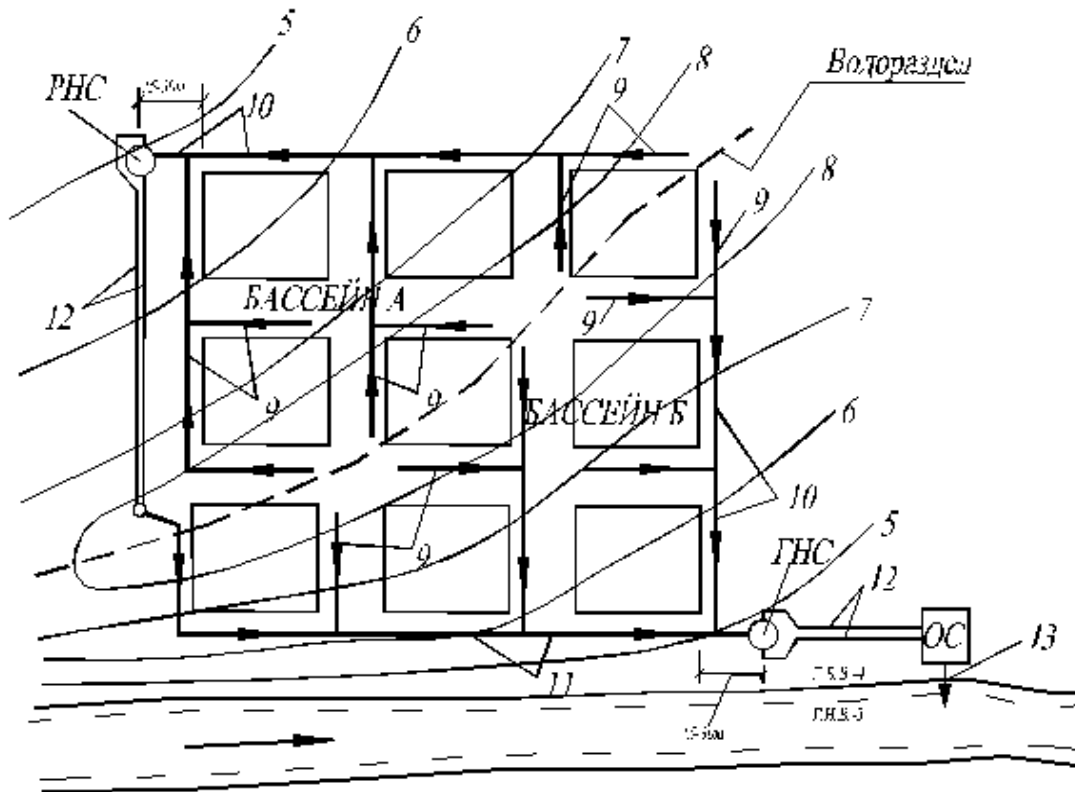


Рис. 46. Общая схема водоотведения населенного пункта: 1,2,3,4 – жилые кварталы; 5,6,7,8 – горизонтали местности; 9 – подземная самотечная уличная сеть; 10 – самотечные коллекторы бассейнов канализования А и Б; 11 – главный коллектор; 12 – напорные трубопроводы; 13 – выпуск очищенных сточных вод в водоем; РНС – районная насосная станция; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения

*Сточные воды*, образующиеся на территории населенного пункта, подразделяются на три группы:

- бытовые (хозяйственно-фекальные);
- производственные (промышленные);
- дождевые (атмосферные).

Общая схема канализации населенного пункта показана на рис.46.

### **12.1 Расчетные расходы сточных вод населенного пункта**

Проектирование наружной канализационной сети регламентируется СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Канализационную сеть города рассчитывают на максимальный секундный расход сточных вод:

$$Q_{\text{сек}}^{\text{max}} = \frac{N \cdot q_{\text{ж}}}{86400} * K_{\text{общ}} \text{ (л/сек)},$$

где:  $q_{\text{ж}}$  - норма водоотведения (л/сут\*чел) - суточный расход сточных вод от одного жителя, =125-550 л/сут\*чел в зависимости от степени благоустройства населенного пункта;

$N$  - численность населения, чел;

$q_{\text{ж}} * N = Q_{\text{сут}}$  - суточный расход сточных вод от населенного пункта;

$K_{\text{общ}}$  - общий коэффициент неравномерности поступления сточных вод в канализационную сеть, учитывает неравномерность поступления в течение суток и в течение года,  $K_{\text{общ}} = 1,2-2,5$ ;

86400 - количество секунд в сутках.

На промышленных предприятиях образуются производственные, бытовые и душевые сточные воды. Нормы и режимы отведения бытовых и душевых вод соответствуют нормам и режимам потребления воды на соответствующие нужды (см. темы «Нормы водопотребления», «Режим водопотребления»). Нормы и режимы отведения производственных сточных вод определяются спецификой производства и задаются проектировщикам технологами предприятия.

### **12.2 Режим течения жидкости в канализационной сети**

Подробно о режиме течения жидкости в наружной канализационной сети говорилось в теме «Дворовая сеть». Все это справедливо и для уличной сети. Но поскольку расходы

сточных вод в уличных сетях значительно больше, чем в дворовых, то оптимальные параметры работы уличных сетей уточняются в настоящей главе.

1. Минимальный допустимый диаметр уличной сети - 200 мм.

2. Расчетные наполнения:

d, мм	150-300	350-450	500-900	>900
h/d, не более	0,6	0,7	0,75	0,8

3. Самоочищающиеся скорости

d, мм	150-250	300-400	450-500	600-800	900-1200
V самоочищ. м/с не менее	0,7	0,8	0,9	1	1,15

Транспортируемый сточными водами песок может вызывать истирание и разрушение поверхности труб, поэтому скорости в неметаллических канализационных трубах не должны превышать 4 м/с, в металлических – 8 м/с.

4. Минимальный допустимый уклон труб бытовой канализационной сети определяется по формуле:

$$i_{min} = \frac{l}{d} \quad (\text{м/м})$$

5. Глубина заложения уличной сети зависит от глубины дворовой сети и назначается с учетом глубины промерзания грунта и защиты труб от механического повреждения транспортом.

6. Линейные смотровые колодцы устанавливают на прямолинейных участках сети на расстоянии от 40 до 150 м друг от друга, в зависимости от диаметра трубопровода. Колодцы выполняются из сборного железобетона обычно круглыми в плане, при больших диаметрах сети - прямоугольными.

### **12.3 Устройство канализационной сети**

#### *Трубы и коллекторы*

Трубы для устройства канализационной сети должны выполняться из материалов прочных, водонепроницаемых,



устойчивых к коррозии и истиранию, гладких и недорогих. Для устройства самотечных и напорных коллекторов используют полиэтиленовые, железобетонные, асбестоцементные трубы, соответственно безнапорные и напорные. Для устройства неглубоких самотечных участков оптимальными являются керамические трубы.

#### *Особенности канализационных насосных станций*

Сточные воды населенного пункта подаются главным самотечным коллектором на главную насосную станцию. Она предназначена для перекачки общего расхода сточных вод населённого пункта на городские очистные сооружения (рис.47).

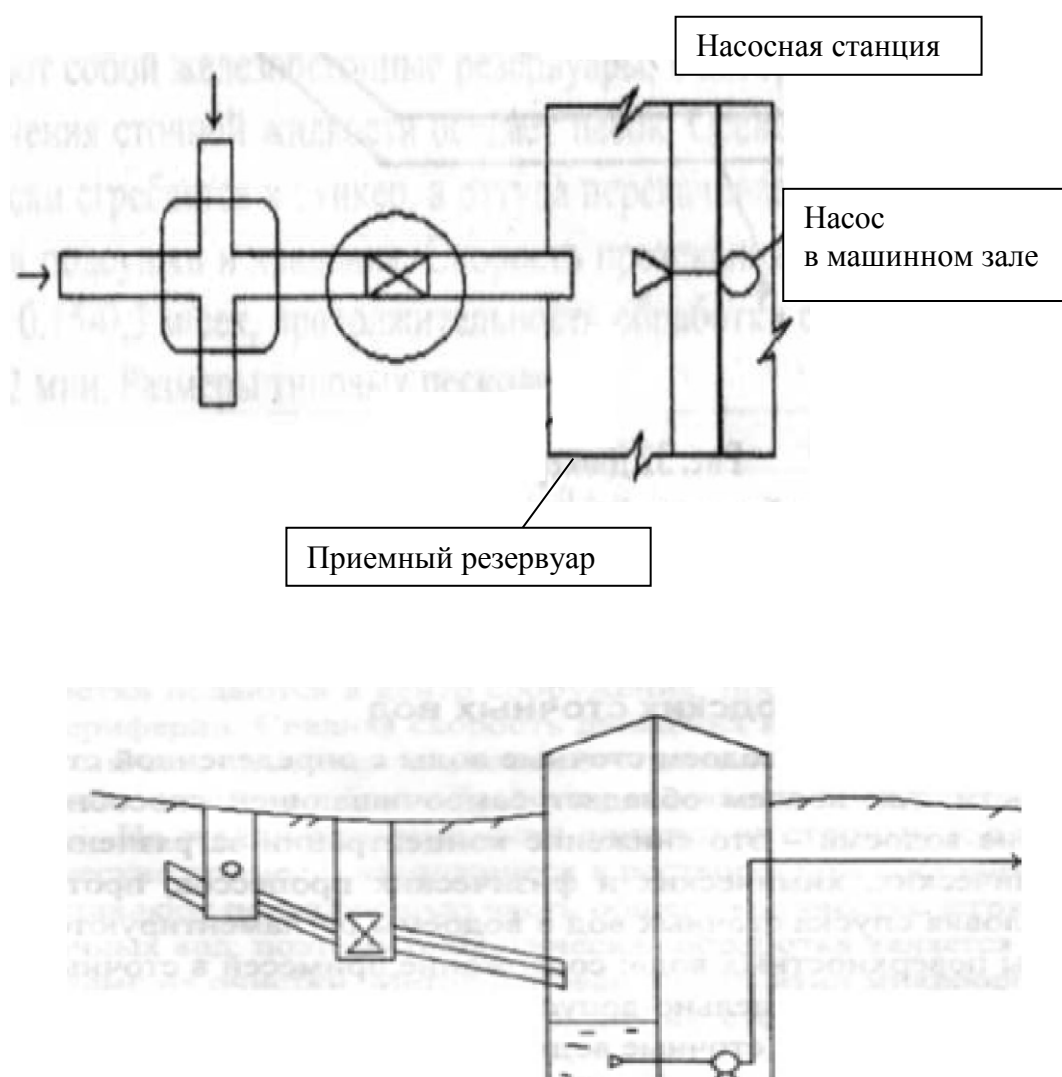


Рис. 47. Канализационная насосная станция

Канализационная насосная станция состоит из приемного резервуара, машинного зала и вспомогательных помещений. Все подводящие коллекторы перед насосной станцией должны быть объединены, и перед насосной станцией устраивают сухой колодец с задвижкой. В случае серьезной аварии на насосной станции можно закрыть задвижку. Тогда до устранения аварии сточные воды будут накапливаться в сети, заполняя свободную ёмкость трубопроводов и колодцев. На время аварии подача воды в населённый пункт прекращается.

Приёмные резервуары насосных станций играют роль регулирующих ёмкостей, сглаживая неравномерность притока и откачки сточных вод. Для защиты насосов от засорения в приёмных резервуарах устанавливают решетки для задержания мусора.

Машинный зал должен быть отделён от приёмного резервуара водо-газонепроницаемой перегородкой и иметь отдельный вход. Для перекачки сточных вод применяют специальные насосы: СД, СДС, ЦМФ, ЭКЦ, СМ. Они имеют широкий диапазон подачи: от 7 до 9000 м<sup>3</sup>/час; создаваемые напоры - от 8 до 100 м. Насосы обычно устанавливаются «под залив», то есть насос располагается ниже уровня сточных вод в приемном резервуаре. Кроме насосов и электродвигателей, в зале устанавливаются контрольно-измерительные приборы, запорно-регулирующая арматура, подъёмно-транспортные устройства.

Напорные коллекторы, идущие от насосной станции, выполняются из железобетонных, асбестоцементных, чугунных или полиэтиленовых труб. Число напорных коллекторов рекомендуется принимать не менее двух.

Насосные станции следует располагать на расстоянии не менее 20 м от жилых или общественных зданий. Вокруг станций устраиваются зелёные зоны шириной не менее 10 м.

## 12.4 Пересечение канализационных сетей с препятствиями

Пересечения канализационных трубопроводов с железными и автодорогами в выемке, а также с реками и оврагами оформляется в виде *дюкера*. Схема дюкера представлена на рис. 48. Дюкер состоит из входной (верхней) и выходной (нижней) камер и трубопровода.

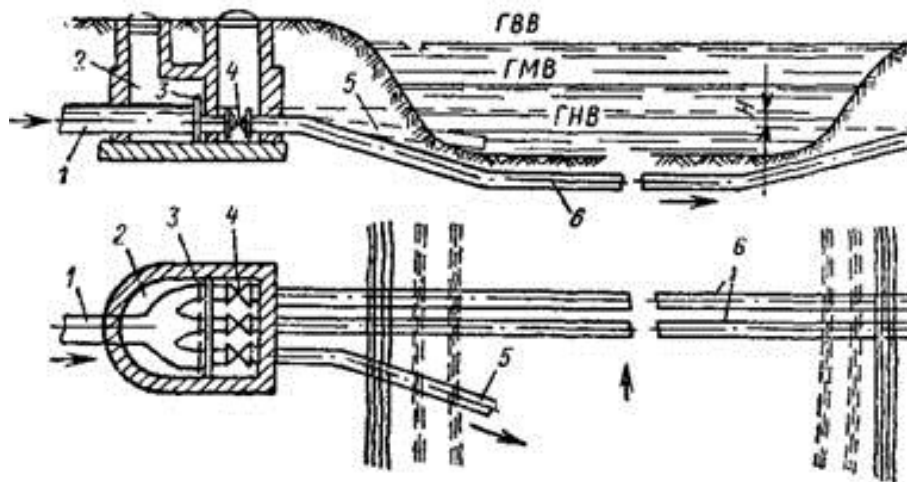


Рис. 48. Дюкер:

- 1 – коллектор; 2 – входная камера; 3 – направляющие для установки шибера; 4 – задвижка;
- 5 – аварийный выпуск; 6 – напорные трубы;
- 7 – выходная камера.

Средний участок трубопровода укладывают с небольшим уклоном, а боковые наклонные участки (нисходящий и восходящий) — с углом наклона восходящей части дюкерных труб не более  $20^\circ$  к горизонту. Прокладывают не менее двух рабочих линий дюкеров (из стальных труб диаметром не менее 150 мм с усиленной антикоррозионной изоляцией) и только через овраги и суходолы — одну линию из стальных, чугунных, асбестоцементных и железобетонных труб.

Трасса дюкера должна иметь: 1) направление, перпендикулярное пересечению;

- 2) минимальные длину и глубину заложения труб;
- 3) наиболее благоприятные грунтовые условия;

4) неразмываемые в месте пересечения берега и дно реки.

Если канализационная сеть проходит под дорогой на насыпи, то пересечение выполняют в виде самотечного трубопровода; при этом трубы укладывают в стальном футляре или в тоннеле (рис.49).

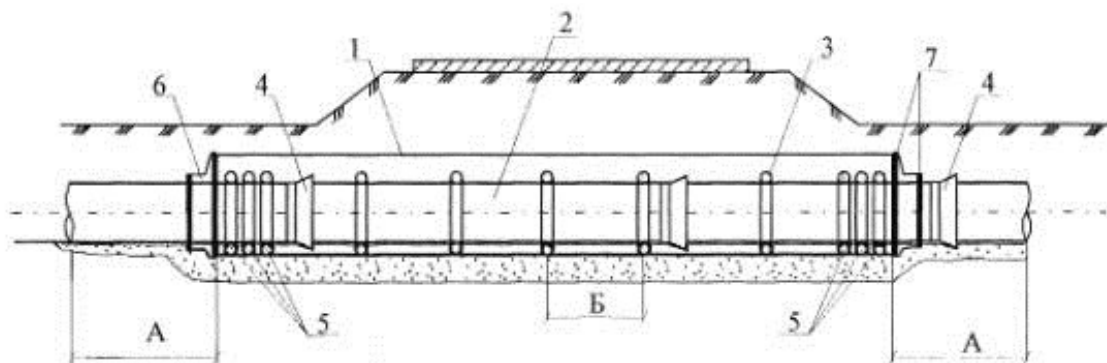


Рис. 49. Конструкция перехода трубопровода через дорогу в защитном кожухе: 1 – защитный кожух; 2 – трубная плеть; 3 – опорно-направляющее кольцо; 4 – соединение труб; 5 – концевые строенные опорно-направляющие кольца; 6 – концевые уплотнительные манжеты; 7 – хомуты манжеты.

### **12.5 Очистка городских сточных вод**

Допускается сбрасывать в водоем сточные воды с определенной степенью загрязненности, т.к. водоем обладает самоочищающей способностью.

Самоочищение водоема - это снижение концентрации загрязнений вследствие биохимических, химических и физических процессов, протекающих в воде. Условия спуска сточных вод в водоемы регламентируются «Правилами охраны поверхностных вод»: содержание примесей в сточных водах не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Поэтому перед сбросом в водоем сточные воды подвергают очистке.

В настоящее время в качестве самой эффективной и экономичной получила признание следующая схема очистки городских сточных вод (рис.50).

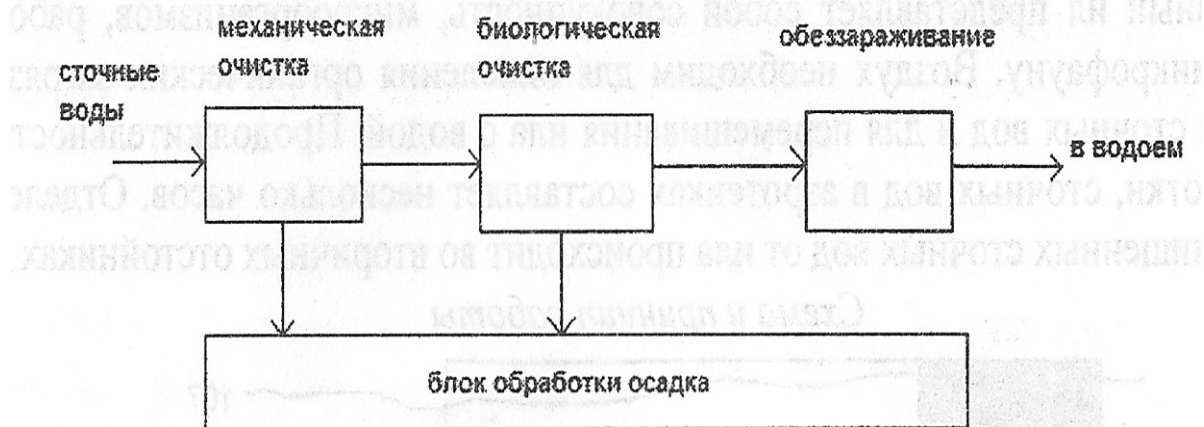


Рис. 50. Схема очистки городских сточных вод

В результате механической очистки из сточных вод удаляются нерастворенные загрязнения. Крупный мусор: тряпки, бумага, остатки овощей задерживаются *решетками*. Решетки устанавливаются в канале на пути течения движения сточной жидкости.

Примеси минерального происхождения: песок, шлак улавливаются *песколовками* (рис.51).

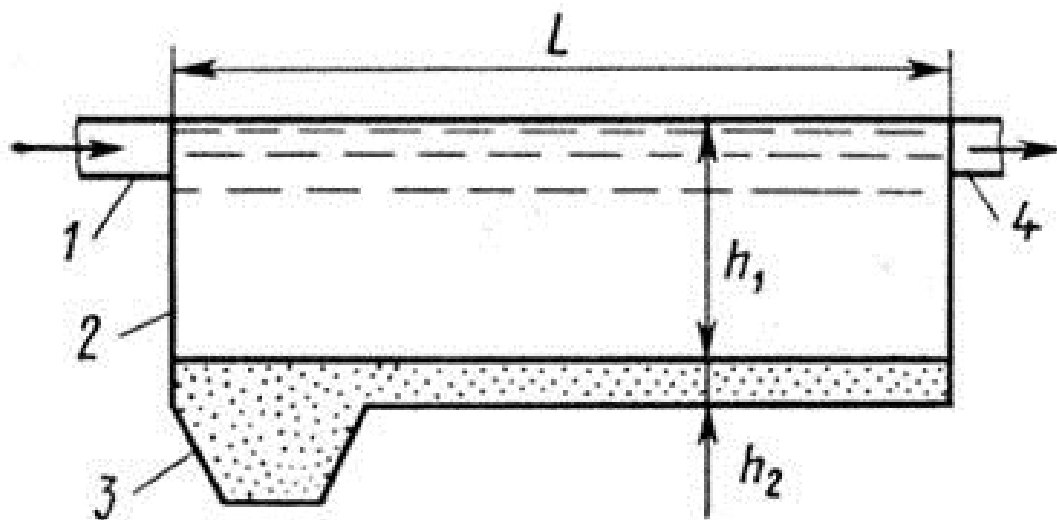


Рис. 51. Схема горизонтальной песколовки. 1- входной патрубок; 2-песколовка; 3- бункер; 4-выходной патрубок;  $L$ -длина песколовки;  $h_1$ -высота уровня воды;  $h_2$ - высота слоя песка.

Песколовки представляют собой железобетонные резервуары, в которых в процессе медленного течения сточной жидкости оседает песок. Осевший на дно песок периоди-

чески сгребается в бункер, а оттуда перекачивается на песковые площадки для подсушки и хранения. Скорость протекания сточных вод по песколовке 0,15-0,3 м/сек, продолжительность обработки сточных вод в песколовке 1-2 мин. Размеры типовых песколовок:

Длина	Ширина	Глубина
10-20	0,6-6	0,5-2

Основная масса нерастворенных примесей органического происхождения оседает в *первичных отстойниках*, которые могут быть вертикальными, горизонтальными и радиальными. Наибольшее распространение получили радиальные отстойники (рис.52).

Это круглые в плане железобетонные резервуары диаметром от 18 до 54 м, глубиной 1,5-5 м. Сточные воды для очистки подаются в центр сооружения, проходят по радиусам и отводятся с периферии.

Средняя скорость движения воды в радиальном отстойнике -5-7 мм/сек, продолжительность отстаивания - 1,5-2 часа. Осадок из отстойников отводится в блок обработки осадка для обезвреживания.

На стадии биологической очистки из сточных вод извлекаются органические примеси, находящиеся в растворенном состоянии. Такие примеси составляют подавляющую часть общего количества загрязнений городских сточных вод, поэтому биологическая обработка является основной стадией в схеме их очистки.

Метод основан на развитии микроорганизмов, которые используют органические загрязнения сточных вод для своей жизнедеятельности: питания, дыхания.

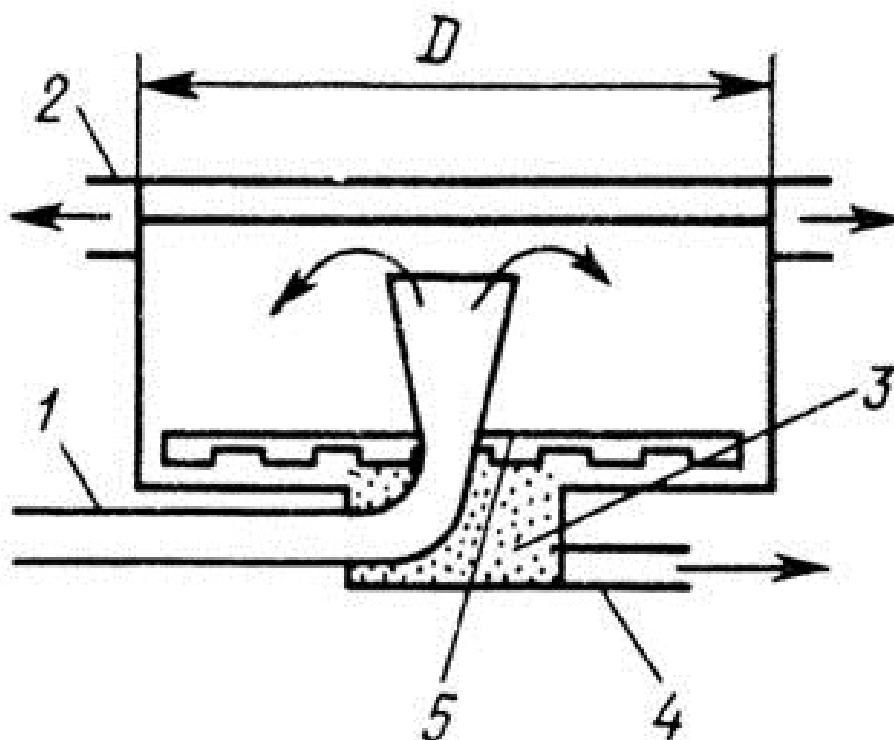


Рис. 52. Схема радиального отстойника: 1 – входной патрубок; 2 – отводящий трубопровод; 3 – шламоборник; 4 – канал для удаления шлама; 5 – вращающийся скребок; D – диаметр отстойника.

В результате деятельности микроорганизмов происходит окисление органических соединений, их минерализация и, как результат, – очистка сточных вод.

Из сооружений биологической очистки наибольшее распространение получили *аэротенки*. Это железобетонные резервуары, в которые, кроме сточных вод, подаются активный ил и воздух от компрессоров. Активный ил представляет собой совокупность микроорганизмов, рабочую микрофауну.

Воздух необходим для окисления органических загрязнений сточных вод и для перемешивания ила с водой. Продолжительность обработки сточных вод в аэротенках составляет несколько часов. Отделение очищенных сточных вод от ила происходит во *вторичных отстойниках* (рис.53).

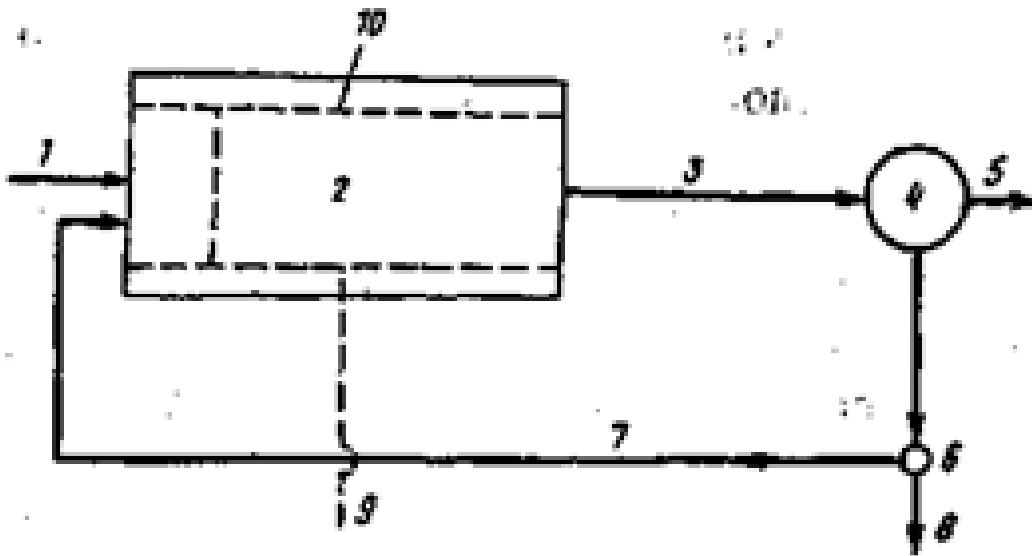


Рис. 53. Классическая схема биологической очистки сточных вод:  
 1 – сточная вода после первичных отстойников; 2 – аэротенк;  
 3 – иловая смесь из аэротенков; 4 – вторичный отстойник;  
 5 – очищенная вода; 6 – иловая камера; 7,8- циркуляционный  
 и избыточный активный ил соответственно;  
 9 – воздух из воздуходувок; 10 – аэрационная система для подачи  
 и распределения воздуха в аэротенке.

Вторичные отстойники, как и первичные, подразделяются на горизонтальные, вертикальные, радиальные. Для очистных станций небольшой пропускной способности обычно применяют вертикальные, а для средних и больших станций — горизонтальные и радиальные отстойники. Продолжительность отстаивания и максимальную скорость движения сточной жидкости в отстойниках принимают в зависимости от назначения отстойника. По конструкции вторичные вертикальные отстойники не отличаются от первичных. Осадок из вторичных отстойников всех типов удаляют под гидростатическим напором не менее 0,9— 1,2 м. Объем иловой камеры принимают равным объему выпадающего осадка.

Виды осадков, образующихся при очистке городских сточных вод, показаны на рис.54.



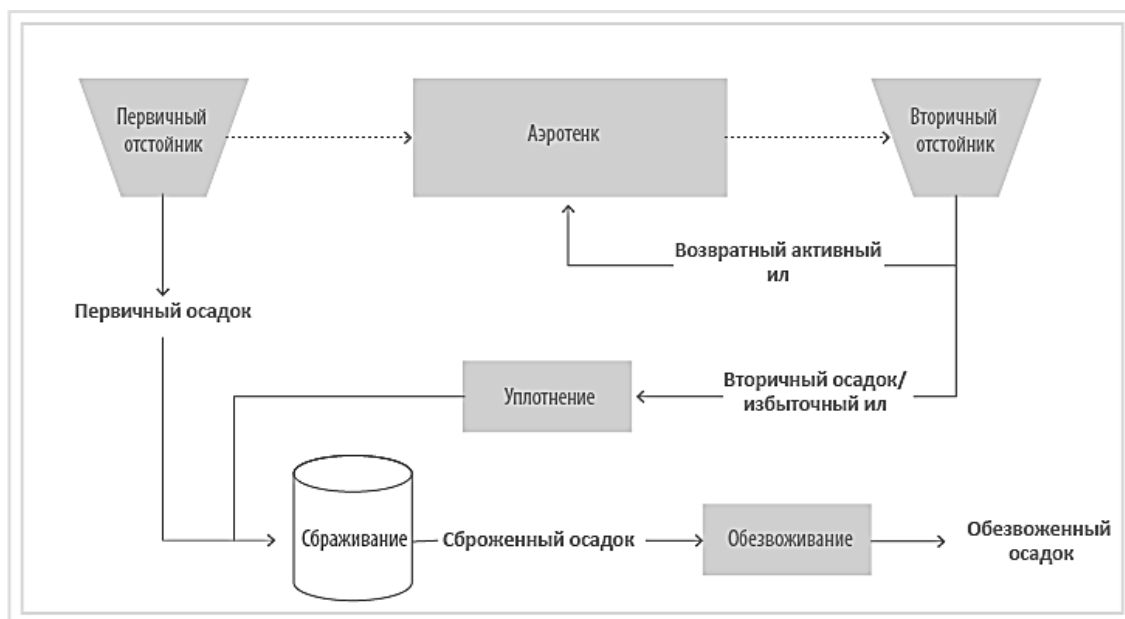


Рис. 54. Виды осадков, образующихся в процессе очистки городских сточных вод.

Обработка осадка сточных вод включает в себя уплотнение, сбраживание, обезвоживание и утилизацию.

*Уплотнение* осадков сточных вод - процесс снижения их влажности и сокращения объема. Уплотненные осадки сохраняют свойство текучести. На практике применяют гравитационное и флотационное уплотнение, при этом последнее наиболее эффективно для избыточного активного ила. Уплотнение осадков сточных вод является первой наиболее экономичной стадией их обработки, позволяющей в значительной мере уменьшить объем сооружений и затраты энергии на последующих стадиях обработки осадков. Для гравитационного уплотнения применяют емкостные сооружения по типу радиальных или вертикальных отстойников. Обычно для уплотнения используют первичные отстойники.

*Сбраживание осадков* - процесс перевода органического вещества осадка сточных вод в незагнивающую стабилизированную форму, при этом уменьшается масса осадка вследствие частичного преобразования его в биогаз (основ-

ную часть которого составляет метан), а также снижаются санитарная зараженность и выделение неприятных запахов при хранении и утилизации осадков.

*Обезвоживание* – относительно простой процесс, направленный на увеличение содержания сухого вещества в осадке с помощью различного оборудования. В настоящее время наиболее популярными методами обезвоживания на городских очистных сооружениях являются центрифуги и ленточные фильтр-прессы, что связано с их надежностью в работе и экономической эффективностью.

*Утилизация* осадков сточных вод - использование их в народном хозяйстве. Осадки городских сточных вод содержат макро- и микроэлементы, необходимые для питания растений и повышения плодородия почв, что обуславливает их использование в качестве органоминерального азотно-фосфорного удобрения. Поскольку при обработке осадков применяют известь, их можно рассматривать как организованные удобрения.

Обеззараживание сточных вод производится аналогично обеззараживанию чистой воды на станциях водоподготовки. Принцип дезинфекции, реагенты, режим обработки, состав сооружений, оборудование хлораторной - те же самые. Только доза хлора для обеззараживания сточных вод принимается несколько большей - 3-5 г/м<sup>2</sup>, количество остаточного хлора должно быть не менее 1,5 г/м<sup>2</sup>.

### ***12.6 Отведение поверхностного стока с территории населенного пункта***

Отведение поверхностного стока с территории населенного пункта осуществляется следующим образом. Дождевые воды стекают по поверхности квартала (поверхностная концентрация) и собираются открытыми лотками, проходящими

вдоль пониженной стороны квартала. По мере заполнения лотков поверхностный сток через дождеприемные колодцы направляется в закрытую сеть трубопроводов. Устройство дождеприемного колодца показано на рис.55.

Дождеприемные колодцы на территории устанавливаются так, чтобы перехватывать потоки дождевых вод, а именно: по длине открытого лотка вдоль квартала, на перекрестках улиц, на пешеходных переходах со стороны притока дождя, в пониженных местах рельефа, на затяжных спусках, на территориях с плоским рельефом, откуда дождь сам по себе стечь не может. По закрытой сети поверхностный сток отводится в водоем. Наиболее удобны в эксплуатации открытые выпуски дождевых вод. При необходимости предусматриваются сооружения очистки поверхностного стока.

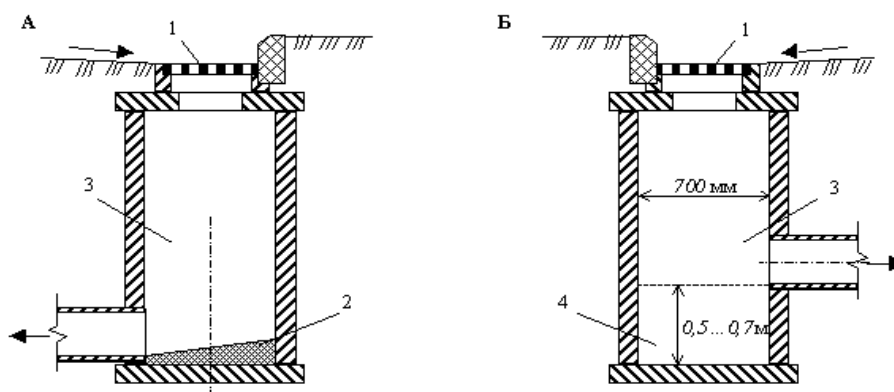


Рис. 55. Дождеприемник: А – без осадочной части, Б – с осадочной частью 1 – съемная решетка, 2 – днище с лотком, 3 – колодец, 4 – осадочная часть.

### **12.7 Дренаж для понижения уровня подземных вод**

*Дренаж* – это инженерная система из дрен (труб с отверстиями), фильтрующих обсыпок слоёв и других элементов, предназначенная для понижения УПВ не менее нормы осушения или не менее 0,5 м ниже пола подвала, основания сооружения со сбросом дренажных вод:

- в дождевую канализацию К2 ;
- близлежащий водоём или водоток;
- ниже лежащий подземный пласт.

Дренаж чаще всего связан с дождевой канализацией К2, но в отличие от неё отводит не поверхностные, а подземные воды.

Основные элементы дренажа (рис.56):

- 1) водоприёмное устройство (дрена, скважина);
- 2) фильтрующие обсыпки и слои (защита от заиления);
- 3) смотровые колодцы (для удобства обслуживания и ремонта);
- 4) водоотводящая труба (дренажный коллектор);
- 5) насосная станция перекачки дренажных вод (не всегда);
- 6) труба-выпуск дренажных вод (в К2, водоём или пласт).

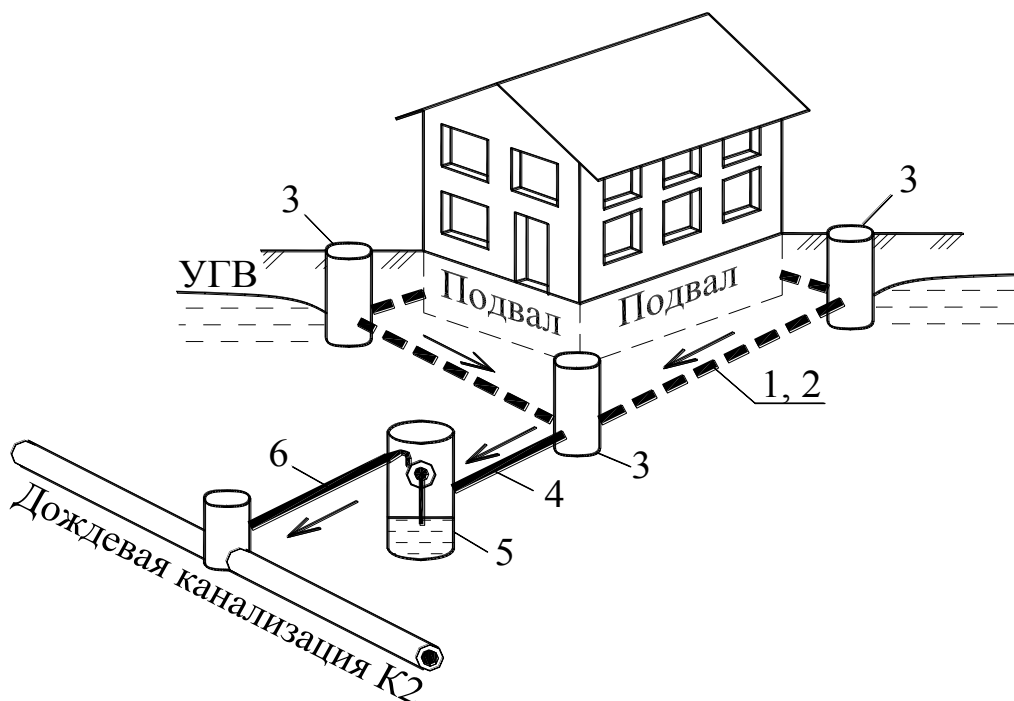


Рис. 56. Элементы дренажа (на примере кольцевого дренажа):

- 1 – дрена; 2 – фильтрующая обсыпка; 3 – смотровые колодцы;
- 4 – дренажный коллектор; 5 – резервуар насосной станции перекачки;
- 6 – трубопровод подачи дренажной воды в коллектор дождевой канализации.

Элементы дренажа рассмотрим на примере кольцевого дренажа (рис. 56). Он защищает от подтопления грунтовыми водами подвал дома. Дрены 1 уложены вокруг здания на такой глубине, чтобы кривая депрессии УГВ находилась относительно пола подвала как минимум на 0,5 метра ниже. Дрены обсыпаны слоями щебня (в непосредственной близости) и песка (между щебнем и окружающим грунтом) для защиты внутреннего пространства дрен от заиления частицами грунта. Грунтовая вода проходит фильтрующую обсыпку 2 и, довольно чистая, попадает в дренаху 1 через водопрёмные отверстия или щели-пропилы. Подземная вода, попавшая внутрь дренаху, называется дренажным стоком, который самоотёком отводится дренами, и через один из смотровых колодцев 3 поступает по дренажному коллектору 4 в резервуар насосной станции перекачки 5. Оттуда дренажные воды время от времени насосом перекачиваются в коллектор дождевой канализации К2. Элемент 5 не всегда нужен.

### ***Контрольные вопросы***

1. Основные функции канализации.
2. Классификация сточных вод населенного пункта.
3. На какой расход и по какой формуле рассчитывается канализационная сеть города?
4. Трубы и коллекторы канализационной сети.
5. Каковы особенности канализационных насосных станций?
6. Дюкер и его устройство.
7. Какова схема очистки городских сточных вод?
8. Решетки и их назначение.
9. Первичные отстойники и их назначение.
10. Аэротенки и их назначение.
11. Вторичные отстойники и их назначение.
12. Как обрабатываются осадки городских сточных вод?
13. Способы обеззараживания очищенных сточных вод.
14. Как осуществляется отведение дождевых вод с территории населенного пункта?
15. Что такое дренаж для понижения уровня подземных вод?
16. Каковы основные элементы дренажа?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии предложены различные методики расчета инженерных сетей, позволяющие учесть специфические условия различных строительных площадок и конфигураций зданий и сооружений.

В современном мире идет стремительное развитие строительной отрасли, характеризующееся внедрением новых материалов, методик, средств и способов устройства инженерных систем, позволяющих повышать экономическую эффективность возведенных объектов. Все эти факторы служат причиной того, что строителям приходится постоянно повышать свой уровень квалификации и знаний.

Учебное пособие позволяет сформировать комплексное представление о методах и технологиях устройства инженерных систем, критически подойти к выбору соответствующих средств обеспечения водоснабжения и водоотведения. Данные знания потребуются выпускникам в профессиональной деятельности в строительной отрасли.

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

**Арматура водопроводной сети** - арматура, обеспечивающая нормальную эксплуатацию сети: запорно-регулирующая (задвижки и вентили), водоразборная (водоразборные колонки, краны, пожарные гидранты) и предохранительная (предохранительные клапаны, воздушные вантузы).

**Автоматические воздухоотводчики (воздухосборники)** - устройства для выпуска воздуха из системы.

**Вводом** называют участок водопровода от колодца наружной сети до водомерного узла внутри здания.

**Внутренние водостоки** - это трубопроводы, проложенные внутри здания и предназначенные для отвода дождевых и талых вод с кровли.

**Водомерный узел** - устройство для контроля за работой внутренней сети: для измерения расхода воды и давления во внутренней сети.

**Водонапорная башня** - сооружение для регулирования подачи и потребления воды.

**Водонапорные баки** - резервуары для обеспечения здания водой при периодическом недостатке напора в наружной сети.

**Водопроводная сеть** - трубопроводы для подачи воды непосредственно к местам её потребления (жилым зданиям, цехам промышленных предприятий).

**Выпуски** - трубопроводы, отводящие сточные воды от стояков за пределы здания во внутриквартальную (дворовую) сеть канализации.

**Гидропневматические установки** - баки для повышения напора во внутренних сетях, для хранения противопожарного или производственного запаса воды, для создания регулирующего объема воды.

**Давление (P) или напор (H)** характеризует **энергию жидкости**.

**Дворовая канализация** - наружная сеть от выпусков до уличной или городской сети.

**Камера хлопьеобразования** - сооружение, где происходит процесс слипания мелких частиц с образованием крупных.

**Канализационные стояки** - трубопроводы, транспортирующие сточные воды от отводных линий в нижнюю часть здания.

**Коагулирование воды** - обработка воды коагулянтами (солями алюминия и железа) для укрупнения мелких загрязнений воды для лучшего их осаждения из воды.

**Контактный резервуар** - резервуар для обработки воды хлором.

**Коэффициент часовой неравномерности водопотребления (К час.)** - неравномерность потребления воды в течение суток.

**Магистральный трубопровод** - горизонтальный трубопровод, объединяющий несколько стояков.

**Напорный режим** – режим, при котором вода в трубах движется под напором, а труба работает полным сечением.

**Норма водопотребления** - количество воды, расходуемой на определенные нужды в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

**Обеззараживание воды** - обработка воды с целью уничтожения бактерий, главным образом, патогенных.

**Обратные клапаны** - устройства, обеспечивающие движение воды в трубопроводе только в одном направлении.

**Отводные линии** - трубопроводы, транспортирующие сточные воды от приемников сточных вод в канализационный стояк.

**Отстойники** - сооружения для выделения из воды основной массы взвешенных веществ гравитационным их осаждением (если плотность взвеси больше плотности воды).

**Песколовки** - сооружения для улавливания песка, шлака из сточных вод.

**Подводки** - трубопроводы, транспортирующие воду от водопроводного стояка к санитарно-техническому прибору.

**Приёмники дождевых вод** - водосточные воронки.

**Приёмники сточных вод** - умывальники, унитазы, ванны, кухонные мойки и т.п.

**Расход** - количество жидкости( $Q$ ), проходящей через сечение трубопровода в единицу времени.

**Ревизии и прочистки** - устройства для прочистки канализационной сети.

**Регуляторы давления** - устройства, позволяющие поддерживать во внутренних сетях относительно постоянный напор, независимо от колебания напора в наружной сети.



**Редукционные клапаны** - устройства, предназначенные для понижения давления на отдельных участках сети.

**Самоочищение** - загрязнения сточных вод не оседают в лоток трубы, а переносятся потоком.

**Самотечный режим** - режим, при котором вода в трубах движется только под действием силы тяжести.

**Система водоснабжения населенного пункта** - комплекс инженерных сооружений для забора воды из источника, её очистки, хранения и подачи потребителям - в жилые кварталы и непромышленные предприятия.

**Система канализации населенного пункта** - комплекс санитарных мероприятий и инженерных сооружений для сбора, отведения и очистки сточных вод.

**Смеситель** - сооружение для смешения воды с раствором коагулянта.

**Термодроссель** - устройство для регулирования расхода воды в циркуляционном трубопроводе.

**Термосмесители** - устройства для смешения холодной и горячей воды.

**Фильтрация** - движение воды в пористой среде.

**Циркуляционный трубопровод** - трубопровод для циркулирования водопроводной воды по сети через нагреватель, с целью сохранения температуры горячей воды в трубах при отсутствии водоразбора.

# СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## Основная литература

1. Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. — Загл. с экрана.
2. Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. — Загл. с экрана.
3. Моргунов, К. П. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — Режим доступа : <http://e.lanbook.com>. — Загл. с экрана.
4. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2018. — Режим доступа : <http://www.biblio-online.ru>. — Загл. с экрана.
5. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник / Д. В. Штеренлихт. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — Режим доступа : <http://e.lanbook.com>. — Загл. с экрана.

## Дополнительная литература

1. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий.
2. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
3. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения.

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. **Электронный каталог библиотеки Пермского ГАТУ** [Электронный ресурс]: базы данных содержат сведения о всех видах лит., поступающей в фонд библиотеки Пермского ГАТУ. – Электрон.дан. (251 141 запись). – Пермь: [б.и., 2005]. Доступ не ограничен.

<https://pgsha.ru/generalinfo/library/webirbis/>

2. **Собственная электронная библиотека.** Доступ не ограничен

<https://pgsha.ru/generalinfo/library/elib/>

3. **Система ГАРАНТ:** электронный периодический справочник [Электронный ресурс]. – Электр.дан. (7162 Мб: 887 970 документов). – [Б.и., 199 -]. Доступ из интернет-зала университета.

4. **ConsultantPlus:** справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. (64 231 7651 документов) – [Б.и., 199 -]. Доступ из интернет-зала университета.

5. **ЭБС издательского центра «Лань»** - «Ветеринария и сельское хозяйство», «Лесное хозяйство и лесоинженерное дело», «Инженерно-технические науки», «Информатика», «Технологии пищевых производств», «Доступ к произведениям отдельно от Разделов (39 наименований)». <http://e.lanbook.com/> Доступ не ограничен.

6. **Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ** [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru). Доступ не ограничен.

7. **Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт».** Коллекция «Электронная библиотека авторефератов диссертаций ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева» (массив документов с 1992 года по настоящее время), тематическая коллекция «Сельское хозяйство. Лесное дело.

<http://rucont.ru/> Доступ не ограничен.

8. **ООО Научная электронная библиотека.** Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИНЦ- библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>. Доступ не ограничен.

9. **ООО «ИД «Гребенников».** Электронная библиотека **Grebennikon** содержит статьи, опубликованные в специализированных журналах Издательского дома «Гребенников», где освещается широкий спектр вопросов по экономике (в том числе – по маркетингу, менеджменту, управлению персоналом, управлению финансами и т.д.).

<http://grebennikon.ru>. Доступ не ограничен.

10. **ООО «Ай Пи Эр Медиа».** База данных ЭБС IPRbooks. Тематические коллекции через платформу Библиокомплектатор «Информатика и вычислительная техника», «Геодезия. Землеустройство», «Технические науки». <http://www.bibliocomplectator.ru/> Доступ не ограничен.

**Учебное издание**

**Зубарева Галина Ивановна**

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ  
С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ**

Учебное пособие

Подписано в печать 22.01.20. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л.6,69. Тираж 50 экз. Заказ № 6

*ИПЦ «ПрокростЪ»*

Пермского государственного аграрно-технологического университета  
имени академика Д.Н. Прянишникова,  
614990, Россия, Пермь, ул. Петропавловская, 23