

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Учебно-методический комплекс
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Составление и общая редакция А. А. Кондаковой

2-е издание, с изменениями

Новополоцк
ПГУ
2010

УДК 696(075.8)
ББК 38.761я73
И62

Рекомендовано к изданию методической комиссией
инженерно-строительного факультета
в качестве учебно-методического комплекса (протокол № 9 от 26.05.2010)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

директор ООО «Мастак», канд. архитектуры, доц. А. С. ДАВИДОВИЧ;
начальник ПЭО КУППСП «Полоцксельстрой» Л. М. КЛЮШИНА;
канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения
и водоотведения В. Д. ЮЩЕНКО

И62 Инженерные сети и оборудование : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / сост. и общ. ред. А. А. Кондаковой. – 2-е изд., с изм. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 208 с.

ISBN 978-985-531-080-9.

Приведены темы изучаемого курса, лекционных и практических занятий, их объем в часах, изложены основы проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения зданий, отдельных объектов и населенных пунктов. Представлены конспект лекций, методические указания к практическим занятиям, методические указания к выполнению курсовой работы и вопросы для самоконтроля.

Впервые издано в 2006 году.

Предназначен для преподавателей и студентов вузов, специалистов.

УДК696(075.8)
ББК38.761я73

ISBN 978-985-531-080-9

© Кондакова А.А., сост., 2006

© Кондакова А.А., сост., 2010, с изменениями

© УО «Полоцкий государственный университет», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Рабочая программа.....	6
Лекционный курс	9
Раздел 1. Санитарно-техническое оборудование зданий	10
Тема 1. Водоснабжение зданий и отдельных объектов	10
1.1. Классификация внутренних водопроводов	10
1.2. Схемы водопроводных сетей	15
1.3. Материалы для водопроводной сети. Арматура	15
1.4. Устройство вводов	19
1.5. Водомерные узлы и устройства для измерения расходов воды	21
1.6. Трассировка водопроводных сетей внутри здания	23
1.7. Повысительные установки внутреннего водопровода	25
1.8. Специальные внутренние водопроводы	31
1.9. Режимы и нормы водопотребления	36
1.10. Определение расчетных расходов воды	37
1.11. Особенности устройства систем горячего водоснабжения	40
1.12. Основные положения расчета систем горячего водоснабжения	42
1.13. Основы автоматизации систем холодного и горячего водоснабжения	44
1.14. Эксплуатация систем водоснабжения зданий	45
1.15. Особенности водоснабжения и канализации некоторых специальных сооружений и зданий	48
1.16. Водоснабжение и канализация объектов строительства	51
Тема 2. Водоотведение (канализация) зданий и отдельных объектов	54
2.1. Классификация систем внутренней канализации	54
2.2. Основные элементы внутренней канализации	55
2.3. Материалы и оборудование для систем внутренней канализации	56
2.4. Трассировка и устройство сети внутренней канализации	59
2.5. Устройство вентиляции канализационных сетей	61
2.6. Расчет сети внутренней канализации	63
2.7. Внутриквартальная канализация	64
2.8. Местные установки систем внутренней канализации	65

2.9. Внутренние водостоки	70
2.10. Канализация твердых отходов (мусороудаление)	73
Раздел 2. Водоснабжение	76
3.1. Системы и схемы водоснабжения	76
3.2. Нормы и режим водопотребления	78
3.3. Определение расчетных расходов и свободного напора воды	81
3.4. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения	83
3.5. Наружная водопроводная сеть	92
3.6. Водонапорные и регулирующие устройства	95
3.7. Водоподъемные устройства	98
3.8. Очистка и обеззараживание воды	104
Раздел 3. Водоотведение (канализация)	113
4.1. Система канализации и ее схема	113
4.2. Проектирование канализационной сети	120
4.3. Перекачка сточных вод	130
4.4. Устройство дождевой сети	132
4.5. Состав загрязнений и методы очистки сточных вод	134
4.6. Обеззараживание и выпуск очищенных сточных вод в водоем	139
Практические занятия	141
Методические указания к выполнению курсовой работы	167
Вопросы для самоконтроля	201
Рейтинговая система контроля	206
Литература	207

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Инженерные сети и оборудование» предназначен для студентов третьего курса очной формы обучения специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», а так же может быть полезен для студентов четвертого курса заочной формы обучения этой же специальности. Объем изучаемой дисциплины в соответствии с учебным планом дневной формы обучения составляет 64 часов, в том числе 32 часа лекций и 32 часа практических занятий. Программа предусматривает текущий контроль в форме курсовой работы, экзамена.

В состав учебно-методического комплекса входят следующие структурно взаимосвязанные и взаимодополняющие компоненты: рабочая программа, лекционный курс, практические занятия, методические указания к выполнению курсовой работы, вопросы для самоконтроля, рейтинговая система контроля и литература. При написании комплекса использовались материалы, изложенные в существующих учебниках, учебных и методических пособиях.

Комплекс преследует цель помочь студентам изучить принципы устройства систем внутреннего водоснабжения и водоотведения, знать основные материалы и оборудование, применяемые при их монтаже: трубы, фасонные части и арматура, санитарные приборы и насосы, ознакомиться с основами их проектирования и расчёта.

Учебно-методический комплекс как педагогическая категория является одним из средств достижения планируемых результатов обучения.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа составлена на основании Образовательного стандарта Республики Беларусь «Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-700201 «Промышленное и гражданское строительство»» ОСРБ 1-700201-2007.

1. Цель и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов, способных осуществлять проектирование, строительство и эксплуатацию инженерных сетей, оборудование зданий и сооружений.

Задачами изучения являются:

– получение знаний об устройстве внутренних и наружных сетей водоснабжения и водоотведение, водоподъемных и повысительных установках, источниках водоснабжения, методах очистки природных и сточных вод, принципах расчета сетей и сооружений;

– приобретение умения осуществлять проектирование, строительство, эксплуатацию инженерных сетей и сооружений; анализировать полученные результаты по расчету систем, изучать по информативным источникам технические характеристики новейшего оборудования и решать вопросы о возможности и целесообразности его применения вместо эксплуатируемого.

Изучение отдельных разделов дисциплины связано с такими дисциплинами как: математика, химия, физика, начертательная геометрия и инженерная графика, механика жидкости и газа, строительные материалы, архитектура, информатика.

2. Виды занятий и формы контроля

Виды занятий, формы контроля знаний	Количество часов	
	Обучение	
	дневное	заочное
Курс	3	4
Семестр	6	7
Лекции, ч	32	8
Экзамен (семестр)	6	7
Практические занятия, ч	32	6
Курсовая работа (семестр)	6	7

3. Содержание дисциплины

Лекционный курс

Название разделов и тем лекций	Количество часов	
	Обучение	
	дневное	заочное
Раздел 1. Санитарно-техническое оборудование зданий		
Тема 1. Водоснабжение зданий и отдельных объектов	10	2
Тема 2. Водоотведение (канализация) зданий и отдельных объектов	6	2
Раздел 2. Водоснабжение	8	2
Раздел 3. Водоотведение (канализация)	8	2
Всего:	32	8

Практические занятия

Тема занятий	Количество часов	
	Обучение	
	дневное	заочное
Выбор системы и разработка схемы внутреннего водопровода	2	1
Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода	2	
Определение расчетных расходов. Гидравлический расчет внутреннего водопровода	4	1
Расчет и подбор водосчетчиков	2	1
Расчет и подбор повысительных установок	2	
Расчет простых противопожарных систем	2	
Проектирование внутренней канализации. Построение аксонометрической схемы канализационного стояка и выпуска	2	
Расчет внутренней канализации	4	1
Проектирование и расчет дворовой водоотводящей сети	2	
Построение продольного профиля дворовой водоотводящей сети	2	1
Проектирование и расчет внутренних водостоков	2	
Определение расчетных расходов воды	2	1
Расчет водопроводных сетей	2	
Определение расчетных расходов сточных вод	2	
Всего:	32	6

Курсовая работа

Программой предусмотрено выполнение курсовой работы «Внутренний водопровод и канализация здания».

В состав курсовой работы входят проектирования и расчет внутреннего хозяйственно-питьевого холодного водопровода, хозяйственно-бытовой канализации жилого здания, подбор и расчет отдельных элементов оборудования.

В графической части работы должны быть выполнены: план типового этажа и подвала (техническое подполье), аксонометрическая схема внутреннего водопровода, аксонометрическая схема канализационного стояка и выпуска, продольный профиль дворовой канализации, генплан участка, спецификация.

Пояснительная записка должна содержать описание здания и исходные данные, обоснование и анализ принятых технических решений, обоснование выбора схем и систем, расчеты и сведения по выбору оборудования.

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

РАЗДЕЛ 1. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

ТЕМА 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ И ОТДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1. Классификация внутренних водопроводов

Внутренний водопровод представляет собой систему устройств, обеспечивающих подачу воды к санитарно-техническим приборам, технологическому оборудованию и пожарным кранам, расположенным внутри зданий.

Водопроводы классифицируются:

1. По назначению:
 - хозяйственно-питьевые;
 - производственные;
 - противопожарные.
2. По сфере обслуживания:
 - объединенные;
 - отдельные;
 - единые.
3. По способу использования воды:
 - прямоточные;
 - обратные;
 - с повторным использованием воды.

Применение систем с обратным водоснабжением и с повторным использованием воды в производственных зданиях находит все большее применение.

Для нормальной работы внутреннего водопровода на вводе в здание должен быть создан такой напор (требуемый H_{mp}), который обеспечивал бы подачу нормативного расхода воды к наиболее высокорасположенному (диктующему) водоразборному устройству и покрывал бы потери напора на преодоление сопротивлений по пути движения воды. Минимальный напор в наружном водопроводе у места присоединения ввода (у трубы или на поверхности земли) называется гарантийным (H_g).

4. В зависимости от обеспеченности напором и от установленного оборудования:

- система, действующая под напором наружного водопровода, применяется, когда $H_g \geq H_{mp}$. Такая система внутреннего водопровода является самой простой и наиболее распространенной (рис. 1.1);

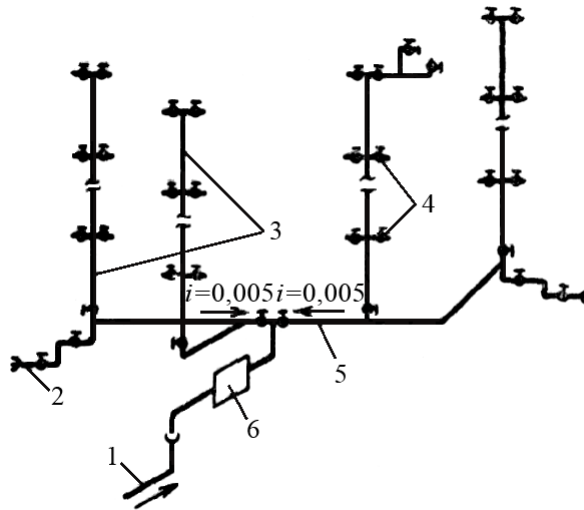


Рис. 1.1. Система водоснабжения здания, действующая под напором в наружном водопроводе: 1 – ввод; 2 – поливочный кран; 3 – распределительные трубопроводы (стояки); 4 – вентили на поэтажной подводке; 5 – магистральный трубопровод; 6 – водомерный узел

– система с водонапорным баком применяется при периодическом недостатке напора в наружной сети ($H_g > H_{mp}$, $H_g < H_{mp}$). В период повышенного давления в наружной сети вода накапливается в баке, а в часы уменьшения давления ниже требуемого питание системы осуществляется из бака.

Система рационально использует энергию насосов наружного водопровода, аккумулируя воду и избыток напора при уменьшении водопотребления в ночные часы. К недостаткам системы следует отнести возможность ухудшения качества воды при использовании открытых баков и плохой эксплуатации и др. (рис. 1.2);

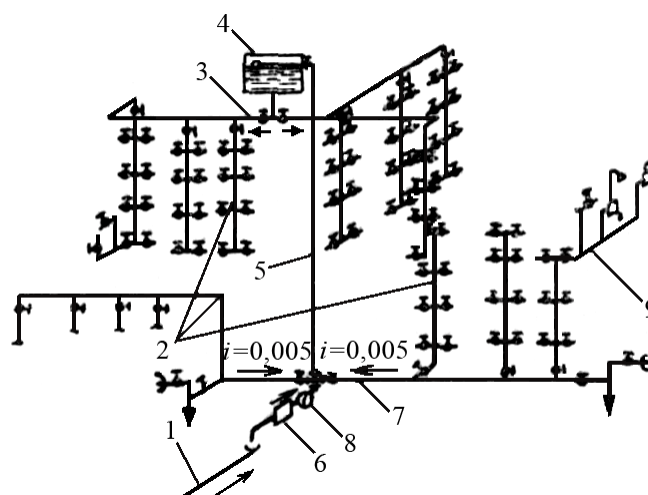


Рис. 1.2. Система водоснабжения здания с водонапорным баком:
 1 – ввод; 2 – распределительные трубопроводы; 3 – верхняя магистраль;
 4 – водонапорный бак; 5 – подающий трубопровод; 6 – водомерный узел;
 7 – нижняя магистраль; 8 – обратный клапан; 9 – подводка

– система с повысительными насосами применяется в тех случаях, когда напор в городской водопроводной сети недостаточен (постоянно или периодически) для нормальной работы внутреннего водопровода (рис. 1.3);

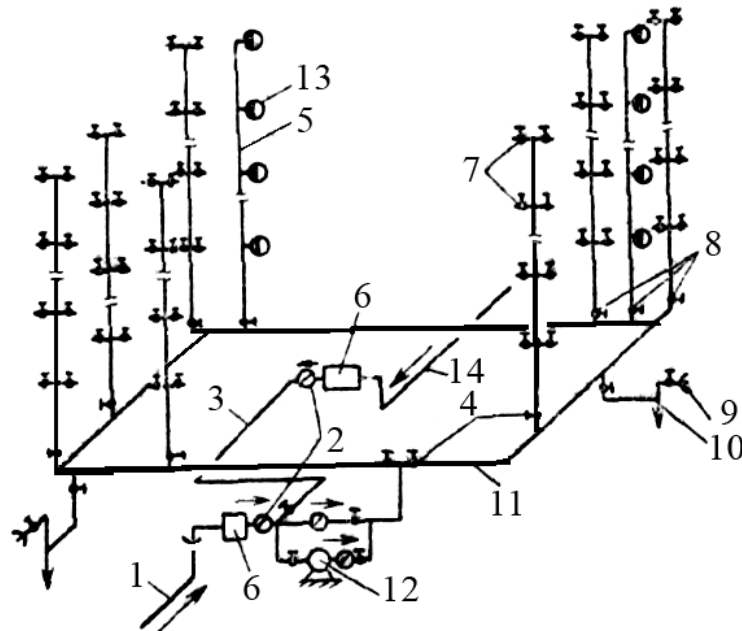


Рис. 1.3. Система водоснабжения здания с повысительной насосной установкой:
 1 – ввод № 1; 2 – обратный клапан; 3 – перемычка; 4 – запорная арматура;
 5 – пожарный стояк; 6 – водомерный узел; 7 – вентиль на поэтажной разводке;
 8 – монтажные запорные вентили; 9 – поливочный кран; 10 – спуск (пробка);
 11 – кольцевая магистраль; 12 – насосная установка; 13 – пожарные краны; 14 – ввод № 2

– система с водонапорным баком и повысительной установкой применяется при недостаточности гарантийного напора в наружном водопроводе ($H_g < H_{mp}$) и при неравномерном потреблении воды в здании в течение суток. Повысительные насосы включаются автоматически в результате падения уровня воды в баке или нормативного напора в сети. Водонапорный бак работает в сети как регулирующая емкость (рис. 1.4);

– систему с повысительными насосами и пневматической установкой применяют в противопожарных или производственных водопроводах. В этой системе гидропневматический бак выполняет функцию водонапорного бака и может применяться как запасная, так и регулирующая емкость;

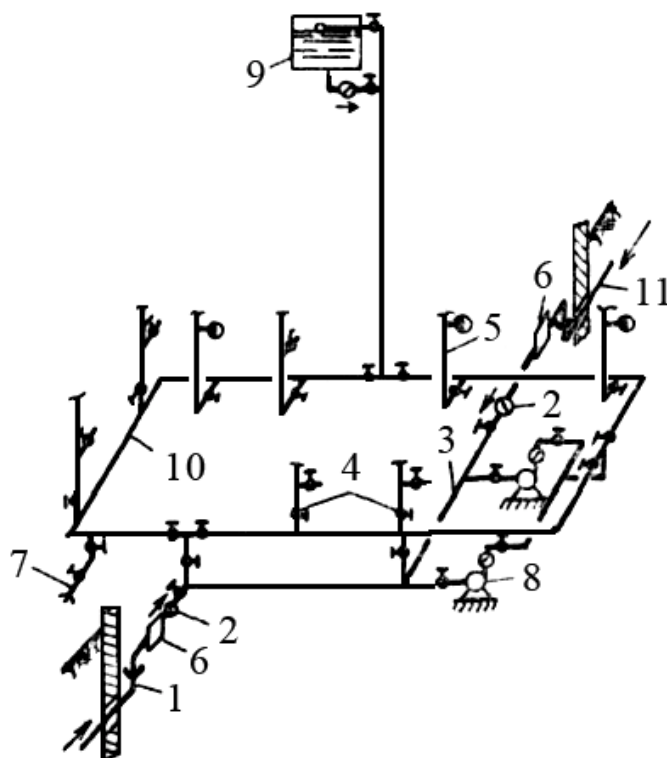


Рис. 1.4. Система водоснабжения здания с водонапорным баком и повысительной насосной установкой: 1 – ввод № 1; 2 – обратный клапан; 3 – перемычка; 4 – запорная арматура; 5 – пожарный стояк; 6 – водомерный узел; 7 – поливочный кран; 8 – насосная установка; 9 – водонапорный бак; 10 – кольцевая магистраль; 11 – ввод № 2

– зонные системы. Применяют при превышении допустимого давления в сети и для отделения части системы по питанию или по величинам напоров. Наибольшая величина гидростатического давления в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения не должна превышать 60 м (0,6 МПа), в системах противопожарного водопровода 90 м (0,9 МПа). Зонирование применяется в зданиях высотой более 17 этажей: первая зона использует гарантийный напор наружной сети водопровода. Последующие зоны назначают в зависимости от величины дополнительного давления в сети внутреннего водопровода. Верхние зоны работают под напором дополнительных насосов, которые подбирают по расходу и напору верхней зоны.

Схемы зонных водопроводов (рис. 1.5).

- 1) последовательная;
- 2) параллельная.

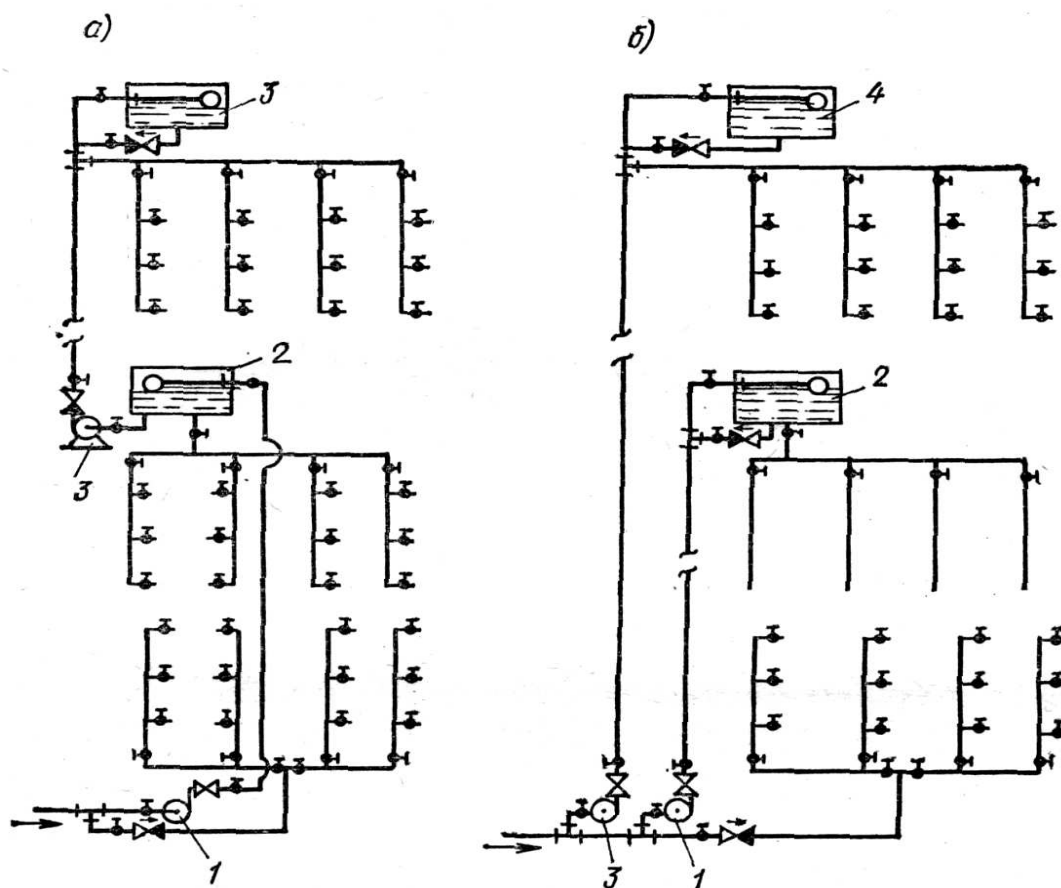


Рис. 1.5. Последовательная (а) и параллельная (б) схемы зонных водопроводов зданий:
 1 – центробежный насос 2-й зоны; 2 – водонапорный бак 2-й зоны;
 3 – насос 3-й зоны; 4 – водонапорный бак 3-й зоны

Последовательная схема имеет меньшую протяженность трубопроводов, но менее надежна в работе; требует установки насосных агрегатов на промежуточных этажах, что крайне нежелательно из-за вибрации и шума.

К числу крупных недостатков можно отнести нерациональное распределение и использование строительного объема здания под оборудование.

При параллельной схеме наблюдается перерасход труб, но насосы размещаются централизованно, что упрощает их эксплуатацию и автоматизацию.

Выбор системы водопровода зависит:

- от назначения;
- от конструктивных особенностей;
- от этажности и объема зданий;
- от санитарно-гигиенических и пожарных требований.

1.2. Схемы водопроводных сетей

Сети внутренних водопроводов состоят из магистральных и распределительных трубопроводов, а также подводок к водоразборной арматуре.

Водопроводные сети бывают тупиковыми, кольцевыми и комбинированными, двойными и циркуляционными.

Тупиковые сети применяют, когда допускается перерыв в подаче воды, при устройстве одного ввода и числе внутренних пожарных кранов меньше 12.

Кольцевые сети применяют, когда не допускается перерыв в подаче воды, они должны иметь не менее 2-х вводов.

Комбинированные сети состоят из кольцевых, магистральных и тупиковых распределительных трубопроводов; их применяют в зданиях с противопожарным водопроводом, оборудованным 12 и более пожарными кранами, в зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

Двойные сети применяют в цехах промышленных предприятий, где прекращение или частичное снижение количества подаваемой воды не допускается по технологическим требованиям. Они состоят из двух самостоятельных сетей, подающих расчетное количество воды каждая.

Циркуляционные сети состоят из подающих и обратных самотечных или напорных трубопроводов. Их применяют в напорных системах производственных водопроводов, например, в сети для охлаждения технологического оборудования.

По расположению магистральных трубопроводов схемы сетей различают с верхней и нижней разводкой. При нижней прокладке трубопроводы прокладывают в подвале или техподполье и применяют в жилых и общественных зданиях. При верхней разводке трубопровод монтируют на чердаке или под потолком верхнего этажа. Сети с нижней и верхней разводкой имеют свои достоинства и недостатки.

Схема сети внутреннего водопровода выбирается с учетом размещения водоразборных устройств в планах каждого этажа, режимов подачи и потребления воды, надежности снабжения потребителей водой, а также технико-экономической целесообразности.

1.3. Материалы для водопроводной сети. Арматура

Для устройства водопроводных сетей холодного и горячего водоснабжения СНиП 2.04.01-85* рекомендуют применять трубы пластмассовые, металлополимерные, стальные, чугунные и асбестоцементные трубы [2, с. 258 – 265].

Пластмассовые трубы, по сравнению со стальными, обладают большой химической стойкостью, меньшей шероховатостью и, следовательно, большей пропускной способностью. Применение этих труб ограничено из-за низкого предела прочности и значительного коэффициента линейного расширения при повышенных (более 40°C) температурах. Для систем водоснабжения органами здравоохранения разрешено использовать пластмассовые трубы со штампом «пищевые», например, из полиэтилена высокой плотности (ПВП), полиэтилена низкой плотности (ПНП), а также из полипропилена (ПП).

Для монтажа водопроводных пластмассовых труб применяют фитинги и арматуру.

Полиэтиленовые трубы выпускают диаметром условного прохода 10-150 мм на давление до 1 МПа. Соединение труб между собой и с фасонными соединительными частями выполняют методом контактной сварки, а также с помощью фланцев и накидных гаек. Фланцевые соединения с накидными гайками предусматривают в открытых, легкодоступных местах установки арматуры.

Стальные трубы водогазопроводные, оцинкованные и неоцинкованные (черные) (ГОСТ 3262-75*) изготавливают условным диаметром 10 – 150 мм; электросварные холоднодеформированные (ГОСТ 10707-91) на давление 1 – 2,5 МПа изготавливают длиной 2 – 12 м. Стальные трубы как более надежные, прочные, удобные в монтаже применяют в основном для внутренних водопроводов. Трубы поставляют с цилиндрической и конической резьбой.

Чугунные трубы (ГОСТ 9583-75*) изготавливают трех классов (ЛА, А и Б) условным диаметром 65 – 500 мм на давление до 1,0 МПа, длиной 2 – 6 м.

Асбестоцементные трубы выпускают двух марок: ВТ-6 и ВТ-12, диаметром 100 – 500 мм.

Асбестоцементные и чугунные напорные трубы чаще применяют для устройства вводов.

Требования к трубам:

- 1) пропуск расчетного расхода;
- 2) не должны влиять на качество воды;
- 3) долговечность;
- 4) малая масса и стоимость;
- 5) простота монтажа;
- 6) антикоррозийность.

Соединение труб

Пластмассовые	Сварное, клеевое, фланцевое
Стальные	Резьбовое, сварка
Чугунные	Раструбное с заделкой резиновыми кольцами или пеньковой прядью
Асбестоцементные	Муфтовое с резиновыми кольцами или пеньковой прядью

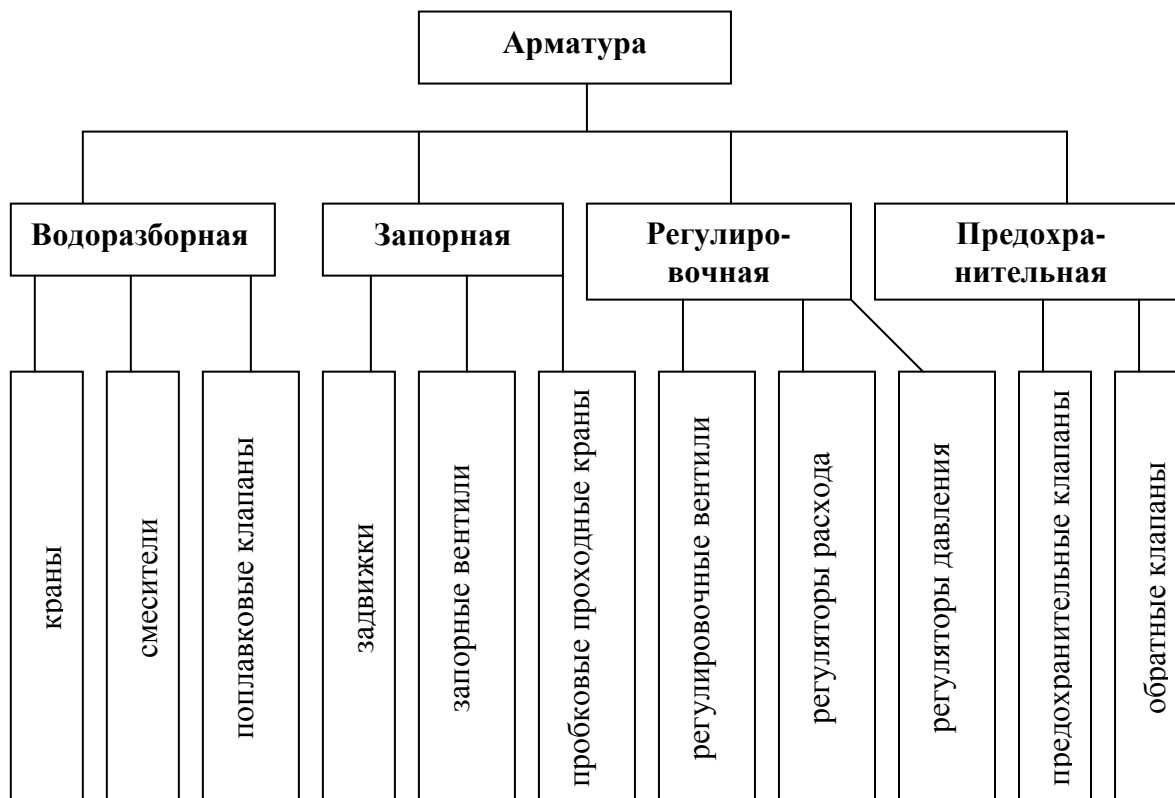
Фасонные детали: угольники (90°), крестовины, тройники, переходные и соединительные муфты, сгоны [11, с. 171 – 179].

Водопроводная арматура.

К трубопроводам арматуру присоединяют на резьбе или с помощью фланцев. Водопроводная арматура изготавливается из латуни, стали, бронзы, серого и ковкого чугуна, пластмасс. Выбор материала определяется условиями эксплуатации и назначения арматуры.

Для хозяйственно-питьевых и хозяйственно-противопожарных водопроводов устанавливают арматуру на давление 0,6 МПа.

В зависимости от назначения арматура различается:



По принципу перемещения затвора водопроводная арматура подразделяется на пять типов: вентильная, пробковая, дроссельная, шторная (задвижки) и клапанная (рис. 1.6).

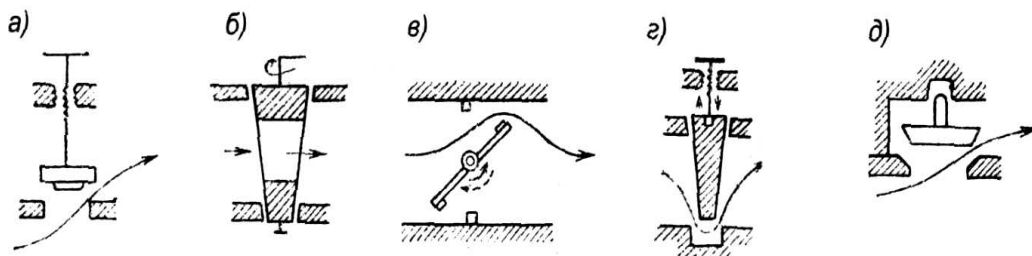


Рис. 1.6. Принципиальные схемы действия водопроводной арматуры: вентиля (а), пробкового крана (б), регуляторов (в), задвижки (г), обратного клапана (д)

Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрывание и открывание потока воды. На трубопроводах диаметром 50 мм и более в качестве запорной арматуры устанавливают задвижки (ГОСТ 8706-83*), а на трубопроводах меньших диаметров – вентиля.

Назначение арматуры

Водоразборная	Отбор воды из водопроводной сети
Запорная	Отключение отдельных участков водопроводной сети
Регулировочная	Регулирование расхода воды, поддержание определенного напора в сети или перед водоразборными приборами
Предохранительная	Защита от повреждения сети и оборудования при внезапном повышении напора; обеспечение движения воды в трубопроводе только в одном направлении

Установка арматуры

Водоразборная	С каждым санитарно-техническим прибором, в поливочном и в противопожарном водопроводе
Запорная	На каждом вводе; на кольцевой разводящей сети; у основания пожарных стояков с числом пожарных кранов 5 и более; у основания стояков хозяйственно-питьевой или производственной сети в зданиях в три этажа и более; на ответвлениях, питающих 5 водоразборных точек и более; на ответвлениях в каждую квартиру; на ответвлениях от магистральных линий водопровода; на подводках к смывным бачкам, смывным кранам; на ответвлениях к групповым душам и умывальникам; перед наружными поливочными кранами [1, п. 10.5]
Регулировочная	На вводах в здание, в квартиры, на этажах многоэтажных зданий
Предохранительная	На обводной линии насосов; после насосов; на гидропневматических баках; на вводах; при наличии в системе водонапорного бака; или проектируют несколько вводов, соединенных между собой

1.4. Устройство вводов

Вводом внутреннего водопровода считается участок трубопровода, соединяющий наружный водопровод с внутренней водопроводной сетью (до водомерного узла или запорной арматуры, размещенной внутри здания).

Ввод может быть присоединен к сети наружного водопровода одним из следующих способов:

- 1) с помощью седелки (при действующем наружном водопроводе);
- 2) врезкой или приваркой его трубы или тройника (при возможности отключения участка наружной сети);
- 3) с помощью соединительных частей, установленных на трубопроводе наружного водопровода при его прокладке.

Седелка (рис. 1.7) представляет собой чугунную фасонную деталь, которая крепится к трубе хомутом на болтах и с резиновой прокладкой.

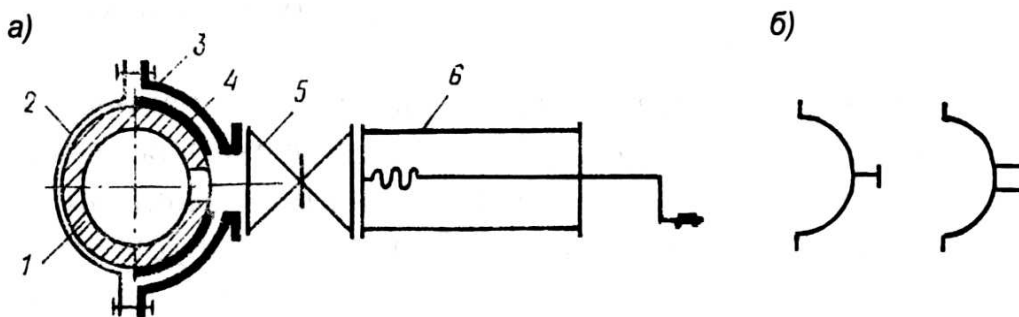


Рис. 1.7. Схема устройства для присоединения ввода:

- а) присоединение к действующему водопроводу; б) фланцевая и резьбовая седелка;
- 1 – труба наружного водопровода; 2 – хомут; 3 – седелка; 4 – прокладка уплотнительная; 5 – проходная задвижка; 6 – сверлильное приспособление

К седелке присоединяют проходной кран или задвижку с помощью резьбового или фланцевого соединения. Для высверливания в трубе отверстия (диаметром не более $1/3$ диаметра трубы) к запорной арматуре временно прикрепляют сверлильное приспособление, которое затем снимают и прикрепляют трубу ввода.

Число вводов зависит от назначения и оборудования зданий [1, п. 9.1].

При устройстве одного ввода его располагают в центре здания, если водопотребители расположены равномерно по обе стороны или в той части, где потребляется наибольшее количество воды.

Если устраивают два и более ввода, их следует присоединять, по мере возможности, к различным участкам наружной кольцевой сети; при отборе воды из одного участка наружной сети вводы должны разделяться за-

движкой. Расстояние по горизонтали в свету между вводом и другими подземными коммуникациями указаны [1, п. 9.5; 3, с. 29].

В месте присоединения ввода к наружной сети устраивают колодец диаметром не менее 700 мм, в котором размещают запорную арматуру для отключения ввода. Для возможности опорожнения ввод укладывают с уклоном 0,005 в сторону наружной водопроводной сети.

Глубина заложения труб вводов зависит от глубины заложения наружной водопроводной сети, т.е. вводы размещают ниже глубины промерзания грунта. Минимальная глубина укладки вводов (при отсутствии промерзания грунта) составляет 1 м.

Для устройства вводов применяют чугунные раструбные водопроводные трубы диаметром 50 мм и более, стальные оцинкованные трубы с противокоррозийной битумной изоляцией (при диаметрах менее 50 мм) и в отдельных случаях пластмассовые трубы.

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

Проход ввода через отверстие фундамента здания или стены подвала устраивают в стальной гильзе, диаметр которой на 400 мм больше диаметра ввода (рис. 1.8). Кольцевой зазор между трубой ввода и гильзой заделывают просмоленной прядью, мятой глиной и цементным раствором. В водонасыщенных грунтах ввод заделывают бетоном и цементным раствором или с помощью сальника, применяя просмоленную льняную прядь и грундбуксу.

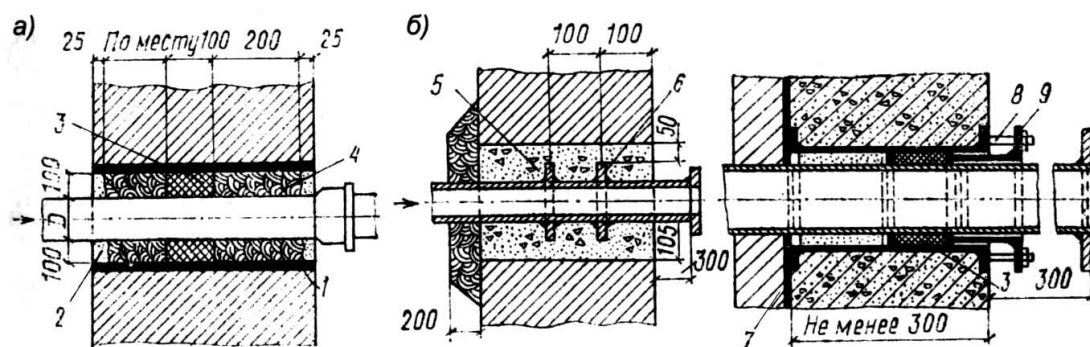


Рис. 1.8. Заделка трубы ввода в фундаменте здания в сухих (а) и водонасыщенных грунтах (б): 1 – гильза; 2 – цементный раствор; 3 – смоляная прядь; 4 – глина; 5 – бетон; 6 – фланцы; 7 – гидроизоляция; 8 – стяжные болты; 9 – грундбукса

1.5. Водомерные узлы и устройства для измерения расходов воды

Водомерный узел (рис. 1.9) состоит из устройства для измерения количества расходуемой воды, запорной арматуры, контрольно-спускного крана, соединительных фасонных частей и патрубков из водогазопроводных стальных труб.

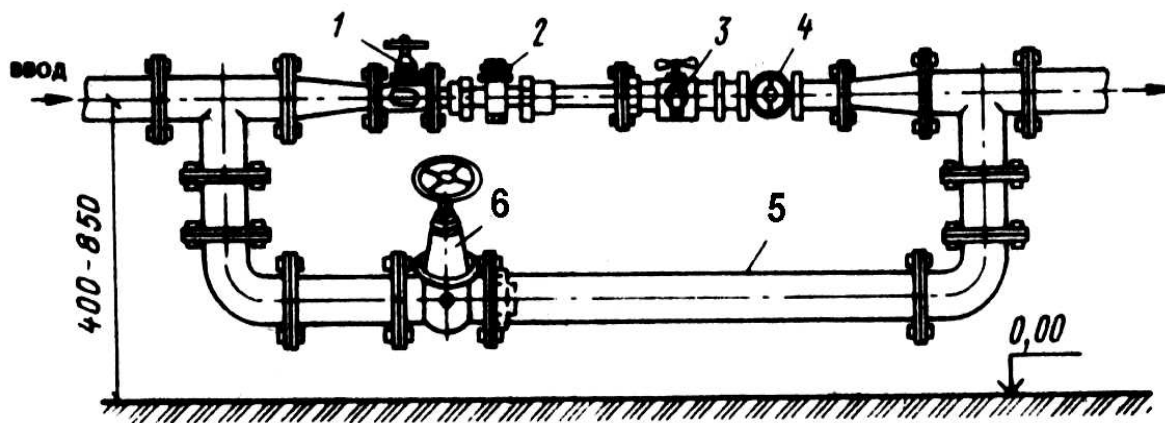


Рис. 1.9. Водомерный узел:

- 1 – первый запорный вентиль; 2 – водосчетчик; 3 – контрольно-спускной кран;
4 – второй запорный вентиль; 5 – обводная линия; 6 – опломбированная задвижка

Различают водомерные узлы простые (без обводной линии) и с обводной линией, на которой устанавливают опломбированную задвижку в закрытом положении.

Водомерный узел с обводной линией применяют, главным образом, на объединенных системах хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода для пропуска воды на пожар по обводной линии, минуя водосчетчик, а также в зданиях, где недопустим перерыв в подаче воды. Запорную арматуру (вентили, задвижки) устанавливают перед водосчетчиком и после него. Между водосчетчиком и запорной арматурой по направлению движения воды устанавливают контрольно-спускной кран (или патрубок с пробкой), который служит для спуска воды из системы внутреннего водопровода, контроля располагаемого напора, проверки правильности показания водосчетчика.

Водомерный узел располагают в теплом и сухом нежилом помещении с температурой воздуха не ниже $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в легкодоступном для осмотра месте вблизи наружной стены у ввода в здание. Чаще всего его располага-

ют в помещениях центрального теплового пункта (ЦТП), в подвалах или приямках, устраиваемых в коридорах, либо на лестничных площадках здания. Во избежание излишних потерь напора водомерные узлы собирают так, чтобы водосчетчик был установлен на прямом участке, а не на обводной линии.

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

Крыльчатые водосчетчики типа ВК изготавливают калибром 15 – 50 мм. Ось вращения крыльчатки у водосчетчиков ВК расположена перпендикулярно направлению движения воды. В зависимости от способа подвода воды к крыльчатке водосчетчики бывают одноструйные и многоструйные. Крыльчатые счетчики размещают только в горизонтальном положении на резьбовых соединениях. На входе в счетчик устанавливают сетку для выравнивания потока и задержания попавших в воду окалина, продуктов коррозии.

Турбинные водосчетчики выпускают калибром 50 – 250 мм с фланцами для установки на трубопроводе. Ось вращения турбинки водосчетка расположена параллельно направлению потока воды, поэтому его установка не зависит от ориентации в пространстве.

Перед водосчетчиками следует предусматривать прямой участок длиной, равной пяти диаметрам, а после счетчика – одному диаметру.

При значительных колебаниях расходов воды для учета малых и больших количеств применяют *комбинированные водосчетчики*, состоящие из крыльчатого и турбинного, с переключающим клапаном. Комбинированные водосчетчики завода «Водоприбор» выпускают двух типов: параллельные и последовательные. Малые расходы воды фиксируются крыльчатым водосчетчиком, а при увеличении расхода клапан направляет поток воды в турбинный счетчик. Показания счетчиков суммируют (рис. 1.10).

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

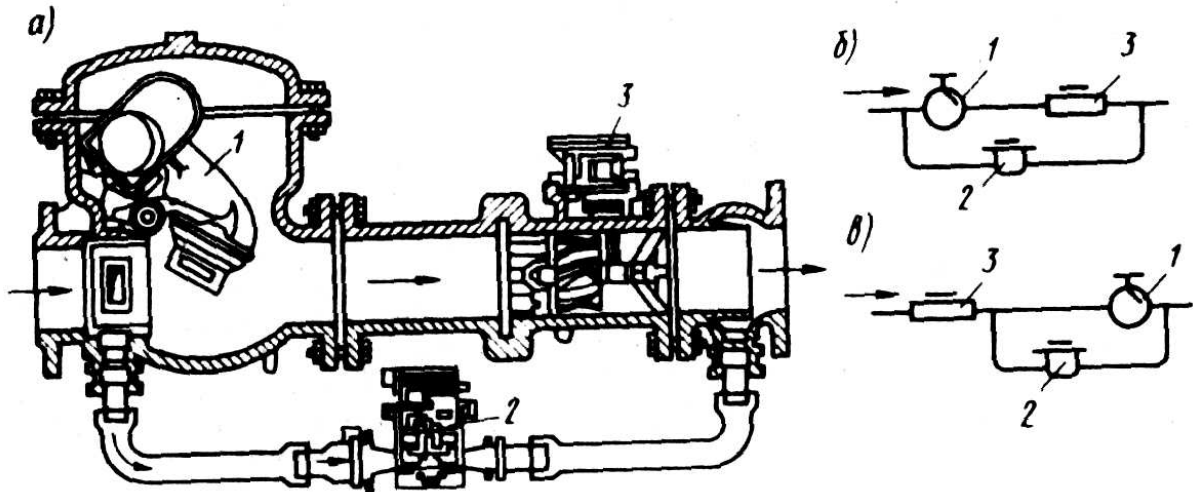


Рис. 1.10. Комбинированный скоростной счетчик воды: *а* – конструкция; *б* – схема параллельного соединения счетчиков; *в* – схема последовательного соединения счетчиков; 1 – клапан; 2 – крыльчатый счетчик; 3 – турбинный счетчик

1.6. Трассировка водопроводных сетей внутри здания

Правильный выбор мест прокладки сетей внутреннего водопровода существенно снижает стоимость устройства системы и облегчает ее эксплуатацию.

При нижней разводке магистральный трубопровод, начиная от водомерного узла, следует прокладывать в подвальном этаже или в техническом подполье, а при их отсутствии – в каналах первого этажа, иногда совместно с другими трубопроводами (отопления, горячего водоснабжения), располагая его под ними или рядом с ними. Прокладка трубопроводов в земле под полом не допускается.

Трубопроводы, кроме пожарных стояков, прокладываемые в шахтах, кабинах и каналах, изолируют от конденсации влаги. Прокладка трубопроводов в помещениях с температурой ниже 2°С требует устройства термоизоляции.

Подпольные каналы бывают непроходные высотой 0,3 – 0,7 м, проходные высотой 1,7 – 1,8 м и полупроходные высотой 0,8 – 1 м. Ширина каналов находится в пределах 0,3 – 1 м. Каналы делают прямоугольного сечения, выполняя их из негоряемых материалов. Сверху их прикрывают съемными плитами. Размещать каналы целесообразно вдоль наружных или внутренних стен и вдоль коридоров. Размеры каналов принимают в зависимости от числа прокладываемых трубопроводов и их диаметров с учетом удобства монтажа и эксплуатации. В местах установки запорной арматуры и соединительных частей предусматриваются монтажные камеры, колодцы, люки.

Крепление магистральных трубопроводов, прокладываемых в подвалах или в техническом подполье, к строительным конструкциям производят на опорах или кронштейнах.

При верхней разводке или при зонной схеме сети водопровода магистральные трубопроводы прокладывают в чердачном помещении, в техническом этаже или по стенам под потолком верхнего этажа (в производственных зданиях). Для предохранения труб от конденсации влаги и от промерзания их утепляют (изолируют).

Стояки, разводящие трубопроводы и подводы к водозаборным устройствам в зависимости от назначения и степени благоустройства здания прокладывают двумя основными способами: открытой прокладкой - по колоннам, балкам, фермам, стенам (под потолком или у пола); скрытой прокладкой — в бороздах, каналах, блоках, панелях и пространственных кабинках вместе с трубопроводами другого назначения.

В зданиях, где к отделке предъявляют повышенные требования, целесообразно применять скрытую прокладку трубопровода. Борозды и каналы для трубопровода должны быть выполнены при производстве строительных работ. Размеры борозд принимают в зависимости от диаметра и числа труб, укладываемых в них. Борозды можно заделывать по сетке, оставляя в местах размещения вентилей, сгонов, накидных гаек смотровые отверстия, закрываемые дверками и лючками.

При большом числе вертикальных трубопроводов (стояков) устраивают монтажные шахты с перекрытиями из негорючих материалов на каждом этаже. В шахты должен быть обеспечен доступ для обслуживания арматуры и трубопроводов. В местах пересечения вертикальных трубопроводов с перекрытиями на трубы надевают гильзы из толя, листового асбеста, обрезков труб или листовой стали (рис. 1.11).

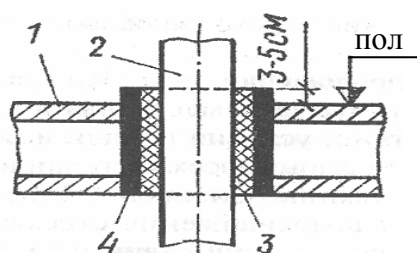


Рис. 1.11. Прокладка трубопроводов через перекрытия: 1 – перекрытие; 2 – труба; 3 – асбестовая заделка; 4 – гильза

Горизонтальные трубопроводы всегда укладывают с уклоном не менее 0,002 в сторону вводов для возможности спуска воды из системы.

Для крепления трубопроводов применяют крючья, хомуты, подвески и кронштейны [2, с. 275]. Крепление осуществляют с помощью закладных деталей, деревянных пробок или дюбелей. На прямых участках труб ус-

ловным проходом до 50 мм крепления устанавливают через 2 – 2,5 м, а условным проходом 70 – 100 мм через 3 – 3,5 м. В местах поворота чугунных труб устраивают кирпичные или бетонные упоры.

Для возможности демонтажа при ремонте на стояках выше запорного вентиля и на подводках у оборудования устанавливают сгоны, накидные и соединительные гайки.

Особое внимание следует уделять правильному креплению пластмассовых труб с учетом их температурного удлинения. Компенсация температурного удлинения осуществляется, как правило, за счет гнутых участков трубопроводов. При монтаже трубопроводов применяют подвижные крепления для обеспечения свободного перемещения труб и неподвижные крепления для жесткого закрепления их. Трубы крепят к строительным конструкциям [2, с. 276] с помощью крепежных элементов: металлических либо пластмассовых скоб или хомутов с прокладкой из резины, войлока или пластмассы. В местах прохода пластмассовых труб через перекрытия, стены и перегородки устанавливают гильзы.

Арматура должна иметь самостоятельное крепление – угольник с фланцем или металлические скобы.

При открытой совместной прокладке пластмассовых труб из поливинилхлорида (ПВХ) или полиэтилена (ПНП или ПВП) с трубопроводами горячего водоснабжения или отопления расстояние между ними должно быть не менее 50 мм. При совместной прокладке указанных коммуникаций в шахтах и каналах трубопроводы горячего водоснабжения покрывают тепловой изоляцией.

1.7. Повысительные установки внутреннего водопровода

К повысительным установкам для внутренних водопроводов относятся: водонапорные баки, повысительные насосные установки и пневматические установки. Повысительные установки служат для повышения недостающего напора в сети внутреннего водопровода до значения, которое определяют как разность между требуемым напором при расчетном расходе воды и наименьшим (гарантированным) напором на вводе.

1.7.1. Водонапорные баки

Водонапорные баки устанавливают с целью бесперебойного снабжения здания водой (при постоянном или периодическом недостатке напора в наружной сети) и с целью создания неприкосновенного запаса воды на пожарные или технологические нужды.

Водонапорные баки могут быть круглыми или прямоугольными в плане. Изготавливают их из листовой стали и во избежание коррозии окрашивают внутри и снаружи масляной краской, приготовленной по рецептуре, согласованной с органами санитарного надзора. Устанавливают баки в вентилируемом и освещенном помещении с плюсовой температурой. При установке водонапорных баков необходимо учитывать их размещение в здании, указанные [1, п. 13.15]. Сверху баки закрывают крышками, в которых имеются люки для доступа внутрь баков. Под баком предусматривают поддон из листовой стали, который выступает за контуры бака на 100 мм.

Схема установки бака приведена на рис. 1.12.

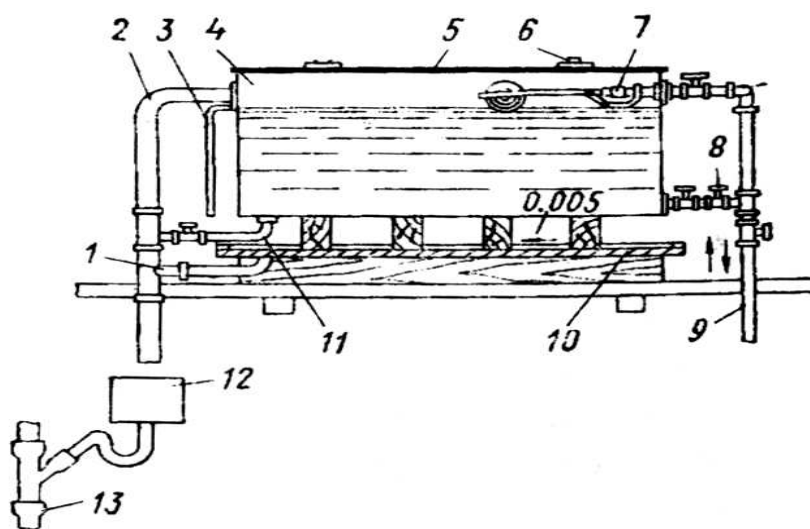


Рис. 1.12. Водонапорный бак: 1 – сливная труба; 2 – переливной трубопровод; 3 – сигнальный трубопровод; 4 – бак; 5 – крышка; 6 – люк; 7 – поплавковый клапан; 8 – обратный клапан; 9 – подающая и расходная труба; 10 – поддон; 11 – спускная труба; 12 – промежуточный бачок; 13 – стояк

Водонапорные баки оборудуют следующими трубопроводами:

- подающий трубопровод оборудуется двумя поплавковыми клапанами и запорной арматурой; подающая труба присоединяется к баку не менее чем на 100 мм ниже борта бака;
- отводящий трубопровод с вентилем, который присоединяется к баку выше днища на 100 мм.

Если подающий трубопровод объединяют с отводящим, то на отводящем участке устанавливают обратный клапан и запорную арматуру:

- переливной трубопровод подводят с разрывом струи к промежуточному бачку, соединенному гидравлическим затвором (сифоном) с канализационным или водосточным стояком; переливной трубопровод присоединяют на высоте наивысшего допустимого уровня воды в баке;

- спускной трубопровод, присоединяемый к днищу бака и к переливной трубе с вентилем или задвижкой на присоединенном участке трубопровода;
- отводной трубопровод для отвода стоков из поддона;
- сигнальная труба диаметром 15 мм устанавливается ниже переливной трубы на 50 мм с выводом в раковину к дежурному персоналу.

Объем водонапорного бака в м³ определяют в зависимости от регулирующего и запасного объемов

$$V_6 = \beta W + W_1, \quad (1.1)$$

где W – регулируемый объем воды, м³;

W_1 – запасной объем воды (на тушение пожара или по технологическим требованиям), м³;

β – коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый: 1,1 – при производительности насосных установок менее максимального часового расхода воды; 1,2 – 1,3 – при использовании насосных установок, работающих в повторно-кратковременном режиме.

Регулируемый объем бака, м³, для системы без насосной установки определяют по формуле

$$W = Tq_T, \quad (1.2)$$

где q_T – среднечасовой расход воды, м³/ч, в здании за время питания сети внутреннего водопровода из бака;

T – время, ч, в течение которого вода при недостаточном напоре в наружной сети потребляется сетью внутреннего водопровода из бака.

При этом объем бака составляет 50 – 80 % суточного расхода воды в здании.

В системах водоснабжения с водонапорным баком и повысительными насосами регулируемый объем бака значительно уменьшается и зависит от частоты включения насоса и его номинальной подачи.

Согласно [1, п. 13.4] регулирующие объемы рекомендуется определять по формулам:

а) для водонапорного (напорно-запасного) или гидропневматического бака при производительности насоса, превышающей наибольший часовой расход:

$$W = q_{hr}^{SP} / 4n, \quad (1.3)$$

где n – допустимое число включений насосной установки в 1 ч, принимаемое для установок с открытым баком 2 – 4; для установок с гидропневматическими баками – 6 – 10. Большее число включений в 1 ч принимается для установок небольшой мощности (до 10 кВт);

q_{hr}^{SP} – производительность насоса, м³/ч.

б) для водонапорного бака или резервуара при производительности насосной установки менее максимального часового расхода:

$$W = UTq_T, \quad (1.4)$$

где T – расчетное время, ч, потребления воды (сут, смена);

q_T – среднечасовой расход воды, м³/ч;

U – относительная величина регулирующего объема, определяется по формулам [1, п. 13.5].

При ручном пуске насосов регулирующий объем бака W , м³, определяют по формуле

$$W = Q_{сут} / n_{сут}, \quad (1.5)$$

где $Q_{сут}$ – расход воды за сутки максимального водопотребления, м³/сут;

$n_{сут}$ – число включений насоса за сутки, составляет от 3 до 6.

Регулирующий объем бака можно определить и графически, если построить совмещенный график подачи и потребления воды [5, с. 63].

При проектировании внутреннего водопровода с баками следует учитывать их существенные недостатки: необходимость в специальных помещениях; значительные нагрузки на перекрытие и как следствие – его подорожание; необходимость в периодической чистке баков и обеспечение циркуляции воды с целью предотвращения ухудшения ее качества.

1.7.2. Повысительные насосные установки

При постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети для повышения напора во внутренних сетях зданий предусматриваются насосные установки для одного или нескольких зданий.

Тип насосной установки и режим ее работы следует определять на основании технико-экономического сравнения разработанных вариантов:

1) непрерывно или периодически действующих насосов при отсутствии регулирующих емкостей;

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

3) непрерывно или периодически действующих насосов производительностью менее максимального часового расхода воды, работающих совместно с регулирующей емкостью.

Насосы присоединяют к сети после водомерного узла. Размещают насосные установки в помещениях тепловых пунктов, бойлерных и котельных, а также в сухом и теплом изолированном помещении высотой не

менее 2,2 м. Не допускается размещение хозяйственных насосных установок (кроме противопожарных) под жилыми квартирами, детскими комнатами, больничными помещениями, аудиториями учебных заведений и другими подобными помещениями.

Насосные агрегаты устанавливают на виброизолирующих основаниях, возвышающихся над уровнем пола не менее чем на 20 см. Насосный агрегат прикрепляют к фундаменту болтами, закладываемыми в заранее оставленные для них гнезда.

Если диаметр нагнетательных патрубков не превышает 200 мм, на одном фундаменте можно установить два агрегата. Расстояние между фундаментами и от них до стен помещения должно быть не менее 700 мм, а до торцевых стен – не менее 1 м.

Число рабочих насосов устанавливают расчетом, количество резервных принимается в зависимости от числа рабочих насосов: от 1 до 3 рабочих – 1 резервный, от 3 до 6 рабочих – 2 резервных [7, п. 7.3].

Насосные установки монтируют с последовательным или параллельным соединением насосов. Если требуется увеличить расход подаваемой воды в сеть внутреннего водопровода, проектируют параллельную схему, а для увеличения напора в сети – последовательную.

На всасывающих линиях каждого насоса устанавливают задвижку, а на напорной линии – обратный клапан, задвижку и манометр (рис. 1.13).

При установке насосов целесообразно предусматривать устройство обводной линии с задвижкой и обратным клапаном в обход насосов. Насосные установки проектируют с ручным, дистанционным или автоматическим управлением.

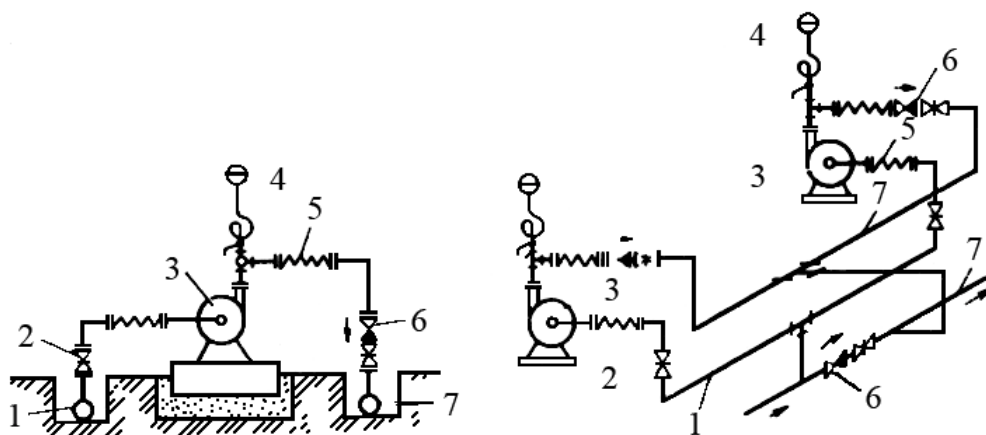


Рис. 1.13. Схема обвязки насосов:

1 и 7 – всасывающий и напорный трубопроводы; 2 – запорная арматура;
3 – насос; 4 – манометр; 5 – виброставка; 6 – обратный клапан

1.7.3. Пневматические установки

Во внутренних водопроводах применяют пневматические напорные установки постоянного и переменного давления. Постоянное давление поддерживается редукционным клапаном. Наибольшее распространение имеют установки переменного давления.

Пневматические установки состоят из двух баков (воздушного и водяного) или одного бака (гидропневматического), оборудованных предохранительными клапанами, контрольными приборами (давления и уровня), запорной арматуры и компрессором для подачи сжатого воздуха. При недостатке напора или при подаче воды во внутренний водопровод из местного источника водоснабжения эти установки объединяют с автоматизированными повысительными насосами, что позволяет резко сократить объем водяного бака.

Компрессор включается в работу периодически для восполнения потерь воздуха. Установка может работать и без компрессора. В этом случае сжатие воздуха обеспечивается подачей воды в бак под давлением насоса.

Пневматические установки используют для хранения и подачи противопожарного запаса воды, а также для хозяйственно-питьевого или производственного водоснабжения. Объем воды в баке в зависимости от назначения установки может быть определен как сумма регулирующего W и запасного W_1 объемов, либо только как запасный или только как регулируемый объем.

Расчет установки предусматривает определение: а) минимального давления, соответствующего требуемому напору в сети внутреннего водопровода, т.е. P_{\min} обеспечивающего требуемый напор H_{mp} ; б) объема воды, т.е. $V_g = W + W_1$; в) полного объема (воды воздуха), m^3 , составляющего:

$$V = \beta V_g / (1 - A), \quad (1.6)$$

где β – коэффициент запаса объема бака, равный 1,2 – 1,3;

A – отношение P_{\min} к P_{\max} , равное 0,7 – при напоре более 50 м; 0,75 – при напоре менее 50 м и 0,8 – при работе установки с подпором.

Максимальное давление P_{\max} обычно принимают примерно на 30 % больше P_{\min} , но не более 0,6 МПа (что соответствует допустимому напору 60 м) для хозяйственно-питьевых водопроводов и не более 0,9 МПа (что соответствует допустимому напору 90 м) для противопожарных водопроводов.

Расход воздуха составляет около 10 % полного объема баков. Обычно для пневматических установок принимают компрессоры с небольшой подачей – около 2 – 3 $m^3/ч$.

Пневматические установки располагают в помещениях подвалов первых этажей или в технических этажах многоэтажных зданий, где расстояние до ограждений не менее 0,6 м, если производство полного объема, м³, на рабочее (максимальное) давление не превышает 200. В противном случае их размещают в отдельно стоящих зданиях как взрывоопасные установки.

1.8. Специальные внутренние водопроводы

1.8.1. Противопожарные водопроводы

Противопожарные водопроводы состоят из сети магистральных и распределительных (стояки) трубопроводов, пожарных кранов и при необходимости противопожарных насосов. В схему противопожарного водопровода часто включают водонапорный бак или пневматическую установку.

Противопожарные водопроводы устраивают в зданиях, указанных в [1, п. 6.1 – 6.5]. В жилых зданиях высотой 12 – 16 этажей устраивают объединенный хозяйственно-противопожарный водопровод.

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

Установка пожарного крана диаметром 50 мм [2, с. 285].

Пожарные краны размещают в шкафчиках с надписью ПК размером 855х620х270 мм на высоте 1,35 м над полом в легкодоступных местах (вестибюлях, коридорах, на лестничных площадках и т.д.).

Сети противопожарных водопроводов, оборудованных более чем 12 пожарными кранами, должны быть закольцованы и присоединены к наружным сетям не менее чем двумя вводами. В многоэтажных зданиях противопожарный водопровод проектируют с горизонтальным и вертикальным кольцеванием магистралей, а также с зонными сетями. В зданиях высотой 6 этажей и более при объединенной системе пожарные стояки закольцовывают поверху и присоединяют к водоразборному стояку с установкой вентиля.

Для устройства противопожарного водопровода допускается применение черных (неоцинкованных) стальных труб.

Число пожарных кранов в системе назначают с учетом орошения всех площадей помещений здания расчетным количеством компактных (нераздробленных) струй. Радиус действия пожарного крана определяется как сумма длины пожарного шланга (рукава) и длины компактной части

струи, равной высоте защищаемого помещения, но не более 6 м для жилых и других зданий высотой до 50 м и 8 м при высоте зданий более 50 м. Минимальный радиус действия пожарного крана 16 или 26 м (рис. 1.14).

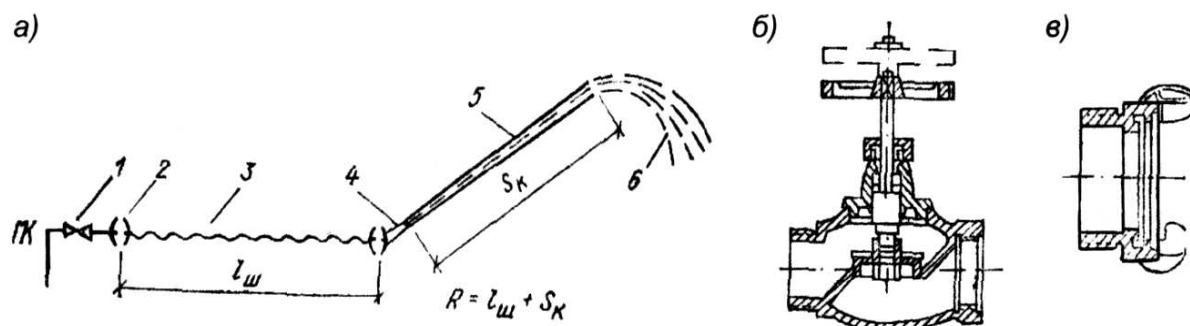


Рис. 1.14. Схема действия пожарного крана: *а* – схема работы пожарного крана; *б* – вентиль пожарного крана; *в* – быстросмыкающаяся полугайка; 1 – пожарный вентиль; 2 – полугайка; 3 – шланг; 4 – пожарный ствол с наконечником; 5 – компактная часть струи; 6 – раздробленная часть струи

Длину компактной части пожарной струи определяют по формуле

$$S_k = \sqrt{(H - H_{нк})^2 + l^2}, \quad (1.7)$$

где H – высота защищаемого помещения, м;
 $H_{нк}$ – высота расположения пожарного крана, равная 1,35 м;
 l – горизонтальная проекция компактной части струи, м.

1.8.2. Спринклерные установки

Предназначены для автоматического тушения пожара, возникшего в помещении. Спринклерные установки применяют в помещениях с повышенной пожарной опасностью.

Установка (рис. 1.15, *а*) состоит из следующих основных элементов: спринклерных головок 3, смонтированных на ветвях 4 распределительной сети, контрольно-сигнального пускового клапана 6 и главной задвижки 7, смонтированных на главном подающем стояке 5, водонапорного бака (автоматического водопитателя) 8, устройство для присоединения резервного водопитателя 9 и основного водопитателя насосной установки 11, водомерного узла 2, присоединенного к магистральному трубопроводу наружного водопровода 1.

Спринклерные головки (оросители) (рис. 1.15, *б*) ввертывают на резьбе в стальные трубы на расстоянии 3 – 4 м друг от друга в шахматном порядке в плане. В корпусе 15 спринклера установлена диафрагма 16 с отверстием диаметром 8, 10 или 12,7 мм, которое закрыто стеклянным полусферическим клапаном 14, поддерживаемым тремя медными или латун-

ными пластинами 13, соединенными легкоплавким сплавом. Температура плавления сплава 72, 93, 141, 182 °С. Пластины замка опираются на розетку 17, прикрепленную к раме 12 головки спринклера.

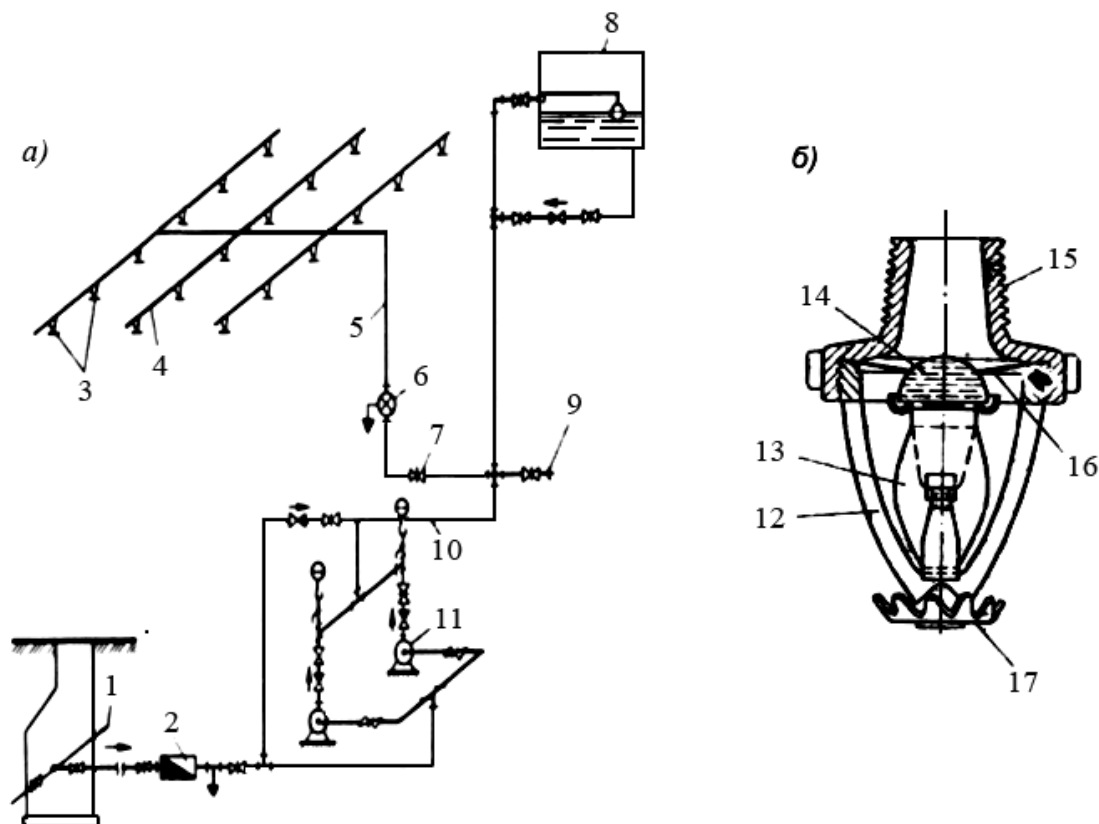


Рис. 1.15. Спринклерная установка автоматического пожаротушения:
а – схема спринклерной установки (справа); *б* – спринклер (слева)

При повышении температуры в помещении (в результате пожара) замок расплавляется, пластины разъединяются и стеклянный клапан падает, открывая отверстие в диафрагме. Вытекающая через отверстие под значительным напором вода, падая на розетку, разбрызгивается. Площадь поверхности, орошаемой одним спринклером, составляет 9 – 12 м². Спринклерные установки могут состоять из нескольких секций с числом спринклеров в каждом не более 800 и общим объемом сети труб секции не более 2 м³.

Контрольно-сигнальные (пусковые) клапаны и главные задвижки следует размещать в теплых помещениях. При возникновении пожара и повышении в следствии этого температуры воздуха в защищаемом помещении срабатывают спринклеры. В результате падения давления в трубах срабатывает контрольно-сигнальный клапан (КСК), включая сигнал и открывая доступ воде от водопитателей. Сначала (в течение 5 – 10 мин) воды расходом 10 л/с поступает из бака (автоматического водопитателя), а затем включается основной водопитатель (насосная установка).

Спринклерные установки бывают водяные, воздушные и водовоздушные. Водяные системы устраивают в отапливаемых помещениях, а воздушные и водовоздушные в неотапливаемых помещениях в районах, где продолжительность отопительного сезона соответственно более или менее 240 дней. В водяных системах спринклеры устанавливаются розетками вниз, а в других системах – розетками вверх.

Гидравлический расчет спринклерных установок производят обычно на два случая питания сети: от автоматического водопитателя и от основного водопитателя.

Автоматический водопитатель рассчитывают на подачу воды с расходом 10 л/с в течение 5 минут, причем объем бака не должен быть менее 3 м³. Расчетный расход сети определяют с учетом числа установленных спринклеров и диаметра отверстий диафрагм. Максимальный расход воды на секцию составляет 30 – 50 л/с в зависимости от числа оросителей и объема здания. Скорость движения воды в трубах при гидравлическом расчете принимают 2 – 2,5 м/с. Рабочий напор у спринклерных головок принимают не менее 5 м.

1.8.3. Дренчерные установки

В зависимости от степени пожарной опасности зданий применяют дренчерные установки заливные (во взрывоопасных помещениях) и сухотрубные.

В заливной установке дренчеры располагают розетками вверх, в сухотрубной – розетками вниз. Дренчерные установки [5, с. 66] состоят из распределительной сети с дренчерами, магистральных трубопроводов, клапанов группового действия или задвижек управления. Дренчер [5, с. 66] в отличие от спринклера не имеет стеклянной пробки (клапана) и замка.

Выпускают дренчеры розеточного и лопаточного типа с отверстиями в диафрагмах диаметром 10, 12 или 16 мм. Дренчеры размещают на расстоянии не более 3 м друг от друга и не более 1,5 м от стен.

В обычных условиях каждая водяная завеса из дренчеров (группа, секция) должна отключаться от сети внутреннего водопровода с помощью запорных вентилях (задвижек) или клапанов группового действия, которые открываются только при возникновении пожара. Дренчерные установки могут быть автоматизированы с помощью спринклерных контрольных головок, легкоплавких замков с тросовым управлением или термоэлектрических датчиков.

1.8.4. Поливочные и специальные питьевые водопроводы

Поливочные водопроводы предназначены для уборки внутренних помещений зданий, поливки зеленых насаждений и территорий в летнее время на площадках промпредприятий, в садах, парках, скверах, стадионах. Распределительная сеть поливочного водопровода может быть присоединена к действующему внутреннему водопроводу зданий или непосредственно к сети наружного водопровода.

Трубопроводы распределительной сети прокладывают в земле или на H-образных опорах по поверхности земли с уклоном не менее 0,005 к специально установленным спускным кранам для возможности полного опорожнения всей сети. В местах пересечения проезжих дорог, тротуаров и т.п. трубопроводы прокладывают в металлических гильзах на глубине 0,7 м, устраивая колодцы или коверы для установки спускных кранов для опорожнения.

На распределительной сети монтируют поливочные краны для присоединения гибких шлангов или установки стационарных или подвижных оросителей [5, с. 74].

При расчете поливочного водопровода расходы принимают 0,4 – 1,5 л на 1 м² поливаемой поверхности. Для оросителей и поливочных кранов расход воды составляет 0,2 – 1,5 л/с и более. Требуемые напоры определяют с учетом рабочих напоров у поливочных кранов и оросителей. Гидравлический расчет выполняется по методике расчета внутреннего водопровода.

Для поливки территории вокруг зданий и в отдельных помещениях внутри зданий ограничиваются установкой поливочных кранов, оборудованных вентилями и быстросмыкающимися полугайками для присоединения гибких шлангов длиной 20 – 30 м. Поливочные краны размещают в нишах наружных стен зданий через 60 – 70 м по его периметру на высоте 0,30 – 0,35 м от отмостки или поверхности земли у здания. На каждом трубопроводе подводки диаметром 25 – 32 мм от сети внутреннего водопровода к поливочному крану устанавливают вентиль и спускной кран (или пробку) для опорожнения на зимний период.

При необходимости (для мытья полов и пр.) поливочные краны с подводкой к ним холодной и горячей воды устанавливают внутри помещений на высоте 1,25 м от поверхности пола.

Для подачи газированной, подсоленной, охлажденной или обычной питьевой воды в помещения или цеха промышленных предприятий проектируют *специальные питьевые водопроводы*. Такие водопроводы включают индивидуальные или централизованные установки для подготовки во-

ды нужного качества, сеть трубопроводов и водоразборной арматуры. В качестве водоразборной арматуры широко используют питьевые фонтанчики, состоящие из подводящей трубы диаметром 10 – 15 мм, запорного устройства, наконечника, обеспечивающего подачу струи воды вверх, сливной части с выпуском и трубопроводом, присоединенным сифоном к канализационной или водосточной сети. Питьевые фонтанчики в горячих цехах устанавливают из расчета один на 50 человек, в прочих цехах и бытовых помещениях – один на 75 – 100 человек, на территории плавательных бассейнов, стадионов и спортзалов – один на 50 – 75 человек. Расход воды на один фонтанчик обычно составляет 0,04 л/с. При групповой установке число одновременно действующих фонтанчиков в горячих цехах составляет 50 – 60 %, а в остальных – 30 %. Водопроводная сеть, на которой установлена водоразборная арматура, должна обеспечивать подачу воды под постоянным напором.

1.9. Режимы и нормы водопотребления

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

Расход воды по часам суток в зданиях существенно изменяется: наблюдаются периоды минимальных, увеличенных и максимальных расходов. В ночное время, например, в жилых и общественных зданиях полезный расход может отсутствовать. Неравномерность потребления воды наблюдается и в другие интервалы времени – сутки, месяцы.

Для определения максимального и среднего расхода воды, а следовательно, и коэффициента (часовой или суточной неравномерности) строят графики изменения расходов [5, с. 36]. Отношение общего максимального часового расхода воды к общему среднему значению за период потребления называется коэффициентом часовой неравномерности:

$$K = \frac{q_{hr}^{tot}}{q^{tot}}, \quad (1.8)$$

При этом, как правило, в жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, больницах, рассчитанных на круглосуточное пребывание людей, расчетным периодом считается 24 ч, а в некоторых общественных зданиях – в зависимости от их назначения – продолжительность рабочего периода 8 – 9 ч.

Режимы водопотребления в жилых зданиях имеют особенности:

1) наибольшее водопотребление наблюдается утром (с 7 до 11 ч) и вечером (с 18 до 22 ч);

2) при меньшем числе потребителей воды в здании неравномерность разбора воды возрастает при общем уменьшении расхода воды в количественном отношении;

3) низкие значения коэффициентов максимальной часовой неравномерности косвенным образом свидетельствуют о существовании в данной системе значительных утечек за счет увеличения ночных расходов воды.

Располагая данными о суточных и часовых расходах воды, а также о количестве водопотребителей для зданий, находящихся в аналогичных условиях, позволили получить суточные и часовые нормы расходов воды различными водопотребителями. Принятые нормы водопотребления для различных потребителей приведены [1, прил. 3].

1.10. Определение расчетных расходов воды

Основное требование, предъявляемое к внутренним водопроводам, – бесперебойность их работы, поэтому водопроводная сеть рассчитывается на самые неблагоприятные условия, т.е. на пропуск максимального секундного расхода.

Реальные расходы воды в системе непрерывно изменяются, и их величина зависит от многих факторов. Водопотребление в зданиях в какой-то момент может быть выражено следующей функциональной зависимостью:

$$q = f(q_0^{tot}; U / N; \mu; H_f; P(A); P_{hr}; q_u^{tot}), \quad (1.9)$$

где q_0^{tot} – нормируемый водоразборной арматурой общий расход воды, л/с;

U – число потребителей воды на расчетном участке;

N – число установленных водоразборных кранов на расчетном участке;

μ – регулирующая характеристика водоразборной арматуры;

H_f – свободный напор у водоразборных кранов;

$P(A)$ – обеспеченность появления расходов воды;

P_{hr} – вероятность включения приборов в действие;

q_u^{tot} – норма расхода воды основными категориями потребителей.

Известно, что расходы воды изменяются непрерывно. Поэтому в основу определения расчетного секундного расхода воды положены законы теории вероятности. За исходные данные приняты нормы расчета воды в сутки или час максимального водопотребления, которые установлены для основных категорий потребителей воды в зданиях определенного назначе-

ния. При назначении расчетных расходов воды допускается некоторая зона необеспеченности пропуска расходов воды. На стадии расчета и проектирования системы допускается перерыв в подаче воды к диктующей точке на короткие промежутки времени.

По методике определения расчетных расходов воды [1] обеспеченность подачи воды принята равной 0,999 – 0,980, т.е. из 1000 случаев отбора воды подача ее не обеспечивается в 1 – 20 случаях, что означает снижение подачи воды для неблагоприятно установленного прибора в течение нескольких десятков секунд в месяц.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети $q(q^{tot}, q^h, q^c)$, л/с, определяется по формуле

$$q = 5q_0\alpha, \quad (1.10)$$

где q_0 – секундный расход воды водоразборной арматуры;

α – коэффициент, зависящий от произведения общего числа приборов N , обслуживаемых расчетным участком, на значение вероятности действия P , т.е. $\alpha = f(NP)$; при $P > 0,1$ и $N \leq 200$ α определяется по прил. 4, табл. 1, при других значениях N и P коэффициент α принимается по прил. 4, табл. 2 (СНиП 2.04.01-85*).

Вероятность действия санитарно-технических приборов $P(P^{tot}, P^h, P^c)$ на участках сети надлежит определять по формулам:

а) при одинаковых водопотребителях в здании без учета изменения соотношения U/N :

$$P = \frac{q_{hr,u}U}{q_0N \cdot 3600}, \quad (1.11)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления;

q_0 – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой);

U – число водопотребителей;

N – число водоразборной арматуры на участке.

б) при отличающихся группах водопотребителей в зданиях различного назначения:

$$P_{\Sigma i} = \frac{\sum_i^i N_i P_i}{\sum_i^i N_i}. \quad (1.12)$$

Секундный расход воды q_0 (q^{tot} , q^h , q^c), л/с, различными приборами, обслуживающими разных водопотребителей, вычисляется по формуле

$$q_0 = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{0i}}{\sum_1^i N_i P_i}, \quad (1.13)$$

где P_i – вероятность действия санитарно-технических приборов, определенная для каждой группы водопотребителей по формуле (1.11);

q_{0i} – секундный расход воды, л/с, водоразборной арматурой.

Расчетные максимальные часовые расходы вычисляются по методике, аналогичной методике расчета максимального секундного расчетного расхода. Исходными параметрами являются часовые расходы воды водоразборной арматурой $q_{0,hr}$ ($q^{tot}_{0,hr}$, $q^h_{0,hr}$, $q^c_{0,hr}$), назначаемые по характерному для данной системы прибору с наибольшей часовой производительностью, а также по вероятности P_{hr} в час наибольшего водопотребления.

$$q_{hr} = 0,005 q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (1.14)$$

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_0}{q_{0,hr}} \quad (1.15)$$

Часовой расход воды санитарно-техническими приборами $q_{0,hr}$ при отличающихся водопотребителях в зданиях вычисляется по формуле

$$q_{0,hr} = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{0,hr,i}}{\sum_1^i N_i P_{hr,i}}. \quad (1.16)$$

Расчетные суточные расходы определяются как сумма произведения числа однородных потребителей на соответствующую норму водопотребления в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{cp,cym} = \frac{\sum q_u^{tot} U}{1000}. \quad (1.17)$$

Максимальный суточный расход хозяйственно-питьевой воды в жилых зданиях, м³/сут, определяют по формуле

$$Q_{max,cym} = K_{cym} \frac{q_u^{tot} U}{1000}, \quad (1.18)$$

где q_u^{tot} – норма максимального потребления воды на одного человека, л/(сут чел);

U – число жителей;

$K_{сут}$ – коэффициент суточной неравномерности, для жилых зданий равный 1,1 – 1,3.

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

$$Q_{сут} = \frac{Q_1 U_1}{1000} + \frac{Q_2 U_2}{1000}, \quad (1.19)$$

где Q_1 и Q_2 – нормы водопотребления на одного работающего в холодных и горячих цехах, л/смену;

U_1 и U_2 – число работающих в этих цехах.

Расход воды и режим ее потребления на производственные нужды принимают по данным технологов. Расход воды на производственные нужды, м³/сут, определяют по формуле

$$Q_{пр} = q_m m Z / 1000, \quad (1.20)$$

где q_m – норма расхода воды на единицу продукции, л;

m – количество единиц выпускаемой продукции в смену;

Z – число смен в сутки.

1.11. Особенности устройства систем горячего водоснабжения

Горячую воду расходуют на бытовые и производственные нужды. В зависимости от назначения ее потребляют в смеси с холодной водой или самостоятельно. Качество горячей воды, расходуемой на бытовые нужды, должно отвечать ГОСТ Р51232-98.

Существует несколько способов получения горячей воды:

1) в местных установках малой производительности (водогрейные колонки, газо- и электронагреватели, кипятильники, небольшие водогрейные котлы, гелиоустановки и др.);

2) централизованно: а) в водяных или пароводяных подогревателях, располагаемых в тепловых пунктах на одно или несколько зданий; б) в районных котельных с раздачей горячей воды потребителям по наружным сетям, обслуживающим большие группы зданий, квартал, район, поселок; в) из теплосети при непосредственном заборе горячей воды потребителем.

Системы с местными установками для приготовления горячей воды могут обслуживать одно или несколько водоразборных устройств (например, в пределах одной квартиры жилого дома). Такие системы горячего водоснабжения называют *децентрализованными*. Основными элементами

их оборудования являются: генератор тепла, где сгорает топливо и нагревается теплоноситель; водонагреватель, где приготавливается горячая вода; трубопроводы теплоносителя; разводящие трубопроводы, подающие воду к водоразборным устройствам; дополнительные устройства (расширительный бачок, аккумулирующий бак-резервуар). Водонагреватели, применяемые для децентрализованных систем горячего водоснабжения [2, с. 302 – 303].

Системы централизованного горячего водоснабжения подразделяют:

а) по способу получения горячей воды – с непосредственным нагревом воды в котлах, с нагревом ее в подогревателях с применением теплоносителя (пар, перегретая вода);

б) по способу подачи горячей воды – система без баков-аккумуляторов, обеспечивающая подачу горячей воды потребителям без разрыва струи (под давление городского водопровода), и система с баками-аккумуляторами, обеспечивающая подачу горячей воды потребителям через напорные баки, высота расположения которых создает нужный напор в системе;

в) по способу использования перегретой воды от теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – закрытая система, использующая воду от ТЭЦ в качестве теплоносителя нагрева воды в подогревателях, и открытая система с непосредственным водоразбором при условии сохранения качества воды, отвечающего требованиям ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая»;

г) по способу движения воды в системе – с естественной циркуляцией под действием гравитационного напора, когда движение горячей воды обусловлено изменением ее плотности вследствие изменения температуры, и с искусственной циркуляцией – побудительной с помощью циркуляционного насоса.

В систему централизованного горячего водоснабжения входят следующие элементы: генератор теплоты; водонагреватели; трубопроводы теплоносителя, соединяющие генератор теплоты с водонагревателем; трубопроводы, разводящие горячую воду потребителям; сетевые устройства; арматура, аккумуляторы; насосные установки; контрольно-регулирующие и измерительные устройства.

Сети трубопроводов систем централизованного горячего водоснабжения состоят из подающих и циркуляционных трубопроводов, выполненных из оцинкованных стальных труб.

Наибольшее распространение получили закрытые системы со скоростными водонагревателями, использующие перегретую воду от ТЭЦ в качестве теплоносителя [2, с. 304, 305].

1.12. Основные положения расчета систем горячего водоснабжения

Расчет систем горячего водоснабжения сводится к определению расходов горячей воды, диаметров труб, требуемого напора, объема водонапорных баков-аккумуляторов, подачи и напора повысительных и циркуляционных насосов и к подбору водонагревателей.

Расход горячей воды зависит от назначения здания, характера и условий водопотребления, а также от технологических требований. Расчетные расходы в системе горячего водоснабжения и напоры перед водоразборными устройствами определяют по формулам [1, с. 4 – 5]. Нормы максимального потребления горячей воды следует принимать [1, прил. 2, 3].

При расчетах систем горячего водоснабжения температуру горячей воды у места водоразбора для закрытых систем принимают не ниже 50 °С и не выше 75 °С, для открытых систем – соответственно 60 и 75 °С; температуру холодной воды (при отсутствии исходных данных) принимают равной 5 °С. Нормы расхода горячей воды установлены относительно средней температуры $t_r = 55$ °С при закрытых системах и $t_r = 65$ °С при открытых системах.

Диаметры труб в сети горячего водоснабжения определяют, как и в сети холодного водопровода, с учетом отложений накипи и зарастания труб. Потери напора в трубах в связи с этим можно увеличивать условно на 20 %.

Требуемый напор определяют в точке присоединения системы горячего водоснабжения к трубопроводу, подающему холодную воду, по формуле

$$H_{mp}^h = Z_q - Z_T + h_{en} + 1,2 \sum_1^m il(1 + K_l) + H_f, \quad (1.21)$$

где Z_T и Z_q – отметки оси трубы, подающей холодную воду в систему и диктующей водоразборной арматуры;

h_{en} – потери напора в водонагревателе;

i и l – удельные потери напора на трение и длина участков трубопровода;

K_l – коэффициент, учитывающий соотношение потерь напора на местные сопротивления и на трение по длине труб, равный 0,1 – для водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков; 0,2 – для подающих и циркуляционных распределительных труб; 0,5 – для водоразборных стояков с полотенцесушителями и для труб в тепловых пунктах;

H_f – рабочий напор перед диктующей водоразборной арматурой;

1,2 – коэффициент зарастания.

Повысительные насосы подбирают по расчетному максимальному секундному расходу горячей воды в системе и по расчетному напору, определяемому как разность требуемого и гарантийного H_g напоров.

Если требуемый напор на 0,1 МПа больше требуемого для холодного водопровода, то предусматривают установку дополнительного повысительного насоса, который может одновременно повысить напор и обеспечить циркуляцию воды в системе горячего водоснабжения. Такой повысительно-циркуляционный насос устанавливают не на циркуляционном, а на подающем трубопроводе после водоподогревателя.

Повысительно-циркуляционный насос подбирают по сумме секундного расчетного расхода и циркуляционного расхода $q^{h,cir}$, л/с, определяемого как отношение потерь тепла в трубопроводах Q^{ht} , кВт, к допустимому снижению температуры горячей воды Δt (до 10 °С), по формуле

$$q^{h,cir} = \sum \frac{Q^{ht}}{4,2\Delta t}. \quad (1.22)$$

Циркуляционные насосы подбирают в режиме водоразбора и их число должно быть не менее двух, из которых один резервный.

При гидравлическом расчете труб в системах горячего водоснабжения увязывают потери напора в подающих и циркуляционных стояках таким образом, чтобы они не отличались более чем на 10 % (2 – 4 м). Увязку осуществляют подбором диаметров труб и установкой на них при необходимости специальных диафрагм.

Расчетный часовой расход теплоты для системы горячего водоснабжения определяют как сумму теплоты, необходимой на нагрев холодной воды в час максимального водоразбора, и теплоты, теряемой при остывании воды в подающих q_t^{ht} и циркуляционных q_{cir}^{ht} трубопроводах:

$$q^{h,tot} = q_{hr}^h \rho c (t^h - t^c) + q_t^{ht} + q_{cir}^{ht}, \quad (1.23)$$

где q_{hr}^h – расход горячей воды, м³/ч;

ρ – плотность воды, кг/м³;

c – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг °С);

t^h, t^c – средняя температура горячей воды (55 °С) и температура холодной воды (5 °С).

Расход теплоты для системы, кВт, в течение часа максимального водопотребления (с учетом потерь тепла) может определяться по формуле

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht}. \quad (1.24)$$

1.13. Основы автоматизации систем холодного и горячего водоснабжения

В системах холодного и горячего водоснабжения автоматизация включения и выключения электродвигателей насосов и компрессоров может осуществляться на основе изменения одного из следующих параметров: 1) уровня воды в водонапорном баке; 2) давления в системе; 3) скорости движения воды в трубопроводе.

Изменение этих параметров фиксируется датчиками, которые связаны с использованием механизмов включения или выключения электродвигателей. В качестве таких устройств применяют реле уровня воды, электроконтактные манометры и струйные реле (рис. 1.16). Реле уровня, например, поплавковое реле РМ-51, в зависимости от положения воды в баке замыкает или размыкает контакты.

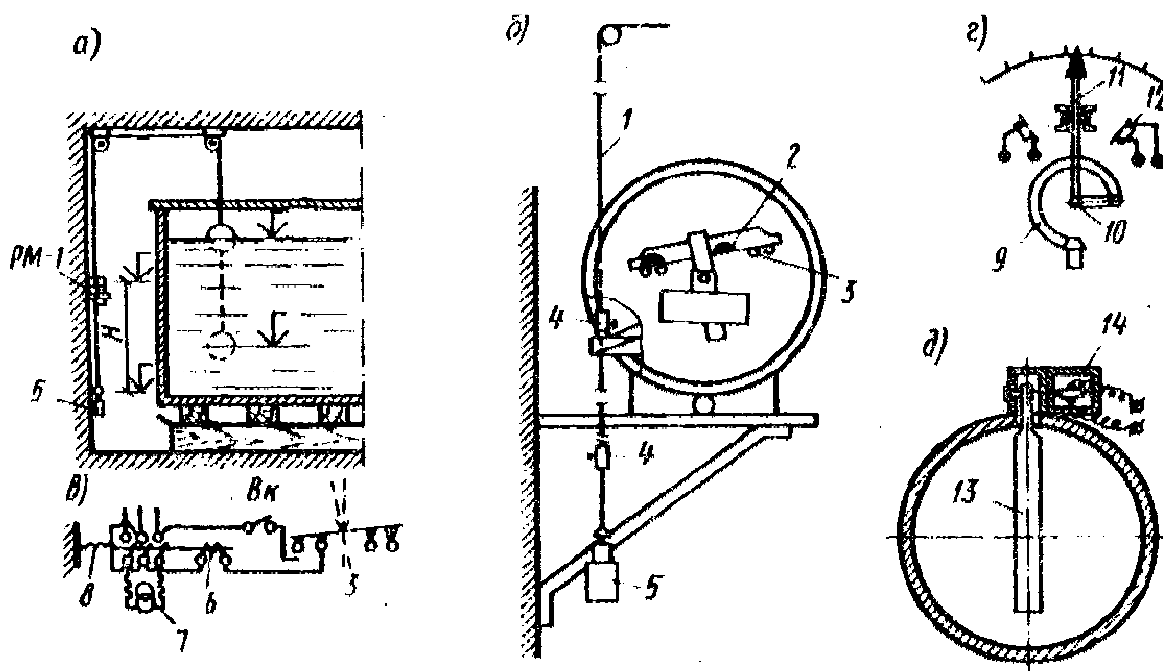


Рис. 1.16. Устройства для автоматического пуска насосов: *a* – схема с применением реле уровня; *б* – схема с контактным жидкостным реле; *в* – схема включения электродвигателя от контактного устройства; *г* – схема электроконтактного манометра; *д* – схема струйного реле; 1 – трос; 2 – ртуть; 3 – контакты поплавкового реле; 4 – упор; 5 – контргруз; 6 – магнитный пускатель; 7 – электродвигатель; 8 – пружины; 9 – капиллярная трубка или сильфон; 10 – ось стрелки; 11 – стрелка; 12 – контакты; 13 – индикатор; 13 – контактное устройство

Включение и выключение электродвигателей насосов (или компрессоров) может производиться с применением реле давления. При изменении

давления рычаг реле замыкает или размыкает контакт цепи управления магнитного пускателя, который включает или выключает электродвигатель.

Противопожарные насосы включаются с помощью струйного реле. Струйное реле устанавливают либо у основания пожарных стояков, либо у водонапорного бака (при отдельной системе водоснабжения).

Для автоматизации работы (контроля и регулирования) систем горячего водоснабжения широко применяют регуляторы расхода и термореле.

1.14. Эксплуатация систем водоснабжения зданий

1.14.1. Стабилизация напоров в сети внутренних водопроводов

Гидравлический режим в сетях внутреннего водопровода характеризуется неравномерностью водопотребления и нестабильностью напоров, что приводит к непроизводительным расходам воды и утечкам, особенно в зданиях, расположенных в местах с большими колебаниями напоров в наружной водопроводной сети. Создание условий, обеспечивающих стабилизацию напоров в сетях внутреннего водопровода, является очень важной задачей, решение которой дает экономию природной воды и средства на ее очистку и транспортирование к местам потребления.

Стабилизация напоров с целью уменьшения или ликвидации избыточных напоров достигается установкой регуляторов давления, дросселированием, зонированием.

Регуляторы давления [5, с. 38, 39] устанавливают на вводе в здания или группу зданий, а также на вводах на этажах или в квартирах.

Эти регуляторы поддерживают в водопроводной сети постоянное давление «после себя» независимо от расхода.

Выпускают регуляторы давления диаметром 15 – 250 мм.

Регуляторы подбирают в зависимости от пропускной способности, диаметра и потерь напора. Диаметр регулятора выбирают по величине избыточного давления (напора) и по расчетному расходу воды, который должен пропускать регулятор:

$$d = 28,9 \sqrt{\frac{q_p}{H_{lp}}}. \quad (1.25)$$

При установке регуляторов не только снижается напор на вводе и стабилизируется давление, но и уменьшаются пиковые расходы воды в сети внутреннего водопровода.

Дросселирование. Установка калиброванных дисковых диафрагм на подводках и у водоразборной арматуры позволяет снизить избыточные напоры и расходы воды до нормативных. При установке диафрагм создается

дополнительное местное сопротивление у арматуры, на которое тратится избыточный напор.

Коэффициент местного сопротивления ζ определяется по формуле

$$\zeta = H_{lp} / (A_m q_0^2), \quad (1.26)$$

где q_0 – расчетный нормативный расход водоразборной арматурой, л/с;

A_m – коэффициент удельного сопротивления [5, с. 40, 41].

Диафрагмы могут быть изготовлены из латуни, меди, нержавеющей стали, пластмассы и др. материалов. Установка диафрагм показана (рис. 1.17).

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

При параллельном зонировании (рис. 1.18) требуется устройство двух сетей – для нижней и верхней зон.

Зонирование систем водоснабжения микрорайонов снижает непроизводительные расходы на 11,9 % при экономии электроэнергии до 23 %.

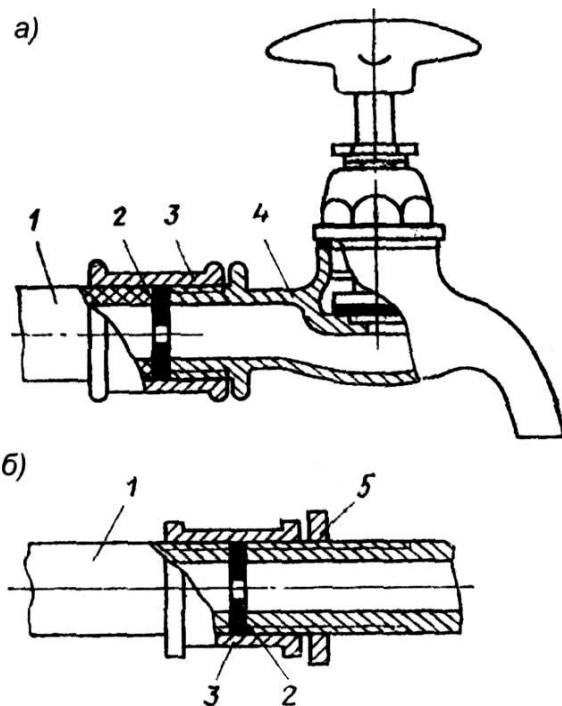


Рис. 1.17. Схема установки диафрагмы у водоразборной арматуры (а) и в сгоне (б):

- 1 – труба подводки; 2 – диафрагма;
- 3 – муфта; 4 – корпус крана;
- 5 – контрогайка

избыточные расходы на 11,9 % при экономии электроэнергии до 23 %.

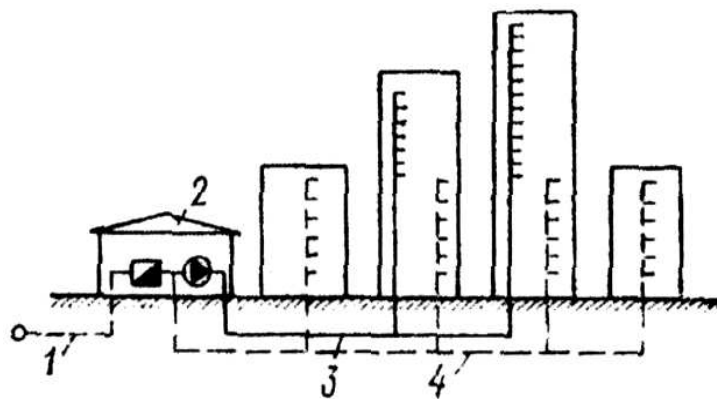


Рис. 1.18. Схема параллельного зонирования системы водоснабжения микрорайона с разноэтажной застройкой: 1 – ввод; 2 – здание ЦТП; 3 и 4 – верхней и нижней зоны

1.14.2. Борьба с шумом в системах внутреннего водопровода

Источниками шума в системах водоснабжения зданий могут быть любые элементы (насосы, водонагреватели, регуляторы давления и температуры, водоразборная арматура и санитарно-технические приборы). Для борьбы с шумом применяют следующие меры:

1) насосные агрегаты устанавливают на массивные «плавающие» фундаменты, устраивая песчаную обсыпку и подушку, либо опирая на перекрытия через резиновые или пружинные амортизаторы;

2) на трубопроводах обвязки насосов устанавливают виброизоляционные гибкие вставки из армированного резинового шланга длиной 1 м, рассчитанного на давление не менее 1 МПа;

3) для уменьшения шума, возникающего в результате вибрации подающего трубопровода, применяют «грузовой» фильтр, жестко закрепленный на трубе, который изменяет резонансную частоту колебаний трубопровода;

4) в местах прохода трубопроводов через строительные конструкции применяют звукоизоляционные прокладки;

5) для обеспечения нормированного рабочего напора снижают избыточный напор у водоразборной арматуры путем установки диафрагм перед арматурой или в сгонах;

6) уменьшают избыточные напоры и скорости движения воды в трубах на 30 – 40 % против рекомендованных [1] предельных значений путем установки на вводах регуляторов давления и параллельного зонирования водопроводных сетей;

7) устраняют дебаланс рабочего колеса насоса и ротора электродвигателя, обеспечив их соосность; одновременно делают переборку подшипников с целью уменьшения шума.

1.14.3. Порядок сдачи и приемки систем в эксплуатацию.

Техническая эксплуатация

После монтажа систему водоснабжения испытывают на исправность водоразборной и запорной арматуры и на ее герметичность. Испытание на герметичность выполняют до заделки трубопроводов в стенах и до наложения изоляции и окраски. Испытание производят гидравлическим способом в соответствии с ГОСТ 3845-85 с давлением, превышающим рабочее на 0,5 МПа в течении 10 мин, снижение давления допускается не более чем на 0,1 МПа.

В зимний период испытания проводят после подключения системы отопления. Испытание системы оформляют актом.

Во время приемки проверяют соответствие монтажа утвержденному проекту и прочность креплений, наличие уклонов, отсутствие утечек воды, работу автоматизации.

В акте приемки указываются все дефекты и неполадки, результаты испытаний, качество выполненных работ и сроки устранения неполадок.

В системе горячего водоснабжения проверяют обеспечение расчетных температур, прогрев полотенцесушителей в циркуляционном режиме работы водонагревателей и циркуляционных насосов.

Испытание насосных установок производят в период обкатки. Результаты испытаний оформляют актом.

Техническая эксплуатация систем.

Контроль и осмотр оборудования и системы производят 2 раза в месяц.

Проверяют напор на вводе в водомерном узле по манометру. При необходимости регулируют запорную арматуру. Если в зданиях или ЦТП установлены регуляторы давления, то проводят проверку их работы по показателям работы манометра, при необходимости выполняют подстройку передвижным грузом.

Технический осмотр всей водопроводной сети производят 1 – 2 раза в квартал, одновременно выполняя текущий профилактический ремонт оборудования.

Производят проверку состояния работы системы горячего водоснабжения, замеряя температуру воды в подающей и в циркуляционной магистралях и у водонагревателей.

1.15. Особенности водоснабжения и канализации некоторых специальных сооружений и зданий

1.15.1. Фонтаны

Фонтаны имеют большое санитарно-гигиеническое и архитектурно-декоративное значение.

Для фонтанов применяют прямоточную или обратную схемы водоснабжения. Прямоточную схему водоснабжения применяют для фонтанов производительностью до 1 м³/ч, обратную схему 10 м³/ч и более.

Наибольшее распространение получила обратная схема водоснабжения фонтана, как наиболее экономичная, расходующая воду лишь для восполнения потерь, образующихся вследствие испарения и разбрызгивания.

Принципиальные схемы водоснабжения фонтанов приведены (рис. 1.19).

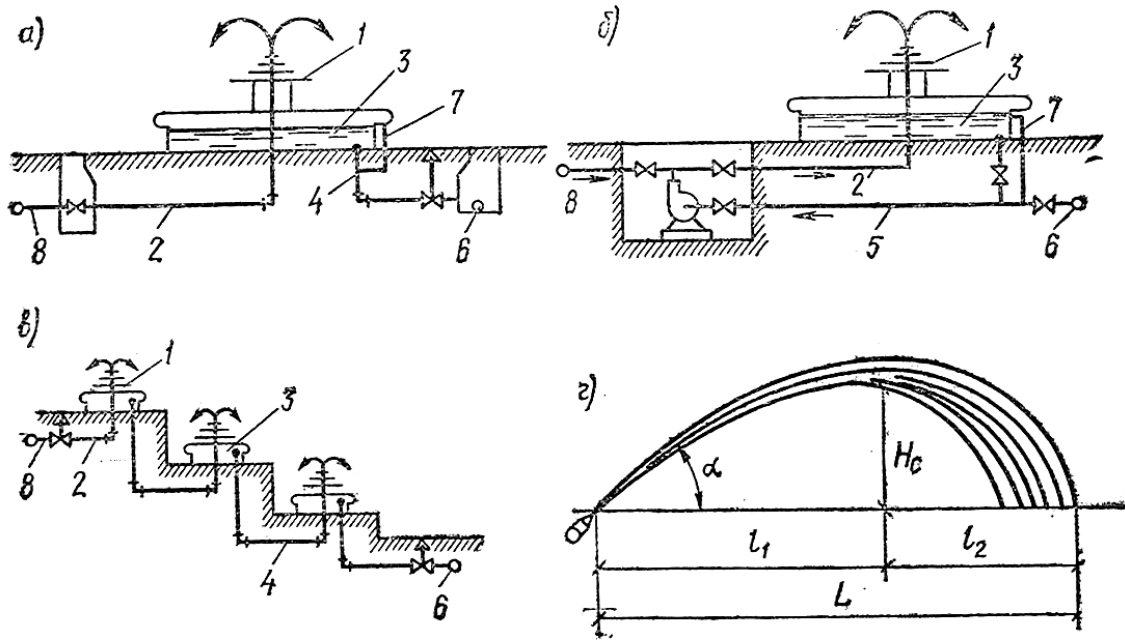


Рис. 1.19. Водоснабжение фонтанов: а – прямоточная схема водоснабжения; б – обратная схема водоснабжения; в – каскадная схема; г – схема струи (к расчету); 1 – распределительная сеть с насадками; 2 – главный трубопровод; 3 – чаша фонтана; 4 – спускной трубопровод; 5 – обратный циркуляционный трубопровод; 6 – наружный водосток; 7 – перелив; 8 – от городского водопровода

Основными элементами схем водоснабжения является: распределительная сеть с наконечниками (насадками) для создания струй; подающий напорный трубопровод; приемная чаша (резервуар); отводной или циркуляционный трубопровод; сбросная труба; напорная насосная установка.

Распределительную сеть проектируют, руководствуясь архитектурно-планировочным проектом и характеристиками фонтанных насадок. Применяют фонтанные насадки различных типов: цилиндрические, конусные, щелевые, кольцевые, винтовые, эжекционные, одно- и многоструйные и др.

Зная высоту полета струи, угол наклона и дальность действия, определяют рабочий напор, м, у наконечника (насадки) по формулам:

$$H_f = L / B_0 \text{ или } H_f = H / B_1, \quad (1.27)$$

где L – длина струи, м;

H – высота струи, м;

B_0, B_1 – коэффициенты, зависящие от угла наклона струи:

α	15	30	45	60	70
B_0	0,98	1,62	1,74	1,36	0,94
B_1	0,07	0,23	0,43	0,58	0,64

Расчетный расход воды q , л/с, сопла (наконечники) фонтанных цилиндрических насадок определяют по формуле

$$q = \sqrt{kH_f}, \quad (1.28)$$

где H_f – рабочий напор у насадки, м;

k – коэффициент сопротивления, зависящий от конструкции и диаметра наконечника насадки:

d , мм	10	12	15	20	25	32	40	50
k	0,12	0,25	0,61	1,94	4,73	12,7	31,0	65,6

Расчет распределительной сети фонтана выполняют в следующей последовательности.

По аксонометрической схеме распределительную сеть разбивают на расчетные участки с определением длин. Определяют потери напора по расчетным участкам (с учетом местных сопротивлений).

Насосы подбирают по суммарному расчетному расходу воды и требуемому напору.

Распределительную сеть монтируют из стальных, чугунных или пластмассовых труб.

Принятая схема водоснабжения фонтана может быть экономичной, если соблюдается неравенство:

$$NC_2 < qC_1, \quad (1.29)$$

где q – расход воды фонтаном, м³/ч;

C_1, C_2 – стоимость 1 м³ воды и электрической энергии;

N – мощность, потребляемая насосной установкой.

1.15.2. Плавательные бассейны

Для плавания сооружают бассейны летние (открытые) и зимние (закрытые). По назначению бассейны подразделяются на спортивные, купально-оздоровительные и комбинированные.

В зависимости от назначения бассейна подбирают определенный комплекс основных и вспомогательных сооружений и устройств, обеспечивающих нормативные условия для учебной работы, для соревнований, для проведения оздоровительных мероприятий и отдыха. Состав и объем сооружений бассейна зависит также от его пропускной способности и технологических требований.

В комплекс санитарно-технического оборудования бассейнов входят системы водоснабжения, водоотведения, горячего водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Систему водоснабжения бассейнов обычно проектируют отдельной – из хозяйственно-питьевого и технологического водопровода. Хозяйственно-питьевой водопровод обеспечивает подачу воды в санитарные узлы, душевые, ножные ванны, в буфеты, кафе, во вспомогательные помещения, а также для других бытовых нужд.

Технологический водопровод обеспечивает подачу воды в ванны бассейна и ее водообмен с учетом высоких санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к воде бассейнов.

Для технологического водопровода могут быть использованы следующие схемы:

а) рециркуляционная (система оборотного водоснабжения) с химической обработкой воды (коагулированием), с механической очисткой на префильтрах и фильтрах, дезинфекцией с добавкой свежей воды на восполнение потерь;

б) циркуляционная (проточного водообмена) с непрерывной подачей до 30 % воды ванны бассейна в час и непрерывной подачей в воду обеззараживающего реагента;

в) рециркуляционная с дезинфекцией воды (без фильтрования) с добавкой свежей воды в количестве до 30 – 50 % объема ванны бассейна в сутки.

Наиболее высокое качество воды в бассейне достигается при системе оборотного водоснабжения.

Расчетный расход воды в системах водообмена ориентировочно можно определять по максимальной часовой пропускной способности бассейна, принимая 0,7 – 1,2 м³ циркуляционной воды на одного человека или исходя из условия полного водообмена в ванне за 6 – 8 часов.

В бассейнах применяют воздушное или лучистое отопление. Строят обогреваемые дорожки, полы, панели, применяют калориферы и кондиционеры. Уделяют большое значение устройству приточно-вытяжной вентиляции, энергосбережению и освещению.

1.16. Водоснабжение и канализация объектов строительства

1.16.1. Количество и качество воды на строительстве

Вода на строительстве расходуется на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. Если строительство объекта ведется в жилом поселке, то дополнительно на одного жителя поселка предусматривается расход воды 30 – 50 л/сут.

На хозяйственно-питьевые нужды на строительном объекте расходуется воды около 15 – 20 л/смену на одного работающего.

Нормы расхода воды на противопожарные нужды в каждом отдельном случае устанавливаются по согласованию с органами пожарного надзора в зависимости от огнестойкости временных и постоянных построек. Обычно принимают норму расхода воды 10 – 20 л/с на один пожар в зависимости от площади застройки (10 – 20 га и более).

Для производственных нужд строительства требуется определенное количество воды заданного качества. К качеству воды предъявляют сравнительно невысокие требования.

Вода на строительстве расходуется для приготовления строительных растворов для кирпичной и битумной кладки, для установки блоков и отдельных элементов конструкций, для приготовления бетона, для работы различных механизмов, для поливки грунта при его уплотнении, для охлаждения двигателей, компрессоров, для мытья машин и др.

Общий расход воды на производственные нужды строительства определяется в соответствии с объемом, очередностью строительства, отраженными в календарном плане работ, а также в соответствии с количеством строительных механизмов и оборудования. Потребность в воде на производственные нужды строительных объектов определяется ориентировочно по данным, приведенным [2, прил. 4].

Режим водопотребления на строительстве носит неравномерный характер и может оцениваться следующими значениями коэффициентов часовой неравномерности:

Производственные нужды	1,45 – 1,6
Силовые установки	1,1 – 1,2
Транспортное хозяйство	2
Бытовые нужды	2,7 – 3,0
Подсобные предприятия	1,2 – 2,0

Для снабжения водой объектов строительства могут использоваться действующие водопроводы населенного пункта или промышленного предприятия, а при их отсутствии – местные подземные и поверхностные источники водоснабжения.

При проектировании водопроводов целесообразно устраивать объединенную сеть с подачей воды, количество и качество которой удовлетворяло бы все нужды строительства.

1.16.2. Устройство временных водопроводных и канализационных сооружений

Временными водопроводными сооружениями могут быть водозаборные сооружения, водонапорные устройства, трубопроводы, запасные емкости и даже установки для улучшения качества воды.

Наиболее простой конструкцией для получения воды из поверхностных источников является насосная установка, располагаемая на понтонах или сваях.

При получении воды из подземных источников в качестве водозаборов широко применяют шахтные колодцы и трубчатые скважины.

Для обеспечения необходимого запаса на строительной площадке могут быть сооружены временные водопроводные башни с резервуаром.

Запас воды на производственные нужды может храниться в открытых резервуарах, дно и откосы которых для обеспечения их водопроницаемости покрывают асфальтом или асфальтобетонным слоем толщиной 8 – 10 см. Эти резервуары устраивают на подушке слоем 300 – 350 мм из жирной глины по утрамбованному грунту. Объем резервуаров принимают равным 25 – 50 м³, на больших объектах – до 100 м³.

Разводящую временную сеть на строительной площадке сооружают только на период строительства, поэтому она должна иметь минимальную протяженность. Сеть укладывают в грунт, по поверхности земли или на эстакадах, применяя для этой цели не только трубы, но и гибкие рукава с разъёмными соединениями. В зимних условиях трубы утепляют.

Колодцы на линиях временного водопровода во многих случаях можно не строить, заключая шпindel задвижки в отрезок трубы с устройством ковера.

Для канализования объектов строительства можно применять временные стационарные или передвижные канализационные сооружения и такие установки как люфт – клозеты с водонепроницаемыми выгребами или дворовые туалеты с выгребами [2, с. 374].

Передвижные туалеты при обеспечении их водой и организации сбора сточных вод могут с успехом заменять стационарные установки.

При сборе и удалении сточных вод в объеме 2 м³/сут и более могут применяться временные очистные сооружения (септики, двухъярусные отстойники с организацией подземной фильтрации, полей орошения или полей фильтрации, песчано-гравийные фильтры – последние при суточном объеме сточных вод не более 15 м³).

Очистные сооружения располагают с подветренной стороны от жилых зданий на расстоянии не ближе 5 м от них.

ТЕМА 2. ВОДООТВЕДЕНИЕ (КАНАЛИЗАЦИЯ) ЗДАНИЙ И ОТДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Классификация систем внутренней канализации

Внутренняя канализация – система инженерных устройств и сооружений, обеспечивающих прием, локальную очистку и транспортирование загрязненных стоков внутри и за пределы здания в сеть канализации населенного пункта или промышленного предприятия.

Системы внутренней канализации различают:

– по способу сбора и удаления загрязнений:

1) сплавная система может быть централизованной (при наличии в зданиях внутреннего водопровода). Система предназначена для приема загрязнений и разбавления водой и транспортирования сточных вод за пределы здания в дворовую сеть. Славная система может быть самотечная или напорная;

2) вывозная система предусматривает децентрализованный (местный) сбор загрязнений и их вывоз транспортируемыми средствами на очистные сооружения.

– по назначению и характеристике сточных вод:

1) бытовая – для канализования хозяйственно-бытовых сточных вод;

2) производственная – для канализования производственных сточных вод;

3) дождевая (внутренние водостоки) – для канализования дождевых и талых вод с кровель зданий.

– по сфере обслуживания:

1) объединенные системы, предназначенные для сбора и отведения за пределы здания хозяйственно-бытовых, производственных и дождевых сточных вод (применяется, если возможна совместная очистка);

2) отдельные системы применяют, когда сточные воды по составу загрязнений не допускается отводить в наружную канализационную сеть (предварительная очистка).

– по способу транспортирования загрязнений:

1) трубопроводная;

2) лотковая (лотки, каналы, перекрытия от засоров).

- по устройству вентиляции сети:
 - 1) с вентилируемыми стояками;
 - 2) с невентилируемыми стояками (применяют в одно- и двухэтажных зданиях).
- по наличию специального оборудования:
 - 1) простые системы без специального оборудования;
 - 2) со специальным оборудованием – с местными установками для перекачки или предварительной очистки сточных вод перед их отведением в наружную канализационную сеть.

2.2. Основные элементы внутренней канализации

Система внутренней канализации (рис. 2.1) состоит из следующих элементов:

1. Приемники сточных вод – санитарные приборы, предназначенные для санитарно-гигиенических процедур и хозяйственно-бытовых нужд, а также устройства для приема производственных сбросов.

Все санитарные приборы жилых и общественных зданий оборудуют гидравлическими затворами (сифонами), которые предотвращают попадание вредных газов из канализационной сети в помещение.

2. Канализационные сети, собранные из горизонтальных и вертикальных трубопроводов и соединительных элементов (фасонных частей) или из лотков.

Канализационные сети оборудуют устройствами для чистки в случае засоров (прочистки, ревизии) и устройствами для вентиляции сети.

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

На установках для предварительной очистки сточных вод производится предварительная очистка наиболее загрязненных стоков и удаляются вещества, которые могут нарушить нормальную работу наружной канализационной сети.

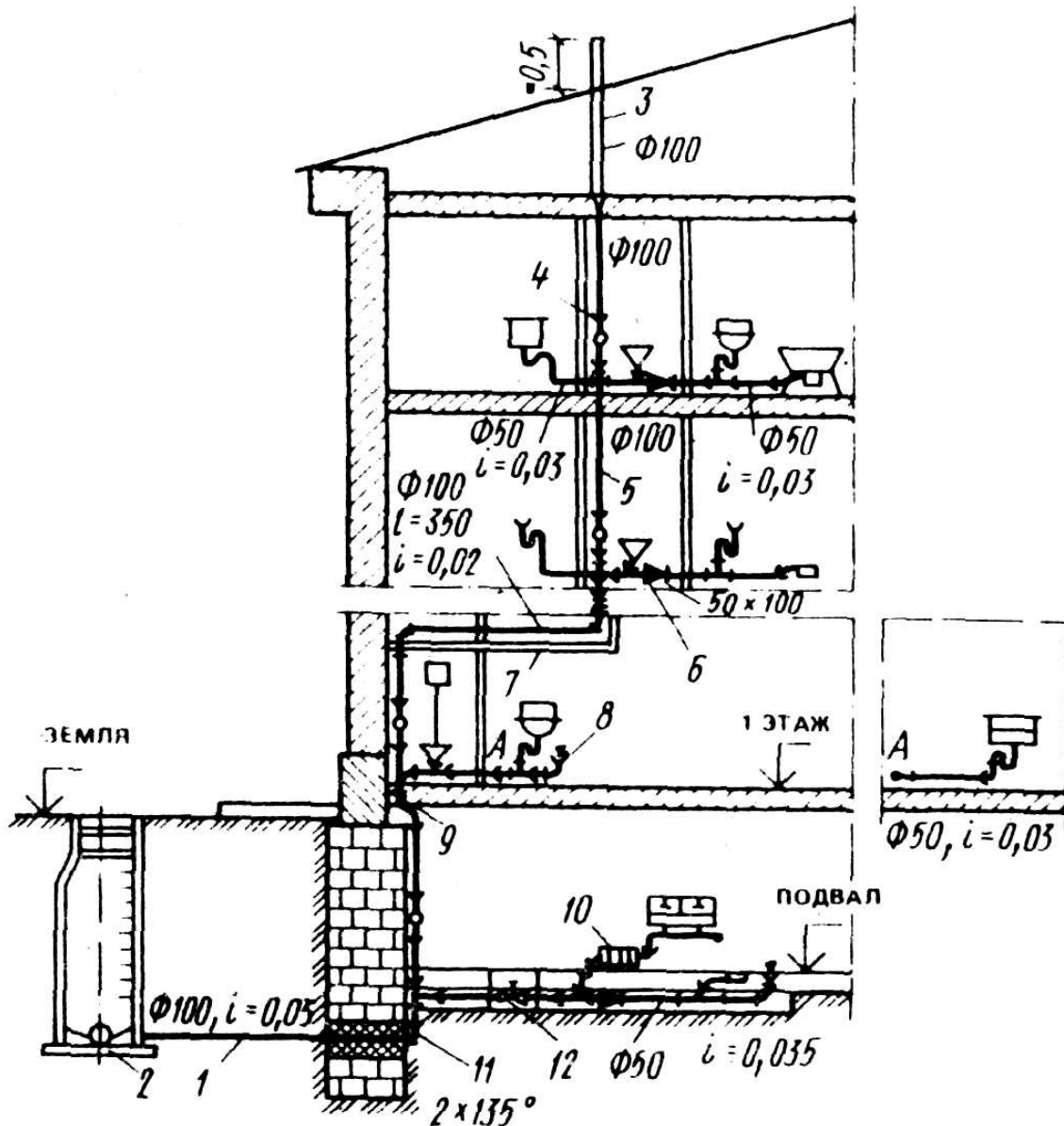


Рис. 2.1. Элементы устройства внутренней канализации: 1 – выпуск; 2 – смотровой колодец; 3 – вентиляционный трубопровод (вытяжка); 4 – ревизия; 5 – канализационный стояк; 6 – переход; 7 – короб; 8 – прочистка; 9 – отступ; 10 – песколовка; 11 – отвод; 12 – задвижка

2.3. Материалы и оборудование для систем внутренней канализации

Трубы. Для устройства сети внутренней канализации применяют: чугунные, пластмассовые, асбестоцементные, керамические, железобетонные (бетонные) и стальные трубы.

Чугунные трубы (ГОСТ 6942.19-80) диаметром 50, 100, 150 мм, длиной 500 – 2200 мм, с внутренней изоляцией на основе нефтяного битума. Трубы соединяют с помощью раструбов на конце каждой трубы или со-

единительных фасонных частей. Кольцевые зазоры раструбов стыковых соединений заполняют просмоленной льняной прядью, асбестоцементом или асфальтовой мастикой. К соединительным (фасонным) частям относятся: отводы 110°, 120°, 135°, крестовины прямые и косые, колена 90°, тройники прямые 90° и косые 45°, 60°, отступы, муфты, патрубки переходные и компенсационные [5, с. 89].

Пластмассовые трубы изготавливают из полиэтилена низкой плотности (ПНП) и высокой плотности (ПВП) по ГОСТ 18599-83*, а также непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ) по ГОСТ 19034-82*. Полиэтиленовые трубы диаметром 50 – 100 мм можно применять в районах с температурой воздуха не ниже – 20°C. Трубы из ПВХ диаметром 50 – 100 мм более морозостойки (до – 30 °С).

Пластмассовые трубы применяют в бытовой и производственной канализации для транспортирования сточных вод с температурой не выше 40 °С.

Асбестоцементные безнапорные трубы ГОСТ 1839-80 диаметром 100 – 400 мм длиной 2950 – 3950 мм применяют для внутренних сетей производственной канализации и для дворовых сетей, если они защищены от механических повреждений. Соединяют асбестоцементные трубы асбестоцементными муфтами с резиновыми уплотнительными кольцами. При использовании чугунных муфт и фасонных частей зазор между трубой и муфтой заделывают аналогично чугунным трубам.

Керамические трубы ГОСТ 286-82 раструбные с внутренней глазурованной поверхностью диаметром 150 – 600 мм длиной 80 – 1000 мм применяют для дворовых канализационных сетей.

При соединении керамических труб заделывают гладкий конец трубы в раструбе зачеканкой просмоленной льняной прядью и цементным раствором или асфальтовой мастикой.

Железобетонные и бетонные безнапорные трубы выпускают по ГОСТ 6482-88. Для систем канализации применяют безнапорные гладкие раструбные трубы диаметром 150 мм и более и длиной 1000 мм. Трубы соединяют муфтами с резиновым кольцевым уплотнением, а раструбные соединения выполняют с зачеканкой раструбов цементным раствором.

Стальные трубы ГОСТ 3262-75 для уменьшения коррозии покрывают асфальтовым или асфальто-песковым лаком. Их соединяют на резьбе, сварке или на клею.

Ревизии [5, с. 91] позволяют прочищать трубу в обоих направлениях. Устанавливают их на вертикальных и горизонтальных участках. На стоя-

ках ревизии устанавливают не реже чем через три этажа, как правило, в верхних и нижних этажах и выше отступов.

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

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допустимые расстояния между ревизиями или прочистками надлежит принимать согласно [1, табл. 6].

Приемники сточных вод [2, с. 314 - 316] собирают загрязненную воду и отводят ее в водоотводящую сеть. Приемники сточных вод разделяются на два вида: санитарные приборы, собирающие бытовые сточные воды и приемники производственных сточных вод.

Ванны ГОСТ 1154-80 с изм. Изготавливают ванны круглобортные и прямобортные шириной 700 и 750 мм, длиной 1500 и 1700 мм, глубиной 445 и 460 мм. Высота расположения борта ванны 0,6 м. Объем ванны 100 – 200 л.

Ванны изготавливают из эмалированного чугуна и стали. Ванны оборудуют выпуском, переливом и напольным сифоном.

Умывальники ГОСТ 23759-85 изготавливают из керамики (фарфор, фаянс) или пластмассы в длину 500, 550, 600, 650 мм, ширину от 300 до 600 мм, глубиной 135 – 150 мм. Умывальники выпускают различной формы (прямоугольные, овальные, полукруглые и др.). Оборудуются умывальник выпуском диаметром 32 – 40 мм для соединения с сифоном. Умывальники устанавливают на высоте 0,8 м от пола, в детских учреждениях и школах от 0,5 до 0,7 м. Умывальники крепят к стене с помощью кронштейнов, открытых или скрытых в борту умывальника.

Мойки изготавливают чугунными эмалированными и стальными согласно ГОСТ 7506-83 и ГОСТ 24843-81*. Мойки имеют одно или два отделения. Мойки на одно отделение изготавливают размером 500х600 или 600х600 мм с двумя отделениями 1000х600 и 800х600 мм. Глубина чаши мойки 170 – 200 мм, их оборудуют выпуском с решеткой диаметром 40 мм, к которому присоединяют гидрозатвор.

Унитазы изготавливают размерами 460х360х400 мм для взрослых и 405х290х330 мм для детей ГОСТ 22847-85 из керамики (фаянса, фарфора) с глазурованной внутренней поверхностью двух типов: тарельчатые и воронкообразные (выполаскивающие и сифонирующие). Унитазы выпускают напольными для установки на полу и консольными – для крепления к сте-

не. Напольные унитазы крепят к доске (тафте), укрепленной к полу, или приклеивают к бетонному полу с помощью эпоксидного клея.

Промывные устройства выполняют в виде емкостей (смывных бачков) или арматуры, подающей воду непосредственно из водопроводной сети (смывных кранов) [5, с. 95 - 98].

Трапы – приемники для отвода сточных вод с поверхности пола, из сборных лотков в канализационную сеть, изготавливают их из чугуна с эмалированной или асфальтированной внутренней поверхностью [2, с. 100]. Трапы бывают со встроенным или приставным гидравлическим затвором, с прямым или косым выпуском (ГОСТ 1811-81). Размеры трапов в плане 200х200 мм при диаметре выпуска 50 мм; 300х300 – при 100 мм. Глубина трапов соответственно равна 130 и 195 мм.

Трапы тщательно заделывают в полу с надежной гидроизоляцией. Трапы следует устанавливать: [1, п. 16.8, 16.9].

Гидрозатворы (сифоны) задерживают вредные газы из системы канализации слоем воды высотой 50 – 70 мм [5, с. 101]. Наибольшее распространение получили сифоны диаметром 50 мм, двухоборотные, косые, прямые, с ревизией, бутылочные.

Для ванн применяют напольные сифоны. Сифоны изготавливают из чугуна, керамики, пластмасс и резины.

2.4. Трассировка и устройство сети внутренней канализации

Трассировка внутренней канализационной сети производится с таким расчетом, чтобы сточные воды удалялись из здания по кратчайшему пути. Перед трассировкой сети на планах и разрезах здания определяют число и места расположения приемников сточных вод.

С целью сокращения числа стояков и уменьшения протяженности отводных линий лучше размещать приемники компактными группами как в плане, так и в разрезе здания по этажам друг над другом.

К отводным трубам присоединяют гидрозатворы с приемниками сточной воды. Диаметр отводных труб принимают конструктивно 50 или 100 мм в зависимости от диаметра выпусков приемников. Все отводные трубопроводы прокладывают по кратчайшему расстоянию с установкой на концах и поворотах прочисток. Отводные трубопроводы прокладывают с одним уклоном в сторону стояка и присоединяют с помощью косых крестовин и тройников.

Санитарные приборы, расположенные в разных квартирах на одном этаже, присоединять к одному отводному трубопроводу не допускается.

Канализационные стояки, транспортирующие сточные воды от отводных линий в нижнюю часть здания, размещают вблизи приемников сточных вод.

По всей высоте канализационный стояк должен иметь диаметр не менее наибольшего диаметра выпуска из присоединенных к нему приемников сточных вод. Ревизии на стояке устанавливают на 1 м выше места присоединения отводной линии верхнего этажа и далее через два этажа на третьем, на первом этаже над отступами и в подвале. Стояки размещают открыто – у стен и перегородок (ближе к углу), или скрыто – в монтажных шахтах, блоках, кабинах (ближе или по оси унитаза). Проходы стояков через перекрытия заделывают цементным раствором на всю толщину перекрытия и выше на 8 – 10 см с оберткой стояка рулонным гидроизоляционным материалом.

Все канализационные трубопроводы прокладывают в зданиях с учетом требований [1, п. 17].

Выпуски, отводящие сточные воды от стояков за пределы здания во внутриквартирную канализационную сеть, укладывают с обеспечением плавных присоединений к стоякам (двумя отводами по 135° или удлиненными отводами).

Выпуски располагают по возможности с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам так, чтобы длина горизонтальных линий, соединяющих стояки, была минимальной. В жилых домах проектируют один выпуск из секции. Наименьшая длина трубы выпуска от наружной стены до смотрового колодца зависит от вида грунтов: для твердых грунтов она соответствует 3 м, для макропористых просадочных – 5 м.

Наибольшая длина трубы выпуска $l_{m.в}$ от стояка или прочистки до оси смотрового колодца принимается в зависимости:

$D_{m.в}$, мм	50	100	150
$L_{m.в}$, м (не более)	6	7,5	10

Глубину выпуска принимают на 0,3 м выше глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м. Для прокладки трубы выпуска в стене фундамента оставляют проем, обеспечивающий зазор вокруг трубы не менее 0,2 м. Зазор заделывают водогазонепроницаемым материалом (например, глиной) с установкой гильзы.

2.5. Устройство вентиляции канализационных сетей

Сети внутренней канализации должны вентилироваться через вытяжную часть стояка.

Для вентиляции сетей внутренней канализации устраивают вытяжные трубы, являющиеся продолжением канализационных стояков. Вытяжные трубы выводят на 0,3 м выше плоской и 0,5 м скатной неэксплуатируемой кровли здания (рис. 2.2, а, б) и не менее чем 3 м выше плоской эксплуатируемой кровли (рис. 2.2, в). Вентиляция канализационных сетей необходима для удаления из них газов с вредными для здоровья компонентами.

Сточная жидкость при движении по стояку захватывает (эжектирует) воздух через вытяжку. Если количество воздуха, поступающего в стояк, меньше требуемого, возникает разрежение, которое вызывает срыв гидравлических затворов у приемников сточных вод.

Это явление наблюдается, когда расход сточных вод превышает допустимый указанный [1, пп. 18.6, 18.7]. При отсутствии сточных вод или небольших (0,05 – 0,3 л/с) их расходах загрязненный воздух и газы поднимаются по стояку и через вытяжную часть выходят в атмосферу.

При небольших расходах можно устраивать невентилируемые стояки. Невентилируемые стояки диаметром 100 мм и рабочей высотой до 7 м (от нижнегогиба выпуска до точки присоединения наиболее высоко расположенного приемника стоков) могут применяться в малоэтажном строительстве (одно-, двухэтажные дома, стадионы, детские сады и т.д.). В зданиях большей этажности канализационные стояки оборудуют вытяжкой.

Диаметр вытяжных труб принимают равным диаметру канализационного стояка. Вытяжные участки канализационных стояков выполняют из асбестоцементных или чугунных труб, присоединяя их к стоякам ниже перекрытия чердака. Допускается устройство одной вытяжной трубы на несколько канализационных стояков.

Для надежной работы и вентиляции канализационных стояков, пропускающих сточные воды с расходом, превышающим допустимый для трубопровода данного диаметра, кроме вытяжных труб, устраивают дополнительные вентиляционные стояки и трубопроводы.

Вентиляционный стояк присоединяют к канализационному стояку в самой нижней и верхней его точках (с применением косых тройников), а также по высоте здания через этаж перемычками с уклоном не менее 0,02 в сторону канализационного стояка (рис. 2.2, в).

Диаметр вентиляционного стояка принимают на один стандартный размер меньше диаметра канализационного стояка. Если диаметр вентиляционного стояка принимают равным диаметру канализационного (для высотных зданий), то стояки соединяют друг с другом через этаж перепусками (рис. 2.2, *з*). Такая система называется двухтрубная.

При установке на отводных линиях шести унитазов и более независимо от этажности устраивают вентиляционный трубопровод диаметром 40 мм, прокладываемый с обратным уклоном 0,01 – 0,02 от стояка. Этот трубопровод присоединяют к косому тройнику на стояке выше установленных приборов и к самой верхней точке отводных линий (рис. 2.2, *д*).

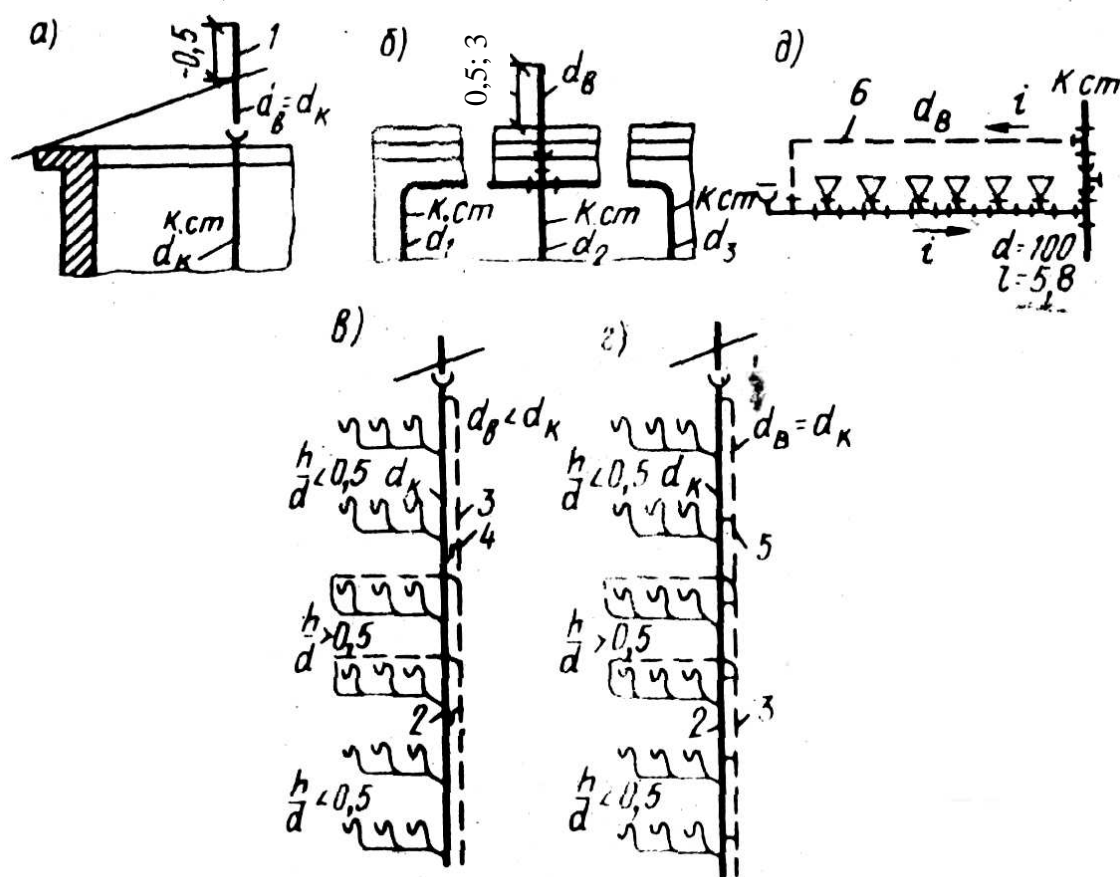


Рис. 2.2. Схема вентиляционных устройств во внутренней канализации:
а – вытяжная труба (вытяжка) на канализационном стояке; *б* – вытяжная труба на группу канализационных стояков; *в* – система с перемычками;
г – двухтрубная система канализации с перепусками;
д – вентиляция при групповой установке приемников;
 1 – вытяжка; 2 – сточный стояк; 3 – вентиляционный стояк;
 4 – перемычка; 5 – перепуск; 6 – вентиляционный трубопровод

2.6. Расчет сети внутренней канализации

Нормы водоотведения, приведенные в СНиП 2.04.01-85*, устанавливаются в зависимости от назначения и степени благоустройства здания, климатических и местных условий в соответствии с нормами водопотребления.

Нормативные расходы сточных вод, диаметры и уклоны отводных линий принимают [2, табл. IV.3].

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

Суточные, часовые и секундные расходы сточных вод можно вычислять по методике определения расходов в системе водоснабжения зданий. При малых расходах воды в системе водоснабжения наблюдаются залповые сбросы сточных вод, расчетный расход которых отличается от расхода воды из водопровода. При больших расходах воды, т.е. когда сбрасывают сточные воды большого числа приемников, расчетный расход сточных вод приближается к расчетным расходам водопроводной воды:

при $q^{tot} < 8$ л/с (включая холодную и горячую воду):

$$q^s = q^{tot} + q_0^s; \quad (2.1)$$

при $q^{tot} > 8$ л/с:

$$q^s = q^{tot}, \quad (2.2)$$

где q^{tot} – общий расчетный расход холодной и горячей воды на расчетном участке канализации, л/с; $q^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha$;

q^s – расчетный расход сточных вод, л/с;

q_0^s – удельный нормативный расход стоков, л/с, от приемника с наибольшим водоотведением [1, прил. 2];

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

Скорость движения сточных вод (v) должна быть не меньше скорости самоочищения (для трубопроводов диаметром до 150 мм включительно следует принимать не менее 0,7 м/с), чтобы не выпадали взвеси и загрязнения на дно трубопровода, а наполнение $H/d = 0,3 - 0,5$, из условия транспортирующей способности сточной жидкости.

Уклоны трубопроводов диаметром 50 мм рекомендуется принимать в пределах 0,025 – 0,035, диаметром 100 мм – 0,012 – 0,02, диаметром 150 мм – 0,007 – 0,01.

Сеть внутренней канализации обычно монтируют из канализационных труб диаметром 50 и 100 мм. Диаметры отводных линий и стояков не должны быть менее диаметров присоединенных к ним приемников сточных вод.

В жилых зданиях, где применяют санитарно-технические кабины или блоки, канализационную сеть не рассчитывают. Подвергают расчету лишь выпуски, объединяющие группы стояков.

Канализационные выпуски из здания и сборные линии проверяют на выполнение условия:

$$v\sqrt{H/d} \geq K, \quad (2.3)$$

где $K = 0,5$ – для пластмассовых труб,

$K = 0,6$ – для чугунных труб.

Гидравлический расчет горизонтальных трубопроводов с определением диаметров, уклонов, скоростей и наполнений выполняют, применяя формулы или используя номограммы [2, с. 329 – 330].

2.7. Внутриквартальная канализация

Назначение внутриквартальной канализации – сбор сточных вод от одного или группы зданий и отвод в наружную канализационную сеть.

Трубопроводы канализационной сети прокладывают параллельно зданиям, объединяя все выпуски внутренних канализационных сетей этих зданий. Отвод сточных вод осуществляется самотеком по кратчайшему пути к контрольному колодцу, а затем в уличный коллектор наружной канализации населенного пункта.

Основными элементами сети являются трубопроводы и колодцы [5, с. 106]. Трубопроводы состоят из стандартных труб, соединенных друг с другом. Применяют трубы керамические ГОСТ 286-82, железобетонные ГОСТ 6482.0-79*, 6482.1-79*, асбестоцементные по ГОСТ 1839-80* и пластмассовые по ГОСТ 22689.0-77 – 22689.20-77. Диаметр труб определяют расчетом.

Колодцы предназначены для осмотра, прочистки и контроля качества сбрасываемых сточных вод в наружную канализационную сеть.

Колодцы устраивают в местах присоединения выпусков из зданий, присоединения ответвлений, изменения диаметров и уклонов труб, поворота линий и устройства перепадов. На прямых и длинных участках смотровые колодцы размещают на расстоянии друг от друга не более 35 м при

диаметре 150 мм и 40 – 50 м при диаметре более 150 мм. Для контроля качества сточных вод, сбрасываемых в городскую канализационную сеть, в конце дворовой сети на расстояние 1,5 – 2 м от красной линии размещают контрольный колодец. В контрольном колодце обычно устраивают перепад (учитывая экономическую целесообразность строительства канализационной сети минимального заглубления).

Колодцы выполняют из кирпича или из сборных железобетонных элементов диаметром 700 мм для колодцев глубиной не более 2 м и трубопроводов диаметром до 200 мм. При большей глубине колодца и трубопроводах диаметром более 200 мм диаметр колодца принимают 1000 – 1200 мм и более. На днище (основании) колодца устраивают лоток для плавного соединения труб одного или разных диаметров. Соединение труб разных диаметров обычно выполняют «шелыга в шелыгу».

2.8. Местные установки систем внутренней канализации

2.8.1. Установки для перекачки сточных вод

Перекачка сточных вод из сети внутренней канализации в наружную канализационную сеть необходима в тех случаях, когда приемники сточных вод расположены ниже отметки заложения труб сети наружной канализации.

Насосная установка состоит из приемного резервуара и насоса (рис. 2.3, а). Перекачка сточных вод осуществляется следующим образом. Сточные воды направляют в сборный приемный резервуар, оборудованный решеткой с механизированными граблями и зазорами 20 – 35 мм для задержания крупных загрязнений или решеткой-дробилкой для измельчения крупных загрязнений, уровнемером, сигнализацией, приточно-вытяжной вентиляцией и устройством для взмучивания осадка. В резервуаре устраивают приямок для размещения всасывающего трубопровода насоса. Насосные установки проектируют с ручным или автоматическим управлением. Резервуар изготавливают из бетона, железобетона или кирпича с надежной гидроизоляцией. Вместимость приемных резервуаров определяют по часовому графику притока сточных вод и режиму работы насосов. При отсутствии часового графика притока вместимость резервуара должна быть равна 5 – 10 % максимального часового притока сточных вод. Вместимость резервуара принимают минимальной во избежание загнивания органических веществ, содержащихся в сточных водах (при автоматическом режиме из условия включения насосов не более 6 раз в час).

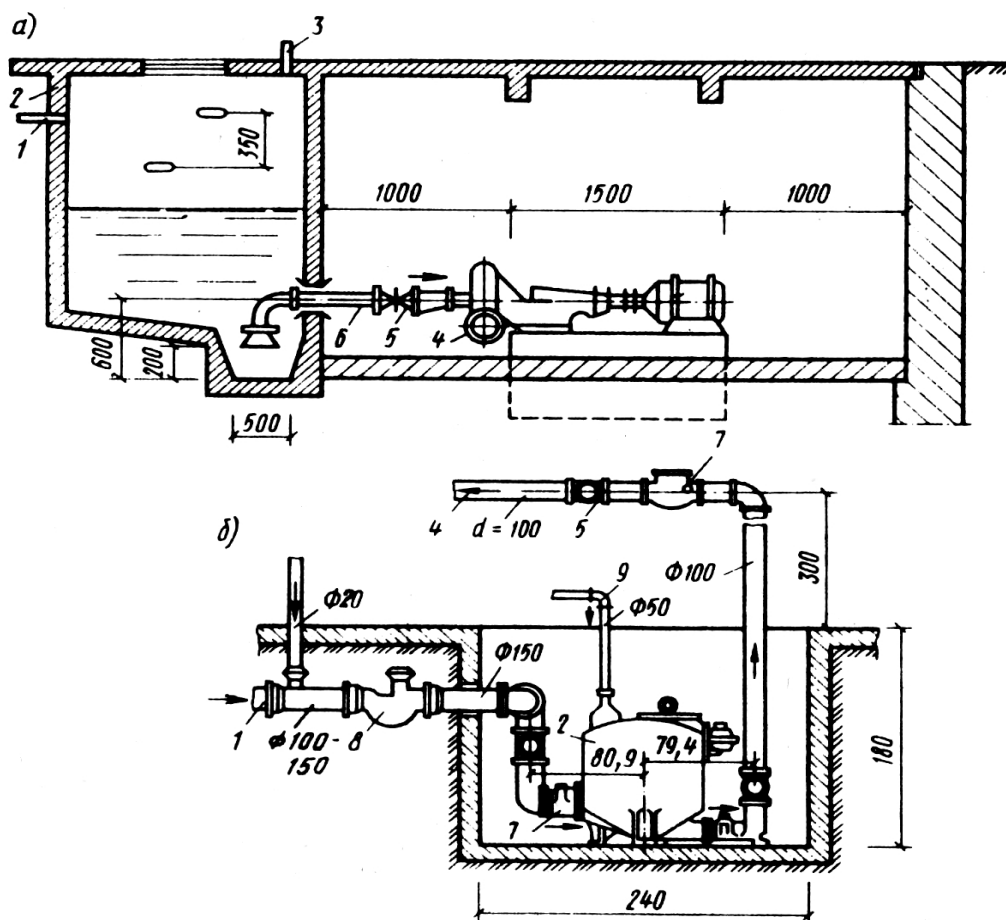


Рис. 2.3. Установка для перекачки сточных вод: *a* – насосная установка; *б* – пневматическая установка; 1 – подающий трубопровод от сети внутренней канализации; 2 – резервуар; 3 – вентиляционная труба; 4 – напорная труба; 5 – задвижка; 6 – всасывающий трубопровод; 7 – обратный клапан; 8 – гидравлический затвор; 9 – трубопровод для подачи сжатого воздуха

В зависимости от качества и состава сточных вод применяют канализационные насосы: фекальные, кислотостойкие, песковые.

Подбор насосов, определение числа рабочих и резервных агрегатов выполняют расчетом. Предусматривают установку одного резервного насоса при двух однотипных рабочих и двух резервных – при двух-трех однотипных рабочих. Насосы, как правило, устанавливают под заливом. Если насос размещается выше уровня жидкости в резервуаре, эта высота не должна быть больше допустимой высоты всасывания насоса данной марки.

Каждый насос оборудуют всасывающим и напорным трубопроводами. На этих трубопроводах устанавливают задвижки, а на напорном еще и обратный клапан. Всасывающий трубопровод должен иметь уклон 0,005 в сторону от насоса.

Насосные установки для перекачки производственных стоков размещают в производственных зданиях. При перекачке бытовых и производственных стоков с быстрозагнивающими и токсичными загрязнениями насосные установки размещают в отдельно стоящем здании или подвале, имеющем выход наружу и оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. Категорически запрещается размещать насосные установки в жилых и общественных зданиях, лечебных и детских учреждениях, помещениях общественного питания, учебных заведениях и т.д.

Пневматическая установка для перекачки сточных вод представляет собой герметически закрытый чугунный резервуар объемом 1 – 1,5 м³, куда сточная жидкость поступает самотеком по подающему трубопроводу, на котором установлены обратный клапан, задвижка и гидравлический затвор. На напорном трубопроводе, присоединенном к нижней части резервуара, также установлены обратный клапан и задвижка (рис. 2.3, б). К верхней части резервуара присоединяют трубопровод, по которому при срабатывании реле уровня подается сжатый воздух от компрессора. Для обеспечения бесперебойной работы канализационной системы часто применяют пневматическую установку с двумя приемными резервуарами.

Пневматические установки расходуют около 3 м³ воздуха на 1 м³ сточных вод. Размещают их в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией.

2.8.2. Установки для предварительной очистки сточных вод

Сточные воды из систем внутренней производственной канализации, как правило, перед их использованием в системе технического водоснабжения или спуском их в хозяйственно-бытовую канализацию должны подвергаться обработке или очистке.

Схему очистки и состав специальных установок и сооружений определяют в зависимости от загрязнений и требований к предварительной или полной очистке производственных стоков.

Производственные сточные воды, содержащие крупные загрязнения, жиры, нефтепродукты, масла, кислоты, щелочи, ядовитые вещества, вызывающие разрушение канализационных сетей и засоры, нарушающие нормальный режим работы очистных сооружений, должны быть очищены перед их поступлением в канализационную сеть.

Для предварительной очистки сточных вод применяют решетки, песколовки, гравеотстойники, жируловители, бензоуловители, теплоуловители и др.

Решетки (рис. 2.4, а) устанавливают в камерах приемных резервуаров, в каналах и колодцах перед песколовками, отстойниками, грязеуловителями. Решетки устанавливают с прозорами 5 – 20 мм под углом 60° в сторону потока сточных вод для задержания крупных загрязнений и отбросов.

Очистка решеток может производиться ручными или механическими граблями.

Песколовки и грязеотстойники (рис. 2.4, б) устанавливают перед отстойниками для задержания песка, земли, глины и вблизи спецоборудования: картофелеочисток, овощемоек, мойки автомашин и т.д.

Песколовки и грязеотстойники представляют собой бетонные, кирпичные, металлические резервуары с горизонтальным или вертикальным движением сточных вод.

В песколовках горизонтального типа вода движется со скоростью 0,15 – 0,63 м/с, а вертикального типа 0,02 – 0,05 м/с, отстаивание продолжается 60 с.

Песок удаляют гидравлическим способом: гидроэлеватором или механическим способом – вручную.

При непрерывном поступлении сточных вод целесообразна установка двух песколовков.

Грязеотстойники работают по принципу песколовков, с той лишь разницей, что скорость их меньше и равна от 0,005 до 0,01 м/с, отстаивание 8 – 10 минут, при расходе сточных вод не более 2,8 – 3,0 л/с, а при большем расходе – до 15 минут.

Грязеотстойник состоит из проточной отстойной части и емкости для двухдневного накопления осадка.

Глубина проточной части не менее 0,5 м, грязевой – около 1 м. Грязеотстойник очищают от осадка с помощью скребков.

Жируловители (рис. 2.4, в) применяют для задержания жира и масел, содержащихся в сточных водах предприятий общественного питания, пищевой промышленности и т.п. для предотвращения жировых отложений в канализационной сети.

Жируловители представляют собой резервуар, в котором движение сточных вод со скоростью около 0,005 м/с в течение 2 – 15 минут задерживают жир, всплывший на поверхность. Жир собирают скребками и по специальной отводной трубе самотеком направляют в жироборник для дальнейшей его утилизации. Жируловитель выполняют из бетона, кирпича или металла прямоугольной или круглой формы в плане в виде отстойника, у которого ширина равна глубине, а длина в два-три раза больше.

Бензомаслоуловители (рис. 2.4, з) применяют для задержания бензина, масел, керосина и других легко всплывающих и воспламеняющихся веществ, попавших в сточные воды от мойки автотранспорта, полов в промышленных зданиях и гаражах. Эти установки нужно размещать вне здания.

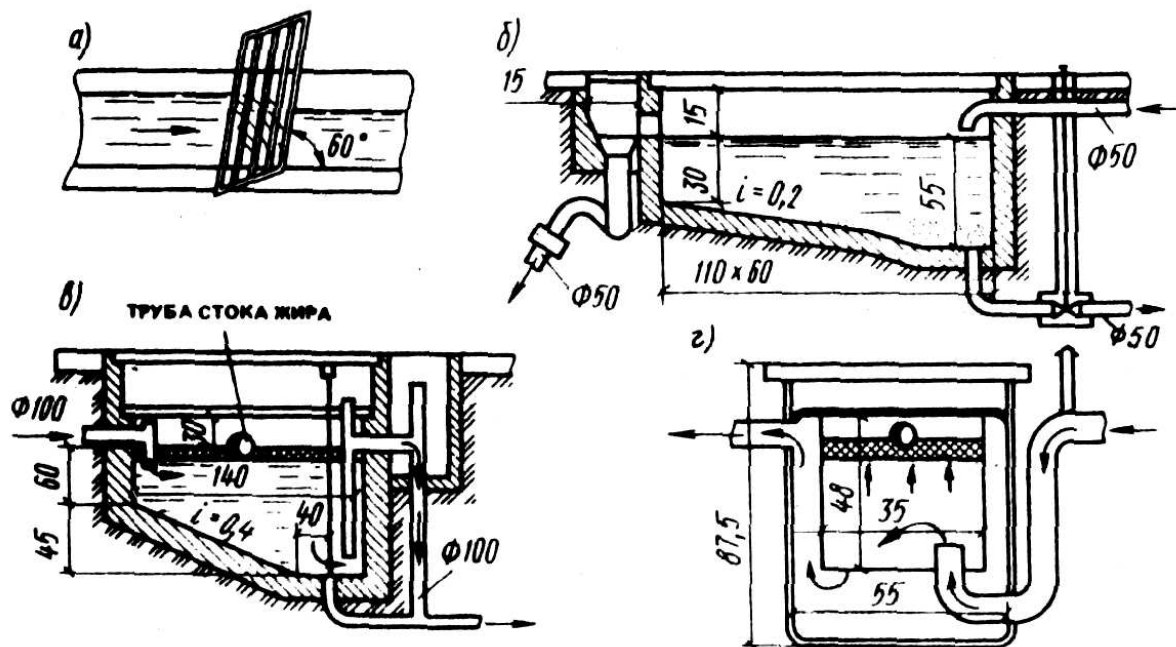


Рис. 2.4. Оборудования для предварительной очистки сточных вод:
 а – решетка; б – песколовка или грязеотстойник;
 в – крахмало- или жируловитель; г – бензомаслоуловитель

Бензомаслоуловители представляют собой металлический резервуар без дна, расположенный внутри колодца или другого резервуара так, что образуются два отделения. В металлическом резервуаре всплывают выделившиеся из жидкости горючие вещества, а в другом отделении собирается и отводится сточная жидкость со скоростью движения не более 0,008 м/с.

Производительность одной установки должна быть не более 6 л/с, так как скопление больших количеств горючих веществ опасно.

Горючие вещества, собранные в колпаке металлического резервуара специальным трубопроводом, отводятся в бензомаслосборник.

Бензомаслоуловитель оборудуют вентиляционным трубопроводом, установленным на отводной трубе, гидрозатвором и аварийным выпуском.

Канализационные трубопроводы, транспортирующие масло, жиры и другие вещества, в процессе эксплуатации могут забиваться жировыми отложениями, поэтому для промывки их горячей водой или паром предусматривают прочистки и ревизии.

Теплоуловители применяют для полезного использования теплоты, сбрасываемой со сточными водами в канализационную сеть. Сточные воды могут иметь температуру 30 – 50 °С (от коммунальных предприятий, технологических процессов; от систем охлаждения оборудования).

В теплоуловителе происходит процесс теплообмена аналогично водонагревателю, т.е. передачи теплоты от сточных вод к нагреваемой холодной воде, движущейся внутри труб змеевика теплоуловителя. Холодную воду можно нагреть с 5 до 25 °С и более.

Применение теплоуловителя дает экономию сбросной теплоты до 25 – 30 %.

2.9. Внутренние водостоки

Отвод атмосферных осадков (дождевых и талых вод) с кровель современных зданий осуществляется по трубопроводам, расположенным внутри здания (внутренним водостокам). Область применения регламентируется [1, п. 20].

Внутренние водостоки состоят из следующих основных элементов: водосточных воронок, отводных трубопроводов (стояков, коллекторов, выпусков) и устройств для осмотра и прочистки (ревизий, прочисток, смотровых колодцев).

Внутренние водостоки должны удалять воду с кровли зданий как при положительных, так и при отрицательных температурах наружного воздуха.

Схема сети внутренних водостоков может быть перпендикулярной и пересеченной (рис. 2.5). При перпендикулярной схеме каждый стояк оборудуется отдельным выпуском, отводящим дождевые сточные воды за пределы здания. В пересеченной схеме все стояки присоединяют к сборному коллектору, оборудованному одним выпуском.

При устройстве внутренних водостоков особое значение приобретает установка водосточных воронок. Водосточные воронки бывают двух типов: колпаковые и плоские. Для жилых зданий с плоскими неэксплуатируемыми кровлями рекомендуется принимать воронки Вр-7А с патрубком условным проходом 80 мм (рис. 2.6, а). Для промышленных и общественных зданий с плоскими кровлями, заполняемыми водой, рекомендуется применять воронки Вр-9 с патрубком условным проходом 100 мм (рис. 2.6, б), а не заполняемые водой – воронки Вр-8 (рис. 2.6, в), для зданий с плоскими эксплуатируемыми кровлями применяют воронки Вр-10 с $D_y = 150$ мм.

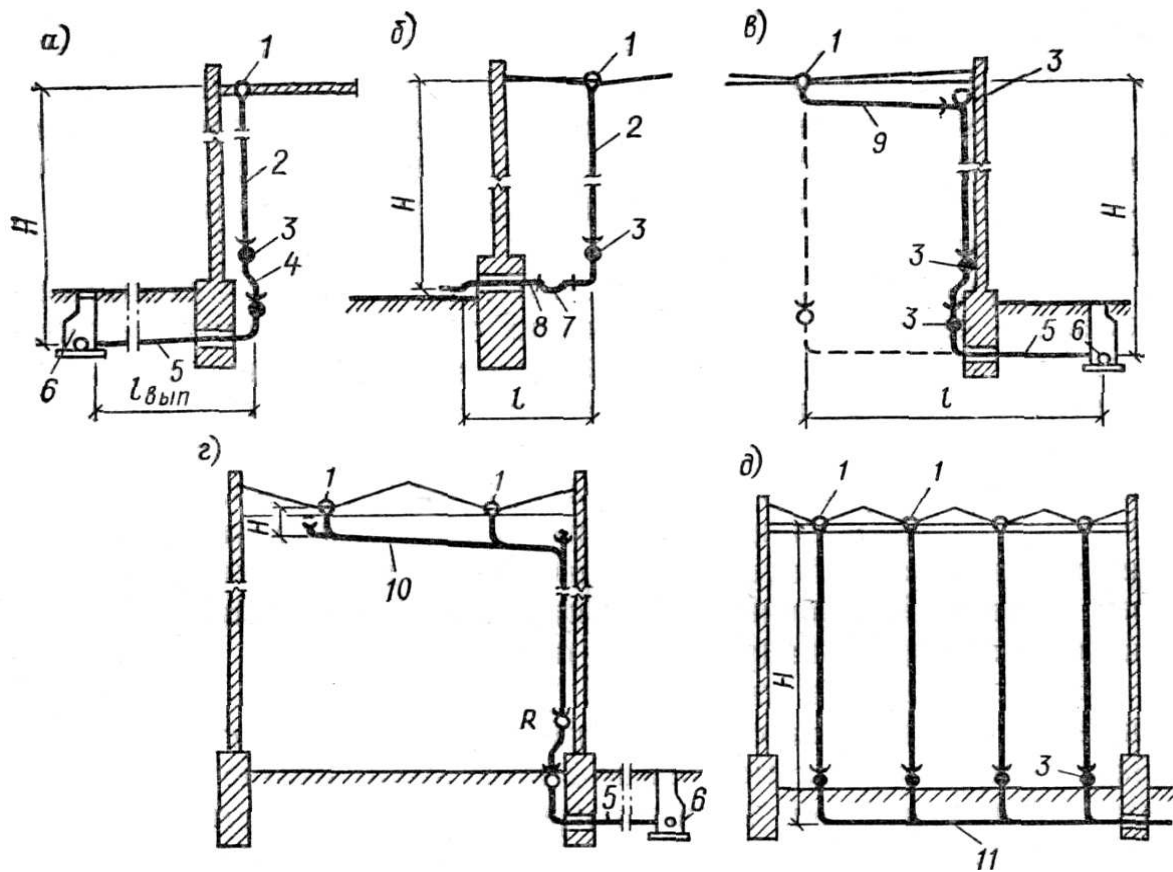


Рис. 2.5. Схемы внутренних водостоков перпендикулярные (а, б, в) и пересеченные (г, д): 1 – водосточная воронка; 2 – стояк; 3 – прочистка и ревизия; 4 – отступ; 5 – выпуск; 6 – приемный колодец; 7 – гидрозатвор; 8 – открытый выпуск; 9, 10 – подвесная линия; 11 – сборный трубопровод

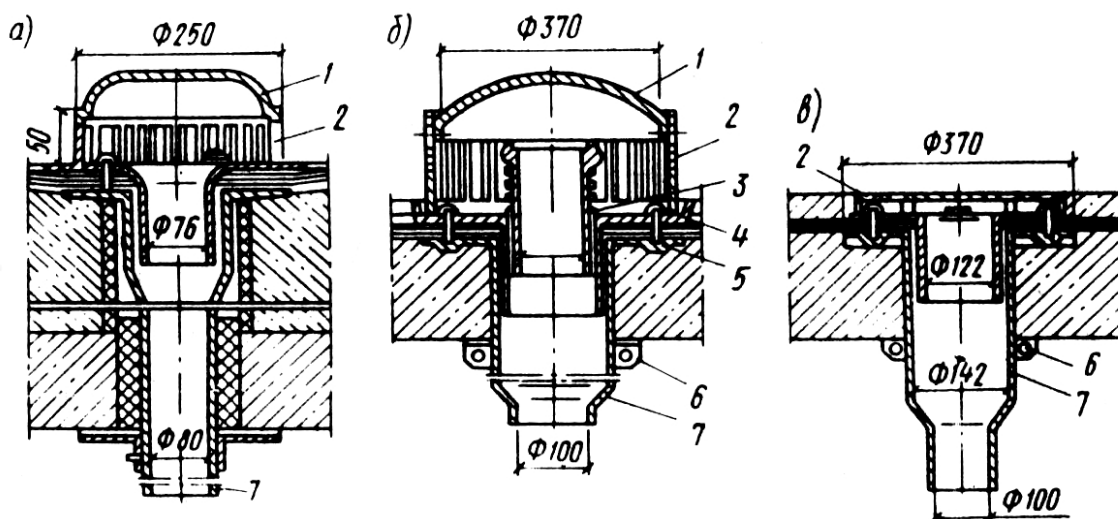


Рис. 2.6. Водосточные воронки и присоединения их к водосточной сети: а – воронка Вр-7А; б – воронка Вр-9; в – воронка Вр-8; 1 – колпак; 2 – решетка; 3 – вставной стакан; 4 – глухая гайка; 5 – прижимное кольцо; 6 – хомут; 7 – сливной патрубок

Водосточные воронки устанавливают с учетом рельефа кровли и допускаемой на одну воронку площади водосбора. Максимальное расстояние между воронками не должно превышать 48 м. Водосточные воронки размещают по обе стороны брендмауэрных стен и температурных швов, в пониженных участках ендов, по внутренней продольной оси здания. Уклон участков кровли и ендов в сторону воронок должен быть не менее 0,005. Воронки заделывают в перекрытие с устройством водонепроницаемого соединения, чтобы влага не проникала в перекрытие. Гидроизоляционный слой покрытия (кровли) выпускают на фланец сливного патрубка, зажимают сверху фланцем приемной решетки и заливают битумной мастикой. Под фланец воронки иногда дополнительно подкладывают рубероид и мешковину, пропитанную битумом. Воронки присоединяют к стоякам с помощью компенсационных растробов с эластичной заделкой.

Пропускную способность воронок определяют расчетом или принимают по рекомендациям [1, п. 16].

Для устройства водосточной сети применяют чугунные (ненапорные и напорные), пластмассовые и асбестоцементные трубы. На подвесных сборных линиях при наличии вибрационных нагрузок допускается применение стальных трубопроводов. Отводные подвесные трубопроводы прокладывают с уклоном 0,005, а подпольные – с уклоном менее 0,02.

Водосточные стояки в жилых зданиях прокладывают в отапливаемых помещениях лестничных клеток, в коридорах и других подсобных помещениях зданий. Прокладка стояков может быть открытой (по стенам, фермам, колоннам) или скрытой (в бороздах внутренних стен зданий, в коробках, шахтах). Замоноличивание труб в блоки и стеновые панели не допускается.

Ревизии для чистки трубопроводов устанавливают на подвесных отводных линиях диаметром 50 – 200 мм через 10 – 25 м, на стояках выше отступов и в нижней части стояков. После ревизии водосточный стояк плавно переходит в выпуск, длина которого определяется от стояка до оси дворового колодца, такой выпуск называют «закрытым». Выпуск устраивают длиной не более 15 м при диаметре трубы 100 мм и не более 20 м при диаметре 150 мм и более.

В отдельных случаях при отсутствии дворовой дождевой сети организуется сброс воды открыто на тротуар, отмостку – в лотки, кюветы, устроенные на поверхности земли. Такой выпуск называется «открытым».

Открытый выпуск устраивают от поверхности отмостки здания не ниже 200 мм с уклоном не менее 0,008 и оборудуют гидрозатвором (сифоном) высотой не менее 100 мм.

Заделка выпуска в фундаменте здания выполняется аналогично заделке канализационного выпуска. Открытый выпуск в месте пересечения с наружной стеной фундамента здания изолируют минеральной ватой слоем не менее 50 мм с заделкой отверстия с обеих сторон цементным раствором.

2.10. Канализация твердых отходов (мусороудаление)

В процессе жизнедеятельности людей образуются различные отбросы и отходы, представляющие собой бытовой мусор.

В современных населенных пунктах применяют две системы сбора и удаления отходов и отбросов за пределы зданий: вывозную и сплавную.

Вывозная система предусматривает сбор и транспортировку мусора на сортировочные мусороперерабатывающие предприятия или организованные свалки, расположенные за пределами города.

При удалении отбросов с помощью мусоропроводов, отбросы собирают в бункеры мусоропроводов, а затем в специальных контейнерах или мусоровозах вывозят за пределы домовладения.

Применяют в многоэтажных зданиях, гостиницах, общежитиях.

Сплавная система.

Мусороудаление основано на использовании сети внутренней канализации. Такая система мусороудаления получила название сплава мусора в канализацию. Система предусматривает установку непосредственно под мойками или раковинами мусородробилок, в которых пищевые отходы измельчаются, разбавляются водой из расчета 8 – 10 л на 1 – 1,5 кг пищевых отходов и сбрасывается в канализационную сеть здания.

Недостатки:

1) отбросы, не поддающиеся дроблению, собираются в отдельные сборники;

2) удорожание системы канализации;

3) создание шума, превышающего санитарные нормы.

Сплавная система не нашла широкого распространения.

Мусоропроводы в зданиях могут быть трех типов: сухие холодные, горячие (огневые) и мокрые.

Наибольшее распространение получили *холодные мусоропроводы* (рис. 2.7), состоящие из ствола (вертикального канала) диаметром 400 –

500 мм, выполняемого из гладких труб (асбестоцементных или бетонных), проходящий через все этажи здания, приемных клапанов размером 0,33x0,25 м, устанавливаемых на высоте 0,85 – 0,9 м от пола на каждом этаже или через этаж, нижней приемной камеры, где собирается сбрасываемый мусор, и верхней камеры, предназначенной для чистки ствола. Нижнюю приемную камеру оборудуют бункером объемом 0,35 – 1 м³, рассчитанным на трехсуточное накопление мусора, мусоросборниками вместимостью 80 – 100 л, поливочным краном диаметром 25 мм, раковиной с подводкой холодной и горячей воды, трапом для отвода воды при мытье пола. Полу камеры придают уклон 0,02 по направлению к трапу. Площадь камеры должна быть не менее 3 – 4 м², высота – не менее 2,5 м.

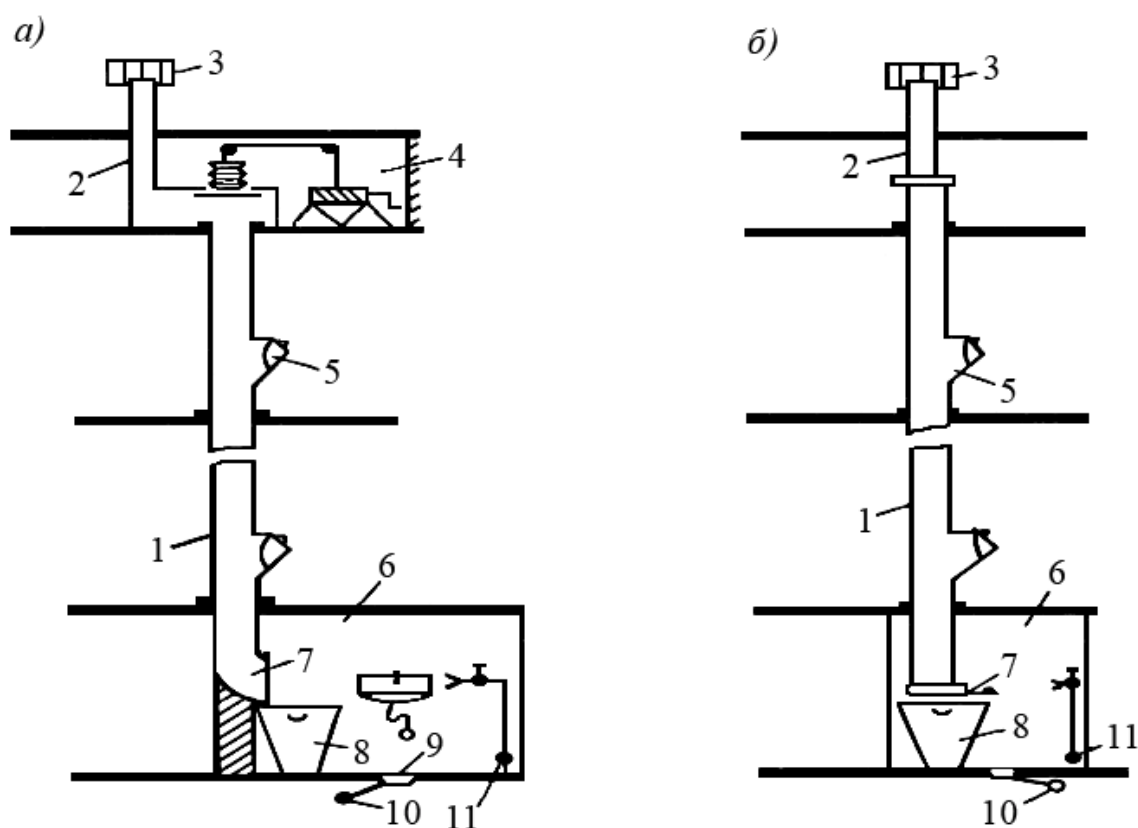


Рис. 2.7. Схема холодных сухих трубопроводов:

а – с верхней и нижней камерами (полная схема); *б* – то же, упрощенная схема;

1 – ствол (шахта); 2 – вентиляционная труба; 3 – дефлектор;

4 – верхняя камера; 5 – приемный кран; 6 – нижняя камера;

7 – бункер с шибером; 8 – мусоросборник; 9 – трап;

10 – канализация; 11 – холодный и горячий водопровод

Верхнюю камеру (короб очистки) оборудуют устройствами для прочистки ствола, а также вытяжной трубой для обеспечения вентиляции мусоропровода. Вытяжная труба должна возвышаться над кровлей не менее чем 0,5 м и заканчиваться дефлектором, который улучшает работу вытяжной вентиляции мусоропровода.

Огневые мусоропроводы устраивают главным образом в лечебных учреждениях, предусматривая уничтожение инфекционных сбросов непосредственно на месте их сбора.

Накопленный мусор периодически, не реже одного раза в сутки, в ночное время сжигают с удалением продуктов сгорания через ствол в дымовую трубу. Нижнюю камеру мусоропровода оборудуют специальным устройством для подачи газа и сжигания отбросов.

Ввиду сложности устройства, скопления образующейся золы и шлака, большого задымления воздушного бассейна города применение огневых мусоропроводов ограничено.

Мокрые мусоропроводы состоят из шахты (ствола) с приемными клапанами, в верхней части которой имеется специальное распределительное устройство для подачи воды для орошения и обмыва внутренней поверхности ствола. Внизу под стволом размещают приемный резервуар, оборудованный устройством для дробления мусора и сборником, соединенным с системой внутренней канализации. Дробильное устройство автоматически производит сортировку мусора с отделением неорганических веществ и металла.

Мокрые мусоропроводы предусматривают возможность сбора не только сухих, но и мокрых отбросов.

Мокрые мусоропроводы недостаточно гигиеничны, требуют большого расхода электроэнергии и воды, специального дорогого оборудования, поэтому в настоящее время не применяются.

РАЗДЕЛ 2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

3.1. Системы и схемы водоснабжения

Системы водоснабжения – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для забора воды из источника водоснабжения, ее очистки, хранения и подачи к потребителям. Системы водоснабжения классифицируются по ряду признаков:

1. По виду обслуживаемого объекта:

- городские;
- поселковые;
- промышленные;
- железнодорожные и т.д.

2. По назначению:

- хозяйственно-питьевые;
- производственные;
- противопожарные.

3. По способу подачи воды:

- самотечные (гравитационные);
- напорные (с помощью насосов).

Системы водоснабжения могут быть объединенными (едиными), неполно раздельными и раздельными.

Системы водоснабжения могут обслуживать как один объект, так и несколько объектов. Эти системы называют групповыми.

Систему водоснабжения, обслуживающую несколько крупных объектов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, называют районной системой водоснабжения.

В случаях, когда отдельные части территории имеют значительную разницу в отметках, устраивают зонные системы водоснабжения.

Схема водоснабжения населенного пункта зависит, прежде всего, от вида источника водоснабжения.

На рис. 3.1 приведена схема водоснабжения населенного пункта с забором воды из поверхностных источников (реки). Речная вода поступает в водоразборное сооружение, из которого насосами станции 1-го подъема подается на очистные сооружения. Очищенная вода поступает в резервуары чистой воды, откуда забирается насосами станции 2-го подъема для подачи по водоводам и магистральным трубопроводам в водопроводную сеть, распределяющую воду по отдельным районам и кварталам населенного пункта.

На территории населенного пункта (обычно на возвышенности) сооружается водонапорная башня, которая, как и резервуары чистой воды, служит для хранения и аккумуляции запасов воды.

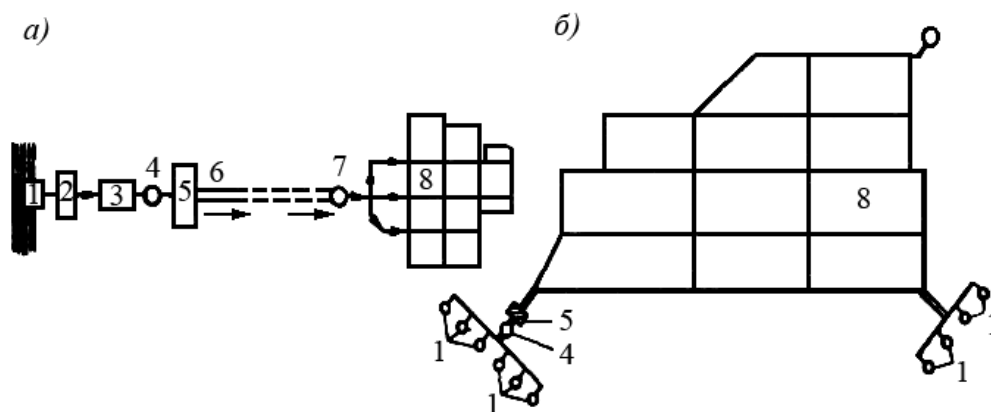


Рис. 3.1. Схема водоснабжения с забором воды из поверхностного источника (а) и с забором воды из подземного источника (б): 1 – сооружения водозаборные; 2 и 5 – сооружения для подъема и перекачки воды; 3 – сооружения очистки воды; 4 – резервуары чистой воды; 6 – водоводы; 7 – водонапорная башня; 8 – водопроводная сеть

При использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод схема водоснабжения значительно упрощается. В этом случае очистные сооружения обычно не нужны, так как подземные воды часто не требуют очистки. В некоторых случаях не устраивают также резервуары чистой воды и насосные станции 2-го подъема, так как вода может подаваться в сеть насосами, установленными в буровых скважинах.

Водоснабжение промышленных предприятий может быть прямоточным, оборотным и с последовательным использованием воды.

На рис. 3.2 приведена схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия. Насосная станция 4, расположенная вблизи водозаборного сооружения 5, подает воду для производственных целей в цехи 1 по сети 2. Для хозяйственно-противопожарных нужд поселка 6 и цехов 1 насосная станция 4 подает воду в самостоятельную сеть 7. Предварительно воду очищают на очистных сооружениях 3.

Воду, использованную в технологическом процессе, удаляют в канализационную сеть и после соответствующей очистки сбрасывают в водоем ниже по течению относительного объекта водоснабжения.

На рис. 3.3 приведена схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия. Нагревшуюся воду по самотечному трубопроводу 10 подают к насосной станции 2, откуда насосами 7 перекачивают для охлаждения воды (брызгальные бассейны, градирни). Охлажденную воду по самотечному трубопроводу 6 возвращают на насосную станцию 2 и насосами 8 по напорным трубопроводам 9 направляют в цехи предприятия 1. При оборотном водоснабжении часть воды (3 – 5 % общего расхода) теряется. Для восполнения потерь воды в систему подают свежую воду по трубопроводу 5.

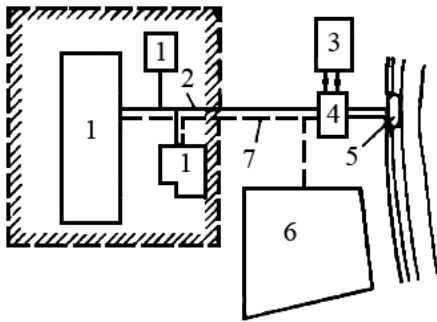


Рис. 3.2. Схема прямооточного водоснабжения промышленного предприятия

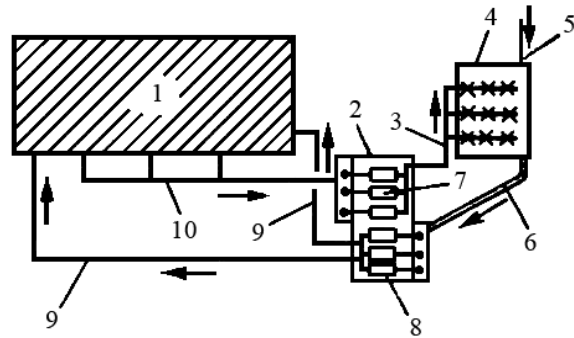


Рис. 3.3. Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия

Оборотное водоснабжение экономически выгодно, когда промышленное предприятие расположено на значительном расстоянии от источника водоснабжения или на значительном возвышении по отношению к нему, так как при прямооточном водоснабжении в этих случаях будут велики затраты электроэнергии на подачу воды. Также выгодно устраивать оборотное водоснабжение, если расход воды в водоеме мал, а потребности в производственной воде велики.

Схему водоснабжения с последовательным (или повторным) использованием воды применяют в тех случаях, когда воду, сбрасываемую после одного технологического цикла, можно использовать во втором, а иногда и в третьем технологическом цикле промышленного предприятия. Воду, использованную в нескольких циклах, удаляют затем в канализационную сеть. Применение такой схемы водоснабжения экономически целесообразно, когда необходимо сократить расход свежей воды.

3.2. Нормы и режим водопотребления

Нормой водопотребления называют количество воды, расходуемое на определенные нужды в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления. Следует различать нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах и на промышленных предприятиях.

В населенных пунктах нормы хозяйственно-питьевого водопотребления назначают по СНиП 2.04.02-84, табл. 1 в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки и климатических условий.

Для районов застройки зданиями, в которых водопользование осуществляется из водоразборных колонок, среднесуточная (за год) норма водопотребления на одного жителя принимается 30 – 50 л/сут.

Выбор норм водопотребления в пределах, указанных в таблице, следует производить с учетом природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения, этажности застройки, уклада жизни населения и других местных условий.

Для определения общего расхода воды в населенном пункте на хозяйственно-питьевые нужды необходимо дополнительно учитывать расходование воды рабочими в период их пребывания на производстве: в цехах со значительным тепловыделением – 45 л, а в остальных цехах – 25 л на каждого рабочего в смену. Помимо этого, на производствах, связанных с необходимостью принятия душа, должен быть предусмотрен расход воды из расчета 500 л/ч на одну душевую сетку в течение 45 мин.

Если на благоустройство территории населенных пунктов и промышленных предприятий (поливка и мойка покрытий проездов и площадей, полив зеленых насаждений, газонов и цветников) используется вода из централизованной системы водоснабжения, то необходим ее учет в соответствии со следующими данными [7, табл. 3].

Число поливок в сутки принимается в зависимости от местных климатических условий.

Нормы потребления воды для производственных нужд. Многие отрасли промышленности (химическая, текстильная, металлургическая и др.) расходуют значительные количества воды. Обычно устанавливают нормы расходования воды на единицу вырабатываемой продукции (1 т металла, 1 т волокна, 1 т хлеба и т.д.). Эти нормы разрабатываются технологами соответствующих производств с учетом принятой технологии.

Нормы потребления воды для тушения пожаров. Эти нормы также устанавливаются по СНиП 2.04.02-84. Расчетный расход воды на тушение пожаров в населенных пунктах определяют по табл. 5, а на промышленных предприятиях – по табл. 7, 8. Для промышленного предприятия определяют расход воды для тушения пожаров в отдельных зданиях.

Расчетное число одновременных пожаров для объединенного противопожарного водопровода населенного пункта и расположенного вне населенного пункта промышленного предприятия или сельскохозяйственного производственного комплекса принимают в зависимости от площади территории предприятия и числа жителей в населенном пункте.

При нескольких промышленных предприятиях и одном населенном пункте расчетное число одновременных пожаров принимают в каждом отдельном случае по согласованию с органами Государственного надзора.

Расчетная продолжительность тушения пожара принимается 3 часа. Расчетный расход на пожаротушение должен быть обеспечен при наибольшем расходе на другие нужды.

Максимальный срок восстановления неприкосновенного противопожарного расхода, хранящегося в резервуарах, составляет 1 – 2 сут.

Потребление воды населением в течение года неравномерно. Так, летом ее расходуется больше, чем зимой, в предвыходные дни больше, чем в остальные дни недели. Отношение суточного расхода в дни наибольшего водопотребления $Q_{\max}^{сут}$ к среднему суточному расходу $Q_{ср}^{сут}$ называют коэффициентом суточной неравномерности водопотребления

$$K_{сут} = Q_{\max}^{сут} / Q_{ср}^{сут}, \quad (3.1)$$

Величина $K_{сут}$ зависит от степени благоустройства зданий. С увеличением степени благоустройства коэффициент суточной неравномерности уменьшается.

На промышленных предприятиях коэффициент суточной неравномерности хозяйственно-питьевого водопотребления принимают равным 1, т.е. считают, что водопотребление равномерно в течение года.

Коэффициент суточной неравномерности потребления производственной воды устанавливают технологи соответствующих производств.

В течение суток потребление воды также неравномерно: ночью оно меньше, чем днем. Колебания потребления воды по часам суток зависит от расчетного числа жителей. Чем меньше населенный пункт, тем эта неравномерность больше.

Отношение часового расхода в часы наибольшего (максимального) водопотребления $Q_{\max}^{час}$ к среднему часовому расходу называют коэффициентом часовой неравномерности водопотребления:

$$K_{ч} = Q_{\max}^{час} / Q_{ср}^{час}. \quad (3.2)$$

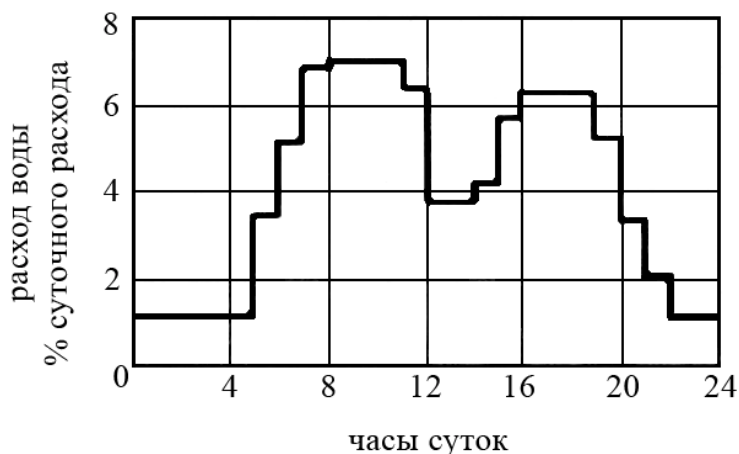


Рис. 3.4. Ступенчатый график водопотребления

Режим водопотребления, т.е. изменение расхода воды по часам суток, принято представлять в виде таблиц или графиков (ступенчатый и интегральный). На рис. 3.4 приведен ступенчатый график водопотребления. Как видно из рис. 3.4, в течение суток вода расходуется неравномерно.

3.3. Определение расчетных расходов и свободного напора воды

Расчетные расходы. Сооружения водопровода должны иметь пропускную способность, достаточную для всего расчетного срока его действия. За *расчетный расход* принимают расход в часы максимального водоразбора суток с наибольшим водопотреблением.

Расчетный суточный расход (средний за год) расход воды, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяют по формуле

$$Q_{cp}^{cym} = q_u N / 1000, \quad (3.3)$$

где q_u – норма водопотребления, принимаемая [7, табл. 1];

N – расчетное число жителей.

Расчетные расходы в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, м³/сут, определяют по формулам:

$$Q_{max}^{cym} = K_{max}^{cym} Q_{cp}^{cym}, \quad (3.4)$$

$$Q_{min}^{cym} = K_{min}^{cym} Q_{cp}^{cym}, \quad (3.5)$$

где K_{max}^{cym} и K_{min}^{cym} – максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности, зависящие от степени благоустройства зданий, режима водопотребления по сезонам года и дням недели; $K_{max}^{cym} = 1,1 - 1,3$; $K_{min}^{cym} = 0,7 - 0,9$.

Расчетные часовые расходы, м³/ч, определяют по формулам:

$$q_{max}^{час} = K_{max}^{час} Q_{max}^{cym} / 24; \quad (3.6)$$

$$q_{min}^{час} = K_{min}^{час} Q_{min}^{cym} / 24, \quad (3.7)$$

где $K_{max}^{час}$ и $K_{min}^{час}$ – максимальный и минимальный коэффициенты часовой неравномерности, определяемые по формулам:

$$K_{max}^{час} = \alpha_{max} \beta_{max}; \quad (3.8)$$

$$K_{min}^{час} = \alpha_{min} \beta_{min}, \quad (3.9)$$

где α – коэффициент, зависящий от степени благоустройства зданий и режима работы предприятий;

$$\alpha_{max} = 1,2 - 1,4;$$

$$\alpha_{min} = 0,4 - 0,6;$$

β – коэффициент, зависящий от числа жителей в населенном пункте [7, табл. 2].

Расчетный расход воды на производственные нужды принимают по данным технологов.

Свободный напор. Напор в наружной водопроводной сети должен обеспечивать подачу воды с некоторым запасом (остаточным напором $h_{ост}$) в самую высокую и наиболее удаленную от наружной сети водоразборную точку внутри здания (рис. 3.5).

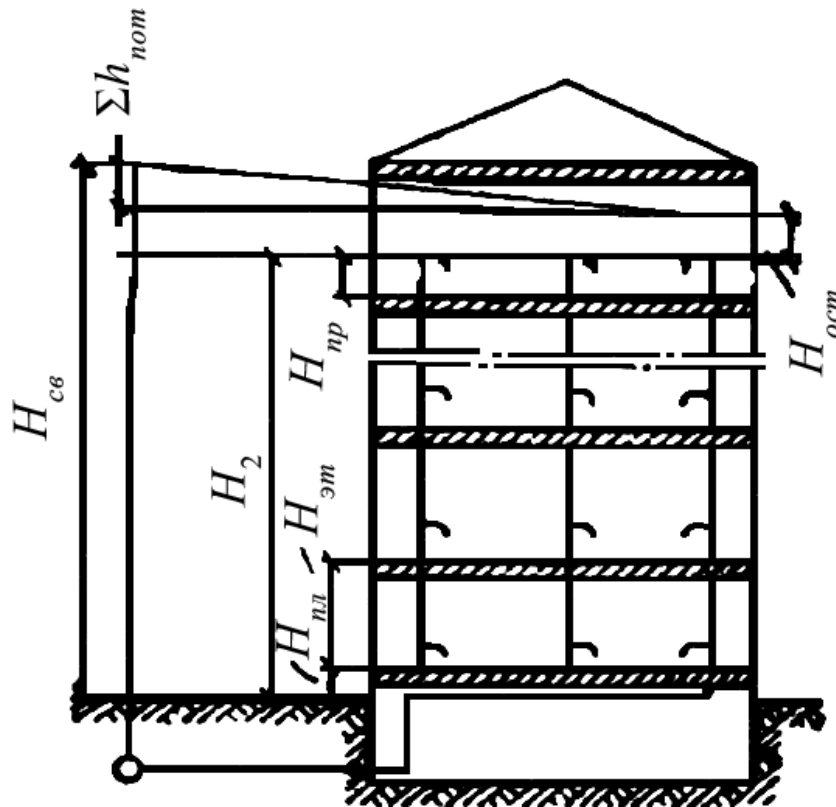


Рис. 3.5. Схема подачи воды из наружной сети в здание

Этот напор, м, называют свободным $H_{св}$ или необходимым:

$$H_{св} = H_2 + h_{пот} + h_{ост}, \quad (3.10)$$

где H_2 – геометрическая высота подачи воды, от поверхности земли до самой высокой водоразборной точки, м;

$h_{пот}$ – потери напора во внутренней сети, вводе и водомерном узле, м;

$h_{ост}$ – остаточный напор у диктующего прибора, м.

Геометрическую высоту подачи H_2 , м, определяют по формуле

$$H_2 = h_{нл} + (n - 1)h_{эт} + h_{пр}, \quad (3.11)$$

где $h_{нл}$ – превышение отметки пола 1-го этажа над поверхностью земли (планировочная высота);

n – число этажей в здании;

$h_{пр}$ – высота расположения диктующего прибора над полом.

Для предварительных расчетов свободный напор при одноэтажной застройке принимают равным 10 м, а при большей этажности прибавляют по 4 м на каждый дополнительный этаж. Свободный напор в наружной сети производственного водоснабжения назначают в соответствии с требованиями технологии производства. При отборе воды из системы городского водоснабжения на нужды пожаротушения допускается снижение свободного напора до 10 м в точках сети, наиболее неблагоприятно расположенных в отношении напоров (наиболее удаленные и высокорасположенные).

При устройстве на промышленных предприятиях специальных противопожарных водопроводов высокого давления требуемый свободный напор должен быть достаточным для создания струй воды при непосредственном ее заборе из пожарных гидрантов.

3.4. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

3.4.1. Подземные и поверхностные источники водоснабжения

К *подземным источникам* водоснабжения относятся подземные воды, образующиеся вследствие просачивания в землю атмосферных и поверхностных вод. Подземные воды могут быть безнапорными и напорными (артезианскими).

Безнапорные воды заполняют водоносные горизонты не полностью и имеют свободную поверхность. Примером безнапорных вод может служить вода в водоносных горизонтах, вскрытых колодцами K_1 и K_2 (рис. 3.6). Вода устанавливается в этих колодцах на уровнях, совпадающих с уровнями подземных вод. Безнапорные подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта (слой, вскрытый колодцем K_1 на рис. 3.6) называются грунтовыми. Грунтовые воды характеризуются повышенной загрязненностью, поэтому при использовании для целей водоснабжения их в большинстве случаев подвергают очистке.

Напорные (артезианские) воды заполняют водоносные горизонты полностью. Примером напорных вод может служить вода в водоносном горизонте, вскрытом колодцами K_3 и K_4 (рис. 3.6).

При откачке воды из колодца уровень ее снижается, при этом тем больше, чем интенсивнее откачка.

Артезианские воды, как правило, характеризуются высоким качеством и в большинстве случаев могут использоваться для хозяйственно-питьевых целей без очистки.

В колодце, вскрывающем напорный водоносный горизонт, вода поднимается до пьезометрической линии. Если пьезометрическая линия проходит выше поверхности земли, наблюдается излив воды из колодца (колодец K_3 на рис. 3.6). Такие колодцы называют самоизливающимися.

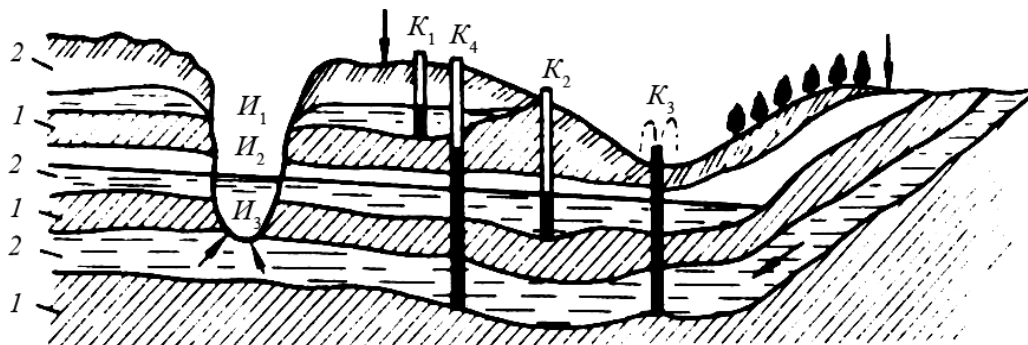


Рис. 3.6. Схема образования и залегания грунтовых вод:
1 – водоупорные породы; 2 – водоносные породы; $I_1 - I_3$ – источники (родники)

Уровень воды, устанавливающийся в колодце при отсутствии водоразбора, называют статическим. Статический уровень безнапорных вод совпадает с уровнем подземных вод, а напорных – с пьезометрической линией (рис. 3.7).

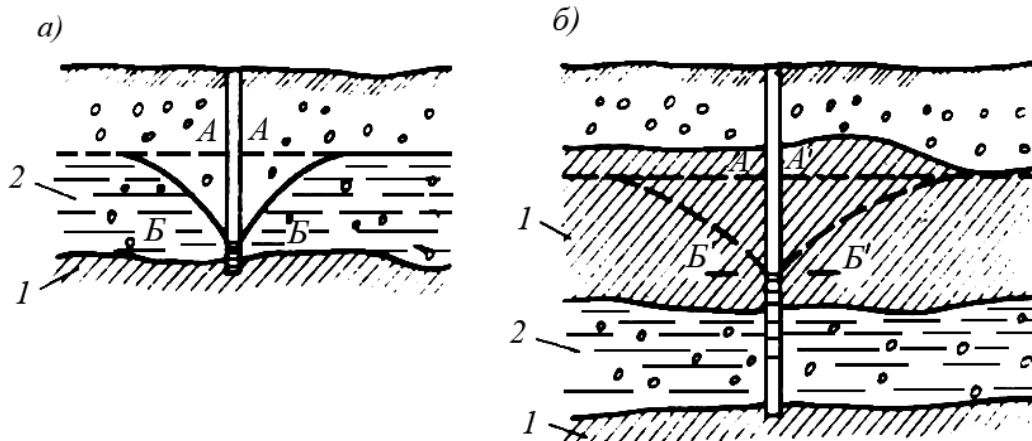


Рис. 3.7. Депрессионные воронки: *а* – безнапорных вод; *б* – напорных вод;
1 – водоупорные породы; 2 – водоносные породы; А-А – статический уровень;
 $A'-A'$ – пьезометрическая линия при отсутствии откачки; Б-Б и Б'-Б' – динамические уровни

При откачке воды из колодца уровень ее снижается, при этом тем больше, чем интенсивнее откачка. Такой уровень называют динамическим.

Уровень воды и пьезометрические линии, установившиеся вокруг колодцев при откачке из них воды, называют кривыми депрессии.

Область, ограниченную кривыми депрессии, называют депрессионной воронкой.

К *поверхностным источникам* водоснабжения относятся реки, водохранилища, озера и моря. Для рек характерно сезонное колебание расхода и качества воды. Водоохранилищам свойственны малая мутность, высокая цветность воды и наличие планктона в ней в летнее время. Качество воды в озерах характеризуется большим разнообразием. Морская вода может использоваться для целей промышленного водоснабжения, а при отсутствии пресных вод – и для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения после опреснения.

3.4.2. Сооружения для забора подземных вод

Выбор типа сооружений и схемы их размещения зависит от глубины залегания водоносного пласта, его мощности и водообильности, условий залегания, геологических и гидрогеологических условий. Сооружения, применяемые для захвата подземных вод, подразделяются на следующие группы: скважины, шахтные колодцы, горизонтальные водозаборы, лучевые водозаборы, каптаж источников.

Скважины (рис. 3.8), устраиваемые путем бурения, предназначены для приема как напорных, так и безнапорных подземных вод, залегающих на глубине более 30 м. Это наиболее распространенный тип водозаборных сооружений подземных вод. В рыхлых грунтах стенки скважин крепят обсадными трубами. Для предохранения скважины от попадания в нее частиц грунта из водоносного пласта ее, как правило, оборудуют фильтром (рис. 3.9). Тип фильтра и его конструкцию выбирают в зависимости от водоносной породы. После оборудования скважины фильтром производят опытную откачку для определения ее удельного дебита, что позволит в зависимости от требуемого расхода и мощности водоносного горизонта определить необходимое число скважин. Скважины располагают перпендикулярно направлению потока подземных вод. При самоизливающихся скважинах вода отводится самотеком в сборный резервуар, а затем перекачивается либо на очистные сооружения, либо потребителям. При глубоком залегании динамического уровня скважины оборудуют артезианскими насосами или эрлифтами. В зависимости от грунтовых условий над водозаборной скважиной устраивают павильон или камеру из кирпича, бетона или железобетона.

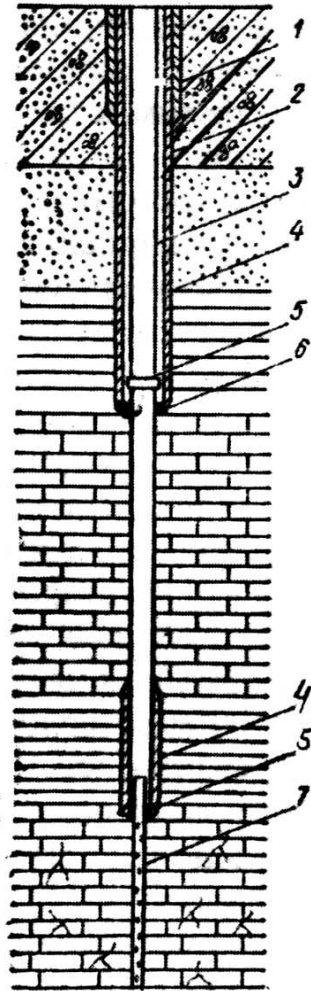


Рис. 3.8. Схема скважины:
1 – кондуктор; 2 – техническая колонна, обсадные трубы; 3 – эксплуатационная колонна; 4 – затрубная цементация; 5 – соединительная муфта; 6 – сальник; 7 – фильтровая колонна

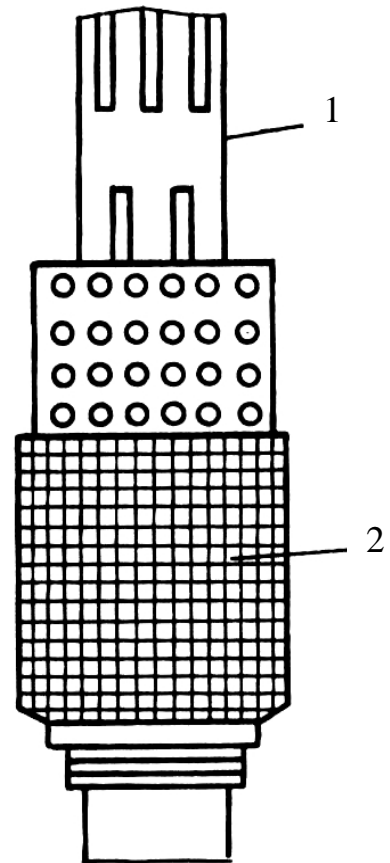


Рис. 3.9. Схема фильтра:
1 – стержневой фильтр (каркас); 2 – кожух из сетки квадратного сечения

Шахтные колодцы (рис. 3.10) применяют для забора воды из мало-мощных водоносных пластов, залегающих на глубине до 30 м от поверхности земли. Их выполняют из кирпича, бетона, железобетона, дерева и камня. Вода поступает в колодец через боковые отверстия, устраиваемые в стенках, и дно, засыпанное крупнозернистым материалом. Забор воды из шахтного колодца осуществляется с помощью сифонов или насосов. Для защиты колодца от попадания загрязнений и поверхностных стоков вокруг него устраивают отсыпку с мощением камнем, а также глиняный замок. Стенки колодца поднимают на 0,8 м над поверхностью земли. Сверху колодец закрывают крышкой.

При необходимости получения значительных количеств воды устраивают несколько колодцев, расположенных в ряд, перпендикулярно под-

земному потоку воды. Вода из каждого колодца поступает по трубопроводам в сборный колодец, откуда перекачивается в водонапорную башню или на очистные сооружения.

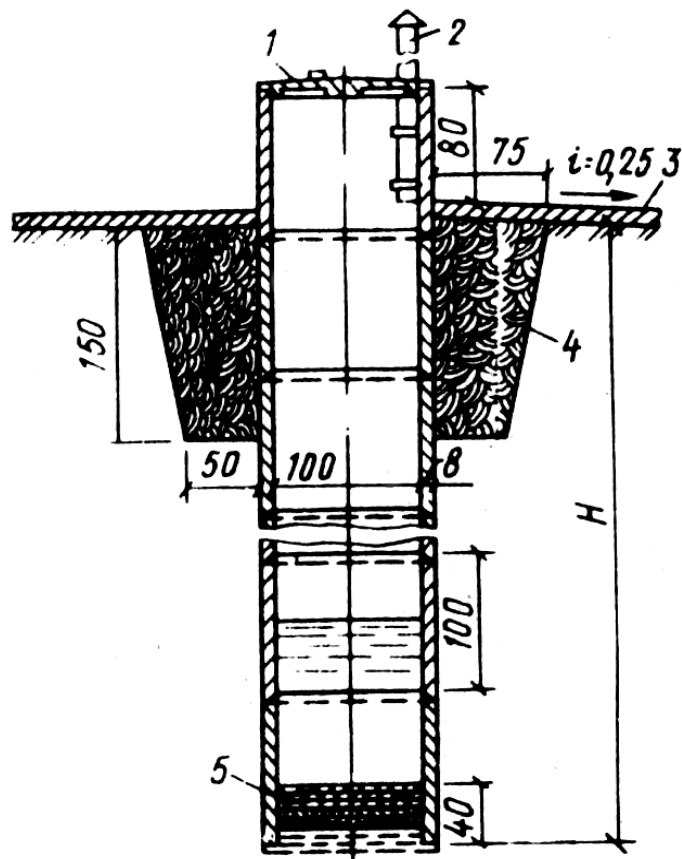


Рис. 3.10. Шахтный колодец из железобетонных колец: 1 – железобетонная крышка, 2 – вентиляционная асбестовая труба диаметром 150 мм; 3 – отмостка щебнем (слоем 10 см), втрамбованным в грунт; 4 – глиняный замок; 5 – обратный фильтр

Горизонтальные водозаборы (рис. 3.11) устраивают в пределах водоносного пласта на глубине 6 – 8 м при незначительной его мощности. Водосбор располагают перпендикулярно направлению движения грунтового потока с уклоном в сторону сборного колодца, откуда вода забирается насосами.

Для этих водозаборных сооружений используют перфорированные бетонные трубы круглого или овоидального сечения (рис. 3.12). Вокруг труб устраивают гравийно-песчаную обсыпку, которая предотвращает попадание в воду частиц грунта. При значительной длине водозабора через каждые 50 – 150 м устраивают смотровые колодцы, предназначенные для осмотра, очистки, вентиляции трубопроводов и взятия проб воды.

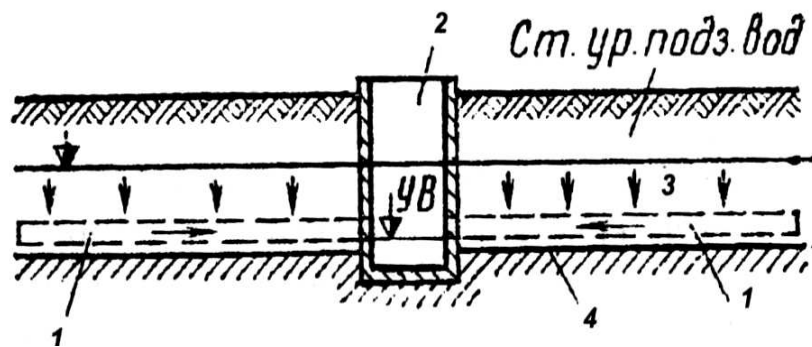


Рис. 3.11. Горизонтальный водозабор:
 1 – горизонтальные водосборы; 2 – сборный колодец;
 3 – водоносный пласт; 4 – водоупор

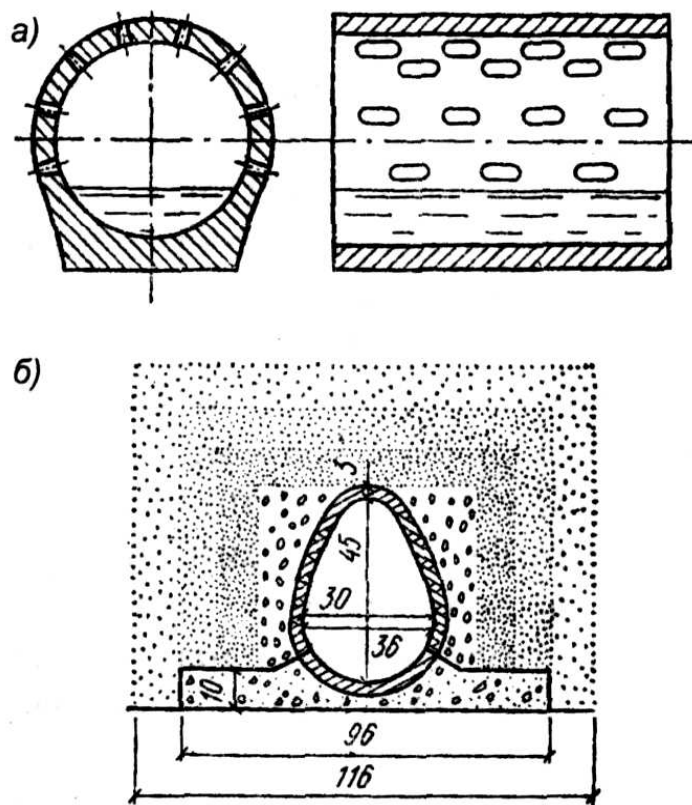


Рис. 3.12. Перфорированные бетонные трубы круглого (а) и овоидального сечения (б)

Лучевой водозабор применяют для забора подрусловых и подземных вод, не имеющих питание из открытых водоемов. Водозаборы этого типа предусматривают при залегании водоносных пластов на глубине не более 15 – 20 м.

Лучевой водозабор представляет собой разновидность шахтного колодца, оборудованного водоприемными фильтрами с дренами [5, с. 157].

Дрены располагают в водоносном слое радиально по отношению к колодцу. Их выполняют из перфорированных стальных труб, прокладываемых способом продавливания из сборного колодца. Лучевые водозаборы позволяют максимально использовать водоносные слои.

Для использования родниковой (ключевой) воды, отличающейся высокими показателями качества, применяют *каптажные сооружения* [5, с.158], которые представляют собой камеры типа шахтных колодцев, устраиваемых в месте выхода воды. Забор нисходящих потоков родниковой воды осуществляется через боковые стенки колодцев, в которых устраивают приемные отверстия. Эти отверстия с наружной стороны оборудованы фильтром из камней, гравия, песка, что препятствует попаданию в камеру наносов. Из колодцев вода по трубам отводится в запасной резервуар.

3.4.3. Сооружения для забора поверхностных вод

При проектировании сооружений, предназначенных для забора воды из поверхностных источников, необходимо знать их гидрогеологический режим и иметь данные геологических и топографических изысканий. Водозаборные сооружения должны обеспечивать получение наиболее простым и дешевым способом необходимых количеств наиболее чистой воды. Располагать их нужно как можно ближе к потребителю.

Речные водозаборные сооружения рекомендуется устраивать на участках реки, учитывая их обтекание и наименьшее стеснение русла реки, учитывая при этом опасность образования ледяных заторов, шугозажоров и внутриводного льда. Место забора воды, согласованное с органами санитарного надзора, должно иметь достаточную глубину и устойчивый берег. При устройстве водозаборных сооружений предусматривают мероприятия, обеспечивающие бесперебойную их работу и сохранность рыбы в водоеме.

С учетом особенностей источника и условий забора воды водозаборные сооружения могут быть подразделены на береговые, русловые и специальные.

Водозаборные сооружения берегового типа применяют при относительно крутом берегу и наличии глубин, обеспечивающих условия забора воды. Их располагают на склоне берега с приемом воды непосредственно из русла реки. Водоприемники этих водозаборов бывают двух видов: раздельные (рис. 3.13, а) и совмещенные с насосной станцией (рис. 3.13, б). Совмещение насосной станции I подъема и водоприемного сооружения предусматривается в зависимости от амплитуды колебания воды в источнике, всасывающей способности устанавливаемых насосов, геологических и гидрогеологических условий.

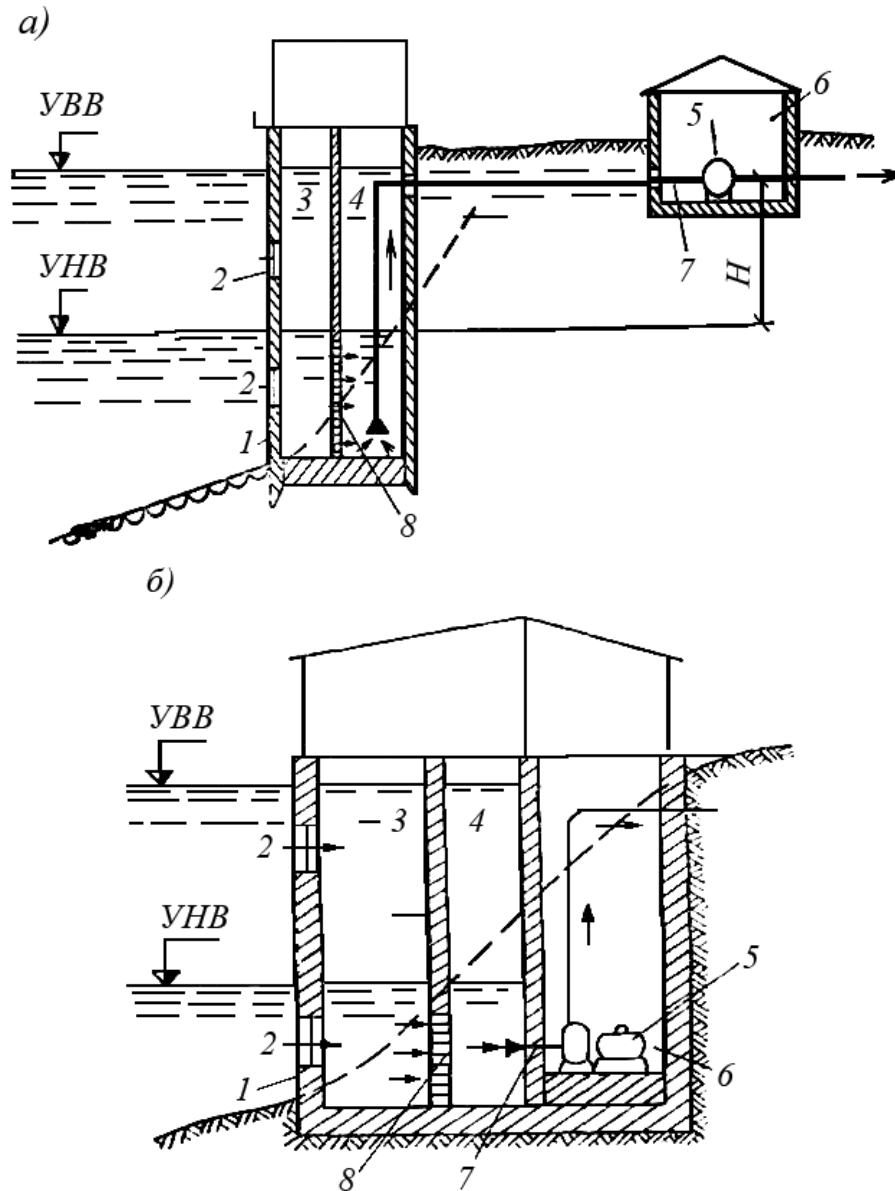


Рис. 3.13. Водоприемники берегового типа: *а* – раздельный; *б* – совмещенный; 1 – водоприемный колодец; 2 – входные окна; 3 – приемная камера; 4 – всасывающая камера; 5 – насосы; 6 – машинный зал; 7 – всасывающие трубопроводы; 8 – сетки

Водоприемники совмещенного типа состоят из водоприемного колодца 1 с входными окнами 2, оборудованными решетками для задержания относительно крупных предметов. Водоприемное отделение разделено стенкой на две камеры: приемную 3 и всасывающую 4. В стенке имеются окна 8, перекрытые сетками с мелкими ячейками, для задержания планктона, водорослей, мелкого сора и т.п. Проходя через решетки и сетки, вода подвергается механической очистке. Вода, прошедшая через сетки, забирается насосами 5, установленными в машинном зале 6, через всасывающие трубы 7 и подается на очистку или потребителю.

Для обеспечения бесперебойной работы водоприемника он разделен перегородкой на секции. Размеры водоприемника определяют гидравлическими расчетами с учетом конструктивных и эксплуатационных соображений. Проектирование их ведется в тесной увязке с насосной станцией и подбором насосного оборудования.

Водозаборные сооружения руслового типа (рис. 3.14) применяют при относительно пологом берегу, когда требуемые для забора воды глубины находятся на большом расстоянии от берега. Водозабор состоит из оголовка 1, самотечных водоводов 2, берегового колодца 3 и насосной станции 4. Забор воды из реки производится через оголовок. Конструкция оголовка зависит от количества забираемой воды, глубины реки, ледовых условий, характера грунта и т.д. Существует три типа оголовков: затопленные, затапливаемые высокими водами и незатапливаемые.

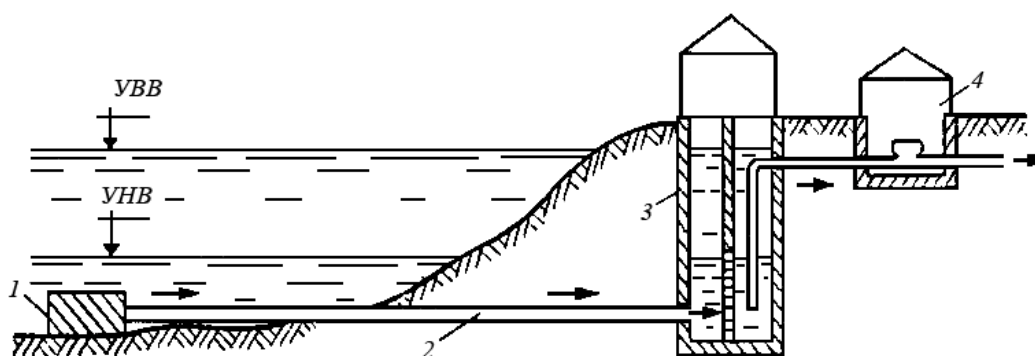


Рис. 3.14. Водоприемник руслового типа:

1 – оголовок; 2 – самотечная линия; 3 – береговой колодец; 4 – насосная станция

Самотечные водоводы соединяют оголовок с береговым колодцем. Число водоводов принимают равным числу секций оголовка, но не менее двух. Как правило, самотечные линии выполняют из стальных труб. Скорость движения воды в самотечных линиях принимается 0,7 – 1,5 м/с.

К специальным водозаборным сооружениям могут быть отнесены водоприемные ковши, передвижные и плавучие водозаборы, а также сооружения по забору воды из водохранилищ, горных рек и морей.

Водоприемный ковш представляет собой искусственный залив, образованный дамбой. Применяют их для борьбы с шугой и для частичного осветления воды.

Плавучие водозаборные сооружения применяют для временного водоснабжения в условиях значительных колебаний уровня воды в источнике.

Учитывая особенности режима течения горных рек, требуется применять специальные конструкции водоприемников. При заборе воды из водохранилищ и морей необходимо учитывать воздействие ветровых волн, явление сгона и нагона воды, береговые течения, ледовые явления и т.д.

3.5. Наружная водопроводная сеть

3.5.1. Схемы трассировки водопроводных сетей

Для транспортирования воды от источников к объектам водоснабжения служат водоводы. Их выполняют из двух или более ниток трубопроводов, укладываемых параллельно друг другу. Для подачи воды непосредственно к местам ее потребления (жилым зданиям, цехам промышленных предприятий) служит водопроводная сеть. При трассировании линий водопроводной сети необходимо учитывать планировку объекта водоснабжения, размещения отдельных потребителей воды, рельеф местности и т.д.

По конфигурации водопроводные сети бывают тупиковые (разветвленные) (рис. 3.15, а) и кольцевые (рис. 3.15, б). Тупиковые сети выполняют для небольших объектов водоснабжения, допускающих перерывы в снабжении водой. Эти сети целесообразны при непосредственном потреблении воды в отдаленных друг от друга точках сети. Кольцевые водопроводные сети выполняют при необходимости бесперебойного водоснабжения, что гарантируется в данном случае возможностью двухстороннего питания водой любого потребителя.

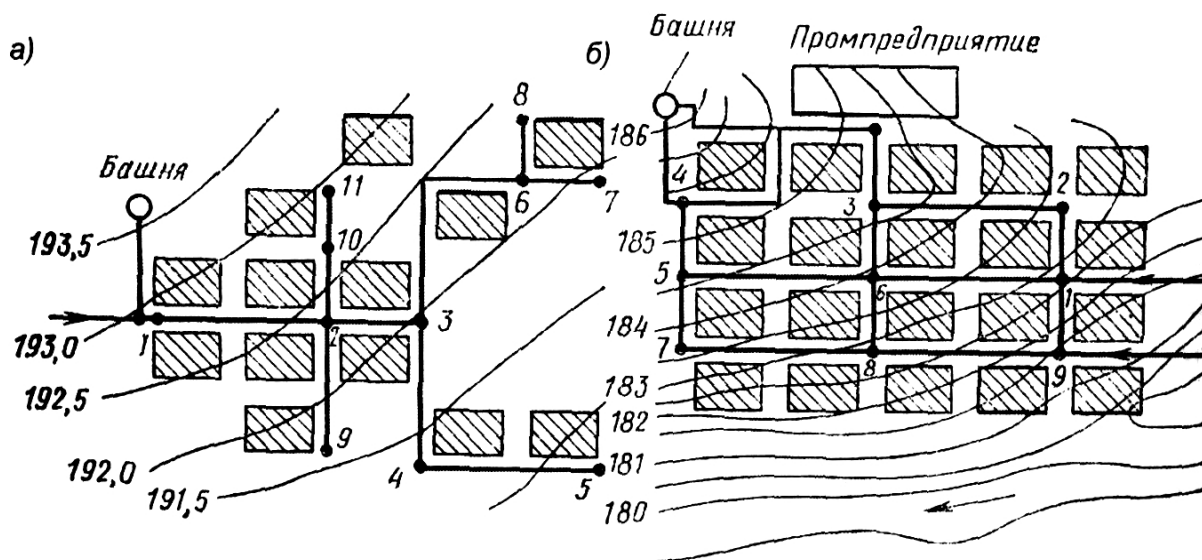


Рис. 3.15. Конфигурация сети: а – тупиковая; б – кольцевая

Для городских и производственных водопроводов, как правило, устраивают кольцевые сети. При проектировании и гидравлическом расчете все линии сети условно разделяются на магистральные и распределительные.

3.5.2. Трубы и арматура, применяемые для устройства водопровода

Для устройства наружного водопровода применяют трубы чугунные, стальные, асбестоцементные, железобетонные, пластмассовые и др.

Чугунные трубы выпускают двух типов: по ГОСТ 9583-75 диаметром 65 – 1200 мм на рабочее давление 1,0 МПа с раструбным стыковым соединением, которое уплотняют канатной прядью и заделывают цементным раствором, и по ГОСТ 21053-75 диаметром 65 – 300 мм на рабочее давление до 2,0 МПа со стыковым соединением под резиновые уплотнительные манжеты.

Чугунные трубы с противокоррозийным покрытием, выполняемым на заводах, долговечны и наиболее широко применяются при устройстве водопроводов. Недостатком чугунных труб является плохое сопротивление динамическим нагрузкам и сравнительно большой расход металла.

В необходимых случаях для устройства наружных водопроводов применяют *стальные трубы* следующих сортов: электросварные прямшовные (ГОСТ 10704-91, ГОСТ 10706-76 и ГОСТ 10705-80) и со спиральным швом (ГОСТ 8696-74); водогазопроводные по ГОСТ 3262-75 и др.

Соединение стальных труб осуществляется на сварке. Фасонные части к ним изготавливают из вырезаемых по шаблонам и свариваемых между собой отрезков труб.

С целью предохранения стальных труб от коррозии с наружной стороны их покрывают битумно-резиновой изоляцией, а также используют метод катодной защиты.

Асбестоцементные трубы (ГОСТ 539-80) изготавливают заводским способом на рабочее давление 0,6 – 1,5 МПа диаметром до 500 мм. Асбестоцементные трубы прочны, стойки по отношению к коррозии, отличаются малой теплопроводностью, имеют небольшую массу и гладкие стенки. Недостаток асбестоцементных труб заключается в их малой сопротивляемости ударам и динамическим нагрузкам.

Трубы стыкуются с помощью асбестоцементных и чугунных муфт на резиновых уплотнителях.

Для устройства водопроводов применяют *железобетонные трубы* диаметром 500 – 1600 мм (ГОСТ 12586-74 и ГОСТ 16953-78), имеют гиб-

кое раструбное стыковое соединение. Герметичность стыкового соединения обеспечивается применением резинового уплотнительного кольца круглого сечения.

Для наружных сетей водоснабжения применяют *пластмассовые напорные трубы* из полиэтилена низкой и высокой плотности (ГОСТ 18599-83), поливинилхлорида (ТУ-19-231-83) и полипропилена (ТУ 38-102-100-89) диаметром до 230 мм на рабочее давление до 1,0 МПа. Соединяют трубы путем сварки и склеивания.

Для нормальной эксплуатации водопроводной сети на ней устанавливают следующую арматуру: запорно-регулирующую (задвижки, вентили), водоразборную (водоразборные колонки, краны, пожарные гидранты) и предохранительную (предохранительные клапаны и воздушные вантузы).

Задвижки служат для регулирования распределения расходов воды по сети и отключения участков сети для осмотра и ремонта. Применяемые на практике задвижки подразделяют на параллельные и клинковые. В местах расположения задвижек на сети обычно устраивают смотровые колодцы.

Водоснабжение поселков и зданий, не оборудованных внутренним водопроводом, осуществляется через водоразборные колонки.

Для забора воды из сети с целью пожаротушения применяют *гидранты*. Гидранты устанавливают в смотровых колодцах на фасонных частях (пожарных подставках). Расстояние между гидрантами на сети должно быть не более 150 м.

Скопление воздуха в водопроводной сети нарушает ее работу. Для выпуска воздуха в возвышенных точках сети устанавливают *вантузы*.

В пониженных местах сети устраивают выпуски, представляющие собой патрубки, примыкающие к нижней части труб. На выпусках устанавливают задвижки. Выпуски служат для опорожнения труб и отвода воды при промывке.

На водопроводной сети устанавливают также *предохранительные клапаны*, исключающие повышение давления сверх допустимого, обратные клапаны, допускающие движение воды только в одном направлении, и *редукционные клапаны*, служащие для понижения давления на отдельных участках сети.

3.6. Водонапорные и регулирующие устройства

3.6.1. Водонапорные башни

Водонапорные башни необходимы для сглаживания режима работы насосной станции II-го подъема, определяемого режимом водопотребления. При значительной неравномерности водопотребления практически трудно либо невыгодно достичь совпадения потребления и подачи воды.

Регулирующий объем бака водонапорной башни определяют по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам работы насосов и водопотребления.

Графический расчет выполняют путем построения интегральной кривой водопотребления и графика подачи воды насосами (рис. 3.16).

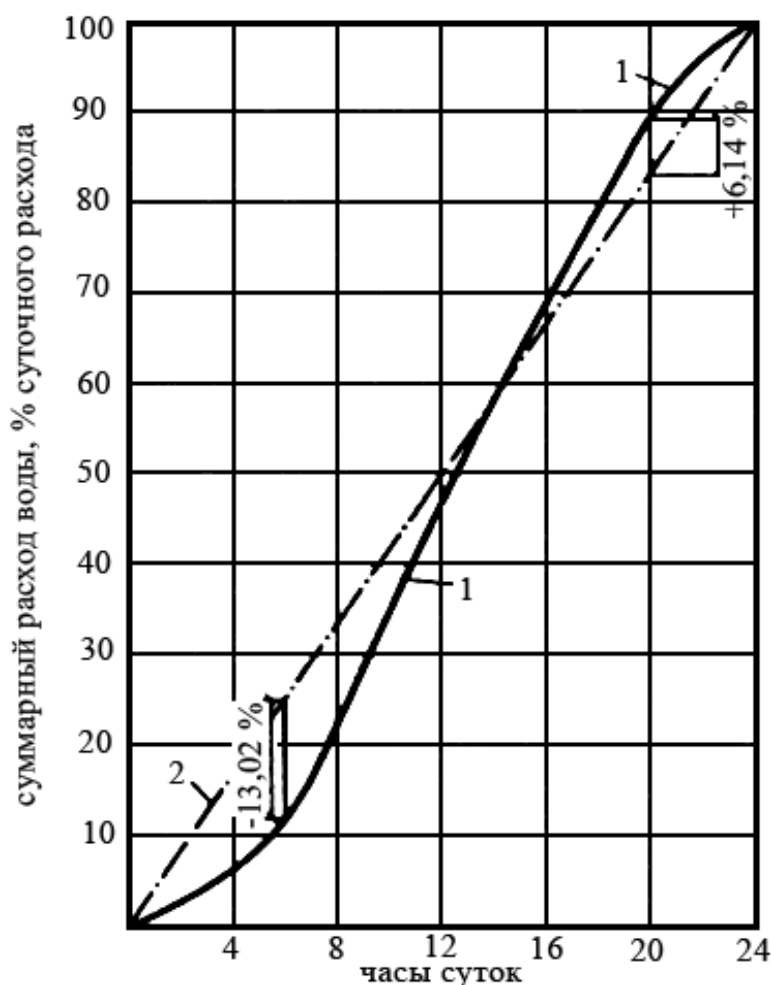


Рис. 3.16. Интегральный график водопотребления (1) и подачи воды насосами (2)

Регулирующий объем бака равен сумме наибольших разностей ординат между кривыми 1 и 2. При равномерной работе насосов эта сумма состав-

ляет $13,02 + 6,14 = 19,16$ % суточного расхода. В баке водонапорной башни должен храниться, кроме того, запас воды для тушения пожара в первые минуты после его возникновения. Таким образом, объем бака водонапорной башни должен равняться:

$$V = V_p + V_n, \quad (3.12)$$

где V_p – регулирующий объем бака;

V_n – запас воды для тушения одного внутреннего и одного наружного пожара в течение 10 мин.

Водонапорная башня состоит из водонапорного бака, поддерживающей конструкции (ствола) и утепляющего шатра вокруг бака (рис. 3.17). В районах с мягким климатом шатры можно не устраивать, но в этом случае бак должен иметь перекрытие. Вода в бак подается по трубе 1 на отметку, соответствующую наибольшему наполнению.

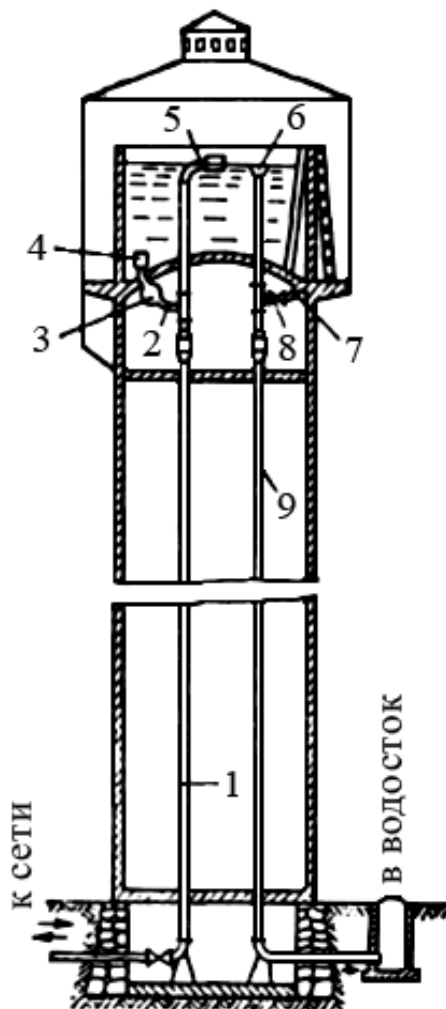


Рис. 3.17. Схема оборудования водонапорной башни трубопроводами

На конце трубы установлен поплавковый клапан 5 для автоматического закрытия подающей трубы при наполнении бака. Из бака вода отводится по трубам 1 и 2. Труба 2 оборудована обратным клапаном 3, препятствующим поступлению по ней воды в бак. Конец трубы 2 с сеткой 4 расположен на некоторой высоте над дном с тем, чтобы не происходило засасывания осадка, который может скапливаться на дне бака. Задвижка 10 предназначена для отключения водонапорной башни от сети. К переливной трубе 9 с воронкой 6 присоединена грязевая труба 7 с задвижкой 8, предназначенная для удаления скапливающегося на дне бака осадка и отвода воды при его промывке.

Водонапорный бак оборудуют уровнемером с сигнализацией на насосную станцию II-го подъема. Для возможности осмотра бака снаружи и внутри устанавливают лестницы.

Размеры ствола башни в плане определяются размерами опорной части бака. Расстояние между стенками шатра и бака должно составлять около 0,7 м.

Водонапорные башни бывают железобетонные, кирпичные, металлические.

3.6.2. Резервуары чистой воды

Резервуары в системах водоснабжения используются как регулирующие емкости. Одновременно в них могут храниться противопожарные и аварийные запасы воды. Если рельеф местности позволяет располагать резервуары на достаточно высоких отметках, они могут служить напорными емкостями; если воду из резервуаров необходимо перекачивать к потребителю, то они называются безнапорными. Объем резервуаров зависит как от их назначения, так и от производительности системы водоснабжения. Объем резервуаров, устанавливаемых вместо башен, определяется по тем же принципам, что и регулирующие объемы водонапорных башен.

Регулирующий объем V_p резервуаров чистой воды, находящихся на территории очистных сооружений, определяют по совмещенным графикам работы насосов насосных станции I и II подъемов. Этот объем необходим для согласования работы в равномерном режиме насосной станции I подъема и очистных сооружений с работой в неравномерном режиме насосной станции II подъема.

В резервуаре чистой воды хранится также запас воды, необходимый для технологических нужд очистной станции V_ϕ , и запас воды для целей пожаротушения V_n . Тогда суммарный объем резервуара чистой воды составит

$$V = V_p + V_\phi + V_n. \quad (3.13)$$

Величина V_ϕ , определяемая технологическими расчетами, обычно составляет 2 – 8 % суточной производительности. Противопожарный объем V_n назначают из условия длительности пожара в течение 3 ч. В этот период насосы будут забирать из резервуара пожарный расход $Q_{нож}$ и максимальный хозяйственно-питьевой расход $Q_{х.н.}$. Одновременно с этим в резервуар будет поступать вода от очистных сооружений в количестве Q_1 . Тогда противопожарный объем при трехчасовом запасе:

$$V_n = 3Q_{нож} + \sum Q_{х.н.} - 3Q_1, \quad (3.14)$$

где $\sum Q_{х.н.}$ – суммарный расход в период наибольшего водопотребления в течение 3 ч (в соответствии с графиком водопотребления).

На рис. 3.18 приведена схема оборудования трубопроводами резервуара чистой воды фильтровальной станции. По трубе 1 вода подается в резервуар, а через трубу 3 разбирается. Кроме того, резервуар оборудуется переливной трубой 2 и грязевой трубой 4. При двух и большем числе резервуаров между ними устраивают камеры переключения, в которых размещают узлы с арматурой, образуемые ответвлениями труб к отдельным резервуарам.

Резервуары выполняют преимущественно из железобетона. При объеме до 2000 м³ железобетонные резервуары сооружают круглой формы в плане, а при большем объеме – прямоугольной.

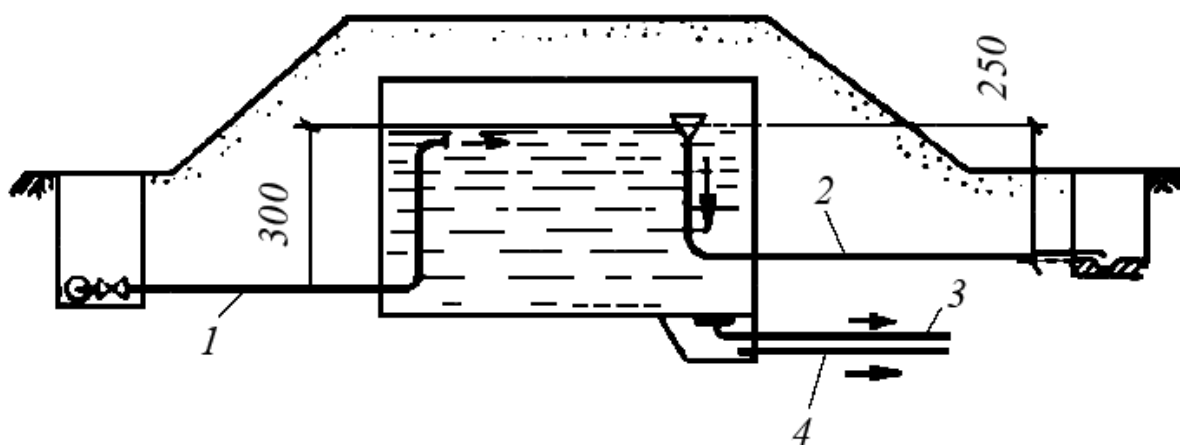


Рис. 3.18. Схема оборудования трубопроводами резервуара чистой воды

3.7. Водоподъемные устройства

3.7.1. Центробежные насосы

В централизованных системах водоснабжения наиболее широко применяют центробежные насосы (рис. 3.19). Основным рабочим элементом центробежного насоса является рабочее колесо 1 с изогнутыми лопастями 2, расположенное на валу внутри корпуса 3. Корпус насоса соединен со всасывающим 4 и нагнетательным 5 трубопроводами. Перед пуском насоса его корпус и всасывающий трубопровод заполняют жидкостью. При вращении рабочего колеса жидкость, находящаяся между лопастями, под действием центробежной силы отбрасывается к периферии, выходит в спиральную камеру и далее в нагнетательный трубопровод. В центральной части насоса перед входом в рабочее колесо возникает разрежение, и вода под действием атмосферного давления направляется из источника по всасывающему трубопроводу в насос.

Центробежные насосы классифицируются по напору, числу рабочих колес, расположению вала, виду перекачиваемой жидкости и другим признакам. Для нормальной работы центробежных насосов необходимо, чтобы вакуум во всасывающем патрубке не превышал определенной величины, называемой допустимой вакуумметрической высотой всасывания $H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$, которая обычно не превышает 6 – 7 м.

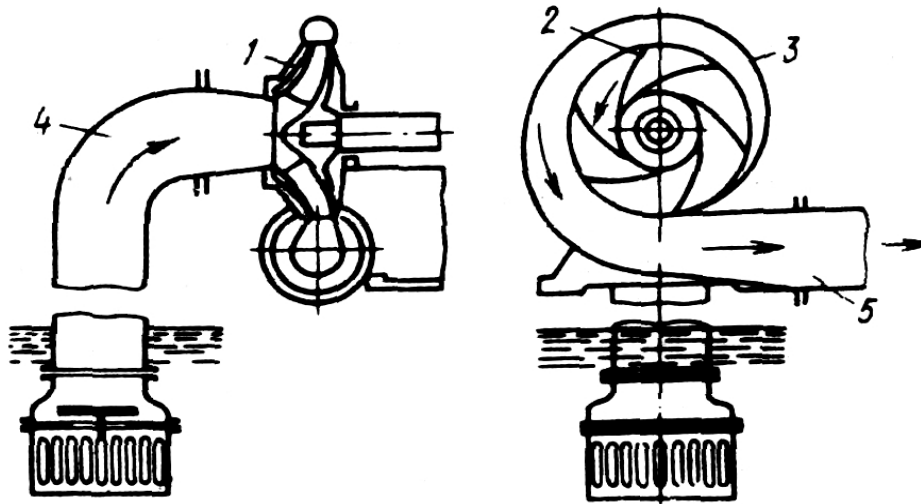


Рис. 3.19. Схема центробежного насоса

Высотное расположение насоса по отношению к уровню воды в источнике характеризуется геометрической $H_{\text{г.вс.}}$ и $H_{\text{вак}}$ вакуумметрической высотой всасывания. Вакуумметрическая высота всасывания определяется по формуле

$$H_{\text{вак}} = (P_{\text{атм}} - P_{\text{вак}}) / \rho g, \quad (3.15)$$

где $P_{\text{атм}}$ и $P_{\text{вак}}$ – атмосферное и вакуумметрическое давление.

Геометрическая и вакуумметрическая высоты связаны соотношением:

$$H_{\text{вак}} = H_{\text{г.вс.}} + h_{\text{н.вс.}} + \frac{v^2}{2g}, \quad (3.16)$$

где $h_{\text{н.вс.}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе.

Для нормальной работы насоса необходимо, чтобы $H_{\text{вак}} \leq H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$.

Полный напор, развиваемый центробежным насосом (рис. 3.20), определяется по формуле

$$H = H_{\text{г.вс.}} + H_{\text{г.н.}} + h_{\text{н.вс.}} + h_{\text{н.н.}} = H_{\text{г}} + \sum h_{\text{н}}, \quad (3.17)$$

где $H_{\text{г.н.}}$ – геометрическая высота нагнетания;

$h_{n.n.}$ – потери напора в напорном трубопроводе;

$$H_z = H_{z.вс.} + H_{z.н.}; \sum h_n = h_{n.вс.} + h_{n.n.}$$

Полезная мощность насоса, кВт, выражается соотношением:

$$N_n = \gamma QH / 1000, \quad (3.18)$$

где γ – удельный вес жидкости, н/м²;

Q – подача насоса, м³/с;

H – полный напор насоса, м.

Мощность на валу насоса (потребляемая мощность), кВт:

$$N = \gamma QH / (1000\eta), \quad (3.19)$$

где η – полный КПД насоса.

Полный КПД учитывает гидравлические, объемные и механические потери.

С уменьшением расхода, подаваемого насосом, изменяются развиваемый им напор, потребляемая мощность на валу, КПД. Взаимосвязь между указанными величинами определяется кривыми $Q-H$, $Q-N$, $Q-\eta$, которые называются рабочими характеристиками насоса (рис. 3.21).

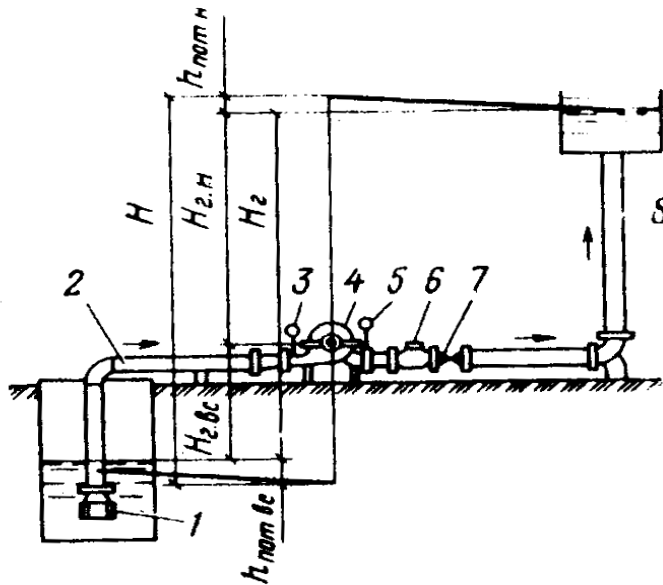


Рис. 3.20. Схема насосной установки: 1 – приемный клапан; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – вакуумметр; 4 – насос; 5 – манометр; 6 – обратный клапан; 7 – задвижка; 8 – напорный трубопровод

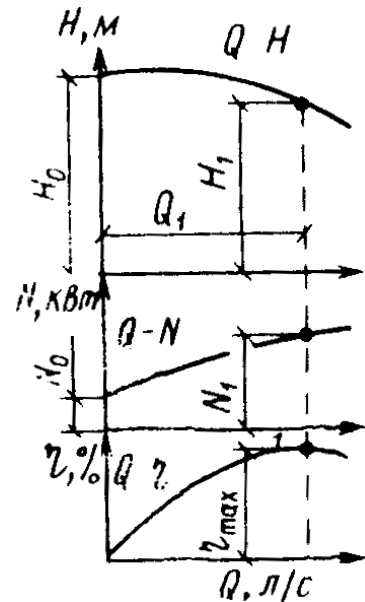


Рис. 3.21. Рабочие характеристики центробежного насоса

Точка 1 характеристики $Q - \eta$, называется оптимальной точкой, т.е. точкой отвечающей оптимальному режиму работы насоса.

Для определения оптимального режима работы насоса с заданным трубопроводом строят совместные характеристики насоса и трубопровода.

На рисунке 3.22 показана характеристика насоса $Q - H$. Проведя параллельно оси прямую CD на расстоянии H_2 от нее и прибавив к H_2 величину $\sum h_n$, соответствующие тем или иным значениям расхода Q , получим характеристику трубопровода CE . Точка 1 пересечения характеристик насоса и трубопровода, называемая рабочей точкой, характеризует подачу Q_1 , напор H_1 , КПД η_1 и мощность N_1 насоса, работающего на заданный трубопровод. Насос нужно подбирать таким образом, чтобы рабочая точка лежала в области наиболее высоких значений КПД.

Совместная работа центробежных насосов может быть как параллельной, так и последовательной.

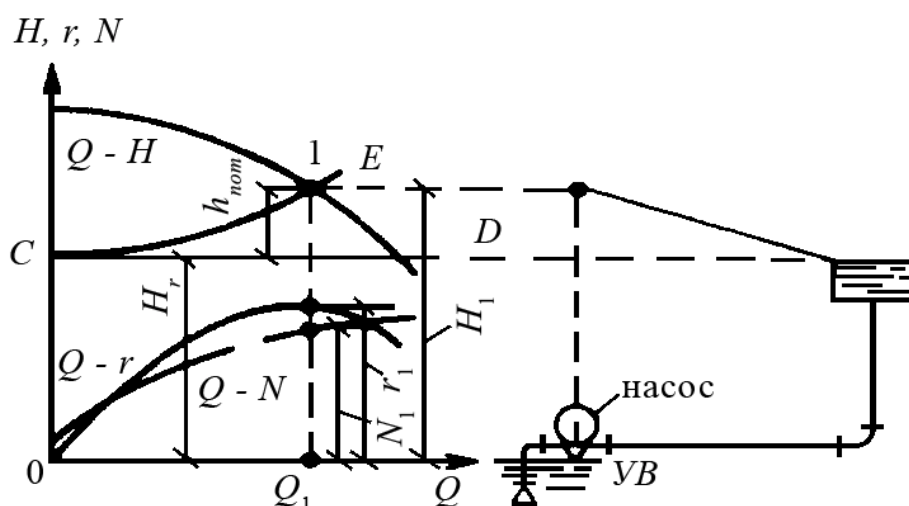


Рис. 3.22. Совместные характеристики насоса и трубопровода

3.7.2. Воздушные подъемники (эрлифты) и гидроэлеваторы

Для забора воды из скважин иногда применяют воздушные водоподъемники (эрлифты). Схема эрлифта, установленного в скважине, показана на рис. 3.23. В водоподъемную трубу 1 через форсунку 2 от компрессора подается сжатый воздух. Водовоздушная смесь поднимается по водоподъемной трубе и изливается в приемный бачок. При работе эрлифта уровень воды в скважине понижается от положения $a-a$ (статический уровень) до положения $b-b$ (динамический уровень).

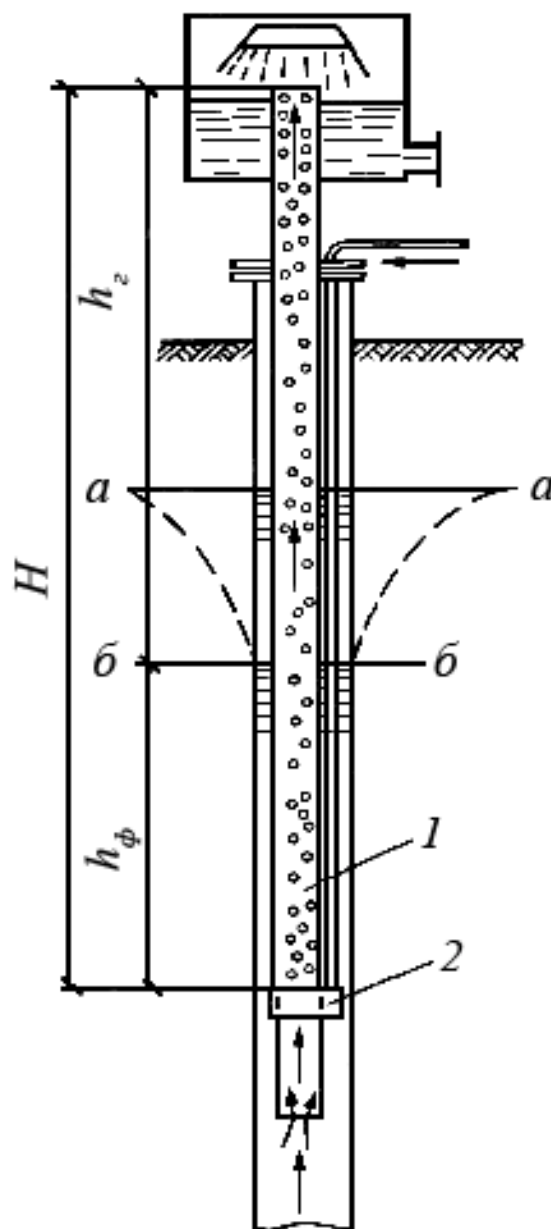


Рис. 3.23. Схема воздушного водоподъемника (эрлифта)

Действие гидроэлеватора основано на принципе передачи кинетической энергии от одного потока жидкости другому, обладающему меньшей кинетической энергией.

В гидроэлеваторе (рис. 3.24) вода под напором подается по трубе 1, проходит сужение 2 и поступает в смесительную камеру 3, в которой из-за большой скорости потока в сужении создается давление, меньше атмосферного (вакуум). В результате вода из резервуара 4 под действием атмосферного давления на ее поверхности поднимается по трубе 5 в камеру 3,

откуда направляется в диффузор, где скорость потока уменьшается и увеличивается статический напор его, благодаря чему вода перемещается по напорному трубопроводу 6.

Гидроэлеваторы применяют для откачки воды из колодцев, скважин, траншей и т.д., а также для транспортирования смеси твердых частиц с жидкостью (пульпы).

В зависимости от области применения гидроэлеваторы имеют различные конструктивные оформления.

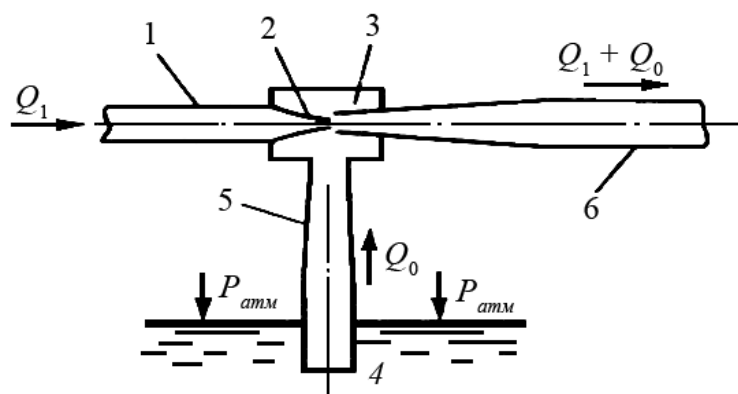


Рис. 3.24. Схема водоструйного насоса (гидроэлеватора)

3.7.3. Водопроводные насосные станции

По назначению и расположению в схеме водоснабжения насосные станции можно подразделить на станции I и II подъемов, повысительные и циркуляционные.

Насосные станции I подъема подают воду из источника водоснабжения на очистные сооружения или, если не требуется очистка воды, непосредственно в распределительную сеть, водонапорную башню и другие сооружения. Насосные станции II подъема предназначены для подачи воды от очистных сооружений к потребителям. Повысительные насосные станции предназначены для повышения напора в водопроводной сети. Циркуляционные насосные станции устраивают в промышленных системах водоснабжения; они служат для подачи отработавшей воды на охлаждающие устройства и возврата этой воды на предприятие.

По расположению оборудования насосные станции могут быть наземные, заглубленные и глубокие.

В зависимости от применяемого насосного оборудования устраивают станции с горизонтальными центробежными насосами, вертикальными центробежными насосами и т.д.

По характеру управления насосные станции могут быть с ручным, автоматическим и дистанционным управлением.

В здании насосной станции размещают насосные агрегаты с двигателями, коммуникации, арматуру, контрольно-измерительную аппаратуру и т.д.

Основным фактором, влияющим на выбор схемы компоновки и конструктивных решений насосной станции I подъема, является размещение водозаборного сооружения по отношению к насосной станции. Они могут быть совмещенными и раздельными.

Режим работы насосов станции II подъема зависит от графика водопотребления. Число насосных агрегатов на станции может быть различным в зависимости от графика работы насосной станции.

Все водопроводные линии в пределах насосной станции монтируют из стальных труб. На напорных линиях устанавливают задвижки и обратные клапаны, а на всасывающих линиях – задвижки.

3.8. Очистка и обеззараживание воды

3.8.1. Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству

Качество воды характеризуется ее физическими, химическими и бактериологическими свойствами. К физическим свойствам воды относятся ее температура, цветность, мутность, привкус и запах.

Температура воды поверхностных источников зависит от температуры воздуха, скорости движения воды и ряда других факторов. Она может изменяться в значительных пределах.

Под *цветностью* воды понимают ее окраску. Цветность выражают в градусах цветности по платинокобальтовой шкале. Один градус этой шкалы соответствует цвету 1 л воды, окрашенной 1 мг порошка платины.

Мутность определяется содержанием в воде взвешенных частиц и выражается в миллиграммах на литр (мг/л).

Вода источников может иметь различный *привкус и запах*.

Химические свойства воды характеризуются следующими показателями: активной реакцией, жесткостью, окисляемостью, содержанием растворенных солей.

Активная реакция воды определяется концентрацией водородных ионов. Обычно она выражается через рН. При $\text{pH} = 7$ – среда нейтральная; при $\text{pH} < 7$ – среда кислая, а при $\text{pH} > 7$ – среда щелочная.

Жесткость воды определяется содержанием в ней солей кальция и магния. Она выражается в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л). Различают жесткость карбонатную, некарбонатную и общую (их сумму). Карбонатная жесткость характеризует содержание в воде бикарбонатных и карбонатных солей кальция. Некарбонатная жесткость – содержание в воде некарбонатных солей кальция и магния.

Окисляемость обуславливается содержанием в воде растворенных органических веществ и может служить показателем загрязненности источника сточными водами.

Содержание в воде растворенных солей, мг/л, характеризуется плотным осадком.

Степень бактериологической загрязненности воды определяется числом бактерий, содержащихся в 1 см^3 воды.

Различают патогенные и сопрофитные бактерии. Для оценки степени загрязненности воды патогенными бактериями определяют содержание в ней кишечной палочки. Бактериальное загрязнение воды измеряют коли-титром и коли-индексом. Коли-титр – объем воды, см^3 , в котором содержится одна кишечная палочка. Коли-индекс – число кишечных палочек, содержащихся в 1 л воды.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды, определяются по ГОСТ 2874-82. Эти требования разделены на две группы.

Требования первой группы обязательны для всех хозяйственно-питьевых систем централизованного водоснабжения. К ним относятся следующие: запах и привкус не более 2 баллов, цветность не более 20° ; прозрачность по шрифту не менее 30 см; общая жесткость воды не более 10 мг-экв/л.

Требования второй группы должны соблюдаться при наличии в системе водоснабжения очистных сооружений. Эти требования заключаются в следующем: мутность осветленной воды не более 2 мг/л; содержание железа не более 0,3 мг/л; активная реакция рН при осветлении и умягчении воды не менее 6,5 и не более 9,5; содержание остаточного активного хлора не менее 0,3 и не более 0,5 мг/л.

Требования, предъявляемые к качеству производственной воды, зависят от характера производства.

3.8.2. Методы очистки воды

Метод очистки воды и состав очистных сооружений зависит от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, пропускной способности станции и местных условий. К наиболее распространенным методам очистки воды относятся осветление и обеззараживание.

Осветление может осуществляться отстаиванием воды в отстойниках, пропуском ее через взвешенный слой осадка в осветлителях и фильтрованием через зернистую загрузку в фильтрах. Для улучшения процесса отстаивания применяют коагулирование, т.е. вводят в воду химические реагенты (коагулянты), которые взаимодействуют с мельчайшими коллоидными частицами, находящимися в воде, образуют агрегаты слипшихся частиц в виде хлопьев, быстро выпадающих в осадок. Приготовление и дозирование реагента осуществляют на установках, входящих в состав так называемого реагентного хозяйства. Раствор коагулянта тщательно перемешивается с обрабатываемой водой в смесителе. Из смесителя вода направляется в камеру хлопьеобразования, а затем поступает в отстойник, где происходит ее осветление, т.е. выпадение хлопьев с адсорбированными на них взвешенными частицами. Если применяются осветлители со взвешенным осадком, то камера хлопьеобразования не устраивается.

Обеззараживание воды осуществляется с целью уничтожения бактерий, главным образом патогенных. Способами обеззараживания является хлорирование, озонирование и бактерицидное облучение.

Наиболее распространенные технологические схемы осветления и обесцвечивания воды приведены на рис. 3.25.

Иногда применяется *специальная обработка воды*. Так, подземные воды, которые содержат много железа и марганца, подвергаются обезжелезиванию и удалению марганца. Питательная вода котельных установок и ТЭЦ требует предварительного умягчения. Вода некоторых источников водоснабжения должна быть до подачи ее потребителям обессолена, т.е. из воды должны быть удалены растворенные в ней соли. Иногда из воды в процессе ее очистки необходимо удалять растворенные газы, т.е. проводить дегазацию.

Для предотвращения коррозии трубопроводов и аппаратуры, а также выпадения солей осуществляют стабилизацию воды путем добавления в нее химических реагентов.

Таким образом, очистная станция представляет собой комплекс сооружений, в которых вода подвергается очистке, приобретая качества и свойства, необходимые потребителю. Очистные сооружения, как правило,

располагают так, чтобы вода могла передаваться из одного сооружения в другое самотеком.

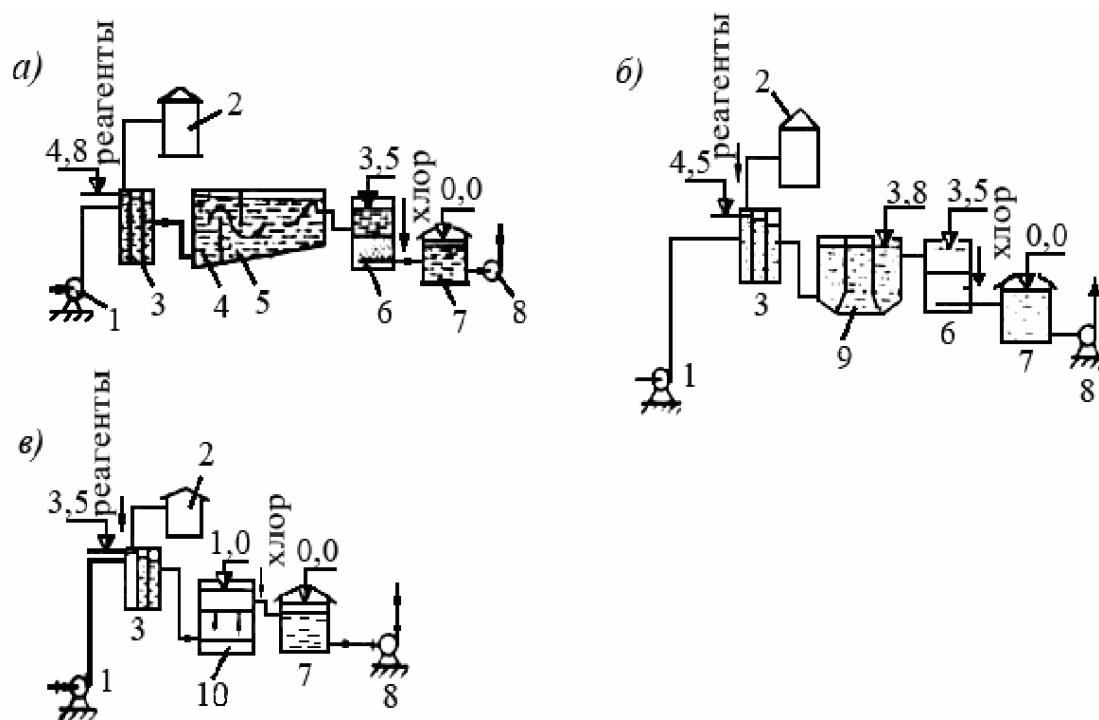


Рис. 3.25. Схемы осветления, обесцвечивания и обеззараживания воды с применением отстойников и фильтров (а), осветлителей и фильтров (б) и контактных осветлителей (в): 1 – насосная станция I подъема; 2 – реагентный цех; 3 – смеситель; 4 – камера хлопьеобразования; 5 – горизонтальный отстойник; 6 – фильтр; 7 – резервуар чистой воды; 8 – насосы II подъема; 9 – осветлитель со взвешенным слоем осадка; 10 – контактный осветлитель

3.8.3. Коагулирование и отстаивание воды

Для укрупнения мелкодисперсных коллоидных частиц с целью увеличения скорости их осаждения и способности задерживаться пористыми фильтрующими материалами применяют коагулирование.

Коллоидные частицы, обладают электрическим зарядом, взаимно отталкиваются, что препятствует их укрупнению. Для устранения этого препятствия в обрабатываемую воду, содержащую обычно отрицательно заряженные коллоидные частицы, вводят коагулянты, образующие положительно заряженные коллоиды. Взаимодействие тех и других коллоидных частиц приводит к нейтрализации их зарядов и образованию более крупных частиц в виде хлопьев. В качестве коагулянтов чаще всего применяют сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, сернокислое закисное железо $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ или хлорное железо $FeCl_3$.

В результате гидролиза этих солей образуются гидраты окисей алюминия или железа, представляющие собой обычно положительно заряженные коллоиды. Образующиеся при гидролизе водородные ионы связываются с присутствующими в воде бикарбонатными ионами. Если содержащихся в воде бикарбонатных ионов недостаточно, то для связывания выделяющихся при коагулировании ионов водорода к воде добавляют известь, соду или едкий натр. Доза коагулянта зависит от мутности и цветности воды и для природных вод обычно составляет примерно 20 – 50 мг/л.

Реагентное хозяйство. Наибольшее распространение имеет мокрый способ дозирования реагентов. При этом способе комья коагулянта загружают в растворный бак с водой, откуда после растворения коагулянт поступает в расходные баки, в которых приготавливается раствор определенной концентрации. Этот раствор направляется в дозировочный бачок, а из него подается в обрабатываемую воду.

Для ускорения процесса растворения коагулянта в растворенный бак подают сжатый воздух или пар, или же применяют механические мешалки.

Для ускорения процесса коагуляции в воду вводят флокулянты – полиакриламид или активную кремниевую кислоту.

Смесители. Для равномерного перемешивания коагулянта со всей массой воды служат смесители. Наибольшее распространение получили перегородчатые, дырчатые и вихревые смесители.

Камеры хлопьеобразования. В этих камерах происходит образование хлопьев в процессе плавного перемешивания обрабатываемой воды с раствором коагулянта. Вода в камере в течение 10 – 40 минут постепенно перемешивается от места впуска до выпуска. Скорость движения воды в камере должна быть такой, чтобы хлопья в ней не выпадали и не разбивались. Камеры хлопьеобразования бывают перегородчатые, лопастные, вихревые и др.

Отстойники. Процесс отстаивания основан на том, что при малых скоростях движения воды взвешенные в ней частицы под действием силы тяжести осаждаются на дно. Скорость осаждения частиц зависит от их размеров, формы, удельного веса и температуры воды.

Источники водоснабжения характеризуются различным содержанием в воде взвешенных частиц, т.е. имеют разную мутность. В связи с этим продолжительность отстаивания воды будет различной.

Осветляемая вода может двигаться в отстойнике в горизонтальном, вертикальном или радиальном направлении. В зависимости от направления потока различают отстойники горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Осветлители. Условия осветления воды значительно улучшаются при пропуске ее через слой взвешенного осадка. Частицы взвешенного способствуют большому укрупнению хлопьев коагулянта. Крупные хлопья могут задержать больше взвешенных частиц, содержащихся в осветленной воде. На этом принципе работают сооружения, называемые осветлителями со взвешенным осадком. Осветлители при равных объемах с отстойниками имеют более высокую производительность и требуют меньшего расхода коагулянта.

Для удаления воздуха, пузырьки которого могут взмучивать взвешенный осадок в осветлителе, воду предварительно направляют в воздухоотделитель. Осветлители со взвешенным осадком могут быть разных типов. Одним из наиболее распространенных является осветлитель коридорного типа.

3.8.4. Фильтрация воды

Обычно после осветления воды в отстойниках или осветлителях ее фильтруют. Для фильтрации воду пропускают через слой мелкозернистого фильтрующего материала, задерживающего содержащиеся в ней частицы мелкой взвеси. В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, гравий, дробленый антрацит и другие материалы.

Различают скорые, сверхскоростные и медленные фильтры. Скорые фильтры применяют при коагулировании воды, медленные – при обработке воды без коагулирования; сверхскоростные фильтры могут работать с коагулированием воды и без него.

Фильтры бывают открытые (безнапорные) и напорные (закрытые). Скорые фильтры чаще всего бывают открытые, сверхскоростные всегда напорные, медленные всегда открытые. Движение воды через безнапорные фильтры, заполненные до определенной отметки фильтрующей загрузкой, происходит под напором, создаваемым разностью отметок уровней воды в фильтре и на выходе из него. Движение воды через слой фильтрующей загрузки напорных фильтров происходит под напором, создаваемым насосами.

3.8.5. Обеззараживание воды

В современных очистных сооружениях обеззараживание воды производится во всех случаях, когда источник водоснабжения ненадежен с санитарной точки зрения. Обеззараживание может быть осуществлено путем хлорирования, озонирования, бактерицидного облучения.

Хлорирование. Для хлорирования используют хлорную известь или газообразный хлор.

При введении в воду хлорная известь распадается на гипохлорит кальция и хлористый кальций. Гипохлорит кальция реагирует с углекислотой или бикарбонатом кальция, находящимися в воде, образуя хлорноватистую кислоту, которая легко распадается с образованием атомарного кислорода, оказывающего бактерицидное действие. При введении в воду газообразного хлора образуется хлорноватистая и соляная кислота. Необходимый эффект хлорирования достигается в результате хорошего перемешивания и 30-минутного контакта хлора с водой. Такой контакт происходит в контактном резервуаре или трубопроводе, подающем воду потребителям.

Концентрация остаточного свободного хлора в воде, забираемой из резервуаров чистой воды, должна быть не менее 0,3 и не более 0,5 мг/л. На 1 л фильтрованной воды вводят 0,3 – 1 мг хлора, а на 1 л нефильтрованной речной – до 6 мг хлора.

Для дозирования хлора служат хлораторы. По принципу работы они делятся на вакуумные и напорные. Хлор доставляют на станцию в сжиженном виде в баллонах.

Озонирование. Сущность процесса обеззараживания воды озоном заключается в окислении бактерий атомарным кислородом, образующимся при распаде озона. Озон одновременно уменьшает цветность, запахи и привкусы воды.

Необходимая доза озона для вод подземных источников 0,75 – 1 мг/л, для фильтрованной воды – 1 – 3 мг/л.

Бактерицидное облучение. При обеззараживании воды этим методом используют ультрафиолетовые лучи, обладающие бактерицидными свойствами. Применяют его для обеззараживания небольших расходов воды подземных источников, а также фильтровальной воды поверхностных источников. В качестве источников излучения служат ртутно-кварцевые лампы высокого или низкого давления.

3.8.6. Специальная обработка воды

В зависимости от свойств воды источника водоснабжения или требований, предъявляемых потребителями к качеству воды, может потребоваться специальная ее обработка – умягчение, обезжелезивание, стабилизация, обессоливание, охлаждение и т.д.

Умягчение воды – процесс понижения ее жесткости, обусловленной наличием солей кальция и магния. Метод снижения жесткости воды выбирают исходя из требований к качеству умягчаемой воды и технико-экономических обоснований. В практике водоподготовки получили распространение следующие методы умягчения воды:

а) реагентный, когда ионы кальция и магния связываются химическими веществами в малорастворимые и легко удаляемые соединения – карбонат кальция и гидроксид магния. В зависимости от применяемого реагента различают известковый, содовый, едконатриевый, фосфатный способы умягчения воды;

б) катионитный, основанный на способности ионообменных материалов обменивать присутствующие в воде катионы кальция и магния на обменные катионы натрия или водорода, которыми предварительно заряжается катионит; обмен ионов натрия называется Na-катионированием, а ионов водорода – H-катионированием.

Обезжелезивание. Железо в природных водах может содержаться в виде двухвалентного железа, неорганических и органических коллоидов, а также в форме комплексных соединений двух- и трехвалентного железа или тонкодисперсной взвеси гидрата окиси железа.

Обезжелезивание воды производится при содержании в ней железа более 0,3 мг/л.

Методы обезжелезивания воды, расчетные параметры и дозы реагентов выбирают на основе результатов технологических изысканий, проведенных непосредственно из источника водоснабжения.

Обезжелезивание подземных вод производят фильтрованием в сочетании с одним из способов предварительной обработки воды: упрощенной аэрацией, аэрацией с использованием специальных устройств, введением окислителей.

Обезжелезивание воды поверхностных источников производят одновременно с ее осветлением и обесцвечиванием.

Стабилизация воды заключается в придании ей свойств, при которых она теряет способность вызывать коррозию и откладывать соли, препятствует биологическому обрастанию.

Стабилизация воды необходима в промышленных системах оборотного водоснабжения, когда из-за испарения воды в охладительных сооружениях в ней повышается концентрация солей. Для стабилизации воды применяют подкисление, рекарбонизацию, фосфотирование.

Подкисление воды заключается в добавлении в нее соляной или серной кислоты. При рекарбонизации в воду вводят уголекислоту для стабилизации содержащихся в ней карбонатов. При фосфотировании в воду добавляют фосфаты (гексаметафосфат натрия, тринатрийфосфат и суперфосфат). Фосфаты препятствуют образованию отложений в трубопроводах, кроме того, образуют на поверхности металла пленку, которая предотвращает развитие коррозии.

Для борьбы с биологическим обрастанием трубопроводов и оборудования в системах оборотного водоснабжения периодически применяют купоросование или хлорирование воды.

Обессоливание воды заключается в удалении из нее растворенных солей. Полное обессоливание необходимо, например, при подготовке питательной воды для котлов высокого давления. Частичное удаление растворенных солей называется опреснением.

Обессоливание воды может быть достигнуто одним из следующих методов: дистилляцией в испарителях (термический метод); ионным обменом (ионитовый метод); электродиализа (электрохимический метод) в многокамерных электродиализаторах с камерами, заполненными специальными смесями ионитов.

Охлаждение воды. В системах промышленного водоснабжения для охлаждения воды применяют охладительные пруды, брызгальные бассейны и градирни.

Охладительные пруды представляют собой искусственные водоемы, в которые сбрасывают нагревшуюся воду (в хвостовую часть) и из которых забирают охлажденную воду (из головной части). Охлаждение воды происходит вследствие испарения ее с поверхности и конвекции.

Брызгальные бассейны выполняют в виде прямоугольных водонепроницаемых резервуаров глубиной до 1,5 м. Нагревшуюся воду разбрызгивают по поверхности воды с помощью брызгал. При разбрызгивании происходит ее охлаждение.

Градирни бывают капельными и пленочными. Наиболее распространены градирни капельного типа. Нагревшуюся воду подают в верхнюю часть башни и по желобам разводят по всей ее площади. Ороситель представляет собой систему деревянных реек. Вода из желобов подается на розетки, разбрызгивается и стекает вниз. Холодный воздух поступает через окна в нижней части оросителя и поднимается вверх, охлаждая воду.

В пленочных градирнях вода обтекает тонкой пленкой больше поверхности оросителя.

РАЗДЕЛ 3. ВОДООТВЕДЕНИЕ (КАНАЛИЗАЦИЯ)

4.1. Система канализации и ее схема

4.1.1. Назначение канализации

Водопроводная вода, которая была использована в хозяйственных, производственных и других целях и получила при этом различные примеси (загрязнения), изменившие ее химический состав или физические свойства, называется сточной жидкостью. К категории сточных относятся и атмосферные воды, образующиеся в результате выпадения дождей и таяния снегов.

В зависимости от происхождения и качественной характеристики примесей сточные воды разделяют на хозяйственно-бытовые, производственные и атмосферные.

Хозяйственно-бытовые сточные воды по природе загрязнения делятся на поступающие от туалетов и загрязненные в основном физиологическими отбросами, и поступающие от раковин, умывальников, ванн, трапов, а также бань, прачечных, душей, после мытья помещений и др. Бытовые сточные воды характеризуются, в основном, содержанием органических загрязнений в разных фазово-дисперсных состояниях.

Производственные сточные воды образуются в результате загрязнения водопроводной воды при использовании ее в технологическом процессе.

Атмосферные сточные воды содержат преимущественно минеральные примеси. Относительные особенности дождевого стока – его эпизодичность и резкая неравномерность: в сухую погоду отсутствует, а в период ливней секундные расходы атмосферной воды могут в 50 – 150 раз превышать расходы бытовых вод с той же площади застройки города или населенного пункта.

Канализация представляет собой комплекс инженерных сооружений и мероприятий, предназначенных для следующих целей:

- а) приемка сточных вод в местах их образования и транспортирования их к очистным сооружениям;
- б) очистка и обеззараживание сточных вод;
- в) утилизация полезных веществ, содержащихся в сточных водах и их осадке;
- г) спуск очищенных вод в водоем.

Существует два вида канализации: вывозная и сплавная.

При организации *вывозной канализации* жидкие загрязнения собирают в приемники (выгребы) и периодически вывозят автомобильным транспортом на поля ассенизации для обработки или специальные места, согласованные с санитарными органами. Вывозную канализацию устраивают

лишь в небольших населенных пунктах, где применение другого вида канализации затруднительно. Вывозная канализация экономически нецелесообразна и не обеспечивает должного санитарного состояния территории.

При организации *сплавной канализации* сточные воды по подземным трубопроводам транспортируются на очистные сооружения, где они подвергаются интенсивной очистке преимущественно в искусственно созданных условиях, после чего сбрасываются в ближайшие водоемы.

Канализация состоит из следующих основных элементов: внутренних канализационных устройств зданий, наружной внутриквартальной и уличной канализационной сети, насосных станций, напорных трубопроводов, очистных сооружений и устройств для выпуска очищенных сточных вод в водоем.

Внутренняя и внутриквартальная канализационные сети рассмотрены в теме 2. Наружная уличная канализационная сеть представляет собой систему подземных трубопроводов, принимающих сточные воды от внутриквартальных сетей и транспортирующих их к насосным станциям, очистным сооружениям и в водоем (рис. 4.1).

Канализационные сети строят преимущественно самотечными. Для этого их прокладывают соответственно рельефу местности, разделяя всю канализуемую территорию населенного пункта на бассейны канализования. Бассейном канализования называют часть территории, ограниченную водоразделом.

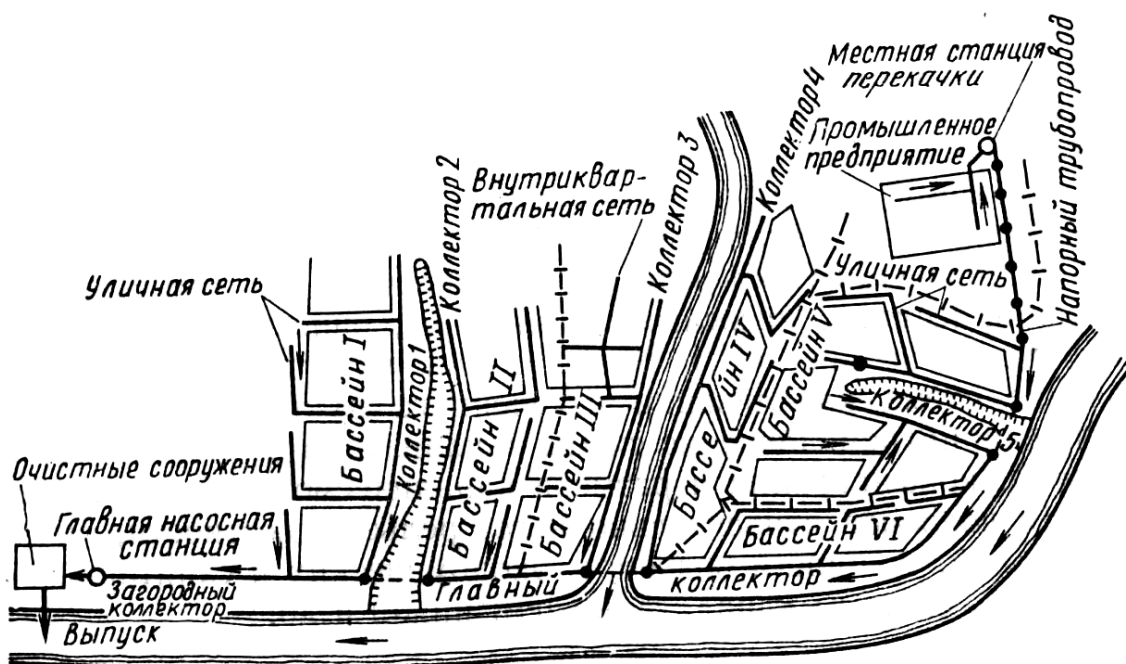


Рис. 4.1. Схема водоотведения населенного пункта и промышленного предприятия

Участки канализационной сети, собирающие сточные воды с одного или нескольких бассейнов канализования, называют коллекторами. Коллекторы крупных размеров часто называют каналами.

Коллекторы подразделяют на следующие виды:

а) коллекторы бассейнов канализования, собирающие сточные воды с отдельных бассейнов;

б) главные коллекторы, принимающие и транспортирующие сточные воды двух и более коллекторов бассейнов канализования;

в) загородные коллекторы, отводящие сточные воды транзитом (без присоединения) за пределы объекта канализования к насосным станциям, очистным сооружениям или к месту их выпуска в водоем.

Трассировка коллекторов обычно осуществляется по пониженным участкам местности, что обеспечивает прокладку присоединенных к ним вышележащих участков уличной сети на минимальной глубине. Для приема атмосферных сточных вод предусматривают дождеприемники, представляющие собой круглые или прямоугольные в плане колодцы с металлической крышкой сверху.

Пересечение коллекторов с железными дорогами, реками, оврагами осуществляется путем устройства дюкеров, эстакад и т.д. При необходимости подъема сточных вод на более высокие отметки из-за невозможности дальнейшего самотечного транспортирования сточных вод к очистным сооружениям или в водоем на сети устраивают канализационные насосные станции, которые перекачивают воду по напорным трубопроводам.

Очистные станции предназначены для очистки сточных вод и переработки их осадка. Очистные сооружения следует располагать ниже по течению реки относительно канализуемого пункта или промышленного предприятия, благодаря чему исключается опасность загрязнения водоема в пределах канализуемого объекта. После очистки сточные воды через устройства, называемые выпусками, сбрасываются в водоем.

4.1.2. Схемы и системы водоотведения

Основной этап проектирования канализации – составление схемы канализации, т.е. плана канализуемого объекта с нанесенными на ней элементами канализации (сетями, насосными станциями, очистными сооружениями и др.). Примерный эскиз схемы канализации населенного пункта и промышленного предприятия показан на рис. 4.1.

При составлении схемы канализации необходимо учитывать ряд факторов:

- а) конфигурацию и размеры канализуемого объекта;
- б) мощность и расположение близлежащих водоемов, которые могут служить местом сброса сточных вод после очистки;
- в) рельеф местности;
- г) грунтовые условия;
- д) экономические и санитарные соображения и др.

Большое разнообразие указанных факторов не позволяет применить какие-либо типовые схемы канализации или общие положения их составления.

Схемы канализации городов и промышленных комплексов могут быть централизованными, децентрализованными и региональными.

При *централизованной схеме* сточные воды всех бассейнов канализования направляют по одному или нескольким коллекторам на единственную для всего города очистную станцию, которая расположена по течению реки, ниже города. *Децентрализованные схемы* канализации применяют при канализовании крупных городов в условиях как сильно пересеченного, так и очень плоского рельефа местности. В этом случае устраивают районную канализацию с самостоятельными очистными сооружениями.

Для нескольких близко расположенных населенных пунктов и промышленных предприятий в промышленных и густонаселенных районах применяют *региональные схемы* канализации. В этих схемах предусматривается одна очистная станция большой мощности вместо нескольких маломощных сооружений. Это дает возможность снизить капитальные и эксплуатационные затраты на очистку сточных вод, надежно защитить открытые водоемы от загрязнений в пределах густонаселенной части района и рационально использовать его водные ресурсы.

В зависимости от того, как отводятся бытовые, производственные и атмосферные сточные воды – совместно или отдельно, системы канализации можно разделить на общесплавные, отдельные (полные, неполные и полураздельные) и комбинированные.

Под *общесплавной* понимается такая система канализации, при которой сточные воды всех видов отводятся к очистным сооружениям или в водоем по единой канализационной сети. При организации общесплавной системы канализации в период сильных дождей предусматривается сброс части сточных вод в водоем без очистки (в виду незначительной концентрации загрязнений) через специальные устройства – ливнеспуски, размещаемые обычно на главном коллекторе вблизи водоема (рис. 4.2.). Сбрасываемый расход сточных вод зависит от мощности водоема, санитарных и экономических соображений.

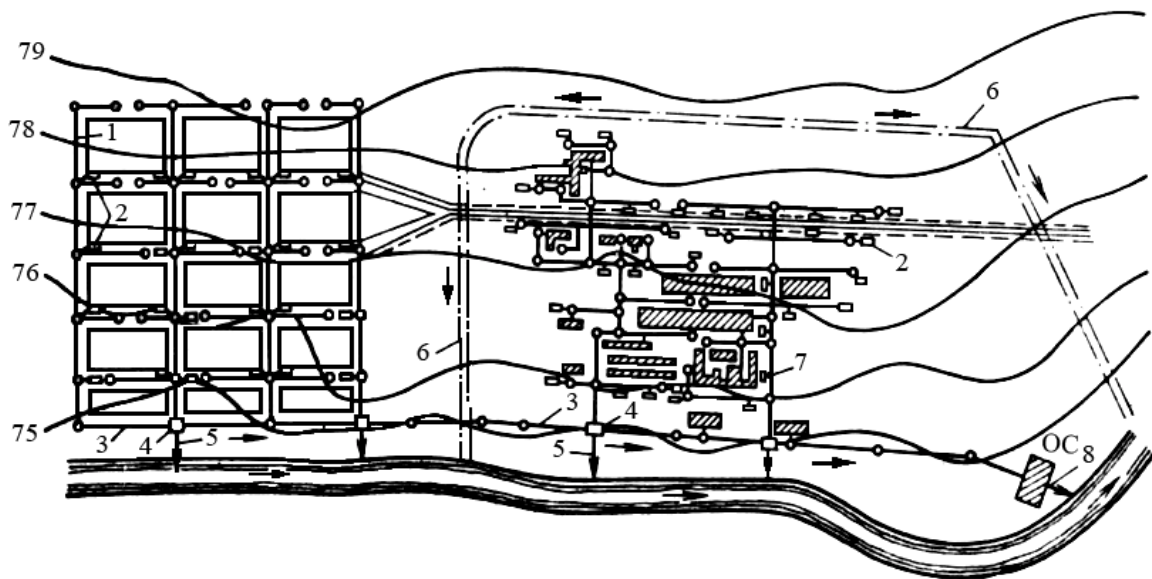


Рис. 4.2. Схема общесплавной системы канализации: 1 – уличная сеть; 2 – дождеприемники; 3 – главный коллектор; 4 – ливнепуск; 5 – ливнеотвод; 6 – нагорная канава; 7 – заводская сеть; 8 – выпуск; ОС – очистные сооружения

При *раздельной* системе канализации отдельные виды сточных вод отводятся по самостоятельным канализационным сетям. Полная раздельная система канализации (рис. 4.3.) имеет не менее двух сетей. В зависимости от вида транспортируемых сточных вод канализационная сеть подразделяется на бытовую и дождевую. Если составы производственных и бытовых сточных вод аналогичны, то производственные сточные воды отводят по бытовой канализационной сети. Нередко характер загрязнения производственных сточных вод таков, что совместная очистка их с бытовыми сточными водами невозможна. В этом случае устраивают самостоятельную сеть для транспортирования производственных вод. Единая сеть для отвода атмосферных и условно-чистых производственных сточных вод называется *производственно-дождевой*.

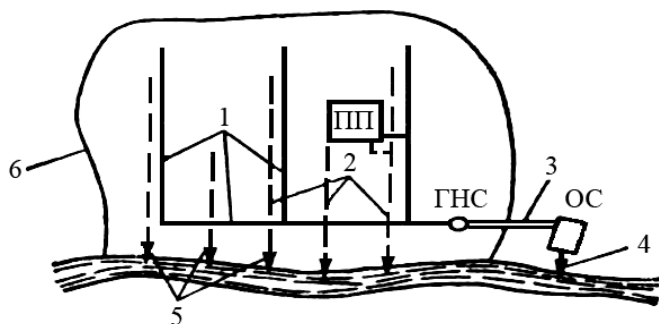


Рис. 4.3. Схемы полной раздельной системы канализации: 1 – бытовая сеть; 2 – ливневая сеть; 3 – напорные трубопроводы; 4 – выпуск очищенных сточных вод; 5 – выпуски атмосферных и условно чистых производственных сточных вод; 6 – граница города; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения; ПП – промышленное предприятие

Неполная раздельная система канализации является промежуточной стадией при строительстве полной раздельной системы канализации. При проектировании неполной раздельной системы дождевая сеть не устраивается. Отвод атмосферных вод в водоем осуществляется по открытым лоткам, кюветам и каналам.

При *полураздельной* системе канализации (рис. 4.4, а) в местах пересечения самостоятельных канализационных сетей имеются водосбросные камеры для отвода различных видов сточных вод, позволяющие осуществлять перепуск наиболее загрязненных дождевых вод при малых расходах в бытовую сеть и отводить их по единому коллектору на очистные сооружения, а при ливнях сбрасывать сравнительно чистые дождевые воды непосредственно в водоем. Схематический чертеж водосбросной камеры представлен на рис. 4.4, б.

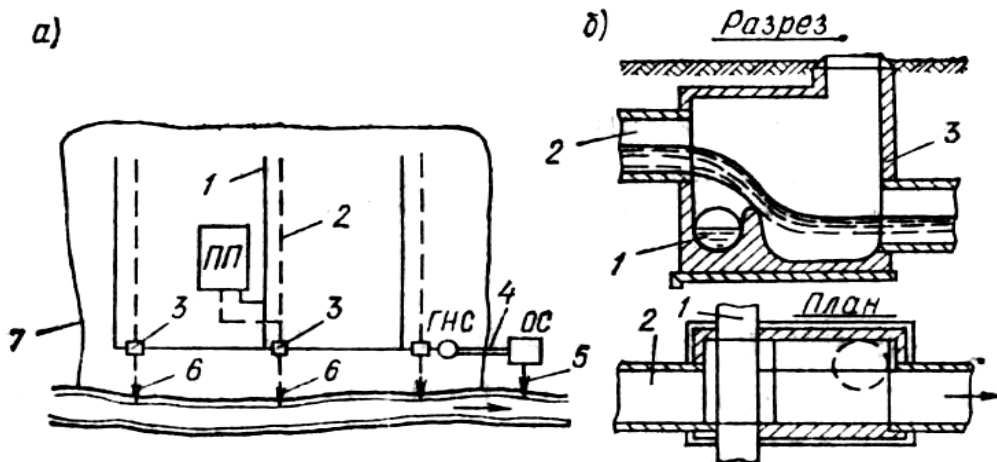


Рис. 4.4. Полураздельная система канализации: а – схема системы; б – водосбросная камера; 1 – бытовая сеть; 2 – производственно-дождевая сеть; 3 – разделительные камеры; 4 – напорные трубопроводы; 5 – выпуск очищенных сточных вод; 6 – ливнеотводы; 7 – граница города; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения; ПП – промышленное предприятие

При комбинированной системе канализации одна часть обслуживаемого объекта оборудуется полной раздельной системой, а другая – общесплавной системой канализации. Это обычно складывается исторически, если развитие системы канализации производится с большим интервалом времени после строительства первой очереди системы и оценка систем изменяется.

Каждая из систем канализации имеет свои достоинства и недостатки.

Наибольшее распространение получила полная раздельная система канализации. Для промышленных предприятий применяют общесплавные или раздельные системы канализации.

На рис. 4.5. показана схема раздельной системы канализации с местными очистными сооружениями, предназначенными для предварительной очистки сточных вод.

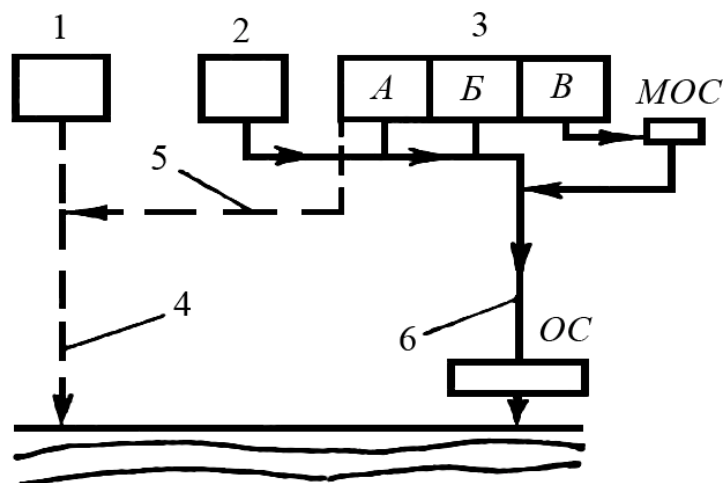


Рис. 4.5. Схема раздельной системы канализации с местными очистными сооружениями: 1 – атмосферные сточные воды; 2 – бытовые сточные воды; 3 – производственные сточные воды; 4 – дождевая сеть; 5 – сеть условно чистых вод; 6 – бытовая и производственная сеть; МОС – местные очистные или охладительные сооружения; ОС – очистные сооружения

На рис. 4.6. показана схема раздельной системы канализации с частичным использованием очищенных сточных вод для оборотного водоснабжения и раздельной очистки бытовых и производственных сточных вод. Раздельная очистка сточных вод обуславливается в основном разными методами их очистки.

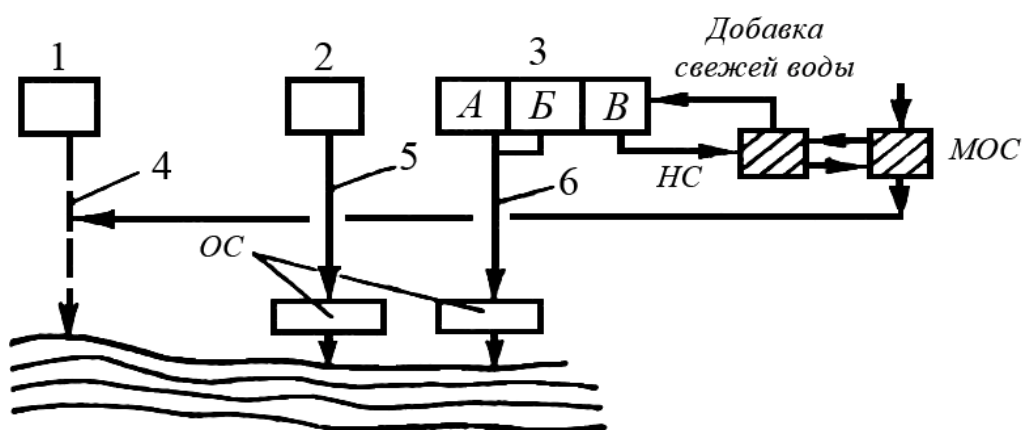


Рис. 4.6. Схема раздельной системы канализации с использованием производственных сточных вод для оборотного водоснабжения: 1 – атмосферные сточные воды; 2 – бытовые сточные воды; 3 – производственные сточные воды; 4 – дождевая сеть; 5 – бытовая сеть; 6 – сеть загрязненных производственных вод; ОС – очистные сооружения; НС – насосная станция; МОС – местные очистные или охладительные сооружения

Выбор той или иной системы и схемы канализации должен производиться на основе тщательного изучения состава и свойств сточных вод, их количества, а также всех конкретных условий проектирования, включая как санитарные, так и технико-экономические соображения.

4.2. Проектирование канализационной сети

4.2.1. Основные данные для проектирования

Проектирование канализации осуществляется в соответствии со СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», где приведены нормативные материалы для выбора системы канализации, выбор типа и определение размеров канализационных сооружений, определение расчетных расходов сточных вод, гидравлического расчета канализационных сетей, технологического расчета очистных сооружений и пр.

Исходными материалами для разработки проекта канализации города и промышленного предприятия служат соответственно проект планировки города и генеральный план предприятия, учитывающие перспективы из развития.

Канализация проектируется на определенный расчетный период, в течение которого она должна иметь необходимую пропускную способность и соответствовать своему назначению без перестройки. Для городов этот период составляет 20 – 25 лет, а для промышленных предприятий он равен сроку работы предприятия с расчетной производительностью.

Кроме проекта планировки города или генерального плана предприятия, для проектирования канализации необходимы следующие материалы:

- 1) карта местности с характеристикой природных и инженерно-строительных условий;
- 2) геологические и гидрогеологические данные;
- 3) метеорологические данные;
- 4) гидрологические данные прилегающих водоемов и др.

Для определения расчетного расхода сточных вод, установленного на конец расчетного периода, нужны данные о численности населения и подробные сведения о промышленных предприятиях.

Число жителей принимают по проекту планировки города или района. Расчетное число жителей N зависит от типа, этажности и степени благоустройства зданий и определяется по плотности населения района p – числу жителей, проживающих на 1 га площади кварталов (за вычетом площади улиц):

$$N = pF, \quad (4.1)$$

где F – площадь кварталов.

Плотность населения в городах и поселках колеблется в зависимости от этажности застройки от 50 до 700 человек на 1 га площади.

Расход бытовых сточных вод от промышленных предприятий подсчитывают по числу рабочих и служащих, занятых по сменам в производстве. Число рабочих и служащих при реконструкции канализации принимают по фактическим данным, а для строящихся предприятий – по специальному заданию технологов.

4.2.2. Схемы канализационных сетей

Канализационные сети работают при самотечном режиме с частичным наполнением сечения трубопровода. В связи с этим решение схемы канализационной сети зависит, в основном, от рельефа местности, грунтовых условий и расположения водоемов.

Канализационные сети трассируют в такой последовательности:

- 1) территорию канализуемого объекта разделяют линиями водоразделов на бассейны канализования;
- 2) по пониженным местам трассируют коллекторы бассейнов канализования;
- 3) трассируют главные и загородные коллекторы, перехватывая коллекторы бассейнов канализования в направлении к очистным сооружениям;
- 4) трассируют уличные сети к коллекторам с таким расчетом, чтобы каждая ветка уличной сети имела минимальную длину.

При расчете сети определяют места расположения насосных станций. Наиболее целесообразно размещать их в тех местах, где отдельные коллекторы, подходящие к насосной станции, имеют одинаковую глубину заложения.

Решение схемы канализационной сети (ее трассирование) – важнейший этап проектирования канализации, так как от него зависит стоимость канализации в целом.

Ввиду большого разнообразия местных условий не представляется возможным использовать типовые решения схем канализационных сетей. Встречающиеся на практике схемы могут быть классифицированы следующим образом

1) *перпендикулярная схема* (рис. 4.7, а). Коллекторы бассейнов канализования трассированы перпендикулярно направлению движения воды в водоеме. Данная схема, в основном, применяется для сброса в водоем атмосферных сточных вод;

2) *пересеченная схема* (рис. 4.7, б). Коллекторы бассейнов канализования трассированы перпендикулярно направлению движения воды в водоеме или под небольшим углом к нему и перехвачены главным коллектором, трассированным параллельно реке. Такую схему применяют при плавном падении рельефа местности к водоему и необходимости очистки сточных вод;

3) *параллельная схема* (рис. 4.7, в). Коллекторы бассейнов канализования трассированы параллельно направлению движения воды в водоеме или под небольшим углом к нему и перехвачены главным коллектором, транспортирующим сточные воды к очистным сооружениям перпендикулярно направлению движения воды в водоеме. Эту схему применяют при резком падении рельефа местности к водоему. Она позволяет исключить (в коллекторах бассейнов канализования) повышенные скорости движения, вызывающие разрушение трубопроводов;

4) *зонная схема* (рис. 4.7, г). Канализуемая территория разбивается на две зоны: с верхней сточные воды отводятся к очистным сооружениям самотеком, а с нижней они перекачиваются насосной станцией. Каждая зона имеет схему, аналогичную пересеченной схеме. Зонную схему применяют при значительном или неравномерном падении рельефа местности к водоему и при отсутствии возможности канализования всей территории (например, нижней зоны) самотеком;

5) *радиальная схема* (рис. 4.7, д). Очистка сточных вод осуществляется на двух или большем числе очистных станций. При этой схеме сточные воды отводятся с канализуемой территории децентрализованно. Данную схему применяют при сложном рельефе местности и канализовании больших городов.

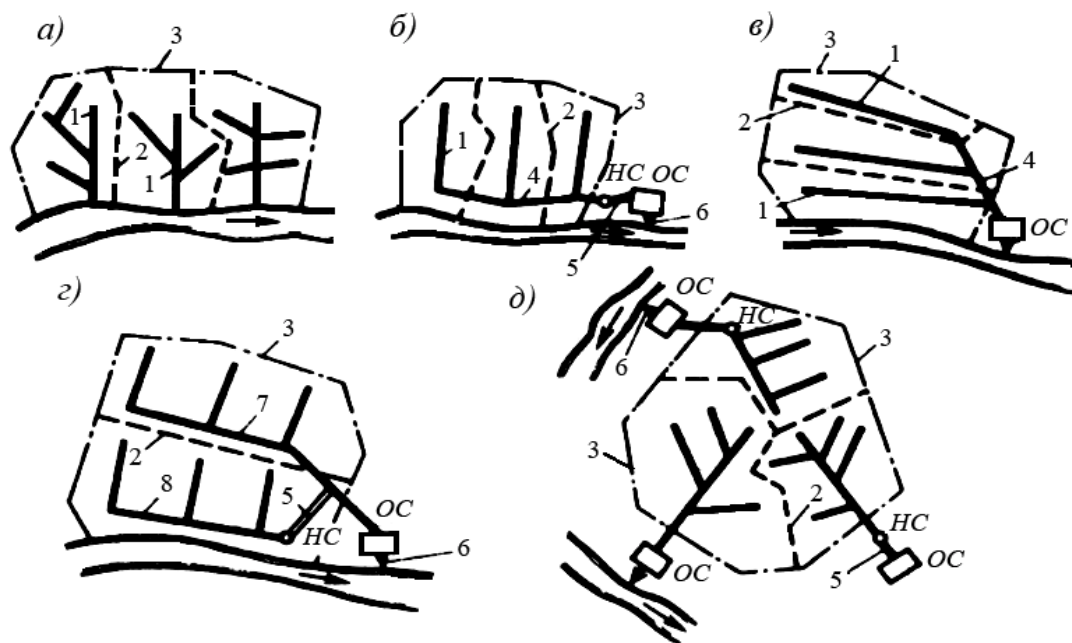


Рис. 4.7. Схемы канализационных сетей: а – перпендикулярная; б – пересеченная; в – параллельная; г – зонная; д – радиальная;

1 – коллекторы бассейнов канализования; 2 – граница бассейнов канализования; 3 – граница канализуемого объекта; 4 – главный коллектор; 5 – напорный трубопровод; 6 – выпуск; 7 – главный коллектор верхней зоны; 8 – то же, нижней зоны

При проектировании той или иной рассмотренной схемы требуется соблюдать следующие общие условия:

1) линии канализационной сети следует прокладывать прямолинейно; в местах изменения уклона линии или диаметра труб, поворотов сети, а также в местах соединения нескольких линий необходимо устраивать колодцы;

2) повороты линии и присоединения к ним следует выполнять под углом, равным или меньшим 90° .

При проектировании канализации особое внимание уделяют трассированию уличных канализационных сетей.

Различают три схемы трассирования уличных сетей:

1) *объемлющая трассировка* (рис. 4.8, а). Уличные сети опоясывают каждый квартал со всех четырех сторон. Эту схему применяют при плоском рельефе местности и больших кварталах;

2) *трассировка по пониженной стороне квартала* (рис. 4.8, б). Уличные сети проложены лишь с пониженных сторон обслуживаемых кварталов. Эту схему используют при значительном падении местности;

3) *чрезквартальная трассировка* (рис. 4.8, в). Уличные сети проложены внутри кварталов. Эта схема позволяет значительно сокращать протяженность сети, но затрудняет ее эксплуатацию.

При выборе схемы канализационной сети и схемы канализации в целом необходимо учитывать очередность строительства. Обычно при разработке схем канализации выявляют ряд возможных вариантов, удовлетворяющих санитарным требованиям. Окончательный вариант выбирают на основании технико-экономического сравнения, выполняемого при составлении технического проекта, а так же с учетом экономического фактора.

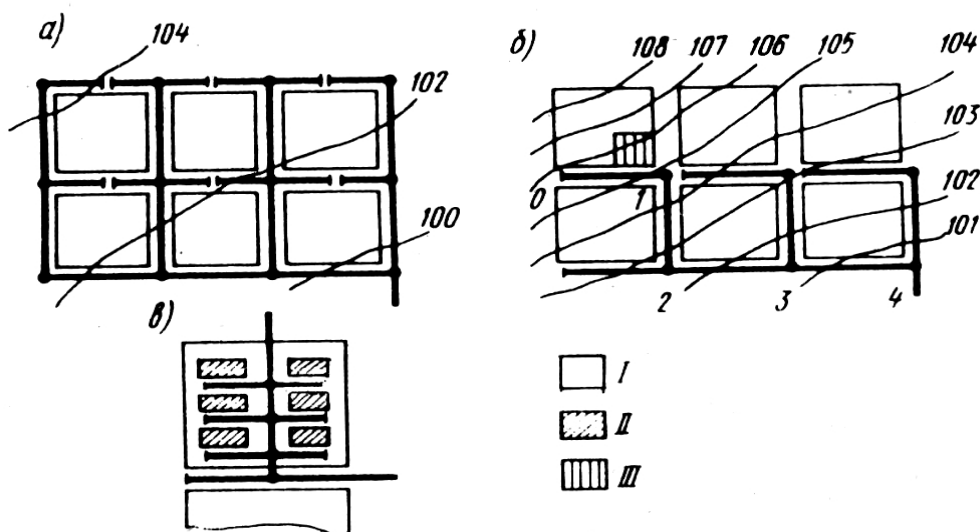


Рис. 4.8. Схемы трассирования уличных сетей:
 а – объемлющая; б – по пониженной стороне квартала; в – чрезквартальная;
 I – кварталы, II – здания; III – промышленные предприятия

4.2.3. Устройство и оборудование канализационных сетей

Применяемые для устройства канализационных сетей материалы должны обладать достаточной прочностью, водопроницаемостью, устойчивостью к коррозии и истиранию, иметь гладкую поверхность и небольшую стоимость. Этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяют керамические, бетонные, железобетонные и асбестоцементные трубы, а также кирпич и железобетон, из которых выполняют коллекторы. Для устройства канализационных сетей применяют также поливинилхлоридные, полипропиленовые трубы. Напорные трубопроводы изготавливают из чугуна, стали и асбестоцемента.

Керамические трубы (рис. 4.9, а) изготавливают раструбными длиной 1000 – 1200 мм и диаметром до 600 мм (ГОСТ 286-82).

Бетонные трубы (рис. 4.9, б), применяемые для устройства самотечных коллекторов, изготавливают диаметром 100 – 1000 мм (ГОСТ 20054-82), а *железобетонные трубы* (рис. 4.9, в) – диаметром до 2400 мм (ГОСТ 6482-88). Бетонные и железобетонные трубы изготавливают раструбными и фальцевыми из бетона марки не ниже 300 вибрационным или центробежным способом.

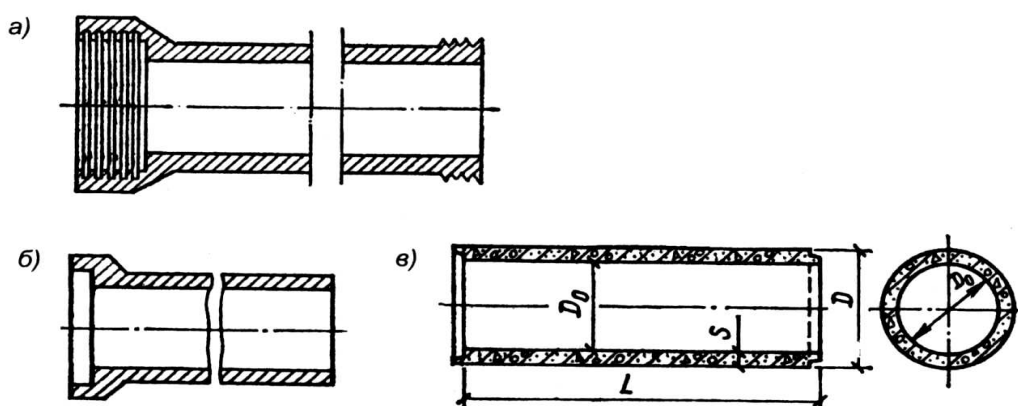


Рис. 4.9. Трубы, применяемые для строительства водоотводящих сетей:
а – керамическая; б – бетонная; в – железобетонная фальцевая

Асбестоцементные безнапорные трубы, применяемые для устройства самотечных коллекторов, изготавливают без раструбов диаметром 150 – 600 мм, длиной 2,95 и 3,925 м (ГОСТ 1839-80). Соединяют асбестоцементные трубы с помощью муфт.

Раструбные и муфтовые соединения труб самотечных линий заделывают смоляной пеньковой прядью (конопаткой) и устраивают асфальтовый, асбестоцементный или цементный замок. Стык с асфальтовым замком эла-

стичен и хорошо противостоит химическим воздействиям сточных вод. Асбестоцементные и цементные замки создают значительную жесткость, поэтому их применяют при укладке труб на надежные основания. Для уплотнения стыков можно применить также резиновые кольца и кольца из поливинилхлоридной смолы.

Коллекторы (рис. 4.10) могут быть выполнены из кирпича, керамических блоков и сборного железобетона.

Для осмотра и прочистки на канализационной сети сооружают *смотровые колодцы*. Смотровые колодцы подразделяют: на *линейные*, устраиваемые на прямолинейных участках сети через каждые 40 – 150 м по ее длине (чем больше диаметр труб, тем больше расстояние между колодцами); *поворотные*, устраиваемые в местах изменения уклонов канализационной линии и ее направления в плане; *узловые*, устраиваемые в местах соединения линий; *контрольные*, устраиваемые в местах присоединения внутриквартальных и заводских сетей к уличным в пределах застройки кварталов.

Колодцы на канализационной сети можно выполнять из кирпича и сборного железобетона. В плане они могут иметь круглую или прямоугольную форму. Канализационный колодец (рис. 4.11) состоит из основания (подготовки, плиты и набивного лотка), цилиндрической рабочей камеры и горловины. Диаметр рабочей камеры круглого колодца должен быть не менее 1 м, а диаметр горловины не менее 0,7 м. Длина прямоугольного в плане колодца 1 м, а ширина должна превышать диаметр наибольшей трубы на 0,4 м.

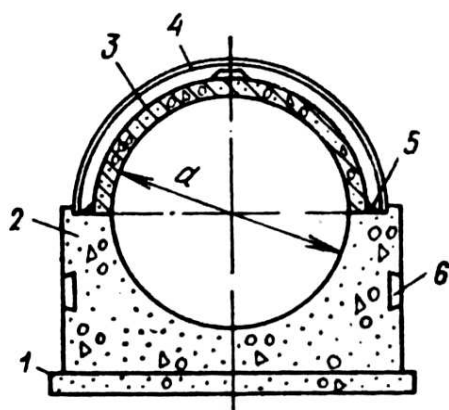


Рис. 4.10. Водоотводящий коллектор:
1 – подготовка; 2 – бетонное основание; 3 – свод; 4 – бетонный пояс для заделки стыков свода; 5 – битум; 6 – пояс для крепления блоков основания

Для соединения трубопроводов, уложенных на различной глубине, на канализационной сети сооружают перепадные колодцы.

В практике проектирования нередко приходится разрабатывать способы пересечения канализационных трубопроводов с различного рода пре-

пятствиями (реками, железными и автомобильными дорогами и т.д.). При небольшой разнице в отметках расположения сети и препятствий пересечения целесообразно устраивать в виде дюкера (рис. 4.12), который состоит из двух (не менее) линий трубопроводов, прокладываемых под препятствием и работающих полным сечением, и двух камер. Жидкость движется по трубопроводам под действием напора, который устанавливается вследствие разности отметок уровней воды в верхней и нижней камерах.

При расположении канализационной сети значительно выше препятствия (дороги в больших выемках, овраги и суходолы) пересечение целесообразно выполнять в виде самотечного трубопровода, укладываемого по эстакаде – мосту.

При расположении канализационной сети значительно ниже препятствия (дороги на насыпях) пересечение целесообразно выполнять в виде самотечного трубопровода, укладываемого под препятствием. В зависимости от назначения дороги, интенсивности движения и характера транспорта переход может быть выполнен из усиленных труб, в футляре из стальных труб (кожухе) или в туннеле.

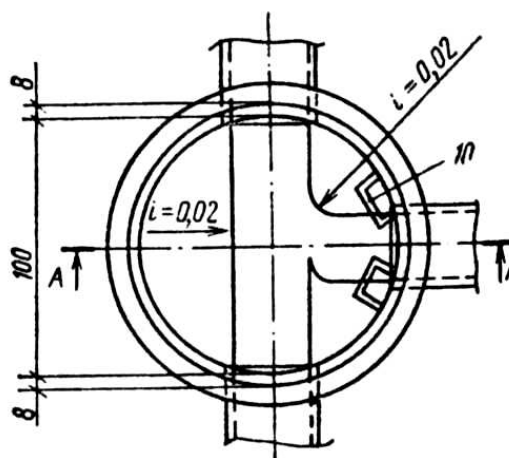
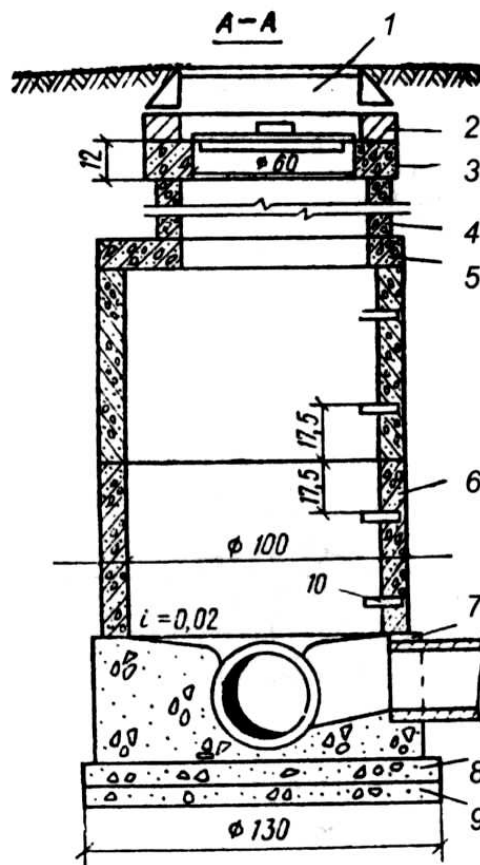


Рис. 4.11. Типовой колодец из стандартных железобетонных колец для уличной сети диаметром 150 – 600 мм: 1 – круглый люк с крышкой; 2 – кирпичная кладка; 3 – опорное кольцо; 4 – кольцо диаметром 700 мм и высотой 300 – 600 мм; 5 – плита; 6 – кольцо диаметром 1000 мм; 7 – регулировочные камни или кирпичная кладка; 8 – плита; 9 – щебеночная подготовка; 10 – скобы

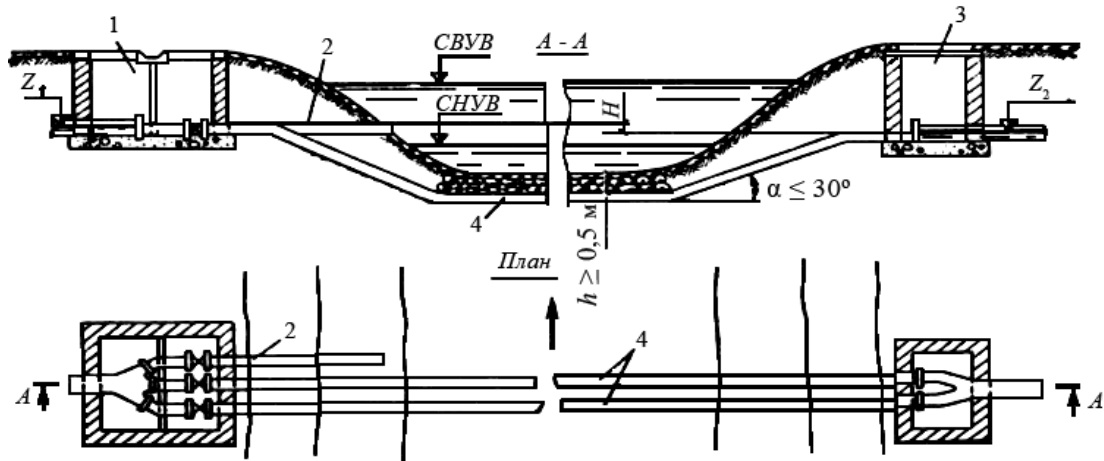


Рис. 4.12. Дюкер: 1 – верхняя камера; 2 – аварийный выпуск;
3 – нижняя камера; 4 – линии трубопроводов

4.2.4. Основные сведения по расчету канализационных сетей

Канализационную сеть рассчитывают на частичное наполнение труб. Самоотечный режим течения с частичным наполнением сечения трубопроводов позволяет:

- 1) создать лучшие условия для транспортирования взвешенных загрязнений;
- 2) обеспечить вентиляцию сети для удаления вредных и опасных газов, выделяющихся из жидкости;
- 3) создать некоторый резерв в сечении труб для пропуска расхода, превышающий расчетный.

Степень наполнения труб характеризуется отношением H/d .

Гидравлический расчет сети производится с использованием формул установившегося равномерного движения:

$$q = \omega v; \quad (4.2)$$

$$i = \frac{\lambda}{4R} \frac{v^2}{2g}, \quad (4.3)$$

где q – расход сточных вод;

ω – площадь живого сечения;

v – средняя скорость движения;

i – гидравлический уклон;

λ – коэффициент гидравлического трения;

$R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлический радиус (здесь χ – смоченный периметр);

g – ускорение свободного падения.

Коэффициент гидравлического трения λ рекомендуется определять по формуле

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{\Delta_{\text{э}}}{13,68R} + \frac{a_2}{R_e} \right), \quad (4.4)$$

где $\Delta_{\text{э}}$ – эквивалентная шероховатость;

a_2 – коэффициент, зависящий от состояния стенок трубопроводов и свойств жидкости;

$R_e = \frac{4vR}{\nu}$ – число Рейнольдса (здесь ν – кинематическая вязкость).

Значения $\Delta_{\text{э}}$, a_2 и коэффициента шероховатости n для труб, каналов и лотков из различных материалов следует принимать по СНиП 2.04.03-85.

Для гидравлического расчета канализационной сети можно использовать формулу Шези

$$v = C \sqrt{Ri}, \quad (4.5)$$

в которой коэффициент C определяется по формуле Павловского

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (4.6)$$

где $y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1)$,

n – коэффициент шероховатости, принимаемый для самотечных коллекторов круглого сечения 0,014, а для напорных трубопроводов 0,013.

Расчет выполняют по таблицам или номограммам, составленным по указанным формулам. Минимальный диаметр труб для уличных сетей установлен в зависимости от системы канализации: при полной раздельной 200 мм для бытовой сети и 250 мм для дождевой сети, при общесплавной 250 мм.

Расчетное наполнение в трубопроводах бытовой канализационной сети рекомендуется принимать в зависимости от диаметра труб (СНиП 2.04.03-85, табл. 16). В трубопроводах дождевой канализационной сети полной раздельной системы и в трубопроводах сети общесплавной системы следует принимать полное наполнение.

Скорость, соответствующая полному взвешиванию потоком загрязнений, называется *самоочищающей* (критической). Минимальные расчетные скорости следует назначать не менее самоочищающих скоростей. Для бытовой канализационной сети самоочищающиеся скорости зависят от диаметра труб (СНиП 2.04.03-85, табл. 16).

При проектировании бытовой канализационной сети минимальный уклон труб можно определить по приближенной формуле

$$i = 1/d, \quad (4.7)$$

где d – внутренний диаметр труб, мм.

Стоимость и сроки строительства канализационной сети в значительной степени зависят от глубины заложения трубопроводов, которую принимают по возможности минимальной, учитывая следующие требования:

1. Предохранения сточных вод в трубопроводах от замерзания.
2. Защита труб от механических повреждений.
3. Возможности присоединения к уличной сети внутриквартальных сетей.

Наименьшую глубину заложения от поверхности земли до лотка труб можно определять по формуле

$$h = h_{\text{пром}} - e, \quad (4.8)$$

где $h_{\text{пром}}$ – глубина промерзания грунта;

e – величина, равная 0,3 м для труб диаметром до 500 мм и 0,5 м для труб большего диаметра.

Глубину заложения канализационных трубопроводов необходимо назначать с таким расчетом, чтобы исключалась возможность разрушения труб временными динамическими нагрузками от транспорта. Статические расчеты показывают, что для керамических труб, широко применяемых в канализации, действие временных нагрузок от транспорта при глубине заложения от поверхности земли до верха труб меньше 0,7 м. При необходимости укладки трубопроводов на меньшей глубине следует применять трубы из более прочного материала, например, из железобетона.

Глубину заложения трубопроводов определяют расчетом одновременно с построением профиля канализационной сети. Начальную глубину заложения трубопроводов уличной сети находят с учетом присоединения внутриквартальной сети и внутренних канализационных устройств зданий по следующей формуле

$$H = h + i(L + l) - (Z_1 - Z_2) + \Delta d, \quad (4.9)$$

где h – начальная глубина заложения трубопроводов от поверхности земли до его лотка в наиболее удаленном колодце внутриквартальной сети;

i – уклон трубопроводов внутриквартальной сети;

$L + l$ – длина внутриквартальной канализационной сети от наиболее удаленного колодца до места присоединения ее к уличной сети; Z_1 и Z_2 –

отметки поверхности земли соответственно у наиболее удаленного колодца внутриквартальной сети и у места присоединения этой сети к уличной; Δd – разница в диаметрах трубопроводов уличной и внутриквартальной сети у места их соединения.

Максимальная глубина заложения трубопроводов канализационной сети зависит от способа производства работ (открытые или закрытые) и грунтовых условий. При открытом способе производства работ глубина заложения трубопроводов в сухих грунтах не должна превышать 7 – 8 м, в водонасыщенных – 5 – 6 м. При закрытых способах производства работ (щитовой проходке) глубина заложения трубопроводов не ограничивается.

4.3. Перекачка сточных вод

4.3.1. Насосы для перекачки сточных вод

В тех случаях, когда не удастся осуществить отвод сточных вод к очистным сооружениям самотеком, для их перекачки применяют насосы (в основном центробежные). В зависимости от особенностей перекачиваемой жидкости к насосам предъявляются следующие требования:

- а) они не должны засоряться отбросами, содержащимися в сточной жидкости;
- б) конструкция их должна обеспечивать возможность прочистки рабочего колеса, корпуса и патрубков.

С учетом этих требований насосы имеют ряд конструктивных особенностей:

- а) насосы изготавливают только одноколесными и без направляющих аппаратов;
- б) рабочие колеса имеют всего две-четыре лопасти;
- в) на корпусе насосов и на входном патрубке устраивают люки-ревизии.

Промышленность выпускает насосы следующих марок: СД, СДС, ФСД, ФМ, БМ, ФМД, ЭЦК и др. Перекачку сточных вод можно осуществлять и крупными насосами для чистой воды после некоторой переделки их (на корпусе прорезают люки для прочистки).

4.3.2. Канализационные насосные станции

Место расположения насосных станций определяется при решении схемы канализации на основе технико-экономических расчетов. Как правило, насосные станции устраивают в самой пониженной части канализуемой территории с учетом санитарных, планировочных и гидрогеологиче-

ских условий местности, наличия источников электроснабжения и возможности устройства аварийного выпуска.

Наиболее широкое распространение получили насосные станции шахтного типа с наземным павильоном (рис. 4.13). Насосная станция состоит из машинного отделения, в котором располагаются насосы, и приемного резервуара.

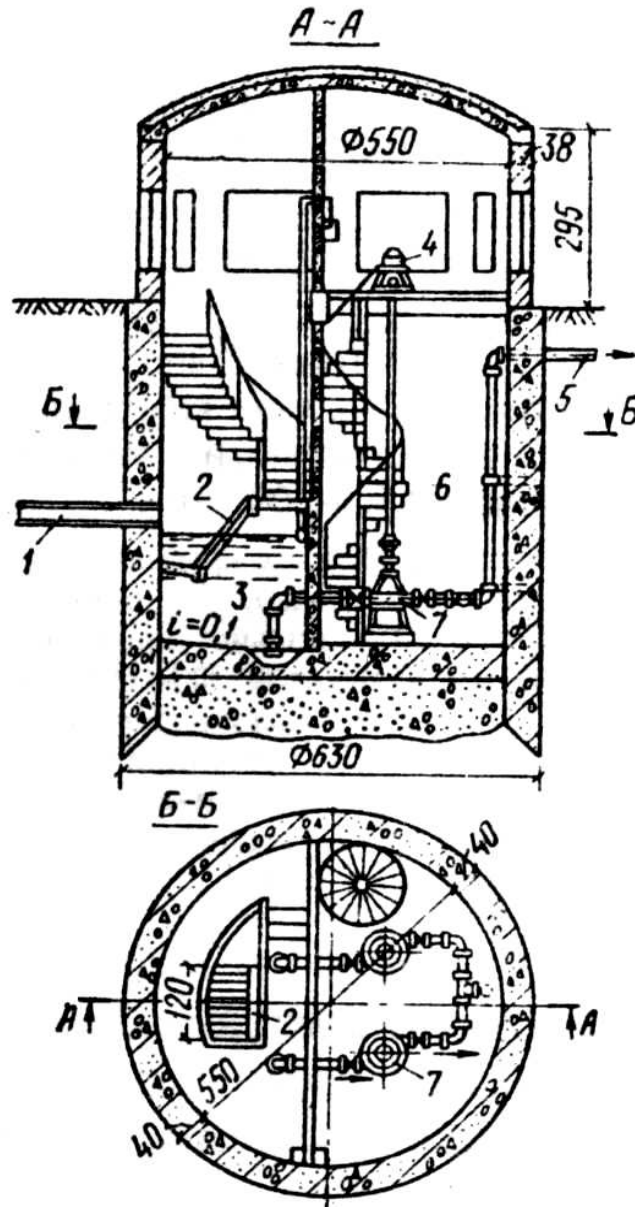


Рис. 4.13. Канализационная насосная станция шахтного типа:
 1 – самотечный коллектор; 2 – решетка; 3 – приемный резервуар; 4 – двигатель;
 5 – напорный трубопровод; 6 – машинное отделение; 7 – насос

Подземная часть насосных станций выполняется из бетона или железобетона, и наземная – из кирпича.

Приемный резервуар оборудуют решетками и дробилками, которые служат для измельчения отбросов, задерживаемых решетками. Раздробленные отбросы обычно сбрасываются в поток сточной воды перед решеткой. Решетки, выполняемые из стальных стержней сечением 10x60 мм, устанавливаются под углом 60 – 70° к горизонту. Ширина прозоров между стержнями назначается в зависимости от марки насоса.

Объем приемного резервуара определяют по графику притока и откачки сточных вод. Канализационные насосы подбирают по требуемому напору и максимальной подаче насосной станции.

Требуемый напор определяют по формуле

$$H_{mp} = H_z + h_{nom}, \quad (4.10)$$

где $H_z = Z_1 - Z_2$ – геометрическая высота подачи воды (Z_1 – отметка, на которую подается вода; Z_2 – отметка среднего уровня воды в приемном резервуаре);

h_{nom} – потери напора в напорном и всасывающем трубопроводах.

Величина h_{nom} может быть найдена по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_{nom} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad (4.11)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

l – длина трубопровода;

v – средняя скорость потока;

d – диаметр трубопровода.

Максимальная подача насосной станции устанавливается по совместному ступенчатому или интегральному графику притока и откачки сточных вод.

Напорные трубопроводы выполняют, как правило, в две линии из железобетонных или асбестоцементных труб; при соответствующем обосновании можно применить чугунные или стальные трубы. Скорость движения воды в них принимают около 1,5 м/с.

Дождевые воды перекачивают сравнительно редко. При этом целесообразно применять пропеллерные насосы.

4.4. Устройство дождевой сети

Принципы трассирования водосточной сети аналогичны принципам трассирования бытовой водоотводящей сети. Водосточную сеть прокладывают вдоль городских проездов по кратчайшим расстояниям к водоемам, тальвегам и оврагам. При ширине проезда до 30 м водосток рекомендуется

трассировать в середине проезда, а при большей ширине водосточную сеть прокладывают в две линии по обеим сторонам проезда.

Атмосферные воды поступают в закрытую водосточную сеть через дождеприемники (рис. 4.14), представляющие собой колодцы, перекрытые приемной решеткой. В плане дождеприемники имеют прямоугольную или круглую форму. Дождеприемники располагают у бортовых камней проездов на расстоянии 50 – 80 м друг от друга.

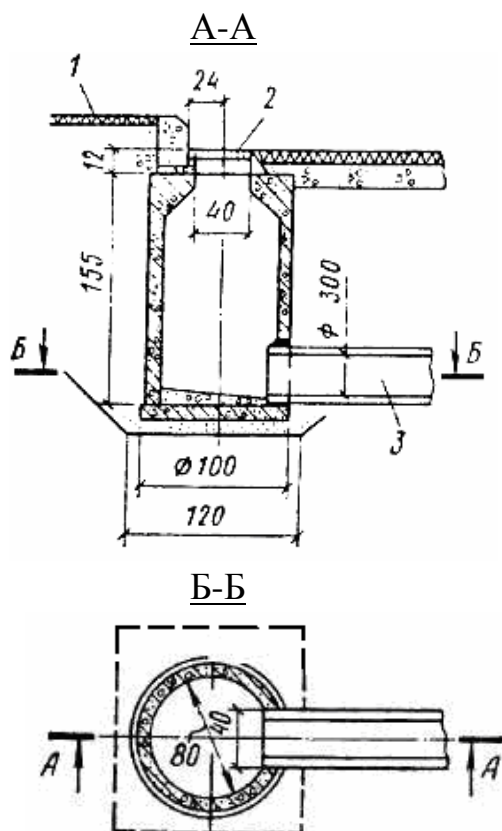


Рис. 4.14. Железобетонный дождеприемник:
1 – тротуар; 2 – решетка; 3 – соединительная ветка;

Гидравлический расчет дождевой сети производят по тем же формулам, что и расчет бытовой сети.

Расчетный расход по отдельным участкам дождевой сети можно определить по формуле

$$q_{расч} = qF\psi, \quad (4.12)$$

где q – интенсивность дождя, л/(с·га);

F – площадь стока, га;

ψ – коэффициент стока.

Интенсивность дождя q , л/(с·га), подсчитывают по формуле

$$q = \frac{20^n q_{20} (1 + c \lg \rho)}{t^n}, \quad (4.13)$$

где q_{20} – интенсивность дождя продолжительностью 20 мин повторяемостью 1 раз в год (величина постоянная для определенного района);

n, c – величины, учитывающие климатические особенности района;

ρ – период однократного переполнения сети;

t – расчетная продолжительность дождя, мин, принимаемая равной времени добегания воды от наиболее удаленной точки площади стока до расчетного сечения.

Коэффициент стока, который зависит от рода поверхности (асфальт, грунтовая дорога, растительный слой), рельефа местности, а также от интенсивности дождя и его продолжительности, можно определять по формуле

$$\Psi = q_c / q, \quad (4.14)$$

где q и q_c – расходы атмосферных вод соответственно, выпадающих на 1 га и стекающих в дождевую сеть с 1 га.

4.5. Состав загрязнений и методы очистки сточных вод

4.5.1. Виды и состав загрязнений сточных вод

Загрязнения сточных вод могут быть минеральными и органическими. К минеральным загрязнениям относятся песок, глина, шлак, растворы минеральных солей, кислот, щелочей. Органические загрязнения бывают растительного и животного происхождения. В бытовых сточных водах содержится около 60 % органических и 40 % минеральных загрязнений.

Сточные воды могут содержать нерастворенные, коллоидные и растворенные загрязнения. Количество нерастворенных загрязнений, вносимых одним человеком в бытовые сточные воды, составляет около 65 г/сут. Концентрация нерастворенных загрязнений бытовых сточных вод определяется по формуле

$$P_{\text{быт}} = 1000v / q_6, \quad (4.15)$$

где v – количество загрязнений, вносимых 1 человеком в бытовые сточные воды, г/сут;

q_6 – норма водоотведения на 1 человека, л/сут.

Городские сточные воды представляют собой смесь бытовых и производственных сточных вод. Концентрация нерастворенных загрязнений городских сточных вод, г/м³, определяется по формуле

$$P_{см} = (P_{быт}Q_{быт} + \sum P_{пр}Q_{пр}) / (Q_{быт} + \sum Q_{пр}), \quad (4.16)$$

где $P_{быт}$ и $\sum P_{пр}$ – концентрация нерастворенных загрязнений бытовых и производственных сточных вод, г/м³;

$\sum Q_{пр}$ – расход бытовых и производственных сточных вод, м³/сут.

В процессе обработки сточных вод на очистных сооружениях значительная часть нерастворенных загрязнений выпадает в отстойных сооружениях, образуя осадок. Этот осадок имеет высокую влажность (90 – 99,5 %).

Осадок состоит из органических и минеральных веществ. Для оценки соотношения органических и минеральных веществ используют понятие зольность, которая характеризует количество минеральных веществ в осадке. Ее выражают в процентах. Зольность осадка городских сточных вод составляет 25-35 %. Органические вещества называют беззольными веществами. Их в осадке городских сточных вод содержится 65 – 75 %.

Количество кислорода, необходимого для окисления органических веществ аэробными микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности, называется *биохимической потребностью* в кислороде (БПК). Эта величина выражается в мг/л или г/м³. Обычно определяют биохимическую потребность в кислороде за 5 и 20 суток, обозначая ее соответственно БПК₅ и БПК₂₀.

БПК бытовых сточных вод $L_{быт}$, мг/л, зависит от нормы водоотведения на одного человека:

$$L_{быт} = 1000a / q_б, \quad (4.17)$$

где a – БПК₂₀, приходящаяся на одного человека, г/сут (для отстаивной сточной жидкости $a = 40$ г/сут);

$q_б$ – норма водоотведения на 1 человека, л/сут.

Для более полной оценки содержания органических веществ в сточной воде определяют *химическое потребление кислорода*. Химической потребностью в кислороде (ХПК) является количество кислорода, требуемое для химического окисления органических веществ сточной воды до конечных минеральных продуктов окисления.

Условия спуска сточных вод в водоемы определяется «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей». В соответствии с этими правилами различают водоемы питьевого и культурно-бытового водопользования и водоемы, используемые для рыбохозяйственных целей.

4.5.2. Методы очистки сточных вод и состав очистных сооружений

Методы очистки сточных вод, общая технологическая схема, состав сооружений определяются в зависимости от требуемой степени очистки, количества сточных вод, климатических и других местных условий. Следует учитывать возможность использования очищенных сточных вод для промышленных или сельскохозяйственных нужд. Существует механический, физико-химический и биологический методы очистки сточных вод.

Для обработки сточных вод применяют механическую, физико-химическую и биологическую очистку. Очищенную сточную воду перед спуском в водоем подвергают дезинфекции для уничтожения болезнетворных бактерий.

В результате *механической* очистки из сточных вод удаляются загрязнения, находящиеся в ней, главным образом, в нерастворенном и частично коллоидном состоянии. Для механической очистки используют решетки, песколовки, отстойники, жироловки, нефтеловушки, маслоотделители, гидроциклоны, фильтры и другие сооружения. Решетки служат для удаления крупных загрязнений (тряпье, бумаги и др., песколовки – для улавливания нерастворенных минеральных примесей (песка, шлака и др.), отстойники – для очистки сточных вод от взвешенных веществ.

К *физико-химическим* методам относятся коагулирование, нейтрализация, экстракция, сорбция, электролиз и др. При коагулировании в сточные воды вводят реагент, способствующий укрупнению частиц (коагуляции), вследствие чего увеличивается количество задержанных нерастворенных веществ. Такой вид очистки применяют для укоренения осаждения взвешенных веществ.

Сущность *биологической* очистки состоит в окислении органических веществ микроорганизмами. Различают биологическую очистку сточных вод в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и аэротенки) и в условиях, близких к естественным (поля фильтрации и биологические пруды).

Для *дезинфекции* очищенных сточных вод чаще всего применяют хлорирование.

В настоящее время требования к степени очистки сточных вод повышаются. В связи с этим их подвергают *доочистке*, для чего применяют песчаные фильтры, контактные осветлители, микрофильтры, биологические пруды.

Накапливаемые в очистных сооружениях большие массы осадка обрабатываются в септиках, двухъярусных отстойниках, осветлителях – перегнивателях и метантенках.

Обработка осадка заключается в разложении (сбраживании) его органической части с помощью анаэробных, т.е. живущих без кислорода, микроорганизмов.

Метод очистки и состав очистных сооружений выбирают в зависимости от требуемой степени очистки, состава загрязнений сточной жидкости, пропускной способности очистной станции, грунтовых условий и мощности водоема с соответствующим технико-экономическим обоснованием.

На рис. 4.15 приведены схемы станции с механической очисткой сточных вод. Сточная жидкость проходит через решетку, предназначенную для задержания крупных загрязнений, песколовку, служащую для задержания загрязнений минерального происхождения (песок, шлак и др.), отстойник, в котором осаждается основная масса органических загрязнений, смеситель, где происходит смешивание сточной жидкости с хлором, контактный резервуар, который служит для взаимодействия хлора со сточной жидкостью с целью ее дезинфекции, и затем сбрасывается в водоем. Осадок из отстойника направляется на обезвоживающие установки или в метантенк (рис. 4.15, б) для сбраживания. Сброженный осадок подсушивается на иловых площадках.

Для станции большой пропускной способности целесообразна схема, приведенная на рис. 4.16. Механическая очистка сточных вод производится на решетках, в песколовках, в преаэраторах и отстойниках. Преаэраторы служат для предварительной аэрации сточной жидкости с целью улучшения условий последующего осветления ее в отстойниках. Биологическая очистка осуществляется в аэротенках. Во вторичных отстойниках происходит выпадение активного ила. Одна часть активного ила (циркуляционный активный ил) из вторичных отстойников перекачивается в аэротенки, а другая часть (избыточный активный ил) передается в илоуплотнители. После илоуплотнителей ил поступает в метантенки, где сбраживается вместе с осадком из первичных отстойников. Сточные воды после дезинфекции сбрасывают в водоем.

Кроме приведенных схем станций применяют и другие, например схему станции с очисткой сточных вод на биологических биофильтрах. Схемы станции очистки производственных сточных вод зависят от вида вод и весьма разнообразны.

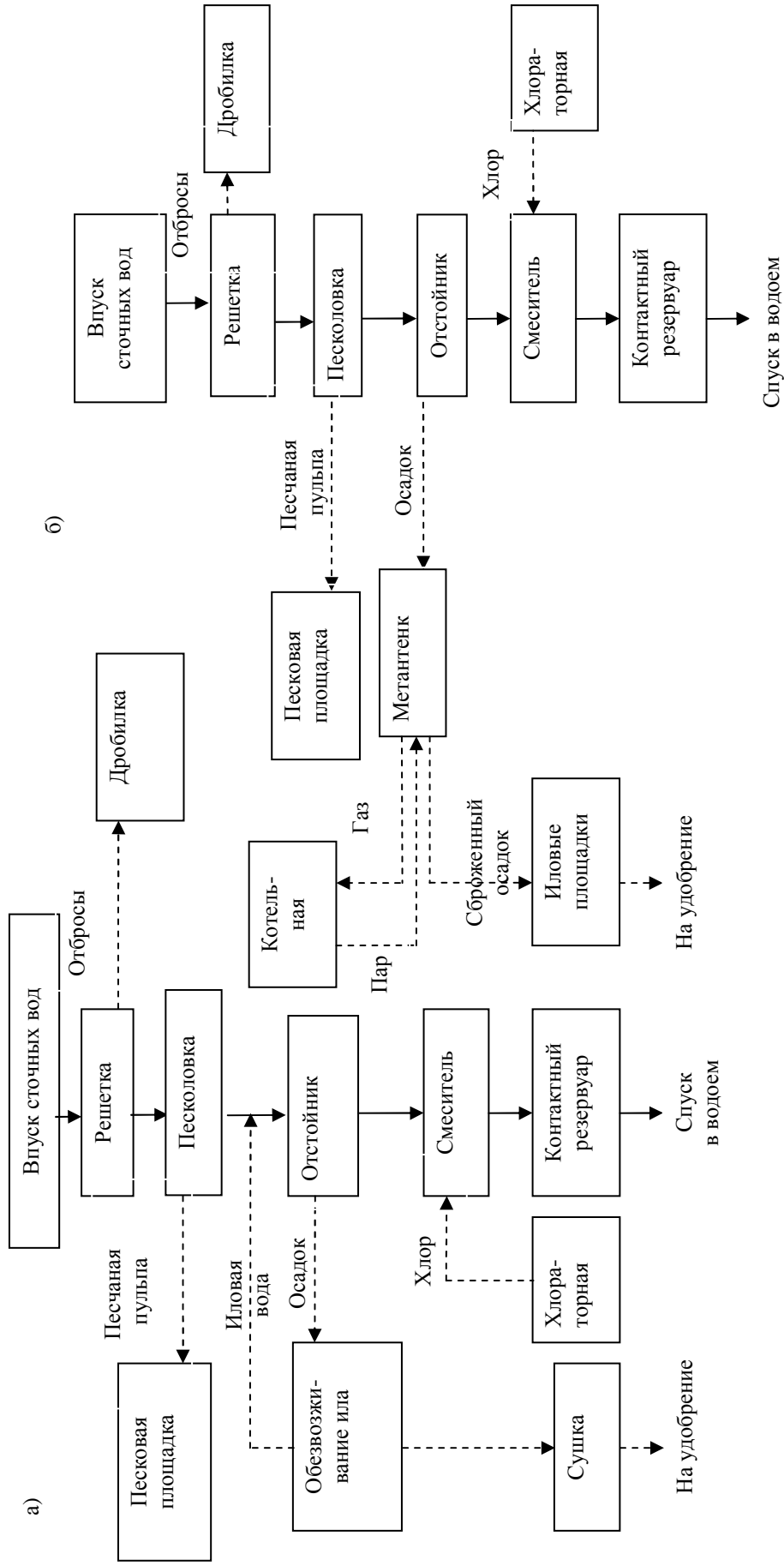


Рис. 4.15. Схемы станции с механической очисткой сточных вод:
а – вариант без метангенка, *б* – вариант с метангенком

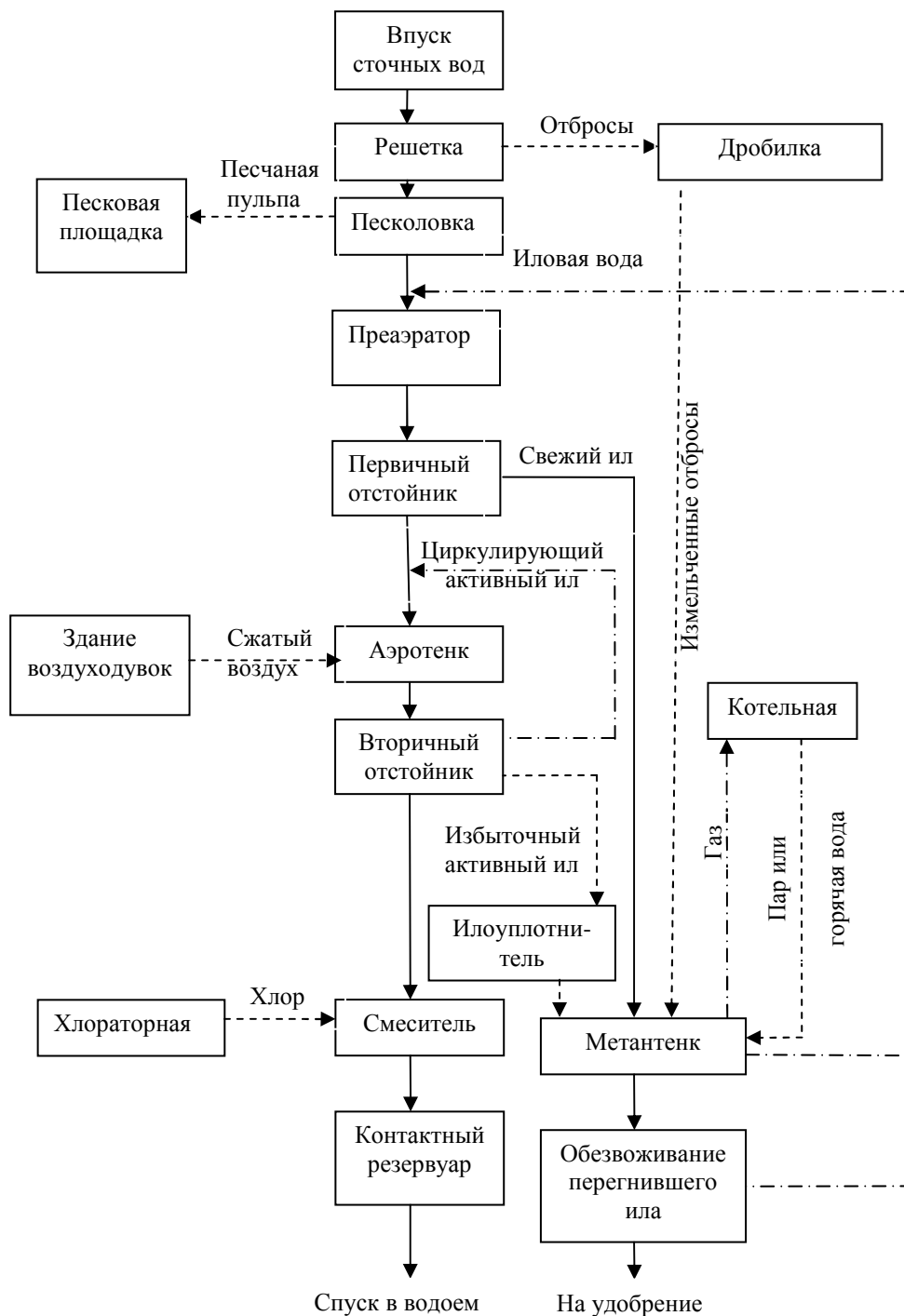


Рис. 4.16. Схемы станции с биологической очисткой сточных вод в аэротенках

4.6. Обеззараживание и выпуск очищенных сточных вод в водоем

Обеззараживание (дезинфекцию) сточных вод производят с целью уничтожения болезнетворных бактерий. Его предусматривают как на станциях только с механической очисткой, так и на станциях с биологической очисткой.

Наибольшее распространение получило обеззараживание сточных вод жидким хлором. Расчетную дозу хлора на станциях с механической очисткой принимают равной 10 г/м^3 , на станциях с полной биологической очисткой – 3 г/м^3 , с неполной – 5 г/м^3 .

При обеззараживании сточных вод хлорной известью необходимы баки для приготовления раствора хлорной извести и дозирование его.

Установка для обеззараживания сточных вод жидким хлором состоит из хлораторной, смесителя и контактных резервуаров. В хлораторной устанавливают хлораторы, служащие для хлорирования воды и получения хлорной воды, которая смешивается со сточной жидкостью. Для смешивания хлора со сточной жидкостью пригодны смесители любого типа. Контактные резервуары для обеспечения требуемого бактерицидного эффекта рассчитывают на 30-минутный контакт хлора с водой. Резервуары проектируют как первичные отстойники без скребков. Осадок из них направляют на иловые площадки.

Конструкция выпуска очищенных сточных вод в водоемы должна обеспечивать хорошее перемешивание сточных вод с водой водоема для лучшего использования самоочищающей способности последнего.

Выпуски бывают *сосредоточенные*, когда сточные воды выпускаются через одно отверстие, и *рассеивающие*, когда имеется несколько выпускных отверстий. Различают также береговые и русловые выпуски.

Береговые выпуски бывают незатопленные и затопленные. При незатопленных береговых выпусках излив сточных вод производится несколько выше уровня воды в реке. При затопленных береговых выпусках устраивают береговые колодцы и излив сточных вод происходит под уровень воды в водоеме.

Русловые выпуски располагаются в водоеме на некотором расстоянии от берега. По сравнению с береговыми выпусками они обеспечивают лучшее и более быстрое смешивание сточных вод с водами водоема.

По конструкции наиболее совершенны рассеивающие русловые выпуски. Такие выпуски заканчиваются выпускным оголовком в виде горизонтально расположенной трубы, на боковой поверхности которой имеется вырез с поперечными направляющими. Этим обеспечивается хорошее смешение.

Весьма эффективное смешение сточных вод с водами водоема обеспечивает конструкция рассеивающего фильтрующего струйного выпуска в виде стальной перфорированной трубы с приваренной к ней по всей длине металлической обоймой со щелевыми отверстиями. Обойма заполняется крупным гравием или щебнем.

Выбор конструкции выпуска и места его расположения определяется технико-экономическими расчетами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Выбор системы и разработка схемы внутреннего водопровода

Цель занятия: приобрести навыки правильного выбора системы и схемы водопровода здания.

Системы внутреннего водопровода включают вводы в здания, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам, водоразборную смесительную, запорную и регулирующую арматуру.

Выбор системы внутреннего водопровода производится с учетом технико-экономических, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, а также принятой системы наружного водопровода.

По режиму действия система водопровода выбирается в зависимости от этажности здания и величины гарантийного напора в сети наружного водопровода.

Выбор системы внутреннего водопровода по режиму действия производится после сравнения величины заданного минимального гарантийного напора в городской водопроводной сети у ввода в здание (H_g) с величиной требуемого напора в результате гидравлического расчета.

При решении вопроса о выборе системы водопровода необходимо предварительно определить свободный напор ($H_{св}$), принимаемый в зависимости от этажности застройки, т.е.:

$$H_{св} = 10 + 4(n - 1)$$

или

$$H_{св} = 6 + 4n, \quad (1)$$

где n – число этажей в здании.

Сравнивая H_g и $H_{св}$ принимаем:

- при $H_g > H_{св}$ – простую систему;
- при $H_g < H_{св}$ – систему с установкой для повышения напора.

При выборе схемы водопроводной сети следует учитывать места размещения водоразборной арматуры на каждом этаже, условие подачи и режим водопотребления воды потребителем, удобства монтажа и ремонта всех трубопроводов. Выбранная схема сети должна иметь технико-экономическое обоснование. При проектировании систем водоснабжения стремятся к рациональному размещению трубопроводов, приблизив их к водоразборным устройствам.

Для жилых зданий менее 12 этажей рекомендуется принимать тупиковую схему сети с нижней разводкой внутреннего водопровода холодной воды с одним вводом [1, п. 9.1].

Выполнение работы:

1. На плане типового этажа жилого здания наносят все элементы санитарно-технических систем: санитарные приборы, водопроводные стояки и распределительные трубопроводы.

2. На плане подвала вычерчивают магистральный трубопровод, ввод, водомерный узел, запорную арматуру.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода

Цель занятия: приобрести навыки построения аксонометрической схемы внутреннего водопровода.

После выбора схемы водопровода и трассировки сети на этажах здания приступают к построению аксонометрической схемы водопровода.

Аксонометрическая схема водопроводной сети и ввода вычерчивается в одном масштабе с планом типового этажа и подвала (М1:100), под углом 45° по осям. На ней следует показать ввод водопровода, пересечения со стеной подвала, водомерный узел, магистраль водопровода, стояки, подводки к водоразборным устройствам. В тех случаях, когда близко расположенные стояки на чертеже накладываются друг на друга, один из них следует отнести на свободное место, как бы отсекая стояк у пола первого этажа; точки отсечения необходимо соединить пунктирной линией. Если планировка санитарных узлов, питаемых стояком, на всех этажах одинакова, можно ограничиться вычерчиванием на всех разводящих трубопроводов по санитарным узлам, а лишь на верхнем этаже расчетного стояка, на остальных этажах показать только места и направления ответвлений трубопроводов. На аксонометрической схеме указывают водоразборную, запорную арматуру, проставляют отметки пола, подвала, первого и верхнего этажей, отметки ввода и земли в месте ввода в здание.

Выполнение работы:

1. Построение аксонометрической схемы водопровода выполняют в масштабе 1:100 с указанием на ней арматуры, водомерного узла, подводок к водоразборным устройствам.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Расчет и подбор водосчетчика

Цель занятия: приобрести навыки расчета и подбора водосчетчика.

При подборе водосчетчика необходимо определить соответствие калибра водосчетчика режиму водопотребления здания и потерям напора.

Диаметр условного прохода (калибра) водосчетчика следует выбирать, исходя из среднечасового расхода воды в здание за сутки, который не должен превышать эксплуатационный (номинальный)[1, табл. 4].

Среднечасовой расход холодной воды в сутки наибольшего водопотребления зданием определяется по формуле

$$q_T = \frac{q_u U}{1000T}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где q_u – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления л/сут чел;

U – количество потребителей;

$T = 24$ часа.

По метрологическим характеристикам подбирается водосчетчик, а затем проверяется:

1) на пропуск максимального (расчетного) расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, при котором потери напора крыльчатых счетчиков не должны превышать 5 м, турбинных – 2,5 м.

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

Потери напора в водосчетчиках рассчитывают по формуле

$$h_{сч} = Sq^2, \quad (2)$$

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

q – максимальный (расчетный) секунднй расход воды на вводе в здание, л/с.

Если потери напора в счетчике оказались меньше 20 % $h_{дон}$, то следует принять другой счетчик (меньшего калибра), чтобы он мог учитывать малые расходы воды.

Выбранный счетчик должен удовлетворять следующим условиям:

– чтобы среднечасовой расход воды, допускаемый при длительной эксплуатации водосчетчика, был больше 4 % максимального суточного водопотребления в здании:

$$q_T > 4\% Q_{сут}^{max}; \quad (3)$$

– для нормальной работы счетчика, необходимо, чтобы максимальный расчетный часовой расход составлял 40 – 50 % от максимального расхода счетчика:

$$q_{сч} \leq 40 - 50\% Q_{max}; \quad (4)$$

– для учета минимальных расходов воды необходимо, чтобы минимальный расчетный расход воды, составляющий примерно 6 – 8 % среднечасового или 1/10 – 1/15 максимального расчетного расхода, не должен быть меньше порога чувствительности счетчика или близок к минимальному допустимому расходу;

– для удлинения срока службы водосчетчика средний суточный расход воды, пропускаемый через него не должен превышать удвоенного значения характерного расхода для данного счетчика:

$$Q_{ср}^{сут} \leq 2Q_{хар} \quad (5)$$

Выполнение работы:

Пример. Подобрать счетчик воды для 40-квартирного жилого дома, каждая квартира оборудована мойкой, ванной, умывальником и унитазом. Число жителей 145, число водоразборных устройств 120. Приготовление горячей воды – ЦГВ. Норма водопотребления 300 л/сут чел.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

Расчет и подбор повысительной установки

Цель занятия: приобрести навыки в расчете и подборе повысительной насосной установки.

В тех случаях когда гарантийный напор (H_g) в наружном водопроводе ниже требуемого ($H_{тр}$) для здания, в целях его обеспечения применяют повысительные насосные установки.

В системах внутреннего водопровода обычно применяют центробежные насосы, как наиболее надежные в работе и простые в эксплуатации.

Насосные установки монтируют с последовательным или параллельным соединением насосов. Когда требуется увеличить расход подаваемой воды в сеть внутреннего водопровода, насосы соединяют параллельно, а для увеличения напора в сети – последовательно.

При подборе насоса необходимо определить его производительность, напор и расчетную мощность электродвигателя.

Подачу насосов определяют в зависимости от принятой системы внутреннего водопровода с учетом режима водопотребления и подачи воды. В системе без водонапорного бака подача насосов q^{sp} , л/с, принимается равной максимальному расчетному секундному расходу воды q , л/с:

$$q = 5q_0\alpha. \quad (1)$$

В системе с водонапорным или гидропневматическим баком подача насосов q_{h2}^{sp} , работающих в повторно-кратковременном режиме, принимается не менее максимального расчетного часового расхода воды q_{hr} , м³/ч:

$$q_{hr} = 0,005q_{0,hr}\alpha_{hr}, \quad (2)$$

где q_0 , q_{0hr} – расход воды, л/с, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимается по прил. 3 СНиП 2.04.01-85*;

α , α_{hr} – коэффициенты, определяемый по прил. 4 СНиП 2.04.01-85*.

Напор, который должны создавать насосы (H_n), зависит от (H_g) гарантийного напора в наружной сети и требуемого напора (H_{mp}) для обеспечения подачи расчетного количества воды к диктующему водоразборному устройству, т.е.:

$$H_n = H_{mp} - H_g = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f - H_g. \quad (3)$$

Ориентировочно недостающий напор можно определить как разность свободного напора ($H_{св}$) у здания с числом этажей n и гарантийного напора (H_g) в сети наружного водопровода:

$$H_n = H_{св} - H_g; \quad (4)$$

$$H_{св} = 6 + 4n \text{ или} \quad (5)$$

$$H_{св} = 10 + 4(n - 1).$$

Мощность электродвигателя насоса, кВт, определяют по формуле

$$N = \frac{q^{sp} H_n \beta}{102\eta_n \eta_{эл}}, \quad (6)$$

где q^{sp} – подача насоса, л/с;

H_n – напор насоса, м;

$\eta_n, \eta_{эл}$ – КПД насоса (0,7 – 0,75) и электродвигателя (0,9 – 0,95);

β – коэффициент запаса, учитывающий перегрузки для электродвигателя: мощность до 0,8 кВт $\beta = 2$, до 2 кВт $\beta = 1,5$, до 4 – 10 кВт $\beta = 1,2 - 1,1$.

Насосы рекомендуется подбирать, пользуясь характеристиками $Q - H$ и $Q - \eta$, приведенными в действующем каталоге насосов [2, прил. 8]. При этом рабочую точку с координатами H_n и q_n определяют на пересечении характеристиками сети с кривой $Q - H$. Построение характеристики сети ($h = Sq^2$) начинают с высоты подъема воды от оси насоса до отметки диктующего водоразборного устройства H_{geom} плюс рабочий напор H_f . Координаты рабочей точки насоса должны быть не менее расчетных значений q и H .

При подборе насоса следует стремиться к тому, чтобы он обеспечивал подачу расчетного расхода воды потребителям при наибольшем значении КПД.

Выполнение работы:

Пример. В жилом 9-этажном здании напор на вводе недостаточен для подачи воды на верхние этажи здания. Геометрическая высота подъема воды $H_{geom} = 26$ м. Потери напора по рассчитанному направлению $\sum H = 8,2$ м, рабочий напор у диктующего водоразборного устройства $H_f = 2$ м. Гарантийный напор 15 м. Число жителей 220, число водоразборных устройств 216. Приготовление горячей воды – централизованное. Требуется подобрать насос для повысительной насосной установки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Определение расчетных расходов воды.

Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Цель занятия: приобрести навыки расчета внутреннего водопровода.

Расход воды для принятой системы водоснабжения здания определяют с учетом удовлетворения нужд всех водопотребителей, норм и режима водопотребления.

Потребление воды в зданиях обычно неравномерно не только в течение года, месяца, недели, но и в течение суток, часа и более короткого времени. Изменение суточных или часовых расходов воды оценивается коэффициентами неравномерности.

Максимальный суточный расход хозяйственно-питьевой воды в жилых зданиях, м³/сут, определяют по формуле

$$Q_{\max.сут} = K_{сут} \frac{q_u^{tot} U}{1000}, \quad (1)$$

где q_u^{tot} – норма максимального потребления воды на одного жителя, л/сут;

U – расчетное число жителей в здании;

$K_{сут}$ – коэффициент суточной неравномерности, для жилых зданий равный 1,1 – 1,3.

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

$$Q_{\text{сум}} = \frac{q_{u1}U_1}{1000} + \frac{q_{u2}U_2}{1000}, \quad (2)$$

где q_{u1}, q_{u2} – норма водопотребления на одного работающего в холодных и горячих цехах, л/смену;

U_1, U_2 – число работающих в этих цехах.

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

$$Q_{\text{пр}} = q_m m Z / 1000, \quad (3)$$

где q_m – норма расхода воды на единицу выпускаемой продукции или на единицу производственного оборудования;

m – число выпускаемой продукции в смену или число работающего оборудования;

Z – число смен в сутки.

Нормы расхода воды на пожаротушение в жилых и общественных зданиях принимают [1, п. 6].

В жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий расчет водопроводной сети производят по максимальному секундному расходу воды q , л/с, который определяют по формуле

$$q = 5q_0\alpha, \quad (4)$$

где q_0 – секунднй расход воды водоразборной арматуры [1, прил. 3];

α – коэффициент, зависящий от величины PN , т.е. $\alpha = f(PN)$ и определяется [1, прил. 4, табл. 2];

N – число водоразборных устройств;

P – вероятность действия водоразборных устройств.

Вероятность действия водоразборных устройств при одинаковых водопотребителях определяют по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}U}{q_0N \cdot 3600}, \quad (5)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления [1, прил. 3];

U – число водопотребителей.

Максимальный часовой расход воды; м³/ч, определяют по формуле

$$q_{hr} = 0,005q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (6)$$

где $q_{0,hr}$ – максимальный часовой нормативный расход воды, л/ч, одним водоразборным устройством;

α_{hr} – величина, определяемая по прил. 4 СНиП 2.04.01-85*;
 $\alpha_{hr} = f(N \cdot P_{hr})$, значения P_{hr} определяют по формуле

$$P_{hr} = \frac{P3600q_0}{q_{0,hr}}. \quad (7)$$

Гидравлический расчет водопроводной сети. Основным назначением этого расчета является определение наиболее экономичных диаметров трубопроводов для пропуска расчетных расходов воды, а также условий, обеспечивающих подачу воды ко всем потребителям в необходимом количестве и с наименьшими потерями напора. Расчет выполняют в такой последовательности:

1. На аксонометрической схеме сети выбирают расчетное направление от ввода до диктующего водоразборного устройства и определяют длины расчетных участков между узловыми точками.

2. Рассчитывают расчетные расходы по всем расчетным участкам по формулам (4) – (7).

3. Назначают диаметры труб на расчетных участках, исходя из наиболее экономичных скоростей движения воды [1, п. 7.6]. Диаметры труб определяют по таблицам Ф.А. Шевелева, необходимые данные из которых приведены [2, прил. 6].

4. Определяют потери напора на трение по длине каждого расчетного участка, м, по формуле

$$h_l = il \quad \text{или} \quad h_l = A_1 l q^2, \quad (8)$$

где h_l – потери напора на трение, м;

i – удельные потери напора на трение, м;

l – длина расчетного участка трубопровода, м;

A_1 – удельное сопротивление на 1 м трубопровода [5, прил. 1].

5. Находят местные потери напора (в соединениях и фасонных частях труб) в процентах от потерь напора на трение по длине труб [1, п. 7.7].

6. Определяют суммарные потери напора, м, по расчетному направлению:

$$\sum H_{tot,l} = h_{вв} + h_{сч} + h_l + \sum h_m; \quad (9)$$

где $h_{вв}$ и h_l – потери напора на трение на вводе (от наружной сети до водомерного узла) и по расчетному направлению от водомерного узла до диктующего водоразборного устройства;

$h_{сч}$ – потери напора в счетчике воды;

$\sum h_m$ – сумма потерь напоров на преодоление местных сопротивлений.

7. Вычисляют общий напор, м, требуемый для внутреннего водопровода:

$$H_{mp} = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f, \quad (10)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подачи воды от отметки гарантийного напора в наружном водопроводе до отметки расположения диктующего водопроводного устройства;

$H_{tot,l}$ – суммарные потери напора по расчетному направлению, м;

H_f – рабочий напор, м, перед диктующим водоразборным устройством [1, прил. 2], обеспечивающий преодоление сопротивлений в арматуре и создающий минимальный нормативный расход воды q_0 , л/с.

Выполнение работы.

По выданному заданию рассчитать водопроводную сеть жилого дома: определить расчетные расходы воды, подобрать диаметр труб и определить требуемый напор для здания.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

Расчет простых противопожарных систем

Цель занятия: приобретение навыков в выполнении гидравлического расчета простых противопожарных систем.

Расчет простых противопожарных систем водопровода зданий заключается так же, как и при расчете хозяйственно-питьевого водопровода, в определении требуемого напора для подачи воды к наиболее высоко расположенному и наиболее удаленному пожарному крану. Принцип и последовательность расчета противопожарного водопровода схож с расчетом хозяйственно-питьевого водопровода.

Расходы воды для противопожарных целей, подаваемой по внутреннему водопроводу, нормируются [1, табл. 1, п. 6.2].

Размещение стояков и число пожарных кранов принимаются на рекомендации [1, п. 6.12 – 6.14].

Раздельная система противопожарного водопровода рассчитывается только на расчетный пожарный расход, л/с:

$$q_{нк} = q_{0нк} n_{сmp}. \quad (1)$$

Объединенная система рассчитывается на пропуск расчетного расхода воды на пожаротушение и максимальный расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые или производственные нужды, л/с:

$$q_{нк}^{tot} = q^{tot} + q_{нк}, \quad (2)$$

где $q_{0нк}$ – нормативный расход одной пожарной струи, л/с, с учетом высоты компактной части пожарной струи [1, табл. 3];

n_{cnp} – расчетное число пожарных струй;

q^{tot} – максимальный расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, л/с.

Расчетный рабочий напор перед пожарным краном определяется суммой величины напора у spryska (наконечника) для обеспечения компактной струи и потерями напора в рукаве

$$H_{fнк} = H_{fсnp} + H_{l,p}; \quad (3)$$

где $H_{l,p}$ – потери напора в пожарном рукаве;

$H_{fсnp}$ – напор у наконечника spryska, необходимый для создания компактной струи требуемой высоты.

Потери напора в рукаве определяют по формуле

$$H_{l,p} = A_{mp} l_p q_{нк}^2; \quad (4)$$

где A_{mp} – удельное сопротивление рукава: для пеньковых рукавов диаметром 65 м – $A_{mp} = 0,00385$, для диаметра 50 мм $A_{mp} = 0,012$;

l_p – стандартная длина рукава;

$q_{нк}$ – расход воды пожарным краном, л/с.

Напор у spryska:

$$H_{fсnp} = \frac{\alpha H_{к}}{1 - U \alpha H_{к}}; \quad (5)$$

где $H_{к}$ – требуемая высота компактной струи, м;

α – коэффициент, зависящий от отношения полной высоты к высоте компактной струи:

$$\alpha = 1,19 + 80(0,01 H_{к})^4; \quad (6)$$

U – коэффициент, зависящий от диаметра наконечника spryska $d_{сnp}$, который принимается равным 13,16 либо 19 мм:

$$U = 0,25 / [d_{сnp} + (0,1 d_{сnp})^3]; \quad (7)$$

Подбор пожарных кранов и других параметров производится по табл. 3 СНиП 2.04.01-85*.

Так как напоры у пожарных кранов отличаются друг от друга, необходимо сделать проверку и определить расходы у пожарных кранов на верхних и нижних этажах по формуле

$$q_{нк} = \sqrt{B_{снр} H_{f снр}} ; \quad (8)$$

где $B_{снр}$ – коэффициент пропускной способности ствола с наконечником, зависящий от диаметра sprыска, который принимается равным $B_{снр} = 0,346; 0,793; 1,577$ для $d_{снр} = 13, 16$ и 19 мм соответственно.

Если в результате расчетов будет обнаружено, что напоры у пожарных кранов больше 40 м, то между пожарным краном и соединительной головкой необходимо установить диафрагмы, снижающие избыточный напор. Диаметр отверстия диафрагмы определяется по номограмме [1, прил. 4, чертеж 5].

Выполнение работы.

Пример: Определить рабочий напор перед пожарным краном $d = 65$ мм при расчетном расходе 5 л/с, длине пенькового рукава 10 м, диаметр sprыска 19 мм, требуемой высоте компактной струи 12 м.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7

Проектирование внутренней канализации.

Построение аксонометрической схемы выпуска

Цель занятия: приобрести навыки проектирования внутренней канализации: размещение стояков, расположение выпусков в подвале здания, предусмотреть устройства для прочистки и вентиляции канализационной сети.

Руководствуясь архитектурно-планировочными решениями и технологическими проектными материалами, намечают места расположения приемников сточных вод.

С целью сокращения числа стояков и уменьшения протяженности отводных линий лучше размещать приемники компактными группами как в плане, так и в разрезе здания по этажам друг под другом.

При проектировании сетей внутренней канализации на поэтажных планах в масштабе 1:100 наносят приемники сточных вод, отводные линии, места расположения стояков.

На плане подвала размещают все канализационные стояки и сборные трубопроводы, выпуски до смотровых колодцев дворовой канализационной сети. На планах также указывают расположение прочисток, ревизии.

Отводные трубопроводы присоединяют к гидрозатворам санитарно-технических приборов и прокладывают к стояку прямолинейно с постоянным уклоном. Диаметры отводных линий принимают конструктивно 50 или 100 мм в зависимости от диаметров выпусков приемников.

К прокладке трубопроводов в зданиях предъявляют требования [1, п. 17]. Прокладка осуществляется открыто в подвалах, технических этажах, монтажных коридорах, шахтах, санитарно-технических кабинах, подсобных и вспомогательных помещениях, цехах, подпольях и скрыто – в блоках, панелях, бороздах, каналах, строительных конструкциях.

Стояки предназначены для транспортирования стоков, собранных отводными трубопроводами со всех этажей в нижнюю часть здания; размещают их в местах расположения наибольшего числа приемников. Стояки должны быть собраны из труб диаметром не менее наибольшего диаметра отверстия выпуска из числа присоединенных приемников сточных вод.

Размещают стояки в монтажных шахтах, кабинах, блоках ближе к углу стен и перегородок.

Для ликвидации засоров на высоте 1 м от пола через два этажа на третьем, и на верхнем этаже, под отступом и в подвале обязательно устанавливают ревизии.

Присоединение стояков к выпускам осуществляют с применением двух отводов под 135° или удлиненных отводов под 90° . Для вентиляции канализационной сети в верхней части стояков предусматривают вытяжную трубу, которая выводится выше эксплуатируемой крыши на 3 м, не эксплуатируемой плоской крыши на 0,3 м, скатной – на 0,5 м.

Число вытяжных труб принимается минимальным и объединяет стояки в секционные группы, чтобы уменьшить число повреждений кровли здания.

Выпуски объединяют несколько стояков, размещенных в техподполье, подвале, каналах. Число выпусков определяют с учетом расположения стояков, выбирая наименьшую протяженность сборных горизонтальных трубопроводов и с минимальным числом прочисток.

Число выпусков принимают минимальным. Глубину выпуска принимают на 0,3 м выше глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м.

Диаметр выпуска и уклон определяют расчетом или конструктивно, исходя из условия незасоряемости [1, п. 18].

После нанесения всех элементов канализационной сети на планы этажа и подвала здания составляют аксонометрическую схему одного из выпусков с присоединенными к нему стояками. На аксонометрической схеме показать приемники сточных вод, гидрозатворы и соединительные

части трубопровода. На горизонтальных трубопроводах указать диаметры и уклоны, а на концах каждого участка отметки.

Выполнение работы.

1. На плане типового этажа жилого здания нанести приемники сточных вод, отводные трубы, места расположения стояков.
2. На плане подвала разместить все стояки и выпуски до смотровых колодцев. Указать места установок прочисток и ревизий.
3. Построить аксонометрическую схему одного из выпусков с присоединенными к нему стояками.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Определение расчетных расходов сточных вод.

Расчет выпусков из здания

Цель занятия: приобрести навыки расчета внутренней канализационной сети.

В сети внутренней канализации преобладают залповые поступления сточных вод, и потому в трубопроводах создается аккумулярующая способность, резко снижающая по длине трубопровода величину максимального секундного расхода.

Лишь на длине $100d$ и более устанавливается стабильный расчетный расход сточных вод, на который и следует выполнять гидравлический расчет выпуска.

Выполнение работы.

Расчет выпусков состоит из следующих этапов.

1. Определяют число приемников сточных вод N , присоединенных к каждому стояку и выпуску.
2. На основании [1, п. 3.4] определяют вероятность действия установленных приемников сточных вод по формуле

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} U}{q_0^{tot} N \cdot 3600}, \quad (1)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления [1, прил. 3];

U – число водопотребителей;

q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарным прибором [1, прил. 3];

N – число санитарных приборов.

3. По рекомендации [1, п. 3.5] определяют максимальные секундные расходы на расчетных участках выпуска

при

$$q^{tot} \leq 8 \text{ л/с} \quad (2)$$

$$q^s = q^{tot} + q_0^s$$

при

$$q^{tot} > 8 \text{ л/с} \quad (3)$$

$$q^s = q^{tot}$$

где q^{tot} – общий расчетный расход холодной и горячей воды на расчетном участке канализации, л/с,

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha;$$

q_0^s – удельный нормативный расход стоков, л/с, от приемника с наибольшим водоотведением;

α – коэффициент, зависящий от общего числа приборов $\sum N$ на расчетном участке и вероятности их действия P принимают по прил. 4 СНиП 2.04.01-85*.

4. По максимальному секунднему расходу определяют расчетный расход сточных вод q_p^s , л/с, по формулам:

– при длине выпуска $l < 3$ м

$$q_p^s = q^s \left[1 - \frac{0,12l}{\sqrt{1000k} v_m} \right]; \quad (4)$$

– при длине выпуска $l \geq 3$ м

$$q_p^s = q^s (1 - A - 0,04l), \quad (5)$$

где k – коэффициент, зависящий от наполнения H/d :

H/d	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$1000 k$	1,276	0,8	0,6	0,49	0,43	0,394

$$A = \frac{0,15(100n)^{0,25}}{[(1000k)^{0,72} v_m^{1,5}]}, \quad (6)$$

где n – коэффициент шероховатости внутренней поверхности труб: чугунные – 0,013, керамические – 0,0134, асбестоцементные – 0,012, пластмассовые – 0,11;

v_m – средняя скорость движения сточных вод, м/с.

5. Из условия незасоряемости $v_m \sqrt{H/d} \geq 0,6$ выбирают наполнение и скорость. Например, принимают $H/d = 0,33$ и $v_m = 0,6 / \sqrt{0,33} = 1,04$ м/с.

6. Диаметр канализационного выпуска определяют по формулам:

$$d = \frac{\sqrt{q_p^s / v_m}}{(H/d)^{0,7}}, \text{ при } H/d < 0,6, \quad (7)$$

$$d = \frac{\sqrt{q_p^s / v_m}}{(H/d)^{0,4}} 1,13 \text{ при } H/d > 0,6; \quad (8)$$

7. По принятому диаметру, пользуясь номограммой [2, с. 329], уточняют значение ожидаемых скорости и наполнения.

8. Зная скорость, наполнение и диаметр для чугунных труб с коэффициентом шероховатости n , определяют уклон труб по формуле

$$i = \frac{k(100n)^{2,8} v_m^2}{d^{1,3}}. \quad (9)$$

Уклон труб определяют по номограмме [2, с. 330] или по формуле (9).

Если транспортирующая способность труб $v_m \sqrt{H/d} < 0,6$, то эти участки труб считаются безрасчетными и принимаются как стандартные диаметры и уклоны:

d , мм	40 – 50	100	150
i	0,03	0,02	0,01

8. Вертикальные трубопроводы (стояки) подвергают лишь проверочному расчету, сравнивая расчетный расход сточных вод с пропускной способностью стояка принятого диаметра. Допустимые расходы приведены [1, табл. 8], они должны быть больше расчетных. Диаметр канализационного стояка должен быть не меньше наибольшего диаметра отводных линий, присоединенных к стояку (поэтажных отводов).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

Проектирование и расчет дворовой водоотводящей сети

Цель занятия: приобрести навыки проектирования и гидравлического расчета дворовой канализации: определение расчетных расходов, глубины заложения, диаметров, скорости и наполнения трубопроводов.

Дворовая канализация собирает сточные воды от всех выпусков из здания и отводит их в наружную канализацию. Трубопроводы дворовой канализации прокладывают параллельно зданию в направлении к наружной сети по кратчайшему расстоянию к колодцу городской канализации.

Расстояние от наружной стены здания до трассы дворовой канализации принимается не менее 3,0 – 5,0 м, чтобы при проведении земляных работ не повредить основание здания.

В местах подключения выпусков из здания к дворовой канализации устраивают смотровые колодцы. Колодцы предусматриваются и на поворотах сети. Перед присоединением дворовой сети к наружной, на расстоянии 1,5 – 2 м от красной линии, устанавливают контрольный колодец. Размеры смотровых колодцев принимаются в зависимости от диаметров присоединенных к ним труб и глубины их заложения. При диаметре труб до 200 мм и глубине заложения до 2 м устраивают колодцы диаметром 0,7 м, а при большем диаметре труб или большей глубине заложения – не менее 1 м.

Расчет дворовой сети сводится к определению диаметров канализационных труб с учетом расчетных расходов, уклонов, наполнения и самоочищающей скорости.

Трассу разбивают на расчетные участки, которые разделяют друг от друга колодцами. Затем определяют максимальные секундные расходы стоков на каждом участке по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s. \quad (1)$$

После определения расчетных расходов приступают к подбору диаметров и уклонов трубопроводов.

Дворовую сеть прокладывают из керамических труб диаметром не менее 150 мм и желательно с одинаковым уклоном на всех участках. Минимальная скорость в трубах должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение в пределах 0,3 – 0,6. Минимальный уклон трубопровода

$$i_{\min} = 1/d, \quad (2)$$

где d – диаметр трубы.

Расчет уклонов, скоростей и наполнений выполняют [10].

Начальную глубину заложения сети принимают минимальной, учитывая следующие факторы: глубину промерзания грунта, механические повреждения, глубину заложения выпуска канализации, пересечения с другими подземными коммуникациями.

Глубина заложения лотка трубы принимается:

- из условия промерзания грунта на 0,3 м меньше глубины промерзания;
- из условия прочности керамических труб не менее 0,7 м до верха трубы;
- из условия глубины заложения выпуска ниже глубины лотка выпуска не менее разности их диаметров;

– из условия пересечения с другими подземными коммуникациями прокладывается ниже этих коммуникаций на допустимые расстояния между ними.

Выполнение работы.

На заданном генплане участка необходимо произвести трассировку дворовой канализации с расстановкой на них колодцев.

Затем разбить сеть на расчетные участки и определить расчетные расходы на каждом из них. По расходу подбирать диаметры и уклоны, а затем определить скорости и наполнение в трубопроводе.

По генплану определить отметки поверхности земли у колодцев. Далее принять минимальное заглубление первого колодца и определить отметку лотка и шельги. Для последующих участков глубину заложения, отметки лотков и шельги определить в зависимости от принятого уклона.

Расчет сводим в таблицу (прил. 12, методические указания к курсовой работе).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10

Построение продольного профиля дворовой водоотводящей сети

Цель занятия: приобрести навыки построения профиля дворовой канализации.

Выполнение работы.

Построение продольного профиля дворовой канализации производят на основе полученных данных таблицы, расчета дворовой канализационной сети, выполненной на практическом занятии 9.

Продольный профиль дворовой канализационной сети вычерчивается по оси трассы труб от места присоединения к городской сети канализации до наиболее удаленного от нее канализационного выпуска.

Независимо от направления движения сточных вод по трубопроводам дворовой канализации профиль вычерчивается в соответствии с движением воды по трубам – слева направо. Вычерчивание профиля начинают с построения профиля поверхности земли вдоль трассы трубопроводов, а затем вычерчивается и сам трубопровод с колодцами.

На профиле наносят: отметки поверхности земли, лотков, глубина колодцев, материалы труб, расстояние, диаметры, уклоны, номера колодцев, пересечение с другими коммуникациями.

Горизонтальный масштаб профиля принимаем равным масштабу генплана (М1:500), а вертикальный – 1:100.

При проектировании канализационной сети необходимо соблюдать следующие требования:

1. Определять диаметры и уклоны трубопроводов из условия, чтобы скорость потока с расчетным расходом была в них больше самоочищающей и меньше наибольшей допустимой, а наполнение не превышало допустимых значений.

2. При уклоне поверхности земли, большем минимального уклона проектируемого водопровода, его уклон принимать равным уклону поверхности земли.

3. При уклоне поверхности земли, меньшем минимального уклона проектируемого, его уклон принимать равным минимальному уклону.

Соединение труб одинакового диаметра при разном расчетном наполнении, а также труб разного диаметра можно выполнять по уровням или по верху трубы («шелыга в шелыгу»). Соединение труб бытовой канализационной сети рекомендуется выполнять по их верху при разном диаметре, по уровням воды при одинаковом диаметре.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11

Проектирование и расчет внутренних водостоков

Цель занятия: приобрести навыки проектирования и расчета внутренних водостоков.

Расчет внутренних водостоков сводится к определению расчетного расхода дождевых вод и проверки пропускной способности отдельных участков сети.

Расчетный расход дождевых вод q_p , л/с, с водосборной площади определяют по формулам

– для плоских кровель (с уклоном менее 1,5)

$$q_p = Fq_{20}/10000; \quad (1)$$

– для скатных кровель (с уклоном более 1,5)

$$q_p = Fq_5/10000, \quad (2)$$

где F – площадь водосбора, м²;

q_{20} и q_5 – интенсивность дождя, л/с с 1 га, продолжительностью соответственно 20 и 5 мин; значение q_{20} приведены [8, черт. 1]; $q_5 = 4^n q_{20}$ (здесь n – климатологический параметр, значение которого приведены [8, табл. 4]).

Расчетный расход дождевых вод, приходящийся на водосточный стояк, не должен превышать величин, приведенных [1, табл. 10], а на водосточную воронку определяется по паспортным данным принятого типа воронки.

Пропускную способность системы, т.е. максимальный расчетный расход, л/с, при напорном режиме можно определять по формуле

$$q = \sqrt{H / S_0}, \quad (3)$$

где H – напор в системе, м, равный разности отметок кровли у воронки и оси выпуска или оси самотечного трубопровода;

S_0 – полное сопротивление системы, $\text{м}^5/\text{л}^2$, равное сумме сопротивлений по длине всех участков труб и местных сопротивлений фасонных частей труб, включая сопротивление воронки и выпуска.

Полное сопротивление системы определяют по формуле

$$S_0 = A_l l + A_m \sum \zeta, \quad (4)$$

где A_l – удельное сопротивление по длине трубопроводов;

l – длина трубопроводов, м;

A_m – удельное местное сопротивление (при $\zeta = 1$), принимаемое в зависимости от диаметра трубопровода:

d , мм	50	75	100	150
A_l , $\text{с}^2/\text{л}^2$	0,01519	0,001709	0,0003653	0,00004185
A_m , $\text{мс}^2/\text{л}^2$	0,0132	0,0024	0,000826	0,000165

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, включая вход в воронку и выпуск (эти коэффициенты приведены [2, прил. 7]).

Система запроектирована правильно, если удовлетворяется неравенство

$$q > q_p. \quad (5)$$

Если $q \leq q_p$, то требуется увеличить диаметры стояков и отводных трубопроводов или уменьшить водосборную площадь, приходящуюся на одну воронку, т.е. увеличить число воронок.

Выполнение работы.

Пример 1: Здание с плоской кровлей будут строить в Краснодаре. Водосборная площадь кровли на одну воронку составляет 850 м^2 . Разность отметок выпуска и кровли у воронки 16 м. Длина выпуска 22 м. Требуется рассчитать систему внутреннего водостока.

Пример 2: Определить диаметр водосточного стояка с одной воронкой и выпускного трубопровода от него при отводе дождевых вод со скатной кровли, имеющей площадь водосбора 1000 м². Здание расположено в г. Москва. Длина трубопровода 25 м. Геометрическая высота верха воронки до оси выпуска 16 м.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12

Определение расчетных расходов воды

Цель занятия: приобрести навыки определения расчетных расходов воды.

Расчетные расходы. Сооружения водопровода должны иметь пропускную способность, достаточную для всего расчетного срока его действия. За расчетный расход принимают расход в часы максимального водоразбора суток с наибольшим водопотреблением.

Расчетный суточный расход (средний за год) расход воды, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяют по формуле

$$Q_{cp}^{cym} = q_u N / 1000, \quad (1)$$

где q_u – норма водопотребления, принимаемая [7, табл. 1];

N – расчетное число жителей.

Расчетные расходы в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, м³/сут, определяют по формулам:

$$Q_{max}^{cym} = K_{max}^{cym} Q_{cp}^{cym}, \quad (2)$$

$$Q_{min}^{cym} = K_{min}^{cym} Q_{cp}^{cym}, \quad (3)$$

где K_{max}^{cym} и K_{min}^{cym} – максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности, зависящие от степени благоустройства зданий, режима водопотребления по сезонам года и дням недели; $K_{max}^{cym} = 1,1 - 1,3$; $K_{min}^{cym} = 0,7 - 0,9$.

Расчетные часовые расходы, м³/ч, определяют по формулам:

$$q_{max}^{час} = K_{max}^{час} Q_{max}^{cym} / 24; \quad (4)$$

$$q_{min}^{час} = K_{min}^{час} Q_{min}^{cym} / 24, \quad (5)$$

где $K_{max}^{час}$ и $K_{min}^{час}$ – максимальный и минимальный коэффициенты часовой неравномерности, определяемые по формулам:

$$K_{\max}^{час} = \alpha_{\max} \beta_{\max}; \quad (6)$$

$$K_{\min}^{час} = \alpha_{\min} \beta_{\min}, \quad (7)$$

где α – коэффициент, зависящий от степени благоустройства зданий и режима работы предприятий;

$$\alpha_{\max} = 1,2 - 1,4;$$

$$\alpha_{\min} = 0,4 - 0,6,$$

β – коэффициент, зависящий от числа жителей в населенном пункте [7, табл. 2].

Расчетный расход воды на производственные нужды принимают по данным технологов.

Выполнение работы.

Пример. Требуется определить расход воды для города при следующих данных: площадь территории города $F = 159$ га, плотность населения, одинаковая во всех частях города, $P = 148$ чел/га. Норма водопотребления на одного жителя 270 л/сут. Поливаемая часть усовершенствованных покрытий улиц и площадей $F_{пол} = 20\% F$; поливаемая часть зеленых насаждений $F_{зел} = 10\% F$.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13

Расчет водопроводных сетей

Цель занятия: приобрести навыки расчета водопроводных сетей.

Расчет водопроводных сетей выполняют с целью определения потерь напора в них и диаметров труб участков сети. Потери напора необходимо знать для определения высоты водонапорной башни и напора насосов.

При расчете водопроводной сети предполагают, что промышленным предприятиям (для производственных и хозяйственно-питьевых целей) вода подается в виде сосредоточенных расходов, а для хозяйственно-питьевых целей в городах и населенных пунктах – равномерно по длине магистральных линий. Равномерно распределяемый (путевой) расход воды, приходящийся на 1 м длины линии, называют удельным расходом и определяют по формуле

$$q_{уд} = q_{об} / \sum L, \quad (1)$$

где $q_{об}$ – общий расход, распределяемый сетью;
 $\sum L$ – протяженность магистральных линий.

Диаметр труб магистральных линий находят по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}}, \quad (2)$$

где q – расчетный расход;

v – скорость движения воды в трубе.

В формуле (2) скорость v является неизвестной величиной. Практикой проектных организаций установлено, что наиболее экономичная скорость v , составляет для труб малых диаметров 0,6 – 0,9 м/с, для труб больших диаметров – 0,9 – 1,5 м/с.

Каждый участок сети (кроме кольцевых) помимо путевого расхода $q_{пут}$ пропускает транзитный расход q_m , необходимый для питания последующих участков. Тогда расчетный определяют по формуле

$$q = q_m + \alpha q_{пут}, \quad (3)$$

где $\alpha = 0,5$ – коэффициент эквивалентности.

Вычисленные по расчетному расходу потери напора равны действительным потерям напора в трубопроводе с равномерной подачей воды по длине. Для упрощения расчетов путевые расходы можно приводить к сосредоточенным расходам в узлах, равным половине произведения удельного расхода на общую длину прилегающих веток. При этом результаты расчетов совпадают с получаемыми при пользовании формулой (3).

Расчет водопроводных сетей проводят на случай максимального водоразбора.

Удельные потери напора в новых стальных и чугунных водопроводных трубах рекомендуется определять по формулам:

– при $v < 1,2 \lim_{x \rightarrow \infty}$, м/с

$$i = 0,00148 \frac{q^2}{d_p^{5,3}} \left(1 + \frac{0,867}{v}\right)^{0,3}; \quad (4)$$

– при $v \geq 1,2$, м/с

$$i = 0,001735 \frac{q^2}{d_p^{5,3}}, \quad (5)$$

где q – расход воды, м³/с; d_p – расчетный внутренний диаметр труб, м.

Для упрощения расчетов по формулам (4) и (5) составлены таблицы [9]. При пользовании ими общие потери напора определяют по формуле

$$h_l = il. \quad (6)$$

Потери напора в трубах можно определить также по формуле

$$h_l = k_n A_l l q^2 \quad \text{или} \quad h_l = k_n S_l q^2 \quad (7)$$

где $S_l = A_l l$ – сопротивление трубопровода (A_l – удельное сопротивление).

Значение удельных сопротивлений A_l и коэффициентов k_n для труб из разных материалов даны [2, прил. 1].

Потери напора в местных сопротивлениях ввиду их малости при расчете водопроводных сетей не учитывают.

Выполнение работы.

Пример 1: Поселок площадью $F = 20$ га, плотность населения $P = 250$ чел/га, норма водопотребления 150 л/сутчел, $K = 1,35$. Насосная станция II подъема подает воду по чугунному трубопроводу длиной 800 м. Определить потери напора в трубопроводе.

Пример 2: Требуется определить диаметр чугунного трубопровода длиной 700 м и потери напора в этом трубопроводе при расходе $q = 34,3$ л/с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14

Определение расчетных расходов сточных вод

Цель занятий: обрести навыки определения расчетных расходов сточных вод.

Канализационную сеть и сооружения на ней рассчитывают на максимально возможный расход сточных вод – наибольший секундный расход, который называется расчетным.

Расход бытовых сточных вод зависит от числа жителей, пользующихся канализацией, и нормы водоотведения бытовых вод. Расход производственных сточных вод зависит от количества выпускаемой продукции и нормы водоотведения производственных вод. Нормой водоотведения называется суточный расход сточных вод на одного жителя или на единицу выпускаемой продукции. Норма водоотведения равна норме водопотребления и принимается равной [7, табл. 1].

Сточные воды поступают в сеть неравномерно в отдельные дни и отдельные часы суток. Неравномерность их поступления может характеризоваться ступенчатым или интегральным графиком, аналогичным соответствующему графику водопотребления [2, с. 106].

Расчетные общие максимальные и минимальные расходы сточных вод определяются как произведения среднесуточных (за год) расходов сточных вод на коэффициенты общей неравномерности (табл. 1).

Коэффициенты неравномерности водоотведения

Средний расход сточных вод, л/с	Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	
	максимальный $K_{ден.маx}$	минимальный $K_{ден.мин}$
5	2,5	0,38
10	2,1	0,45
20	1,9	0,5
50	1,7	0,55
100	1,6	0,59
300	1,55	0,62
500	1,5	0,66
1000	1,47	0,69
5000 и более	1,44	0,71

Расчетные расходы сточных вод могут быть определены по следующим формулам:

– для бытовых сточных вод от города

$$Q_{ср.сут} = \frac{PFn}{1000}, \quad (1)$$

$$q_{макс.с} = \frac{PFn}{24 \cdot 3600} K_{ден.маx}; \quad (2)$$

– для производственных сточных вод

$$Q_{ср.сут} = M_{сут} m, \quad (3)$$

$$q_{макс.с} = \frac{M_{см} m \cdot 1000}{T \cdot 3600} K_{ч}, \quad (4)$$

где $Q_{ср.сут}$ и $q_{макс.с}$ – расчетные расходы сточных вод, соответственно, м³/сут и л/с;

P – число жителей, проживающих на 1 га площади кварталов (за вычетом площади улиц);

F – площадь жилых кварталов в населенном пункте;

n , m – нормы водоотведения, соответственно, бытовых вод от города и производственных;

$M_{сут}$, $M_{см}$ – количество выпускаемой продукции, соответственно, за сутки и за смену продолжительностью T , ч;

$K_{ч}$ – коэффициент часовой неравномерности водоотведения.

Бытовые сточные воды на предприятиях учитываются отдельно. Расчетные часовые и секундные расходы этих вод определяют по схеме с

максимальным числом рабочих и с учетом продолжительности смен по следующим формулам:

$$Q_{сут} = \frac{25N_1 + 45N_2}{1000}; \quad (5)$$

$$Q_{max}^{час} = (25N_3K_q + 45N_4K_q) / T \cdot 1000; \quad (6)$$

$$q_{max}^{сек} = (25N_3K_q + 45N_4K_q) / T \cdot 3600, \quad (7)$$

где N_1 и N_2 – число работающих в сутки при норме водоотведения соответственно 25 и 45 на одного человека;

N_3 и N_4 – число работающих в смену с максимальным числом работающих при норме водоотведения соответственно 25 и 45 л на одного человека;

T – число часов работы смены.

Расчетные расходы душевых сточных вод определяют с учетом характеристики производственных процессов по формулам:

$$Q_{сут} = \frac{40N_5 + 60N_6}{1000}; \quad (8)$$

$$q_{max}^{сек} = \frac{40N_7 + 60N_8}{45 \cdot 60}, \quad (9)$$

где N_5 и N_6 – число пользующихся индивидуальным душем в душевых помещениях в сутки при норме водоотведения 40 и 60 л на одного человека;

N_7 и N_8 – число работающих в смену с максимальным числом работающих при норме водоотведения соответственно 40 и 60 л на одного человека.

При расчете канализационных сетей удобно вычислять расходы, используя понятие модуль-стока, л/(с·га), определяемого по формуле

$$q_0 = pq_6 / 86400, \quad (10)$$

где p – плотность населения на 1 га.

Расчетный расход

$$q_{max}^{сек} = q_0 FK_{общ}, \quad (11)$$

где F – площадь кварталов в жилой зоне канализуемой территории.

Выполнение работы.

Пример: Требуется определить максимальный секундный расход сточных вод, отводимых от города ($F = 150$ га, $P = 200$ чел./га, $q_6 = 250$ л/сут·чел. и промпредприятия (продолжительность смены 8 ч, число работающих в горячих цехах 80 человек, $K = 2,5$; в холодных цехах 400 человек, $K = 3$; в холодных цехах душем пользуются 3 % работающих, в горячих цехах 10 %, количество выпускаемой продукции в смену 500 кг, норма водоотведения 200 л/см·кг, $K = 1,2$).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Будущим инженерам-строителям необходимо изучить принципы проектирования и расчета систем внутреннего водоснабжения и водоотведения, ознакомиться с основными материалами и оборудованием, применяемым при монтаже систем: трубами, фасонными частями, арматурой, санитарно-техническими приборами и насосами.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при расчете и проектировании внутренних санитарно-технических систем и привитие навыков самостоятельной работы над вопросами проектирования систем подачи воды ко всем потребителям в здании и отвода загрязненной воды после ее использования.

Курсовая работа выполняется студентом в соответствии с индивидуальным заданием, выдаваемым преподавателем. В задании изложены исходные данные для проектирования тех санитарно-технических систем, которые изучаются в вышеперечисленных курсах. Проектированию должно предшествовать усвоение учебного материала изучаемого курса и СНиП 2.04.01-85*.

1. Исходные данные для проектирования

В исходные данные должна входить полная техническая характеристика здания, необходимая для проектирования внутренних санитарно-технических систем, характеристика наружных коммуникаций и инженерных сетей для привязки внутренних систем водоснабжения и водоотведения.

1.1. Состав исходных данных

1. Генплан участка застройки в масштабе 1:500 с указанием наружных сетей городского водопровода и канализации с нанесением горизонталей и существующих инженерных сооружений (колодцев и т.д.).

2. План типового этажа с изображением санитарных приборов и другого оборудования, имеющего водопотребление и водоотведение с необходимой технической характеристикой.

3. Общие данные: высота этажа (от пола до пола); высота технического подполья; отметка поверхности земли у здания, отметка лотка трубы городской канализации, отметка верха трубы городского водопровода, глубина промерзания грунта, норма водопотребления, количество этажей, гарантийный напор, диаметр трубопровода городской канализации и водопровода.

2. Объем и состав курсовой работы

Работа состоит из графической части (1 лист формата А 1) и расчетно-пояснительной записки (20 – 25 с.), которая должна быть написана на одной стороне листа белой бумаги (формат А 4), сброшюрована и иметь титульный лист.

2.1. Графическая часть должна содержать

– План типового этажа М 1:100 с нанесением всех элементов санитарно-технических систем: санитарных приборов, водопроводных и канализационных стояков, распределительных и отводящих трубопроводов и т.п.

– План подвала или технического подполья М 1:100 с нанесением всех проектируемых систем и оборудования с указанием их основных характеристик (условные обозначения, диаметры, уклоны, длины участков и т.п.).

– Генплан участка М 1:500 с нанесением проектируемого объекта (здания), горизонталей, наружных сетей водоснабжения и канализации, ввода в здание, дворовой канализационной сети до присоединения ее к уличному коллектору с указанием диаметра, длин, уклонов и мест расположения колодцев.

– Аксонометрическую схему внутреннего водопровода М 1:100, начиная от городского водопровода с указанием всех видов арматуры, повысительных или других установок (при их наличии) и заканчивая подводками к водоразборным устройствам, с условными обозначениями и нумерацией расчетных точек, проставлением уклонов, длин, диаметров расчетных участков.

– Аксонометрическую схему канализационных стояков и выпуска из здания с показом приемников сточных вод, всех отводных линий, фасонных частей, ревизий, прочисток и вентиляционных вытяжек в М 1:100.

– Продольный профиль дворовой канализационной сети с указанием отметок земли и лотков труб, глубины заложения и диаметров труб, длин участков и уклонов. Для наглядности рекомендуется принимать горизонтальный масштаб М 1:500, вертикальный М 1:100.

План типового этажа и подвала целесообразно расположить с левой стороны листа один под другим с нанесением на них основных строительных размеров. Элементы систем водопровода и канализации, а также трубопроводы на чертежах показывают сплошной основной линией, соответствующей оси трубопровода, строительные конструкции – тонкой линией. Трубопроводы, расположенные друг над другом, на планах условно изображаются параллельными линиями. Оборудование систем (насосы, баки и

др.) на планах показывают упрощенными графическими изображениями, а другие элементы систем – условными обозначениями. Вычерчивая трубопроводы систем водоснабжения и водоотведения, следует придерживаться действующих ГОСТ на условные обозначения 21.604-82. Трубопроводы хозяйственно-питьевого водоснабжения вычерчиваются синим цветом и обозначаются В, а канализация красным и обозначается К. Водопроводные стояки на планах и схеме следует обозначать Ст В1, Ст В2; канализационные – Ст К1, Ст К2 и т.д.

Графическая часть проекта выполняется с соблюдением полного соответствия полученным результатам расчетов и совпадения изображения элементов систем на генплане, плане этажа и подвала с аксонометрическими схемами.

Спецификация материалов и оборудования систем водоснабжения и канализации составляется по образцу (табл. 1) и помещается над штампом.

Таблица 1

Спецификация материалов и оборудования

№ п/п	Наименование материалов	Единицы измерения	Кол-во	ГОСТ	Примечания
1	2	3	4	5	6

2.2. Пояснительная записка должна содержать

Введение.

1. Водопровод. Нормы проектирования.

1.1. Обоснование выбора системы и схемы водопровода.

1.2. Гидравлический расчет водопроводной сети.

1.3. Подбор водомера.

1.4. Определение требуемого напора в сети внутреннего водопровода.

1.5. Подбор повысительных насосных установок.

1.6. Описание конструирования сети водопровода с обоснованием выбора материалов, способы прокладки и соединения труб.

2. Водоотведение

2.1. Системы и схемы водоотведения. Нормы проектирования.

2.2. Расчет внутренней водоотводящей сети.

2.3. Расчет дворовой водоотводящей сети.

2.4. Описание конструирования сетей водоотведения (обоснование выбора материалов, оборудования, способов монтажа, трассировки), отдельных монтажных узлов (ревизии, прочистки), выпусков и вытяжной части стояков.

Литература.

3. Проектирование внутреннего водопровода

3.1. Общая часть

Весь объем работы над курсовой работой может быть разделен на ряд этапов, основными из которых являются:

- ознакомление с заданием и исходными данными;
- выбор системы внутреннего водопровода с разработкой схем водопроводных сетей;
- проектирование элементов сетей водопровода и канализации;
- конструирование отдельных элементов систем и графическое оформление работы;
- оформление расчетно-пояснительной записки;
- составление спецификации;
- защита курсовой работы.

Приступая к проектированию необходимо предварительно изучить требования к оборудованию здания данного типа системами водоснабжения и канализации, составить четкое представление об объеме и характере работы, подлежащей выполнению. Кроме того, необходимо выявить данные о существующих и проектируемых наружных системах канализации и водоснабжения с целью уяснения возможности присоединения к ним внутренних систем, разрабатываемых в курсовой работе.

Если здание симметричное и имеет размеры более 50 м по главному фасаду, можно вычертить план типового этажа и подвала лишь одной секции, а аксонометрическую схему внутреннего водопровода – на все здание.

Генплан застройки участка во всех случаях вычерчивается полностью с нанесением пятна застройки всего здания, красной линии застройки, уличных сетей водопровода и канализации, дворовой канализации.

При вычерчивании плана типового этажа в первую очередь надо обратить внимание на планировку санитарных узлов и расстановку санитарных приборов.

В квартирах в зависимости от планировки устанавливается следующая водоразборная арматура:

- в ванной комнате – смеситель для ванны и смеситель для умывальника или комбинированный с поворотным изливом;
- на кухне смеситель для мойки или раковины;
- в туалете – смывной бачок.

На планах типового этажа и подвала указываются абсолютные отметки.

3.2. Выбор системы и схемы водопровода

Системы внутреннего водопровода включают: вводы в здание, водомерные узлы, разводящие сети, стояки, подводки к санитарным приборам, насосные установки, водоразборную, смесительную, запорную и регулируемую арматуру. Выбор системы внутреннего водопровода производится с учетом технико-экономических, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, а также принятой системы наружного водопровода [1, стр. 5].

По режиму действия система водопровода выбирается в зависимости от этажности здания и величины гарантийного напора в сети наружного водопровода.

При постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети могут быть применены следующие системы хозяйственно-питьевого водопровода:

- непрерывно или периодически действующие насосы при отсутствии регулирующих емкостей;
- периодически действующие насосы, работающие совместно с гидропневмоустановками.

Выбор системы внутреннего водопровода по режиму действия проводится после сравнения величины заданного минимального гарантийного напора в городской водопроводной сети у ввода в здание (H_g) с величиной требуемого напора (H_{mp}), определяемого в результате гидравлического расчета.

При решении вопроса о выборе системы водопровода необходимо предварительно определить свободный напор ($H_{св}$), принимаемый в зависимости от этажности застройки, т.е.:

$$H_{св} = 10 + 4(n - 1) \text{ или}$$

$$H_{св} = 6 + 4n \tag{3.1}$$

где n – число этажей в здании.

Если $H_{св} > H_g$, то система водопровода проектируется с повысительной установкой.

Сети внутреннего водопровода могут быть тупиковыми или кольцевыми, с одним или несколькими вводами, с нижней или верхней разводкой.

Для жилых зданий менее 12 этажей и общественных зданий предпочтительнее проектировать водопроводные сети с нижней разводкой магистралей. Системы с водопроводной сетью, имеющей верхнюю разводку

магистралей (на чердаке или под потолком верхнего этажа), обычно принимают в зданиях с повышенной этажностью (зонные схемы сетей), а также в банях, прачечных и в цехах промышленных предприятий [1, п. 9.1].

При выборе системы и схемы водопроводной сети главным условием является применение наиболее экономичных типовых конструкций и элементов максимальной готовности (санитарно-технические кабины и санитарно-технические блоки), что позволяет свести работы на строительном объекте к монтажу сетей и узлов, изготовленных в заводских условиях.

3.3. Водопроводный ввод и водомерный узел

Вводом называется участок трубопровода от городской водопроводной сети до водомерного узла (прил. 2, 4).

Трубы водопроводного ввода необходимо прокладывать по кратчайшему расстоянию под углом 90° к стене здания и с уклоном 0,002 – 0,005 к городскому водопроводу. Вводы монтируются из чугунных раструбных труб диаметром 50 мм и более (ГОСТ 21053-75) или стальных труб (ГОСТ 3262-75) диаметром 40 мм и менее с нанесением противокоррозионной изоляции. Проход ввода через отверстие фундамента здания или стены подвала устраивают в стальной гильзе, диаметр которой на 400 мм больше диаметра ввода. Кольцевой зазор между трубой ввода и гильзой заделывают просмоленной прядью, мятой глиной и цементным раствором. В водонасыщенных грунтах ввод заделывают бетоном и цементным раствором или с помощью сальника.

Глубину заложения труб ввода принимают в зависимости от глубины заложения наружной водопроводной сети и глубины промерзания грунта. Минимальная глубина укладки ввода составляет 1 м. В месте присоединения ввода к наружной водопроводной сети следует предусмотреть колодец с установкой в нем задвижки на вводе (или вентиля – при диаметре ввода 40 мм и менее) и спускного крана.

Расстояние по горизонтали (в свету) между вводом водопровода и выпуском канализации должно быть не менее 1,5 м (при диаметре ввода до 200 мм включительно). При пересечении водопроводных трубопроводов с канализационными расстояние между ними в свету по вертикали должно быть не менее 0,4 м, с другими трубопроводами – не менее 0,2 м.

Для учета количества потребляемой воды в зданиях проектируются водомерные устройства. Водомерные узлы располагают, как правило, сразу же после ввода (прил. 2, 4). При проектировании системы водоснабжения здания с одним вводом водомер снабжается обводной линией. Водо-

мерный узел желательно располагать в подвальном помещении с температурой воздуха не ниже +5 °С. Для удобства ремонта и обслуживания необходимо обеспечить свободный подход к водомерному узлу, расположив водомер непосредственно за наружной стеной, предусмотрев прямой участок длиной не менее 1 м и на высоте 0,6 м над полом.

Перед водомером и после него устанавливают запорную арматуру, между водомером и второй запорной арматурой по движению воды – контрольно-спускной кран.

3.4. Конструирование внутренних сетей водопровода

Правильный выбор места прокладки внутреннего водопровода существенно снижает стоимость устройства систем и облегчает их эксплуатацию.

Внутренний водопровод состоит из магистральной сети, стояков и подводок к водоразборным приборам.

Магистраль – это трубопровод, соединяющий основания стояков с водомерным узлом. При нижней разводке ее необходимо прокладывать в подвальном помещении (под потолком не менее 40 – 50 мм от потолка подвала). Прокладка трубопроводов в земле под полом не допускается. Размещать трубопроводы целесообразно вдоль наружных или внутренних стен или вдоль коридоров. Прокладка трубопроводов в помещениях с температурой воздуха ниже +2 °С требует устройства термоизоляции. Крепление магистральных трубопроводов, прокладываемых в подвалах, производят к строительным конструкциям, используя для этого крючья, кронштейны, хомуты, подвески.

Горизонтальные трубопроводы всегда укладывают с уклоном 0,002 – 0,005 в сторону ввода для возможности спуска воды из системы.

На магистральных линиях необходимо предусматривать присоединение ответвлений к поливочным кранам, которые выводят к наружным стенам здания в ниши на высоте не менее 0,35 м от отмостки через каждые 60 – 70 м по периметру здания. Подводки к кранам должны быть оборудованы запорными вентилями, расположенным и в теплоподвальном помещении здания. Для возможности спуска воды на зиму подводка прокладывается с уклоном в сторону поливочного крана, а в пониженной точке подводки дополнительно устанавливается тройник с пробкой или кран для спуска воды. Поливочный кран состоит из вентиля диаметром 25 мм и быстросмыкающейся полугайки для присоединения рукава.

Водопроводные стояки целесообразно размещать совместно с канализационными стояками в шахтах при использовании санитарно-технических кабин заводского изготовления или нишах при монтаже сани-

тарно-технических устройств на строительной площадке. В основании каждого стояка необходимо предусмотреть установку запорной арматуры на случай отключения его для ремонта.

Разводящие трубопроводы и подводки к водоразборным устройствам в зависимости от назначения и степени благоустройства здания прокладывают двумя основными способами: открытой прокладкой – по колоннам, балкам, фермам, стенам (под потолком или у пола); скрытой прокладкой – в бороздах, каналах, блоках, панелях и пространственных кабинах вместе с трубопроводами другого назначения.

3.5. Аксонометрическая схема внутреннего водопровода

Аксонометрическая схема водопроводной сети и ввода (прил. 4) вычерчивается в одном масштабе с планом этажа (прил. 1) и подвала (прил. 2) (М 1:100). На ней следует показать ввод водопровода, пересечение со стеной подвала, водомерный узел, магистраль водопровода, стояки, подводки к водоразборным устройствам. В тех случаях, когда близко расположенные стояки на чертеже накладываются друг на друга, один из них следует отнести на свободное место, как бы отсекая стояк у пола первого этажа, точки отсечения соединить пунктирной линией. Если планировка санитарных узлов питаемых стояков на всех этажах одинаковая, можно ограничиться вычерчиванием на верхних этажах всех разводящих трубопроводов по санитарным узлам, на остальных этажах на схеме показать только места и направления ответвлений трубопроводов от стояков. На схеме указывают водоразборную, запорную и предохранительную арматуру; обозначают отметки пола подвала, первого и верхнего этажей, отметки ввода и земли в месте ввода в здание. Проставляют номера расчетных участков вдоль расчетного направления, начиная от диктующей (расчетной) точки (прибора) или наиболее удаленного и высоко расположенного водоразборного прибора до места присоединения ввода к городскому водопроводу.

После выполнения гидравлического расчета внутреннего водопровода на аксонометрической схеме проставляют диаметры и длины расчетных участков вдоль расчетного направления.

Запорную арматуру (задвижки и вентили) устанавливают:

- в местах присоединения ввода к городской водопроводной сети;
- перед водомерным счетчиком и после него;

- на всасывающих и напорных трубопроводах насосных установок;
- у основания стояков;
- на ответвлениях в каждую квартиру, перед смывными бачками;
- на ответвлениях к поливочным кранам.

Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрывание и открывание потока воды. На трубах диаметром 50 мм и более необходимо устанавливать задвижки.

4. Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Расчет хозяйственно-питьевых сетей внутреннего водоснабжения заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора при подаче расчетного расхода воды к водоразборным точкам.

Диаметры внутренних водопроводов следует назначать из расчета наибольшего использования гарантийного напора в наружной водопроводной сети.

Скорость движения воды в трубопроводах внутренних водопроводных сетей, в том числе при тушении пожара, не должна превышать 3 м/с.

Расчет сетей внутреннего водопровода и подбор насосов производится на пропуск максимального секундного расхода.

4.1. Определение расчетных расходов воды и гидравлический расчет сети

Расчет производится в табличной форме (прил. 7, табл. П.1) в следующей последовательности.

На аксонометрической схеме выбирается диктующая водоразборная точка (наиболее высоко расположенное и удаленное от ввода водопровода водоразборное устройство) и расчетное направление (за расчетное направление принимается направление от ввода до самой удаленной и высоко расположенной водоразборной точки), которое разбивается на расчетные участки так, чтобы в пределах участка расход был постоянным. Нумерация участков производится от диктующей точки до ввода водопровода.

В графе 1 записываем номера расчетных участков: 1 – 2; 2 – 3; 3 – 4 и т.д.

В графы 2, 3, 4, 5 записываем количество приборов, которые обеспечиваются водой, проходящей через данный расчетный участок, при этом поливочные краны в расчет не включаются. Одновременно заполняется графа 6. В графе 12 указывается длина расчетных участков, определяемая по аксонометрической схеме с учетом масштаба.

Вероятность действия приборов P для участков сети, обслуживающих одинаковых потребителей, определяют [1, п. 3.4] по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{q_0 N \cdot 3600}, \quad (4.1)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды потребителем, в час наибольшего водопотребления, л;

U – число водопотребителей (жителей);

N – число санитарно-технических приборов;

q_0 – секундный расход воды прибором, л/с.

Норма расхода воды $q_{hr,u}$ принимается по прил. 7, табл. П.2 в зависимости от благоустройства здания, которая характеризуется нормой общего водопотребления на одного жителя в сутки наибольшего водопотребления. Норму расхода воды $q_{hr,u}$ принимают в соответствии с заданием (прил. 7, табл. П.2).

Секундный расход воды прибором q_0 следует назначать также по прил. 7, табл. П.2. При проектировании жилых зданий с местными водонагревателями принимают $q_0 = q_0^{tot}$ (общий расход). В зданиях с централизованным горячим водоснабжением на участках от городского водопровода до водомерного узла также принимают $q_0 = q_0^{tot}$, а на всех других участках ведут расчет отдельно для холодной и горячей воды, т.е. принимают $q_0 = q_0^c$. Принятые значения q_0 записывают в графу 10 табл. П.1, прил. 7.

Число водопотребителей U в жилых зданиях определяют:

$$U = \frac{F_{жс}}{F_n}, \quad (4.2)$$

где $F_{жс}$ – жилая площадь здания, м²;

F_n – норма жилой площади на одного потребителя (жителя), рекомендуется принимать 9 – 12 м².

Так как величины, входящие в формулу вероятности, для конкретного здания являются постоянными, то и значения P , вносимые в графу 7 табл. П.1 прил. 7, будут постоянными на всех участках, где не меняется q_0 , кроме последнего участка от водомерного узла до городской водопроводной сети в случае централизованного горячего водоснабжения здания.

В графу 8 табл. П.1, прил. 7 вписывают произведение величины вероятности и числа приборов на каждом расчетном участке.

Расчетный (максимальный) расход воды q , л/с, на участках определяют по формуле

$$q = 5q_0\alpha, \quad (4.3)$$

где α – коэффициент, определяемый согласно прил. 10 или [1, табл. 2, прил. 4], в зависимости от вычисленной величины NP в графе 8 табл. П.1, прил. 7.

Вычисленные величины λ и q для каждого участка сети записывают соответственно в графы 9, 11 табл. П.1, прил. 7.

Графы 13, 14, 15 заполняются на основе данных [2, с. 385; 5, с. 324] или прил. 8. Гидравлический расчет внутреннего водопровода ведется на основе расчетных расходов, не допускается превышение рекомендуемых скоростей по расчетным участкам. В магистральном трубопроводе и стояках скорость должна быть не более 1,2 – 1,5 м/с, в подводках к санитарным приборам не более 2,5 м/с, наиболее экономичными являются скорости

– для $d \leq 40$ мм 0,6 – 0,9 м/с;

– для $d > 40$ мм 0,9 – 1,2 м/с.

В графе 16 расчетной таблицы записываются величины потерь напора на расчетном участке, которые определяются путем умножения данных графы 15 на длину участка (графа 12). Внизу графы 16 подбивается итог, который показывает сумму потерь напора в трубах на всех расчетных участках расчетного направления водопроводной сети.

Величину потерь на местных сопротивлениях в фасонных частях и арматуре принимают в размере 30 % от величины напора на трение по длине трубопровода [1, п. 7.7].

4.2. Подбор счетчика воды

Для учета количества холодной воды, потребляемой жителями на хозяйственно-питьевые нужды, в соответствии с указаниями [1], на вводах в здание устанавливаются крыльчатые или турбинные счетчики соответственно ВК и ВТ.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать, исходя из среднечасового расхода воды за сутки наибольшего водопотребления, который не должен превышать эксплуатационный расход, приведенный в прил. 9.

Среднечасовой расход холодной воды в сутки наибольшего водопотребления жилым зданием определяется по формуле, м³/ч

$$q_T = \frac{q_u U}{1000T}, \quad (4.4)$$

где q_u – норма расхода воды потребителями (жителями) в сутки наибольшего водопотребления, л/сут·чел (по заданию);

U – количество потребителей (жителей);

$T = 24$ – число часов в сутках.

В соответствии с прил. 9 подбирается диаметр счетчика воды. При этом, как указано выше, среднечасовой расход воды за сутки наибольшего водопотребления не должен превышать эксплуатационный расход.

Счетчик с принятым диаметром условного прохода надлежит проверять:

1. На пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, при котором потери напора должны удовлетворять следующим условиям [1, п. 11.3]

– для крыльчатых счетчиков $h_{сч} \leq 5$ м;

– для турбинных счетчиков $h_{сч} \leq 2,5$ м.

Потери напора в счетчиках $h_{сч}$, м, рассчитывают по формуле

$$h_{сч} = Sq^2, \quad (4.5)$$

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

q – расчетный (максимальный) расход воды на вводе в здание, л/с.

Если потери напора окажутся выше допустимых, следует принять счетчик воды на один калибр больше, если ниже – на один калибр меньше. Затем необходимо вычислить потери напора уже для новых значений.

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

4.3. Определение требуемого напора в сети внутреннего водопровода

Требуемый напор ($H_{мп}$) в системе водоснабжения здания обеспечивает бесперебойную подачу воды до наиболее удаленной и высоко расположенной водоразборной точки и ее излив с учетом преодоления всех сопротивлений на пути движения воды от городской сети до точки излива:

$$H_{мп} = H_{geom} + \sum H + H_f, \quad (4.6)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность геодезических отметок диктующего водоразборного устройства и отметки оси городского водопровода:

$$H_{geom} = Z_{пола} + (n-1)h_{эт} + h_g - Z_{г.вод.}, \quad (4.7)$$

где $Z_{пола}$ – отметка пола I этажа, м;

$h_{эт}$ – высота этажа здания, м;

n – число этажей в здании;

h_g – высота расположения диктующего водоразборного устройства над полом этажа;

$Z_{г.вод.}$ – отметка оси городского водопровода, м;

$$\sum H = h_{вод} + h_{сч} + \sum H_{tot,l}, \quad (4.8)$$

где $h_{вод}$ – потери напора на вводе, м;

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

$\sum H_{tot,l}$ – сумма потерь напора (по длине трубопровода h_l и на местных сопротивлениях h_m), м;

H_f – свободный напор, м, у диктующего водоразборного прибора [1, прил. 2].

Свободный напор H_f составляет:

- для умывальника со смесителем или водоразборным краном – 2 м;
- мойки с водоразборным краном или смесителем – 2 м;
- ванны со смесителем (в том числе общим для ванны и умывальника) – 3 м;
- смывного бачка к унитазу – 2 м.

Расчетный требуемый напор сравнивается с гарантийным H_{gap} , указанным в задании. При этом необходимо добиться полного использования гарантийного напора, соблюдая следующее соотношение:

$$0 \text{ м} \leq H_g - H_{mp} \leq 3,0 \text{ м.} \quad (4.9)$$

Для выполнения данного соотношения иногда приходится делать перерасчет отдельных участков расчетного направления путем изменения диаметров труб на отдельных участках.

4.4. Подбор повысительных насосных установок

При значительном превышении H_{mp} над H_g необходимо запроектировать устройство для обеспечения требуемого напора (насосы).

При подборе насосов необходимо определить его производительность, напор и мощность двигателя.

Производительность насосной установки должна соответствовать максимальному расчетному расходу воды, м³/ч:

$$q_{hr} = 0,005 q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (4.10)$$

где $q_{0,hr}$ – расход холодной воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимается по табл. П.2, прил. 7 или [1, п. 3.6];

α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно [1, прил. 4, табл. 2] или прил. 10 в зависимости от общего числа приборов N , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr} , вычисляемой согласно [1, п. 3.7].

Напор, который должен создавать насос H_n , должен быть равен разности между вычисленным требуемым напором H_{mp} и гарантийным напором H_g , м:

$$H_n = H_{mp} - H_g. \quad (4.11)$$

На основании вычисленных величин производительности и напора производят подбор насоса по прил. 11.

По приведенным в прил. 11 характеристикам насосов (по трем точкам) строим характеристику ($Q - H$) подобранного насоса, по которой уточняется фактический напор H (м), развиваемый насосом при подаче расчетного расхода.

Мощность электродвигателя насоса определяется по формуле, кВт

$$N = \frac{q^{Sp} H_n \beta}{102 \eta_n \eta_{дв}}, \quad (4.12)$$

где q^{Sp} – подача насоса, л/с;

H_n – напор насоса, м;

$\eta_n, \eta_{дв}$ – КПД насоса (0,7 – 0,75) и двигателя (0,9 – 0,95);

β – коэффициент запаса, учитывающий перегрузки для электродвигателя: мощностью до 0,8 кВт $\beta = 2$; до 2 кВт $\beta = 1,5$; до 4 – 10 кВт $\beta = 1,2 - 1,1$.

После подбора насоса на чертежах (плане подвала и аксонометрической схеме) указываются марки насосов. На напорных линиях каждого насоса устанавливают обратные клапаны, задвижки и манометры, а на всасывающих линиях – задвижки. Число насосов должно быть не менее двух (рабочий и резервный). Работа насосов автоматизируется. Для предупреждения распространения вибрации и шума от работающей насосной установки по упругим металлическим трубопроводам насосные агрегаты подсоединяются к магистральным трубопроводам при помощи гибких вставок.

5. Водоотведение

5.1. Порядок выполнения раздела курсовой работы по внутренней водоотводящей сети

На плане типового этажа и подвала наносят канализационные стояки и отводные трубопроводы, стояки нумеруют и указывают диаметры, уклон и длину на всех участках трубопроводов. На плане подвала показывают выпуски, соединяющие ряд стояков с колодцем дворовой канализации, указывая на этих участках необходимые прочистки, диаметры, уклоны (см. прил. 2).

На генплан застройки наносят дворовую (внутриквартальную) канализационную сеть, дают ей привязку, указывают диаметр, уклон и длины на всех участках, нумеруют колодцы (прил. 3, рис. П.2).

На листе в масштабе 1:100 вычерчивают аксонометрическую схему одного из канализационных выпусков и всех присоединенных к нему стоя-

ков и отводных трубопроводов от санитарных приборов. На каждом трубопроводе указывают диаметр, уклон и длину (прил. 5).

Вычерчивают продольный профиль дворовой (внутриквартальной) канализации и на профиле указывают отметки земли, лотка труб, расстояния между колодцами и их глубину (прил. 6).

В расчетной части пояснительной записки дают описание системы, расчетные формулы, проводят проверку пропускной способности канализационных стояков и выпусков и расчет дворовой (внутриквартальной) сети.

5.2. Проектирование системы внутренней водоотводящей сети

Система внутренней канализации включает в себя следующие элементы: приемники сточных вод, гидравлические затворы, отводные трубопроводы, стояки, выпуски из здания, вентиляционные трубопроводы (вытяжки), ревизии и прочистки. Внутреннюю канализационную сеть монтируют из фасонных раструбных соединительных деталей и труб. Применяют чугунные канализационные раструбные (ГОСТ 6942.0-80, ГОСТ 6942.24-80), пластмассовые из полиэтилена низкой плотности (ПНП) (ГОСТ 18599-73) трубы.

Отводные трубопроводы предназначены для отвода сточных вод от приемников сточных вод к стоякам.

Прокладывают их по кратчайшему расстоянию по стенам над полом, под потолком нежилых помещений, с установкой на концах и на поворотах прочисток. Отводные трубы прокладывают с уклоном в сторону стояков. Минимальный уклон для труб $d = 50$ мм $i = 0,025$; $d = 100$ мм $i = 0,02$. Диаметр выпуска у унитаза 85 мм, у мойки 50 мм, ванны и умывальника 40 мм [1, прил. 2].

Канализационные стояки – вертикальные трубопроводы размещают вблизи приемников сточных вод (санитарных приборов). Если применяют сантехкабины, то стояки размещают в монтажных шахтах на одной оси с унитазом. Длина отводных труб должна быть минимальной. Канализационные трубы и стояки не следует размещать у наружных стен и в жилых помещениях. Все стояки должны иметь вытяжную трубу, возвышающуюся над неэксплуатируемой плоской кровлей на 0,3 м, скатной кровлей 0,5 м; эксплуатируемой кровлей – на 3 м [1, п. 17.18]. Диаметр трубы вытяжки принимают равным диаметру стояка. На стояках устанавливают ревизии на первом и последнем этажах, причем не реже чем через 3 этажа. Нижняя часть стояка должна опираться на жесткое основание.

Диаметр канализационного стояка следует принимать в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра

поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку по табл. 2 или [1, табл. 8].

Таблица 2

Диаметр поэтажно-отвода, мм	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм		
		50	85	100
50	90	0,8	5,8	4,3
	60	1,2	4,3	6,4
	45	1,4	4,9	7,4
85	90	–	2,1	–
	60	–	3,2	–
	45	–	3,6	–
100	90	–	–	3,2
	60	–	–	4,9
	45	–	–	5,5

Примечание. Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к стояку.

Канализационные выпуски служат для сбора сточных вод от стояков и отвода их за пределы здания к дворовой канализационной сети. В месте присоединения выпуска к дворовой сети устраивают смотровой колодец. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм, 12 м при диаметре выпуска 100 мм и 15 м при диаметре выпуска 150 мм [1, табл. 7].

Наименьшая длина трубы выпуска от наружной стены до смотрового колодца принимается в зависимости от грунтов:

- для твердых грунтов – 3 м;
- для макропористых, просадочных грунтов – 5 м.

Глубину заложения выпуска определяют с учетом:

- глубины промерзания грунта (низ трубы может быть расположен выше глубины промерзания на 0,3 м при диаметре до 500 мм и на 0,5 м при диаметре > 500 мм);
- предохранение трубы от механических повреждений (в месте проезда наземного транспорта глубина заложения должна быть не менее 1 м).

Выпуск со стояком соединяют двумя отводами под углом 135°. Нельзя допускать пересечение выпуском мест соединения капитальных стен, а также нельзя укладывать их вдоль подошвы фундаментов рядом с ней. В пределах здания отводные трубы от канализационных стояков и выпуски могут быть проложены по стенам подвала, над полом подвала или, при необходимости, под полом подвала.

В один выпуск можно объединять два-три полных стояка, но соединение их надо осуществлять в помещениях подвала только в вертикальных плоскостях (стояк в стояк), обеспечив необходимое расположение ревизий и прочисток в доступных местах.

Диаметр выпуска следует определять расчетом (он должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединенных к данному выпуску) [1, п. 17.29]. Выпуски следует присоединять к наружной сети под углом не менее 90° (считая по движению сточных вод) [1, п. 17.30]. Не рекомендуется направлять выпуски в сторону главного фасада здания. При пересечении выпуском стен подвала или фундаментов здания следует выполнять мероприятия, указанные [1, п. 9.7].

5.3. Аксонометрическая схема канализационного стояка и выпуска

После нанесения на планы здания стояков, отводных труб и выпусков составляют аксонометрическую схему выпуска и подключенных к нему стояков, на которой изображают отводные трубы и санитарно-технические приборы (одного этажа), смотровой колодец на выпуске (указав номер колодца, диаметр, глубину, а также отметки: поверхности земли, лотка трубы выпуска и лотка колодца). Все фасонные части и санитарно-технические приборы показывают условными обозначениями. На аксонометрической схеме указывают диаметры, длины и уклоны всех участков.

5.4. Расчет внутренней водоотводящей сети

Трубопроводы внутренней канализации рассчитывают на пропуск максимального секундного расхода сточных вод q^S , л/с, который следует определять:

– при общем максимальном секундном расходе воды $q^{tot} \leq 8$ л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения по формуле

$$q^S = q^{tot} + q_0^S \quad (5.1)$$

– при $q^{tot} > 8$ л/с по формуле

$$q^S = q^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha, \quad (5.2)$$

где q_0^S – расход сточных вод от санитарно-технического прибора, имеющего наибольший секунднй расход стоков среди всех санитарно-технических приборов, обслуживаемых рассчитываемым стояком, выпуском или участками дворовой канализации.

Для жилых зданий расход стоков от умывальника равен 0,15 л/с, мойки 0,6 л/с, ванны 0,8 л/с, унитаза со смывным бачком 1,6 л/с [1, прил. 2].

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

q_0^{tot} – общий расход воды (холодной и горячей), л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), принимаемый по табл. П.2 прил. 7 или [1, прил. 2, 3];

α – коэффициент, определяемый по прил. 10 или [1, прил. 4, табл. 2] в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке и вероятности их действия P^{tot} , определяемую по формуле (4.1).

Расчет сводим в таблицу 3.

Таблица 3

Определение расчетных расходов канализации

Участок	Число санитарно-технических приборов	Вероятность действия P	PN	Коэффициент α	Расчетный расход воды q^{tot} , л/с	Расход стоков от приборов q_0^S , л/с	Расчетный расход сточных вод q^S , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8

Расчет канализационных выпусков следует производить, назначая скорость движения жидкости v , м/с, и наполнение H/d таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$v\sqrt{H/d} \geq 0,6. \quad (5.3)$$

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопровода – не менее 0,3.

Определив расходы сточных вод в выпусках, и приняв их диаметры, определяют по номограммам [2, с. 329, 330] скорости стоков, уклоны и наполнения трубопроводов, удовлетворяющих условию (5.3).

В тех случаях, когда выполнить указанное условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 100 мм – с уклоном 0,02.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15.

Расчет канализационных стояков и выпусков сводим в таблицы 4 и 5.

Таблица 4

Расчет стояков канализации

Номер стояка	Расчетный расход сточных вод q^S , л/с	Наибольший диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град	Принятый диаметр стояка, мм	Максимальная пропускная способность стояка, л/с
1	2	3	4	5	6

Расчет выпусков канализации

Номер выпуска	Расчетный расход сточных вод q^S , л/с	Наибольший диаметр подключенного стояка d , мм	Диаметр выпуска d , мм	Уклон выпуска i	Наполнение H/d	Скорость v , м/с	$v\sqrt{H/d} \geq 0,6$
1	2	3	4	5	6	7	8

5.5. Проектирование дворовой водоотводящей сети

Трассировка дворовой сети зависит от рельефа местности, расположения здания, выпусков и других коммуникаций. Дворовую сеть прокладывают, как правило, из керамических труб диаметром 150 – 200 мм, ГОСТ 286-82.

Сеть трассируют вдоль здания в направлении, совпадающем с уклоном местности, который задан отметкой земли у здания.

Для контроля за работой канализационной сети и ее эксплуатации необходимо предусмотреть устройство смотровых колодцев в местах присоединения выпусков из здания, на поворотах трубопровода, в местах изменения диаметра или уклона труб, а также на прямых участках через 35 м при диаметре труб 150 мм.

Перед присоединением к наружной сети на трубопроводе дворовой сети на расстоянии 1,5 – 2 м от красной линии застройки в глубь двора размещают контрольный смотровой колодец. В нем обычно устраивают перепад, так как проектируемый колодец на уличном коллекторе всегда имеет большее заглубление. Смотровые колодцы устраивают сборными из ж/б элементов.

При диаметре канализации до 600 мм диаметр колодца принимается 1 м.

5.6. Расчет дворовой водоотводящей сети и построение продольного профиля

Гидравлический расчет сводится к определению диаметра канализационных трубопроводов при определенных расходах, уклонах, наполнениях и скоростях движения жидкости, обеспечивающих самоочищение труб.

Расчет дворовой канализационной сети сводится в таблицу прил. 12.

Графы 1, 2, 10, 11 заполняются на основе генплана задания, выданного студенту.

Максимальный расчетный расход сточной жидкости q^S (графа 3) определяется по формулам (5.1), (5.2) или берется из табл. 3.

Диаметр трубы, наполнение, скорость, уклон, т.е. графы 4, 5, 6, 9 заполняются одновременно. Диаметры подбираются в зависимости от максимального расчетного расхода, скорости и принятого уклона по прил. 13. Минимальный диаметр дворовой канализации принимается 150 мм. Расчетное наполнение сточных вод должно быть 0,3 – 0,6. Скорость протекания сточной жидкости по трубам принимать $v \geq 0,7$ м/с и на последующем участке она должна быть равна или быть больше скорости на предыдущем участке.

Уклон канализационных труб принимается в зависимости от рельефа местности. Однако нормами установлены минимальные уклоны труб в зависимости от их диаметра:

$$i_{min} = 1/d. \quad (5.4)$$

По данным аксонометрической схемы канализационного стояка и выпуска определяют начальную отметку лотка трубы в колодце К1 с учетом разницы диаметров трубопроводов выпуска и дворовой сети при соединении трубопроводов по шельгам и записываем в графу 14. Отметки всех других колодцев (графа 15) до контрольного находят путем вычитания из отметки лотка предыдущего колодца величины потери высоты h , м; h определяют по формуле

$$h = il, \quad (5.5)$$

где i – уклон канализационных трубопроводов;

l – расстояние между колодцами, м.

По разнице отметок поверхности земли и лотков трубопроводов вычисляют глубины колодцев (заполняют графы 16, 17).

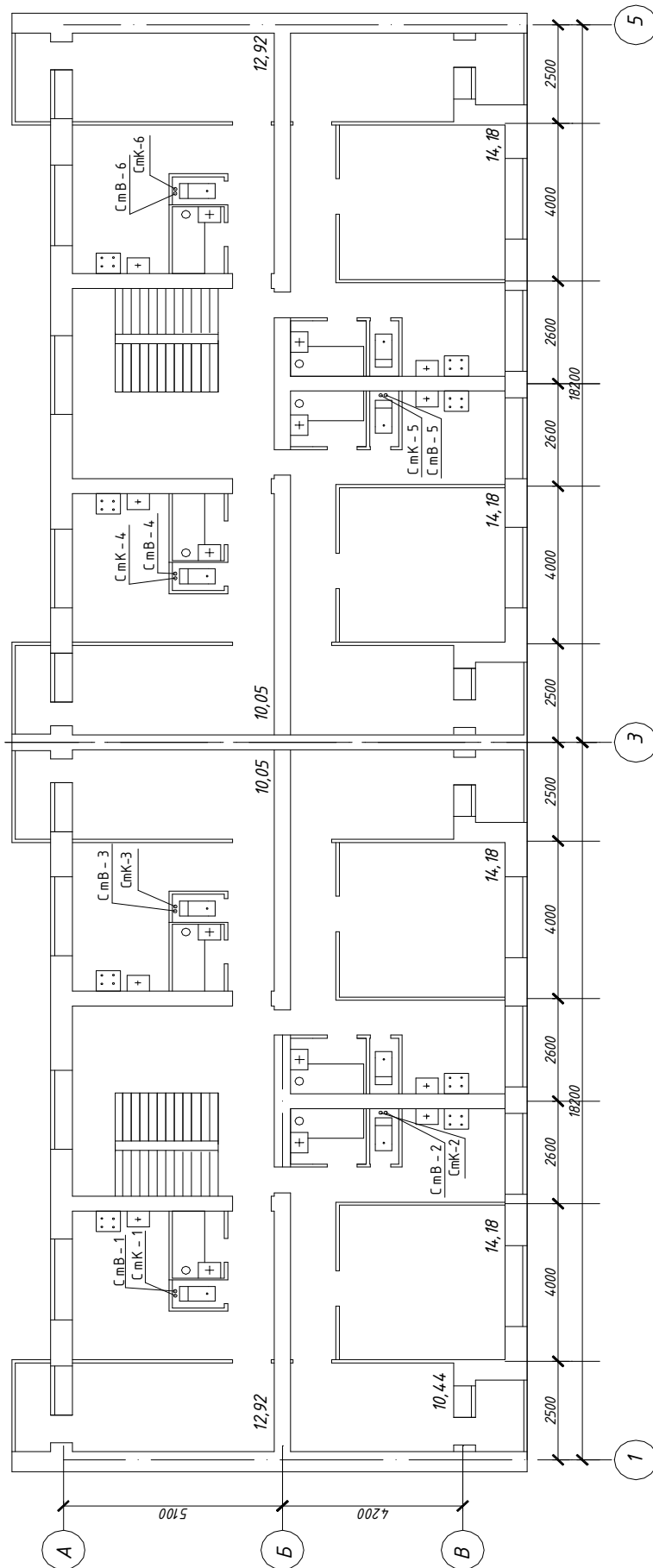
Продольный профиль дворовой канализационной сети вычерчивается по оси трассы от места присоединения к городской канализации до наиболее удаленного от нее канализационного выпуска. Независимо от направления движения сточных вод по трубопроводам дворовой канализации, профиль вычерчивают слева направо. Вычерчивание профиля начинают с построения профиля поверхности земли вдоль трассы трубопровода.

Оформление продольного профиля выполняется аналогично прил. 6 и на основе данных, полученных в таблице прил. 12.

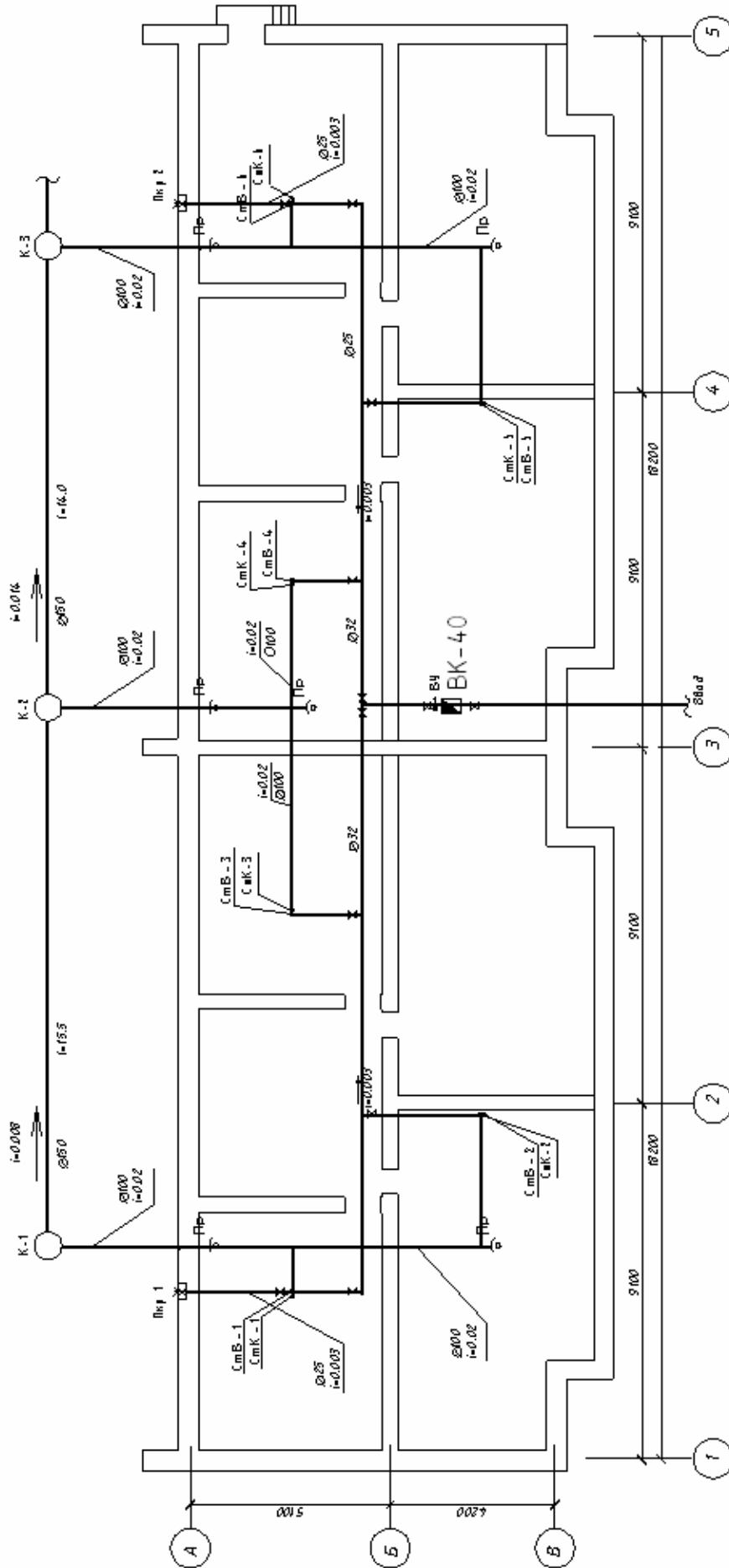
ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

План типового этажа, М 1:100



План подвала, М 1:100



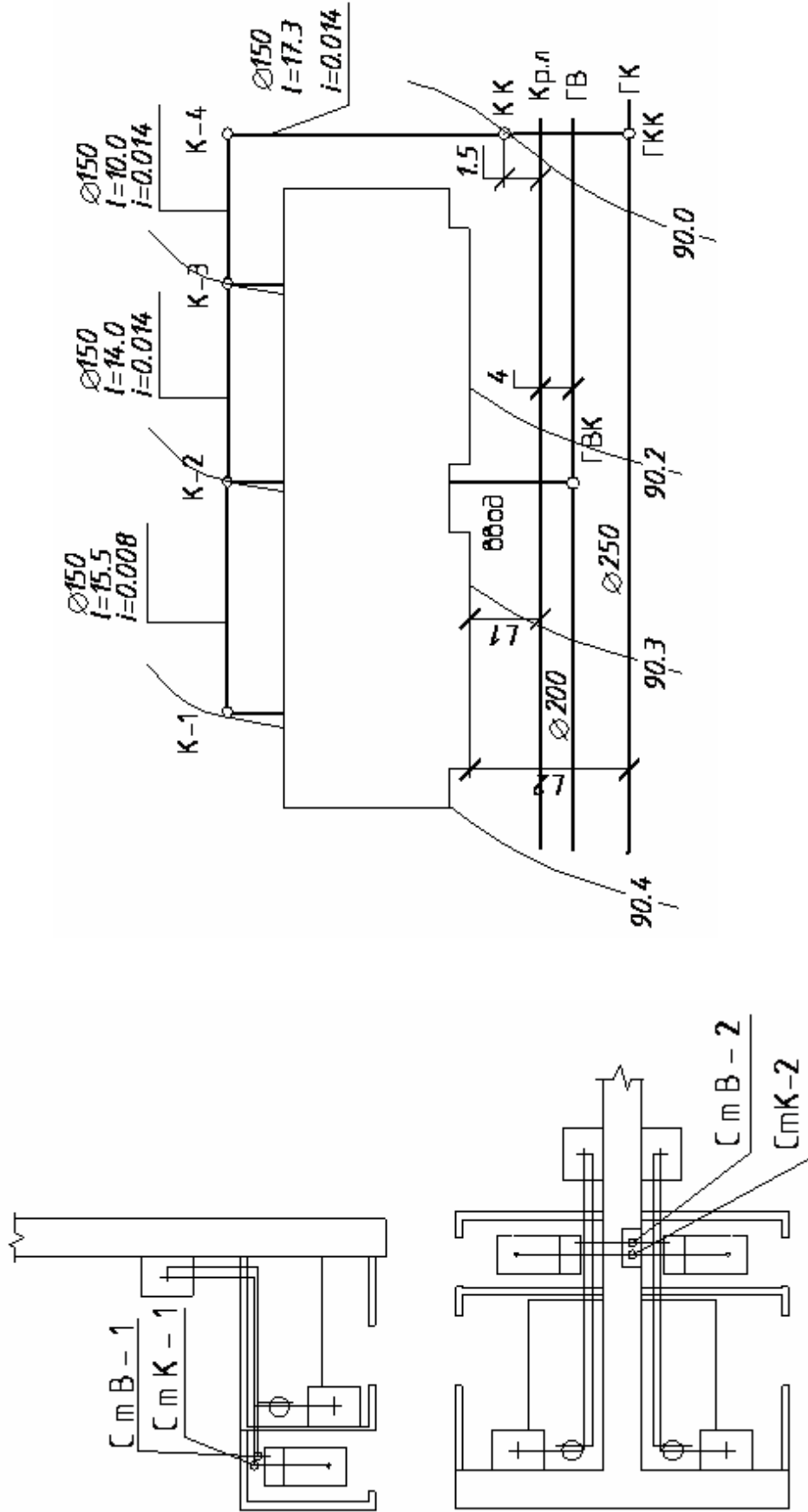
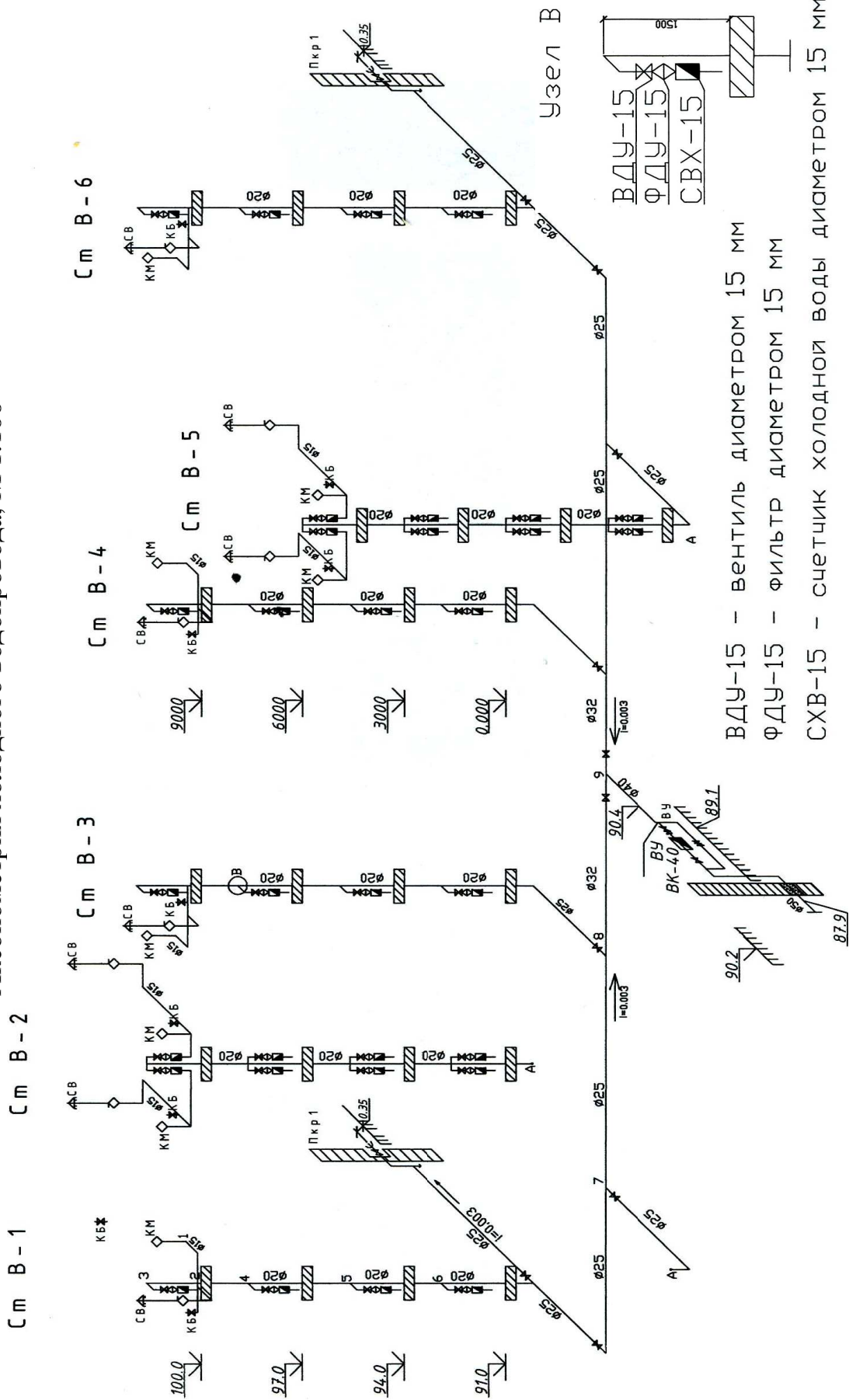


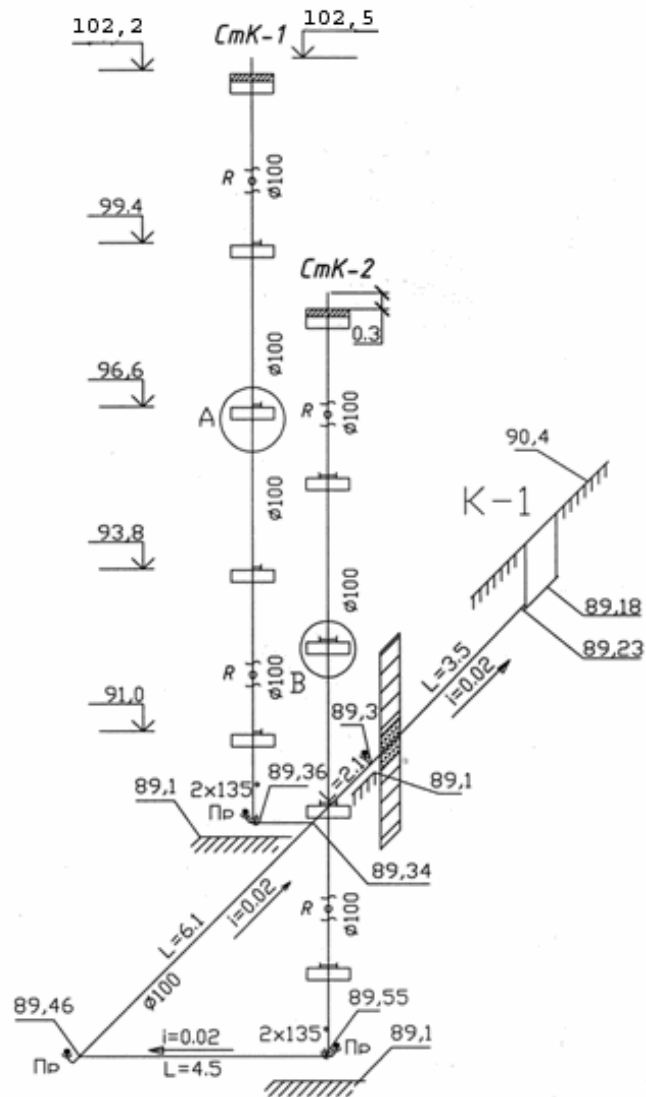
Рис. П.1. Подводки к санитарно-техническим приборам

Рис. П.2. Генплан, М 1:500

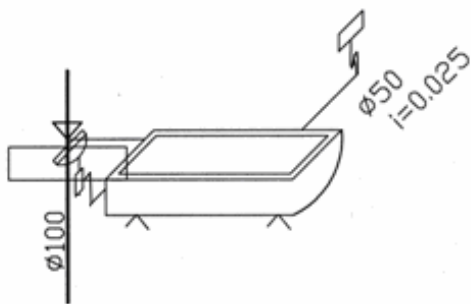
Аксонметрия холодного водопровода, М 1:100



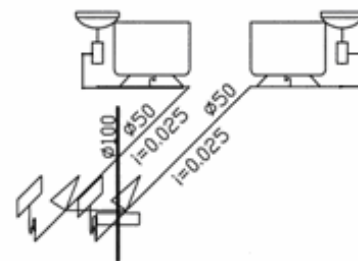
Аксонометрия канализации, М 1:100



Узел А

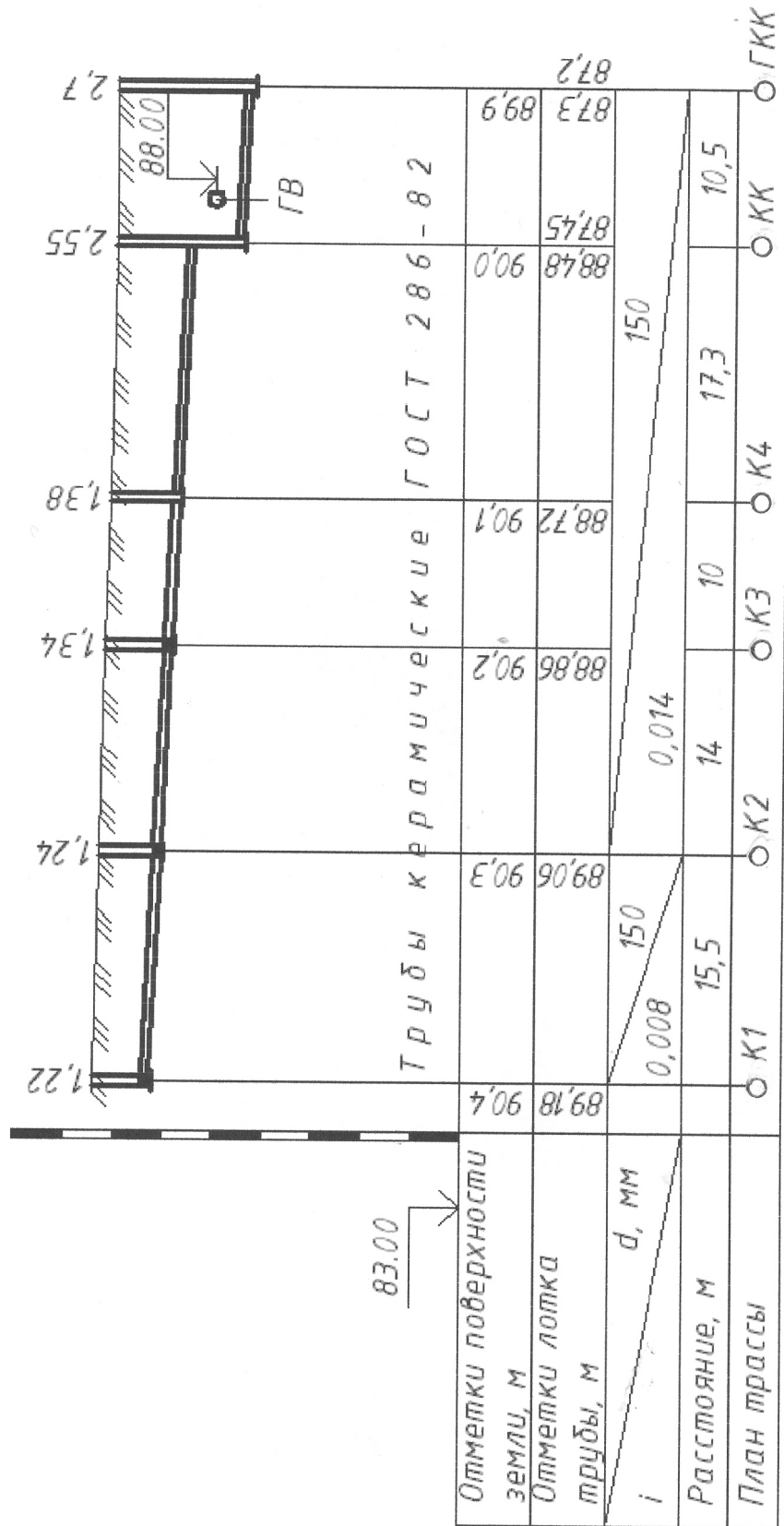


Узел В



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Профиль дворовой канализации МВ 1:100, МГ 1:500



ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица П.1

Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Номера расчетных уча- стков	Число приборов, обеспе- чиваемых расчетным участком				Общее число приборов на расчетном участке	Вероятность P	R_N	Коэффициент α	Секундный расход q_0 , л/с	Расчетный расход q , л/с	Длина участка L , м	Скорость дви- жения воды v , м/с	Диаметр трубы, d , мм	Потери напора, м	
	КБ	КУм	КМ	СВ										На 1 м труб-да	На уча- стке $i \cdot l$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Таблица П.2

Нормы расхода воды потребителями

Водопопотребители	Измеритель				Нормы расхода воды, л				Расход воды прибором л/с (л/ч)	
	Общая в средние сутки $q_{u,tot}$	В сутки наибольшего водопотребления		В час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей) q_0^{tot} , (q_0^{tot}, hr)	холодной или горячей q_0^c, q_0^h (q_0^c, hr, q_0^h, hr)	0,3 (300)	0,3 (300)	
		общая q_u^{tot} (в т.ч. горячей)	горячей q_u^h	общая $q_{hr,u}^{tot}$ (в т.ч. горячая)	горячей $q_{hr,u}^h$					
Жилые дома квартирного типа: – с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе; – с водопроводом, канализацией и ванными с газовыми водонагревателями; – с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальником, мойкой, ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	150	180	–	–	8,1	–	0,3 (300)	0,3 (300)		
	190	225	–	–	10,5	–	0,3 (300)	0,3 (300)		
	250	300	120	10	15,6	10	0,3 (300)	0,2 (200)		

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Данные для гидравлического расчета стальных труб внутренней водопроводной сети (Ф.А. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб. Госстройиздат, 1987 г.)

Расход воды, л/с	Скорость v , м/с, и гидравлический уклон $1000i$ при условном проходе труб, мм															
	15		20		25		32		40		50		70		80	
	v	$1000i$	v	$1000i$	v	$1000i$	v	$1000i$	v	$1000i$	v	$1000i$	v	$1000i$	v	$1000i$
0,08	0,47	66,9	0,25	14,2												
0,1	0,59	100,2	0,31	21,1												
0,12	0,71	139,9	0,37	29,2												
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,22	8,4	0,21	5,39	0,24	5,39	0,24	3,75				
0,3	1,77	807	0,94	154,9	0,37	20,9	0,31	10,5	0,32	8,98	0,28	5,18				
0,4	2,36	1435	1,25	265,6	0,56	43,4	0,42	17,5	0,48	13,4	0,33	6,81				
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,75	73,5	0,52	26,2	0,56	18,4	0,38	8,64				
0,6			1,87	597,5	0,93	110,9	0,63	36,5	0,64	24,6	0,42	10,7				
0,7			2,18	813,3	1,12	155,8	0,73	48,4	0,72	38,9	0,47	12,9	2,07			
0,8			2,5	1062	1,31	209,6	0,84	61,9	0,8	47,2	0,57	18	2,62			
0,9			2,81	1344	1,5	273,8	0,94	77,7	0,95	66,1	0,66	22,3	3,23			
1,0					1,68	346,5	1,05	93,6	1,11	88,2	0,75	30,4	3,89			1,64
1,2					1,87	427,8	1,25	132	1,27	113,7	0,85	37,8	5,38			2,26
1,4					2,24	616	1,46	179,7	1,43	143,9	0,94	45,9	7,09			2,97
1,6					2,62	838,5	1,67	234,7	1,59	177,7	1,22	58	9,01			3,77
1,8					2,99	1095	1,88	297,1	2,07	300,2	1,41	74,9	11,2			4,65
2,0							2,09	366,8	2,39	399,7	1,7	99,7	13,5			5,61
2,6							2,72	619,9	2,86	575,6	1,88	143,6	21,8			9,01
3,0											2,17	177,3	28,4			11,7
3,6											2,35	234,4	39,9			16,3
4,0											2,64	347,4	48,5			19,8
4,6											2,83	398,8	63,7			25,6
5,0													75,2			29,9
5,6													94,3			37
6,0													108,3			42
7,0													147,4			57,2
8,0													192,6			74,7
9,0													234,7			94,5
10,0													300,9			116,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Данные для подбора водосчетчиков

Диаметр ус- ловного прохо- да счетчика, мм	Параметры						
	Расход воды, м ³ /ч		Порог чувст- вительности, м ³ /ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м ³	Гидравлическое со- противление счет- чика, S, м/(л/с) ²		
	минимальный	эксплуатационный				максимальный	
1	2	3	4	5	6	7	
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,4	
20	0,05	2,0	5	0,025	70	5,18	
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64	
32	0,1	4,0	10	0,05	140	1,3	
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5	
50	0,3	12,0	30	0,15	450	0,143	
65	1,5	17,0	70	0,6	610	810·10 ⁻⁵	

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Значения α в зависимости от произведения NP

<i>NP</i> или <i>NP_{hr}</i>	α	<i>NP</i> или <i>NP_{hr}</i>	α	<i>NP</i> или <i>NP_{hr}</i>	α	<i>NP</i> Или <i>NP_{hr}</i>	α
менее 0,015	0,200	0,068	0,301	0,29	0,526	0,98	0,959
0,015	0,202	0,070	0,304	0,30	0,534	1,00	0,969
0,016	0,205	0,072	0,307	0,31	0,542	1,05	0,995
0,017	0,207	0,074	0,309	0,32	0,550	1,10	1,021
0,018	0,210	0,076	0,312	0,33	0,558	1,15	1,046
0,019	0,212	0,078	0,315	0,34	0,565	1,20	1,071
0,020	0,215	0,080	0,318	0,35	0,573	1,25	1,096
0,021	0,217	0,082	0,320	0,36	0,580	1,30	1,120
0,022	0,219	0,084	0,323	0,37	0,588	1,35	1,144
0,023	0,222	0,086	0,326	0,38	0,595	1,40	1,168
0,024	0,224	0,088	0,328	0,39	0,602	1,45	1,191
0,025	0,226	0,090	0,331	0,4	0,610	1,50	1,215
0,026	0,228	0,092	0,333	0,41	0,617	1,55	1,238
0,027	0,230	0,094	0,336	0,42	0,624	1,60	1,261
0,028	0,233	0,096	0,338	0,43	0,631	1,65	1,283
0,029	0,235	0,098	0,341	0,44	0,638	1,70	1,306
0,030	0,237	0,100	0,343	0,45	0,645	1,75	1,328
0,031	0,239	0,105	0,349	0,46	0,652	1,80	1,350
0,032	0,241	0,110	0,355	0,47	0,658	1,85	1,372
0,033	0,243	0,115	0,361	0,48	0,665	1,90	1,394
0,034	0,245	0,120	0,367	0,49	0,672	1,95	1,416
0,035	0,247	0,125	0,373	0,50	0,678	2,00	1,437
0,036	0,249	0,130	0,378	0,52	0,692	2,1	1,479
0,037	0,250	0,135	0,384	0,54	0,704	2,2	1,521
0,038	0,252	0,140	0,389	0,56	0,717	2,3	1,563
0,039	0,254	0,145	0,394	0,58	0,730	2,4	1,604
0,040	0,256	0,150	0,399	0,60	0,742	2,5	1,644
0,041	0,258	0,155	0,405	0,62	0,755	2,6	1,684
0,042	0,259	0,160	0,410	0,64	0,767	2,7	1,724
0,043	0,261	0,165	0,415	0,66	0,779	2,8	1,763
0,044	0,263	0,170	0,420	0,68	0,791	2,9	1,802
0,045	0,265	0,175	0,425	0,70	0,803	3,0	1,840
0,046	0,266	0,180	0,430	0,72	0,815	3,1	1,879
0,047	0,268	0,185	0,435	0,74	0,826	3,2	1,917
0,048	0,270	0,190	0,439	0,76	0,838	3,3	1,954
0,049	0,271	0,195	0,444	0,78	0,849	3,4	1,991
0,050	0,273	0,2	0,449	0,80	0,860	3,5	2,029
0,052	0,276	0,21	0,458	0,82	0,872	3,6	2,065
0,054	0,280	0,22	0,467	0,84	0,883	3,7	2,102
0,056	0,283	0,23	0,476	0,86	0,894	3,8	2,138
0,058	0,286	0,24	0,485	0,88	0,905	3,9	2,174
0,060	0,289	0,25	0,493	0,90	0,916	4,0	2,210
0,062	0,292	0,26	0,502	0,92	0,927	4,1	2,246
0,064	0,295	0,27	0,510	0,94	0,937	4,2	2,281
0,065	0,298	0,28	0,518	0,96	0,948	4,3	2,317

Основные данные для подбора насосов

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт
Консольные водопроводные насосы				
К 8/18 (1,5 К-6)	11; 6; 14	17; 20; 14	2900	1,5
1,5 К 8/19	4,5; 9; 13	12; 11; 8	2900	1,1
2К 20/18 (2К-9)	11; 10; 22	21; 18; 17	2900	1,5
ЦВЦ	2,5 – 25	2 – 9,2	3000	0,11 – 1,62
ЦНШ-40	7; 12	6; 4	1350	0,6
К 20/30 (2К 6)	10; 20; 30	34; 30; 24	2900	2,7
К 45/55 (3К 6)	30; 45; 61	62; 55; 44	2900	10,5
К 45/30 (3К 9)	30; 45; 54	95; 30; 27	2900	5,5
К 90/20 (4К 18)	60; 90; 100	25; 20; 19	2900	6,3
1,5КМ-8/9	6; 11; 14	20; 17,4; 14	2900	0,9
2КМ	10; 20; 30	34; 30,8; 24	2900	2,7
3КМ-6	30; 45; 61	58; 54; 45	2900	10,5
Насосы для перекачки сточной жидкости				
СД 16/10	8 – 19	11 – 8,9	1450	1,5
СД 25/14	14 – 25	3,8 – 14	1450	3,0
СД 80/18	43 – 112	21 – 18	1450	10
СД 160/10	43 – 160	48 – 10	2900	30

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Таблица расчета дворовой канализационной сети

№ рас- четных уч-ков	Длина участка L , м	Расчетный расход сточной воды q^s , л/с	Диаметр трубы d , мм	Ско- рость v , м/с	Уклон трубы i	$i \cdot L$, м	Напол- нение				Отметки поверхностей, м						Глубина за- ложения, м	
							H , мм	H/d	земли		шелыги		лотка		H	K		
H	K	H	K	H	K	H			K	H	K							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Данные для гидравлического расчета канализационных самотечных труб (чугунных и керамических).
 (А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров
 по формуле академика Н.Н. Павловского $d = 150$ мм

Наполнение в долях ρ	Значения q^s (л/с) и v (м/с) при уклонах в тысячных																	
	8		10		12		14		16		18		20		25			
	q^s	v	q^s	v	q^s	v	q^s	v	q^s	v	q^s	v	q^s	v	q^s	v		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
0,25	1,75	0,51	1,96	0,57	2,15	0,62	2,32	0,67	2,48	0,72	2,63	0,76	2,77	0,8	2,9	0,9		
0,35	3,36	0,61	3,76	0,68	4,12	0,75	4,45	0,81	4,76	0,86	5,05	0,91	5,32	0,96	5,94	1,08		
0,5	6,41	0,72	7,17	0,81	7,85	0,89	8,48	0,96	9,07	1,02	9,62	1,09	10,1	1,15	11,3	1,28		
0,6	8,61	0,78	9,63	0,87	10,5	0,95	11,4	1,03	12,2	1,1	12,9	1,17	13,6	1,23	15,2	1,37		
0,75	11,7	0,82	13,1	0,92	14,3	1,01	15,5	1,09	16,5	1,16	17,5	1,23	18,5	1,3	20,7	1,45		
0,85	13,2	0,82	14,8	0,92	16,2	1,01	17,5	1,09	18,7	1,17	19,8	1,24	20,9	1,3	23,4	1,45		
1,0	12,8	0,72	14,3	0,81	15,7	0,89	17,0	0,96	18,1	1,02	19,2	1,09	20,3	1,15	22,7	1,28		

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

ТЕМА 1

1. Дать краткую характеристику систем внутреннего водопровода.
2. От чего зависит выбор системы внутреннего водопровода?
3. Что такое гарантийный, требуемый напор?
4. Какие системы внутреннего водопровода применяют в жилых зданиях, промпредприятиях?
5. Какие схемы внутреннего водопровода Вы знаете, и где их применяют?
6. Особенности трассировки водопроводной сети.
7. Какие требования предъявляются к прокладке водопроводных сетей?
8. Какие виды водопроводных сетей Вы знаете?
9. Какие способы прокладки водопроводных сетей применяют в жилых и общественных зданиях?
10. Какие трубы применяют при монтаже внутреннего водопровода?
11. Предположите способы соединения стальных, чугунных и пластмассовых труб.
12. Какие соединительные детали применяют при монтаже водопровода?
13. Какая арматура в сетях внутреннего водопровода применяется и ее назначение?
14. Где устанавливается запорная арматура?
15. Виды водоразборной арматуры и ее конструктивные особенности.
16. Что называется вводом?
17. Способы присоединения ввода к наружной водопроводной сети.
18. В каких зданиях устраивают два и более ввода?
19. Какие схемы устройства вводов в здания Вы знаете?
20. Как заделывают трубу ввода в фундамент здания?
21. Из каких элементов состоит водомерный узел?
22. Как устанавливают крыльчатые и турбинные счетчики?
23. В чем схожесть и различие крыльчатых и турбинных счетчиков?
24. Как подобрать счетчик?
25. Когда устанавливают комбинированные счетчики?
26. Способы повышения напора в сетях внутреннего водопровода?
27. Какими трубопроводами оборудуют водонапорные баки? Их назначение.
28. Для чего служат водонапорные баки?
29. Конструирование водонапорных баков и их расчет.
30. Отвод переливной воды из бака в канализацию производится с разрывом струи, что для этого устраивается?
31. Где размещают насосные установки? Где не допускается размещать?
32. В каких случаях применяется последовательная и параллельная работа насосов?
33. Как определить производительность и напор насоса?
34. Как определить, правильно ли подобран насос?
35. Что устанавливается на всасывающем и напорном трубопроводе насоса?
36. Где размещают пневматические установки?
37. Принцип работы пневматической установки.
38. В каких зданиях проектируют противопожарные водопроводы?
39. Из каких элементов состоят простые системы противопожарного водоснабжения?
40. Принцип расчета простых противопожарных систем.
41. Как устроены спринклерные установки?

42. Как устроены дренчерные установки?
43. Назначение и устройство поливочного водопровода.
44. Специальные питьевые водопроводы.
45. От чего зависит режим водопотребления в здании?
46. Что такое норма водопотребления?
47. Какое водоразборное устройство является диктующим?
48. Что такое коэффициент неравномерности и для чего его вводят?
49. Как определить максимальный (расчетный) секундный, часовой, суточный расход воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды?
50. Подбор экономичных диаметров трубопровода.
51. Допустимые скорости в хозяйственно-питьевой водопроводной сети.
52. Последовательность гидравлического расчета водопроводной сети.
53. Как определить потери напора на трение и на местных сопротивлениях?
54. Определение требуемого напора в сети водопровода.
55. Способы получения горячей воды.
56. Какие системы и схемы ГВ применяют в жилых зданиях?
57. В чем состоит особенность проектирования горячего водопровода?
58. Местные установки для приготовления горячей воды.
59. Как определить максимальный секундный расход горячей воды?
60. Из каких величин складывается требуемый напор на вводе в здание для горячей воды?
61. Для чего необходимо производить увязку потерь напора?
62. С помощью какого автоматизированного устройства включаются пожарные насосы? Принципы действия устройства.
63. При помощи каких датчиков осуществляется автоматическое включение/выключение электродвигателей насосов систем водоснабжения зданий?
64. Как образуются непроизводственные расходы?
65. Для чего нужна стабилизация напоров?
66. Предложите способы стабилизации напоров?
67. Что является источником шума в здании?
68. Как можно решить проблему уменьшения шума в здании?
69. Как производится испытание систем водоснабжения?
70. Какие документы оформляются при приемке системы водоснабжения и что в них отражается?
71. Какие мероприятия проводят при технической эксплуатации систем?
72. Схемы фонтанов.
73. Принцип расчета фонтанов.
74. Какое оборудование применяют для водоподготовки в бассейнах и его назначение?
75. На какие нужды подается вода на строительные объекты.
76. Какие временные водопроводные и канализационные сооружения устраивают на объектах строительства?

ТЕМА 2

1. Дать краткую характеристику систем внутренней канализации.
2. Из каких элементов состоит внутренняя канализация?
3. Какие виды труб применяют во внутренней канализации?

4. Как соединяют чугунные, пластмассовые и керамические трубы?
5. Перечислите соединительные части труб.
6. Для каких целей устанавливают на сети ревизии и прочистки?
7. Перечислите приемники сточных вод. Приведите примеры установки унитаза и умывальника.
8. Назначение гидрозатворов (сифонов). Трапы.
9. Где размещают канализационные стояки?
10. Как присоединяют отводные трубы к стоякам?
11. Как прочистить стояк и выпуск?
12. Как устроить вентиляцию канализационных сетей?
13. Назначение внутриквартальной канализации.
14. Основные элементы внутриквартальной канализации.
15. В каких местах устанавливаются смотровые колодцы? Контрольные колодцы?
16. Как определяется максимальный секундный расход сточных вод на расчетных участках?
17. Как выбрать наполнение и скорость движения сточных вод на горизонтальных участках?
18. Как определить диаметр и уклон канализационного выпуска?
19. Назначение внутриквартальной канализации.
20. Основные элементы внутриквартальной канализации.
21. Трассировка внутриквартальной канализации.
22. Принцип расчета внутриквартальной канализации.
23. Как определить минимальную глубину первого колодца?
24. Как определить расчетный расход сточных вод для дворовой канализации?
25. Какие минимальные значения принимают для расчета дворовой сети: d , i , V , h/d ?
26. Какие установки применяют для перекачки сточных вод?
27. Принцип работы насосной установки.
28. Чем оборудуется приемный резервуар?
29. Место расположения насосов и приемного резервуара?
30. Типы насосов, применяемые для перекачки сточных вод?
31. Как определить число рабочих и резервных насосов для перекачки сточных вод?
32. Из каких элементов состоит пневматическая установка?
33. Принцип работы пневматической установки.
34. Какие установки применяют для предварительной очистки сточных вод?
35. Песколовки, грязеотстойники: назначение, конструкция, расчетные параметры.
36. Жироуловители, бензомаслоуловители: назначение, конструктивные особенности.
37. Привести примеры схем внутренних водостоков.
38. Основные элементы внутренних водостоков.
39. Какие трубы применяют для устройства внутренних водостоков?
40. Напишите формулы определения расчетных расходов дождевых вод.
41. Принцип расчета внутренних водостоков.
42. Как определить, что система внутреннего водостока запроектирована правильно?
43. Какие системы мусороудаления Вы знаете?
44. Сухие мусоропроводы: основные элементы и их устройство.
45. Мокрые и огневые мусоропроводы: основные элементы и их устройство.

ТЕМА 3

1. Дайте определение системы водоснабжения.
2. По каким признакам классифицируются системы водоснабжения?
3. От чего зависит схема водоснабжения? Приведите схемы водоснабжения с забором воды из поверхностных и подземных источников.
4. Какие вы знаете схемы водоснабжения промышленных предприятий?
5. Дайте характеристику нормы водопотребления.
6. Перечислите основные категории потребителей воды.
7. Какие факторы влияют на величину нормы на поливку улиц и зеленых насаждений?
8. Что влияет на норму хозяйственно-питьевого водопотребления на производстве?
9. Какая продолжительность тушения пожара в населенном пункте?
10. Как изменяется водопотребление населенного пункта в течении года и чем характеризуются эти значения?
11. От чего зависит распределение суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта по часам суток?
12. Как определяются расчетные расходы?
13. Каким образом учитываются расходы на нужды местной промышленности?
14. Как распределяются расходы на прием душа на промышленном предприятии?
15. Что такое свободный напор?
16. Какие вы знаете источники водоснабжения?
17. Сооружения для забора подземных вод.
18. Сооружения для забора поверхностных вод.
19. Назовите схемы водопроводных сетей.
20. Какие трубы применяют для водопроводной сети?
21. Какая арматура устанавливается на водопроводной сети?
22. В чем суть гидравлического расчета водопроводной сети?
23. Для каких целей применяют водонапорные и регулирующие емкости?
24. Назовите основные трубопроводы, которыми оборудуется водонапорная башня.
25. Чему равен объем бака водонапорной башни?
26. Какими трубопроводами оборудуется резервуар чистой воды?
27. Из каких объемов может состоять полный объем резервуара чистой воды?
28. Какими параметрами характеризуется работа насоса?
29. По каким признакам классифицируются насосы?
30. Принцип действия центробежного насоса.
31. Дайте определения $H_{\text{вак}}^{\text{дон}}$, $H_{\text{г.вс.}}$, $H_{\text{вак}}$, $H_{\text{н}}$.
32. Перечислите основные параметры насоса.
33. Какая арматура применяется для обвязки центробежных насосов?
34. На чем основан принцип действия эрлифта и гидроэлеватора?
35. Какие водопроводные насосные станции в схеме водоснабжения проектируют?
36. Какими свойствами характеризуется качество воды?
37. Какие вы знаете наиболее распространенные методы очистки воды и их сущность?
38. Приведите технологическую схему осветления и обесцвечивания воды.
39. С какой целью применяют коагулирование?
40. На чем основан процесс отстаивания?
41. Назовите методы обеззараживания воды.
42. При каких параметрах воды необходима специальная обработка?

ТЕМА 4

1. Что называют сточной жидкостью?
2. Какие виды сточных вод вы знаете?
3. Назначение канализации.
4. Какие вы знаете виды канализации?
5. Назовите основные элементы канализации?
6. Что называют бассейном канализования?
7. Что называют схемой канализации?
8. От каких факторов зависит схема канализации?
9. Какие вы знаете системы канализации города?
10. Приведите примеры систем канализации промпредприятий?
11. В каком режиме работают канализационные сети?
12. В какой последовательности трассируют канализационные сети?
13. Назовите схемы канализационных сетей.
14. Какие вы знаете схемы трассирования уличных канализационных сетей?
15. Что такое норма водоотведения?
16. От чего зависит общий коэффициент неравномерности бытовых сточных вод?
17. Как определяются расчетные расходы сточных вод?
18. Что такое самоочищающаяся скорость и от чего она зависит?
19. Как определить минимальный уклон труб бытовой канализационной сети?
20. От чего зависит минимальная глубина заложения канализационной сети?
21. Какие трубы применяют для устройства канализационной сети?
22. Какие колодцы сооружают на канализационной сети?
23. Назначение дюкера.
24. Какие насосы применяют для перекачки сточных вод? Требования, предъявляемые к насосам.
25. Назовите конструктивные особенности насосов, применяемых для перекачки сточных вод.
26. Виды канализационных насосных станций и их конструктивные особенности.
27. Как определить требуемый напор и максимальную подачу насосной станции?
28. Определение расчётного расхода по отдельным участкам дождевой сети.
29. От чего зависит коэффициент стока?
30. Назовите состав загрязнений сточных вод.
31. Как определить концентрацию нерастворенных загрязнений бытовых и городских сточных вод?
32. Дайте определение БПК, ХПК.
33. Сущность механической, физико-химической и биологической очистки сточных вод.
34. В зависимости от чего выбирают метод очистки и состав очистных сооружений?
35. Назовите сооружения для механической, биологической очистки сточных вод.
36. Сооружения для обработки осадка.
37. С какой целью производят обеззараживание сточных вод и каким образом?
38. Назовите конструкции выпусков очищенных сточных вод в водоемы.

РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
по курсу для студентов специальности 1-70 02 01

Оцениваемая работа	Балл за единицу работы	Максимально возможный балл	Примечание
Лекционный курс			
Посещение лекций	2 ч = 1 балл	16	32 ч
Активная работа на лекциях		20	
Контрольная проверка знаний			4 ед.
4 (четыре)	40	160	
5 (пять)	50	200	
6 (шесть)	60	240	
7 (семь)	70	280	
8 (восемь)	80	320	
9 (девять)	90	360	
10 (десять)	100	400	
Практические занятия			
Посещение занятий	1 ч = 1 балл	32	32 ч
Активная работа на практических занятиях		32	
Курсовое проектирование			
Активная работа в течение семестра		25	
Своевременная защита курсовой работы		25	
Уровень защиты курсовой работы		50	
4 (четыре)	20		
5 (пять)	25		
6 (шесть)	30		
7 (семь)	35		
8 (восемь)	40		
9 (девять)	45		
10 (десять)	50		
Экзамен		400	
Итого		1000	

Результат

Набранное количество баллов	400-450	451-550	551-650	651-750	751-850	851-950	951 и более
Оценка	4(четыре)	5(пять)	6(шесть)	7(семь)	8(восемь)	9(девять)	10(десять)

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 48 с.
2. Калицун, В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. – М.: Стройиздат, 2000. – 397 с.
3. ТКП 45-4.01-52-2007 Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования. – Минск, 2008 – 47 с.
4. ТКП 45-4.01-52-2007 Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования. – Минск, 2008 – 21 с.
5. Кедров, В.С. Водоснабжение и водоотведение / В.С. Кедров, П.П. Пальгунов, М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
6. Кравцов, М.В. Санитарно-техническое оборудование зданий / М.В. Кравцов, И.К. Лазарчик, И.В. Федюкович. – Минск: Выш. шк., 1983. – 197 с.
7. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
8. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.
9. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1986. – 351 с.
10. Лукиных, А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационной сети и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. – М.: Стройиздат, 1987. – 152 с.
11. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Водопровод и канализация / Ю.Н. Саргин, Л.И. Друкин, И.Б. Покровская и др.; под ред. И.Г. Старовойрова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 247 с.
12. ТКП 45-4.1-29-2006 Сети водоснабжения и канализации полимерных труб. Правила проектирования и монтажа. – Минск, 2007. – 60 с.

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Учебно-методический комплекс
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Составитель
КОНДАКОВА Анна Адамовна

2-е издание, с изменениями

Редактор *Ю.М. Казакевич*

Дизайн обложки *И.С. Васильевой*

Подписано в печать 03.06.10. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 11,6. Уч.-изд. л. 10,9. Тираж 290. Заказ 723

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.09 ЛП № 02330/0494256 от 27.05.09

ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.