

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Б. Ф. Подпоринов, С. В. Староверов, А. Ю. Феокистов

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**

Часть 1 «Водоснабжение и водоотведение»

учебное пособие для студентов заочной формы
обучения с применением дистанционных технологий

Белгород
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова

Б. Ф. Подпоринов, С. В. Староверов, А. Ю. Феокистов

Водоснабжение и водоотведение
Теплогазоснабжение и вентиляция
Часть 1 «Водоснабжение и водоотведение»

*Утверждено ученым советом университета в качестве учебного пособия
для студентов направления бакалавриата 270800 – Строительство заочной
формы обучения с применением дистанционных технологий*

Белгород
2014

УДК 696+697(075)

ББК 38.76 я 7

П 44

Р е ц е н з е н т ы:

Кандидат технических наук, доцент Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова *М.В. Кафтаева*

Главный инженер филиала «Центральное объединение по эксплуатации газового хозяйства» ОАО «Белгородоблгаз» *С.А. Власов*

П 44 Подпоринов, Б. Ф.

Водоснабжение и водоотведение. Теплогазоснабжение и вентиляция: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1. Водоснабжение и водоотведение / Б. Ф. Подпоринов, С. В. Староверов, А. Ю. Феоктистов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 192 с.

В учебном пособии рассматриваются наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации, внутренние санитарно-технические системы зданий и сооружений, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, сети тепло- и газоснабжения, теплогенерирующие установки жилищно-коммунальных котельных. В книге рассмотрены основные методики проектирования и расчета, дано описание основного оборудования и принципиальных схем рассматриваемых систем. В пособии приводятся методические указания по расчету внутреннего водопровода и канализации зданий и пример расчета водопровода и канализации жилого дома

Учебное пособие разработано в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение. Теплогазоснабжение и вентиляция». и предназначено для студентов заочной формы обучения с применением дистанционных технологий направления бакалавриата 270800 –Строительство.

Учебное пособие публикуется в авторской редакции.

УДК 696+697 (075)

ББК 38.76 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2014

Введение	5
1. Водоснабжение	5
1.1. Характеристики природных источников водоснабжения и требования, предъявляемые к ним	6
1.2. Водозаборные сооружения	8
1.3. Организация зон санитарной охраны источников водоснабжения	13
1.4. Насосные станции. Водоподъемные устройства	16
1.5. Очистка природных вод	21
1.6. Наружная водопроводная сеть города	27
1.7. Конструирование наружных сетей водоснабжения	33
1.8. Определение расчетных расходов воды	37
1.9. Гидравлический расчет водопроводных сетей	39
2. Водоотведение	42
2.1. Системы канализации. Классификация сточных вод	42
2.2. Схемы канализационных сетей	46
2.3. Конструирование наружных сетей канализации	50
2.4. Гидравлический расчет канализационных сетей	56
2.5. Канализационные насосные станции	59
2.6. Химический анализ загрязнений сточных вод. Методы очистки сточных вод	60
2.7. Выпуск сточных вод	64
3. Внутренний водопровод и канализация зданий	67
3.1. Устройство внутреннего водопровода зданий	67
3.2. Устройство вводов	69
3.3. Конструирование внутренней водопроводной сети	73
3.4. Определение расчетных расходов воды во внутреннем водопроводе	79

3.5.	Гидравлический расчет внутреннего водопровода	82
3.6.	Насосные и гидропневматические установки	84
3.7.	Устройство внутренней канализации зданий	86
3.8.	Конструирование дворовой системы канализации	94
3.9.	Определение расчетных объемов удаляемых стоков.....	96
3.10.	Гидравлический расчет канализации здания.....	97
3.11.	Методика определения отметок лотков труб дворовой канализации	98
4.	Указания к выполнению РГЗ «Водоснабжение и водоотведение жилого дома»	100
5.	Пример выполнения РГЗ «Водоснабжение и водоотведение жилого дома»	128
	Контрольные вопросы	151
	Приложения	156
	Библиографический список	190

Введение

Водоснабжение и водоотведение, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, сети тепло- и газоснабжения являются неотъемлемой частью обеспечения санитарно-гигиенического благополучия, комфортности проживания и труда человека в современных условиях. Урбанизация селитебных территорий предъявляет все более жесткие требования к санитарному благополучию и обеспечению комфортного проживания и труда человека.

Инженерные сети и системы зданий, сооружений и населенных мест являются ресурсо- и энергоемкой частью строительного производства. Качество технических решений, монтажа и эксплуатации данных систем определяет комфортность, экологичность и экономичность зданий и сооружений различного назначения.

Настоящее учебное пособие составлено в соответствии с требованиями стандарта подготовки бакалавров по направлению 270800 «Строительство», утвержденного приказом министерства образования и науки Российской Федерации № 54 от 19.01.2012 г., программы подготовки бакалавров по направлению 270800 «Строительство» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.

1. Водоснабжение

Установлено, что человечество в день потребляет более 7 млрд.т воды. При этом ее основными потребителями являются промышленный и сельскохозяйственный комплексы. Например; для выплавки одной тонны чугуна необходимо 200 т воды; для очистки одной тонны нефти – 18т воды. Поэтому рациональное использование воды, в первую очередь, означает упорядочение объемов потребляемой воды непосредственно на предприятиях. Большое внимание должно уделяться созданию систем повторного и оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях и разработке бессточных схем канализации. Важным является разработка новых технологий с целью сокращения водоемких процессов производства и исключения из технологических процессов канцерогенных веществ. Не менее важной с экономической точки зрения является интенсификация уже известных методов очистки сточных вод, более широкое использование способов доочистки биологически очищенных стоков, а также создание новых эффективных очистных комплексов.

Водохозяйственные балансы и прогнозы, составленные во всех промышленно развитых странах, показали, что спрос на воду намного превышает предложение. Запасы пресной воды на Земле уменьшаются катастрофически и по прогнозам ЮНЕСКО к 2100 г. человечество будет испытывать настоящий водяной голод. Поэтому многие страны мира включились в проведение исследований, направленных на уточнение данных о своих водных ресурсах, на решение проблемы искусственного производства пресной воды и на создание экономически выгодных способов и методов опреснения вод Мирового океана.

1.1. Характеристики природных источников водоснабжения и требования, предъявляемые к ним

Выбор источника водоснабжения является одной из наиболее ответственных задач при проектировании любой системы водоснабжения. Источник водоснабжения определяет:

- 1) характер системы водоснабжения;
- 2) технологическую схему водоснабжения и состав сооружений, входящих в нее;
- 3) экологическую стабильность объекта водоснабжения;
- 4) строительную и эксплуатационную стоимость системы водоснабжения.

Рациональный выбор источника водоснабжения для каждого данного объекта требует тщательного анализа водных ресурсов района, в котором он расположен. При выборе реки в качестве источника водоснабжения необходимо учитывать сезонные колебания ее расхода. Периодически пересыхающие или промерзающие реки не могут быть использованы в качестве источника водоснабжения. Однако по своему дебиту средние, крупные реки и водохранилища могут удовлетворить потребность в воде большинства городов. Интенсивное же использование подземных вод в качестве источников водоснабжения приводит к осушению поверхности земной коры и возникновению тектонических подвижек грунтов.

Практически все используемые для целей водоснабжения природные источники могут быть отнесены к двум группам:

- 1) поверхностные (реки, озера, водохранилища, моря);
- 2) подземные (грунтовые воды, артезианские воды, родники)

Поверхностные источники характеризуются значительными колебаниями качества воды и количества загрязнений в разные периоды года.

Вода рек и водохранилищ обладает значительной мутностью, высоким содержанием органических веществ (особенно в период паводков), значительной цветностью. Речную воду отличает небольшая жесткость (содержание солей Са и Mg). Например, жесткость воды в Неве составляет 0,7·мг экв/л, а в Москве-реке – 2–5 мг·экв/л (для сравнения, жесткость питьевой воды должна быть не более 10 мг·экв/л.). Кроме того, в речной воде содержится значительное количество бактерий, включая патогенные (болезнетворные), количество которых измеряют коли-титром (тот наименьший объем воды, в котором еще содержится кишечная палочка) или коли-индексом (числом кишечных палочек, содержащихся в 1 л воды).

Вода озер отличается малым содержанием взвешенных веществ, малой мутностью, значительной минерализацией, цветностью.

Подземные воды, как правило, прозрачны и бесцветны. Артезианские воды, перекрытые сверху водонепроницаемыми породами, защищены от поступления проникающих с земли стоков. Они обладают высокими санитарными качествами (т. е. не требуют глубокой очистки). Однако подземные воды имеют повышенную жесткость, часто содержат много железа и фтора, что требует использования специальных установок по их удалению.

Сопоставляя основные показатели качества воды природных источников с требованиями, предъявляемыми к качеству воды главных групп потребителей, можно сделать вывод, что для целей водоснабжения населенных мест наиболее подходящими являются подземные воды. Однако, принимая во внимание, что для крупных населенных мест дебит подземных вод часто оказывается недостаточным, водоснабжение большинства крупных городов полностью или в значительной степени базируется на использовании поверхностных вод.

Источник водоснабжения должен отвечать следующим основным требованиям:

1. обеспечивать бесперебойное поступление требуемого количества и качества воды с учетом роста потребности в водоснабжении;
2. обладать достаточной мощностью (отбор воды не нарушает экологическое состояние жизнедеятельности водоема);
3. находиться на кратчайшем расстоянии от объекта водоснабжения.

1.2. Водозаборные сооружения

Выбор типа водоприемных сооружений зависит от местных природных условий: гидрогеологических характеристик водоемов; характера самого источника водоснабжения. В ряде случаев при проектировании крупных и ответственных водоприемных сооружений приходится прибегать к методам моделирования и изучать режим работы будущего сооружения на моделях в лабораторных условиях. Разнообразие местных природных условий в сочетании с различными количествами забираемой воды обуславливает и разнообразие типов и конструкций водоприемных сооружений

Очень важной является задача выбора места установки водоприемного сооружения. Их рекомендуется устанавливать:

1. на кратчайшем расстоянии до потребителя и гарантия бесперебойного получения воды наилучшего качества и требуемого количества;

2. устойчивом участке берега и дна водоема;

3. вне очагов образования ледяных заторов и донных наносов;

4. вне зоны работы ГЭС и гидроузлов;

5. вне зоны интенсивного движения судов;

6. выше по течению от населенных мест, промпредприятий и мест возможного сброса сточных вод в водоем (на расстоянии $L > 300\text{м}$);

7. с учетом организации зон санитарной охраны.

Водозаборные сооружения **берегового типа** устраивают при наличии следующих условий в месте забора воды:

1. крутой берег;

2. значительная (более 10 м) глубина водоема;

3. устойчивые плотные грунты в основании берега;

4. амплитуды колебания уровней воды в водоеме более 6 м;

5. благоприятные ледовые условия;

6. незначительные образования донных наносов.

Принципиальная схема работы берегового водозабора раздельного типа приведена на рис. 1.1, а. Он представляет собой колодец 1, выполненный, как правило, из железобетона и располагаемый на склоне берега. Вода поступает в береговой водозабор через входные окна 2, оборудованные с наружной стороны съёмными решетками для грубой механической очистки речной воды. Колодец разделен перегородкой 3 на две камеры – приемную 4 и всасывающую 5. В проеме перегородки между камерами устанавливают сетку 6. Из всасывающей ка-

меры вода забирается всасывающими патрубками 7 центробежных насосов 8, расположенными в насосной станции первого подъема 9.

Всасывающие трубы центробежных насосов для защиты от повреждений и для облегчения их осмотра и ремонта иногда располагают в специальной галерее 10. Над водоприемным колодцем устраивают служебный павильон 11, из которого осуществляется управление арматурой и механизмами очистки сеток, а также другие операции, связанные с эксплуатацией водозабора. Решетки приемных окон выполняются из стальных стержней с зазором между ними 40 – 100 мм. Приемные окна располагаются в два яруса при значительном колебании уровня воды в реке.

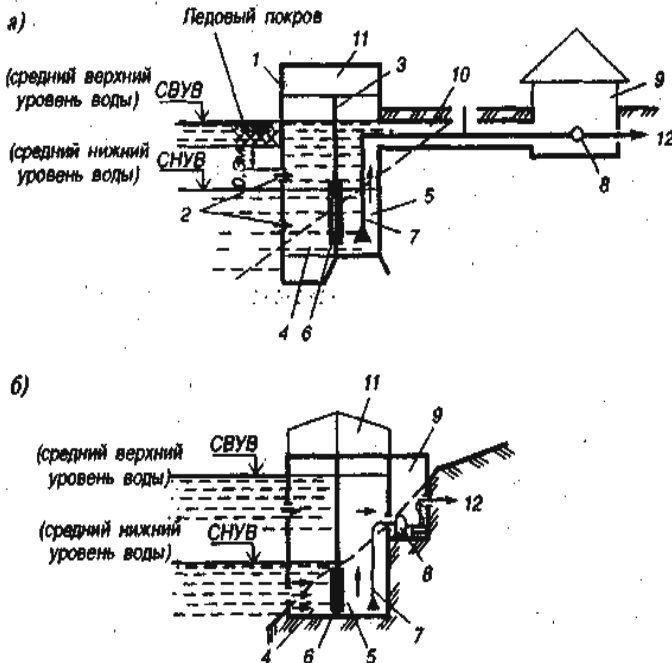


Рис. 1.1. Принципиальная схема водозабора берегового типа:
 а – раздельного; б – совмещенного; 1 – береговой колодец; 2 – приемные окна; 3 – перегородка; 4 – приемная камера; 5 – всасывающая камера; 6 – съемная сетка; 7 – всасывающей патрубков центробежного насоса; 8 – центробежный насос; 9 – насосная станция первого подъема; 10 – галерея для размещения всасывающих труб; 11 – служебный павильон; 12 – напорные водоводы

Расстояние от низа возможного ледяного покрова до верха верхнего приемного окна водозабора должно составлять не менее 0,2 – 0,3 м. Порог между дном реки и низом нижнего приемного окна, необходимый для исключения попадания в водозабор донных наносов, составляет не менее 0,5 м. Средняя скорость движения воды через решетки приемных окон – 0,2 – 0,6 м/с. Сетка, вмонтированная в перегородку между приемной и всасывающей камерами, предохраняет всасывающую камеру от попадания в нее крупных взвесей. На крупных водозаборных сооружениях устанавливают вращающиеся сетки с непрерывной промывкой.

Для водозаборов средней производительности при малой высоте всасывания насосов и наличии неплотных грунтов в основании берега устраивают береговые колодцы совмещенного типа (рис. 1.1, б). При этом днище водоприемного колодца и насосной станции первого подъема выполняют общим. Благодаря своей относительной экономичности эти водоприемники имеют значительно большее распространение, чем отдельные.

Водоприемники берегового типа могут иметь в плане круглую, эллипсоидальную или прямоугольную формы. Это зависит от: условий обтекания водозабора водами реки; условий производства строительных работ; используемого оборудования насосной станции.

Водозаборные сооружения **русового типа** устраивают при следующих условиях в месте забора воды:

1. пологий берег;
2. малая (до 10 м) глубина водоема;
3. неустойчивые грунты в основании берега;
4. амплитуда колебания уровней воды в водоеме менее 6 м;
5. благоприятные ледовые условия;
6. незначительные образования донных наносов.

Согласно принципиальной схеме работы водозабора русового типа (рис. 1.2), несовмещенного с насосной станцией первого подъема, вода через оголовок 1 по самотечным линиям 2 поступает в береговой колодец 3. Так же как и в водозаборе берегового типа, береговой колодец состоит из приемной 4 и всасывающей 5 камер, разделенных перегородкой 6 с сеткой 7. Из всасывающей камеры вода забирается всасывающими патрубками 8 центробежных насосов 9, расположенных на насосной станции первого подъема 10. Применение самотечных линий от оголовка до берегового колодца оправдано с экономической точки зрения. В некоторых случаях для уменьшения глубины укладки самотечных линий их заменяют на сифонные.

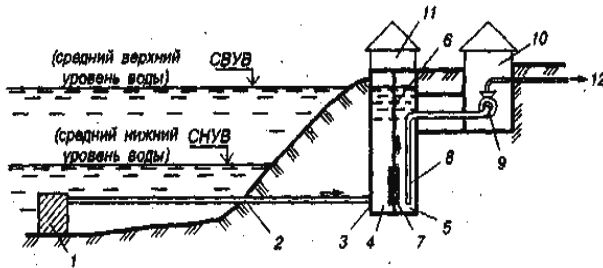


Рис. 1.2. Принципиальная схема работы водозабора руслового типа:
 1 – оголовок; 2 – самотечные линии; 3 – береговой колодезь; 4 – приемная камера; 5 – всасывающая камера; 6 – перегородка; 7 – съемная сетка; 8 – всасывающий патрубок центробежного насоса; 9 – центробежный насос; 10 – насосная станция первого подъема; 11 – павильон; 12 – напорные водоводы.

При значительных колебаниях уровней воды в водоеме иногда устраивают два яруса самотечных труб для возможности приема воды с наименьшим количеством взвеси. Скорость движения воды в самотечных линиях составляет $0,7 - 0,9$ м/с во избежание их засорения. Их выполняют из стальных, железобетонных и асбестоцементных труб не менее чем в две нитки. Для промывки самотечных труб водозаборные сооружения должны иметь соответствующее оборудование. При прокладке самотечной линии по дну или подо дном водоема она в месте приема воды должна заканчиваться вертикальным или наклонным отрезком с раструбом-оголовком.

Подземные воды обладают высокими санитарными качествами и поэтому очень ценны для целей водоснабжения. Поскольку они залегают на различных глубинах и в разных породах, существуют несколько типов сооружений для их приема, широко применяемых в практике водоснабжения городов. Выбор того или иного сооружения зависит в основном от глубины залегания подземных вод (K) и мощности водоносного горизонта (H), которая определяется слоем водовмещающей породы от зеркала грунтовых вод до водоупора (устанавливается гидрогеологическими изысканиями). Значения этих величин приведены для каждого типа сооружения.

Сооружения для приема родниковых вод получили название *каптажных сооружений*. Восходящие родники образуются при проникновении в поверхностные слои грунта напорных вод в результате

нарушения прочности перекрывающих их водонепроницаемых пород. Нисходящие – при выклинивании на поверхность земли безнапорных водоносных пластов. Родниковая вода является полезной и в ряде случаев может быть использована в лечебных целях.

Горизонтальные водосборы представляют собой дренажи разных типов или водосборные галереи, укладываемые в пределах водоносного пласта (непосредственно на подстилающем водоупоре). Вода, поступившая из грунта в дренажные трубы, подается по ним в сборный резервуар, а оттуда откачивается насосами.

Шахтные колодцы применяют для приема небольших количеств воды. Вода в них поступает через их дно и частично стенки. В крупных централизованных системах водоснабжения шахтные колодцы применяются относительно редко. Их используют при индивидуальном пользовании, в сельской местности, во временных водопроводах.

Для целей централизованного водоснабжения наиболее часто применяются несколько *трубчатых колодцев* или, как их часто называют, *водозаборных скважин*, объединяемых в общую систему водосборных сооружений. Характерной особенностью трубчатых колодцев (скважин) является их малый диаметр и относительно большая длина водозаборной части.

На рис. 1.3., а показана схема устройства скважины. Стенки скважины после бурения закрепляют стальной обсадной трубой 1. Эту трубу опускают приблизительно до верхней границы залегания водоносных пород. В обсадную трубу 1 опускают трубу 2 меньшего диаметра, которую доводят до нижней границы залегания водоносных пород, немного заглубляя в водоупор. Затем в трубу 2 опускают фильтр 3, предназначенный для защиты колодца от занесения в него вместе с водой частиц грунта. Фильтр 3 опускают с помощью штанг и замков 4 в его верхней части. Затем трубу 2 удаляют из скважины, а кольцевое пространство между стенками фильтровой и обсадной труб уплотняют путем установки сальника 5. В ряде случаев в грунте с внешней стороны обсадной трубы устраивается «цементный замок». Над скважиной устраивают специальный павильон.

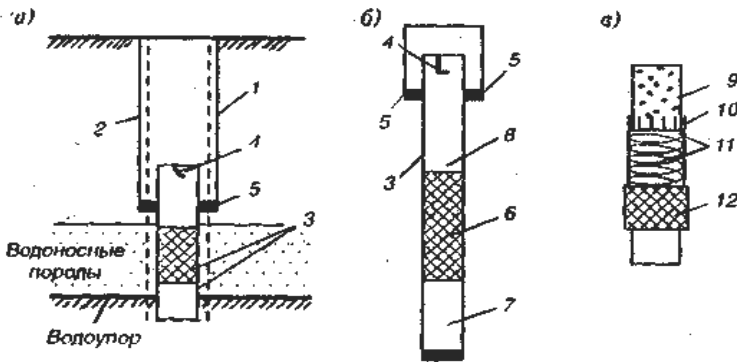


Рис. 1.3. Устройство подземного водозабора:

а – устройство водозаборных, откажна; *б* – устройство фильтров водозаборных скважин;
в – конструкция сетчатого фильтра водозаборной скважины;
 1 – стальная обсадная труба; 2 – труба меньшего диаметра, в которую устанавливается фильтр; 3 – фильтр; 4 – замок для установка фильтра; 5 – сальниковое уплотнение; 6 – рабочая приемная часть фильтра; 7 – нижняя глухая отстойная часть; 8 – надфильтровая глухая ость; 9 – трубчатый каркас с круглой перфорацией; 10 – подкладочные стержни; 11 – проволока; 12 – сетка

Фильтр 3 является очень ответственной частью скважины. От его надежности зависит качество работы всей скважины. Фильтр (рис. 1. 8, б) состоит из рабочей (приемной) части б, через которую в колодец поступает вода, надфильтровой глухой части 8 с замком 4 и нижней глухой части 7, которая служит сборником для проникающих в колодец мелких частиц грунта. На рис. 1.3, в представлена конструкция приемной части (сетчатый фильтр). На трубчатый каркас с круглой перфорацией 9 и подкладочные стержни 10 спирально (с расстоянием между витками 5 – 10 мм) наматывается проволока 11, а затем накладывается сетка 12. Сетки изготавливаются из латунной проволоки и имеют различное плетение.

1.3. Организация зон санитарной охраны источников водоснабжения

Санитарная охрана источников питьевого водоснабжения осуществляется путем организации на водосборных бассейнах зон санитарной охраны. Зона санитарной охраны поверхностного источника водоснабжения представляет собой специально выделенную террито-

рию, охватывающую используемый водоем и частично бассейн его питания.

На этой территории устанавливается режим, обеспечивающий надежную защиту источника водоснабжения от загрязнения и сохранение требуемых качеств воды. Проект зоны санитарной охраны составляет неотъемлемую часть каждого проекта водоснабжения, без которой он не может быть утвержден. Проект должен содержать установление границ зоны санитарной охраны, перечень мероприятий по санитарному оздоровлению территории зоны и согласовываться с органами Государственного санитарного надзора. Зона санитарной охраны источника водоснабжения включает в себя **три пояса**, имеющие установленные границы (рис. 1.4). Территория первого пояса по возможности окружается зелеными насаждениями. На территории запрещаются проживание людей и все виды строительства кроме расширения головных водопроводных сооружений.

Зоны санитарной охраны поверхностных источников		
Первый пояс	Второй пояс	Третий пояс
Включают:		
Место забора воды Территорию головных водопроводных сооружений	Территорию по обе стороны реки	Источник водоснабжения Бассейн питания источника
Границы поясов реки		
Территория от водозабора: вверх по течению - не менее 200м; вниз по течению - не менее 100м. По прилегающему к водозабору берегу - не менее 100м от линии уреза воды (при максимальном уровне воды в реке). Территория в направлении к противоположному берегу зависит от ширины реки.	Территория от водозабора: Вверх по течению, расположенная на расстоянии, достаточном для самоочищения воды от сбрасываемых в нее загрязнений; вниз по течению не менее 250м. Боковые границы устанавливаются исходя из рельефа местности от уреза воды (при максимальном уровне воды в реке)	Такие же, как и для второго пояса. Вверх и вниз по течению реки и во все стороны по акватории водохранилища. Боковые по водоразделу не более 3-5 км
Границы поясов водохранилища		
По акватории во всех направлениях – не менее 100м. Территория по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100м от линии уреза воды (при нормальном уровне воды)	По акватории (включая притоки) от водозабора во всех направлениях на расстоянии 3 км при количестве ветров до 10% в сторону водозабора и 5 км при количестве ветров более 10%. Боковые границы от уреза воды (при нормальном уровне воды)	

Рис. 1.4. Организация зон санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения

В пределах второго, третьего поясов вводится ряд ограничений в хозяйственную деятельность людей, которая может оказать влияние на качество воды источника водоснабжения

При наличии судоходства на реках в границы второго пояса включается акватория, прилегающая к водозабору в пределах фарватера.

Когда в качестве источников водоснабжения городов используются грунтовые воды, составлению проекта зоны санитарной охраны подземных источников предшествует проведение специальных изысканий на местности для выяснения гидрогеологических характеристик района, направления и скорости подземного потока, условий его питания, возможных источников загрязнения подземных вод, наличия нарушений почвенных слоев и т. д.

Устройство зоны санитарной охраны подземных источников представлено на рис. 1.5.

Территория первого пояса должна быть спланирована для возможности отвода поверхностного стока за границы пояса. В зоне не допускаются проживание людей и применение органических веществ для посадок и посевов.

Зона санитарной охраны подземных источников	
Первый пояс (строгого режима)	Второй пояс
Водозаборные сооружения Насосные станции Сборные резервуары Прибрежную территорию между ин- фильтрационным водозабором и водоемом	Территория, на которой вводятся ограни- чения по ее использованию, с целью защи- ты водоносных пластов от загрязнения

Рис. 1.5. Организация зоны санитарной охраны подземных источников

На территории второго и третьего поясов должны проводиться предупредительные мероприятия с целью защиты используемого водоносного пласта от поступлений загрязнений с поверхности. Во втором поясе зоны санитарной охраны не допускается проведение работ, связанных с нарушением пород, перекрывающих сверху водоносный пласт. Контроль за содержанием зон санитарной охраны подземных источников также осуществляется органами Государственного санитарного надзора. Границы зон устанавливаются по СНИП 2.04.02-84*.

1.4. Насосные станции. Водоподъемные устройства

В зданиях водопроводных насосных станций размещают насосы и двигатели к ним, трубопроводы, задвижки, контрольно-измерительные приборы, водомеры, электрооборудование и пр. Здания насосных станций бывают круглыми или прямоугольными в плане.

Агрегаты (насос и двигатель) располагают перпендикулярно или параллельно продольной оси здания в один или два ряда, а также в два ряда в шахматном порядке. Подъем, перекачивание на очистные сооружения и подача воды в городские сети осуществляются насосными станциями. Основным оборудованием насосной станции является насос.

Центробежные насосы классифицируют по ряду признаков. Рассмотрим некоторые из них.

По напору различают насосы низконапорные (до 20 м), средненапорные (20–60 м) и высоконапорные (более 60 м).

По числу колес насосы делят на одноколесные и многоколесные. Многоколесными, как правило, делают высоконапорные насосы.

По расположению вала насосы бывают горизонтальные и вертикальные.

В зависимости от перекачиваемой жидкости различают насосы водопроводные (водяные), для перекачки сточной жидкости (канализационные), песковые, грязевые (землесосные) и др.

По назначению насосы бывают общего назначения, шахтные, артезианские (предназначенные для работы в скважинах) и др.

Основным рабочим элементом центробежного насоса (рис. 1.6) 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.

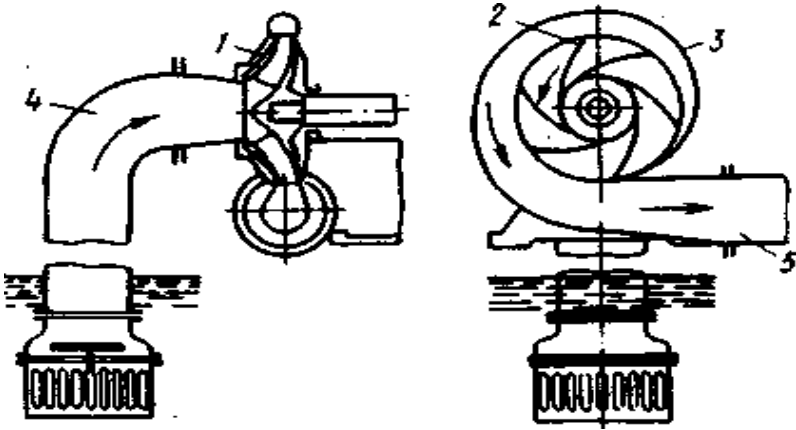


Рис. 1.6. Схема центробежного насоса

Для нормальной работы центробежных насосов вакуум в их всасывающем патрубке не должен превышать определенной величины, зависящей от их конструкции, частоты вращения колеса и других параметров.

Эту величину называют *допустимой вакуумметрической высотой всасывания*. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания $H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$ указывается в каталогах насосов и обычно не превышает 6–7 м.

При проектировании насосных установок различают геометрическую высоту всасывания $H_{\text{г.вс}}$ и вакуумметрическую высоту всасывания $H_{\text{вак}}$. *Геометрическая высота всасывания* – это разность отметок центра колеса и уровня воды в источнике. *Вакуумметрическая высота всасывания* складывается из геометрической высоты всасывания, потерь напора во всасывающем трубопроводе $h_{\text{пот.вс}}$ и скоростного напора при входе в насос $v^2/2g$.

Вакуумметрическая высота всасывания во избежание кавитации не должна превышать допустимой вакуумметрической высоты всасывания, т. е.

$$H_{\text{вак}} = H_{\text{г.вс}} + h_{\text{пот.вс}} + v^2/(2g) \leq H_{\text{вак}}^{\text{доп}}. \quad (1.1)$$

Полный напор H , который должен создавать центробежный насос, складывается из следующих величин (рис. 1. 7): геометрической

высоты всасывания $H_{з.вс}$, геометрической высоты нагнетания $H_{з.н}$, потерь напора во всасывающем трубопроводе (с арматурой) $h_{пот.вс}$, потерь напора в напорном трубопроводе (с арматурой) $h_{пот.н}$ (рис. 1.7).

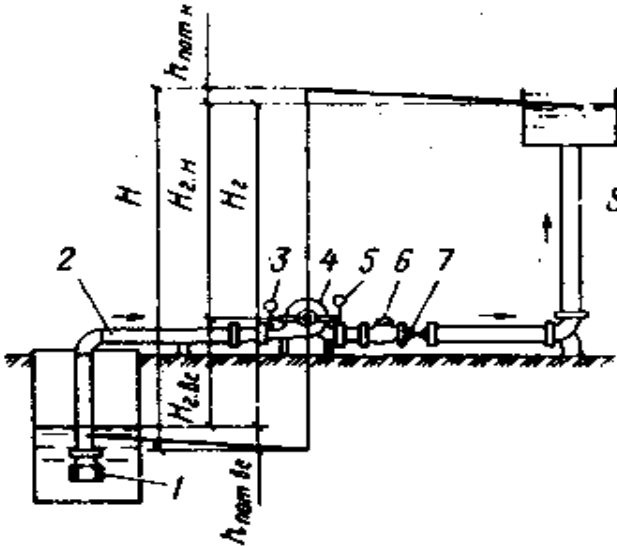


Рис. 1.7. Схема насосной установки:

1-приемный клапан; 2- всасывающий трубопровод; 3- вакуумметр; 4- насос; 5- манометр; 6- обратный клапан; 7-задвижка; 8- напорный трубопровод

Следовательно,

$$H = H_{з.вс} + H_{з.н} + h_{пот.вс} + h_{пот.н} \quad (1.2)$$

Полезная (эффективная) мощность насоса, кВт, выражается соотношением

$$N_n = \gamma Q H / 1000, \quad (1.3)$$

где γ - удельный вес жидкости, Н/м³; Q - подача насоса, м³/с; H - полный (рабочий) напор насоса, м.

Мощность на валу насоса (потребляемая мощность), кВт,

$$N = \gamma Q H / (1000 \eta), \quad (1.4)$$

где η - полный КПД насоса.

Полный КПД учитывает гидравлические, объемные и механические потери.

Приведенные на рис. 1.8. рабочие характеристики насоса показывают, как изменяется напор, мощность на валу насоса и КПД с изменением расхода.

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

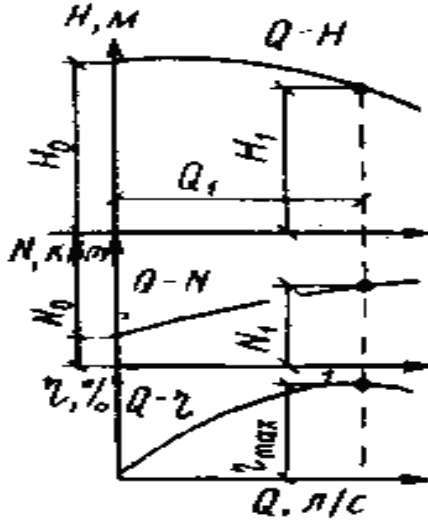


Рис 1.8. Рабочие характеристики центробежного насоса

Характеристику трубопровода (или системы трубопроводов) можно представить в виде двучлена

$$H = H_z + \sum h_{пот}, \quad (1.5)$$

где H_z — геометрическая высота подачи воды, т. е. разность отметок уровней воды в источнике и в напорном баке (см. рис. 1.7); $\sum h_{пот}$ — сумма потерь напора во всасывающем и напорном трубопроводах.

Вблизи насосных станций с большой подачей на напорных трубопроводах устраивают камеру, в которой размещают задвижки, расходомеры, предохранительные и обратные клапаны. Это позволяет уменьшить размеры зданий самих станций.

По расположению в общей схеме водоснабжения насосные станции подразделяют на станции I подъема, II подъема, 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* служат для подачи воды с 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.

По *характеру оборудования* различают станции с горизонтальными центробежными насосами, с вертикальными центробежными насосами, с поршневыми насосами, с центробежными насосами и компрессорами для обслуживания воздушных водоподъемников.

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

Насосные станции I подъема, подающие воду на очистные сооружения, рассчитывают на средний часовой расход в дни наибольшего водопотребления.

При заборе воды из артезианских скважин насосы станции I подъема обычно подают воду в резервуары, откуда ее забирают и подают потребителям насосы станции II подъема. Режим работы насосов станции II подъема зависит от графика водопотребления. Подача воды в течение суток может быть равномерной и ступенчатой. При ступенчатой подаче уменьшаются необходимый объем бака водонапорной башни и полный рабочий напор насосов. При подборе насосов для ступенчатой подачи учитывают очередность развития станции. На насосной станции целесообразно устанавливать однотипные насосы с одинаковой подачей. Режим работы насосной станции выбирают на основе анализа графиков водопотребления и совместной работы насосов, водоводов и водопроводной сети.

Насосные станции I подъема, принимающие воду из открытого источника, обычно заглубляют для уменьшения высоты всасывания насосов. При заглублении насосных станций более чем на 4–5 м на них чаще всего устанавливают вертикальные центробежные насосы.

На станциях I подъема должно быть предусмотрено не менее двух рабочих насосов и один или два резервных. Каждый насос, как правило, имеет отдельный всасывающий трубопровод.

Для учета работы отдельных агрегатов и всей станции устанавливают расходомеры. Наиболее распространены скоростные турбинные счетчики воды, сопла Вентури и трубы Вентури.

На рис. 1.9 приведена насосная станция раздельного типа, в которой водозаборное сооружение и здание станции разделены.

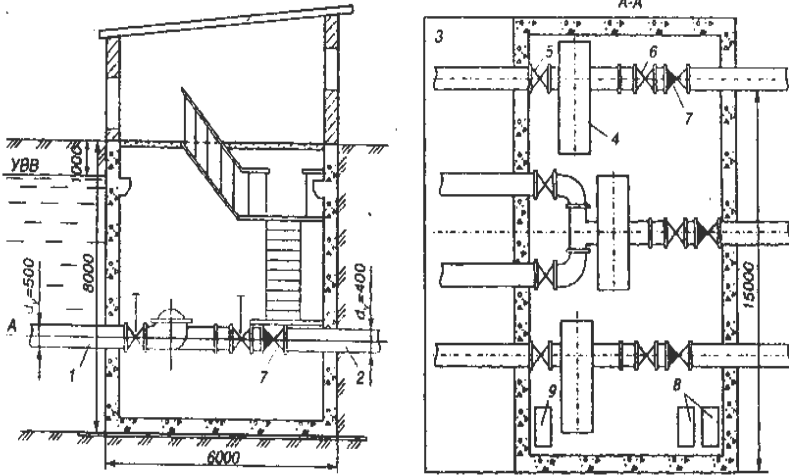


Рис. 1.9. Насосная станция первого подъема раздельного типа:

1 - всасывающий трубопровод; 2 - нагнетательный трубопровод; 3 - водосборный резервуар; 4 - насосы Д630/90 двойного всасывания (подача $630 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор 90 м); 5, 6 - всасывающая и нагнетательная задвижки; 7 - обратный клапан; 8 - дренажные насосы; 9 - вакуум-насосы

1.5. Очистка природных вод

Как показывает анализ качества вод природных источников, их применение для целей водоснабжения возможно только после проведения комплексных мероприятий по их очистке. Основные методы и сооружения по обработке вод природных источников приведены на рис. 1.10. Рассмотрим задачи каждого из представленных способов.

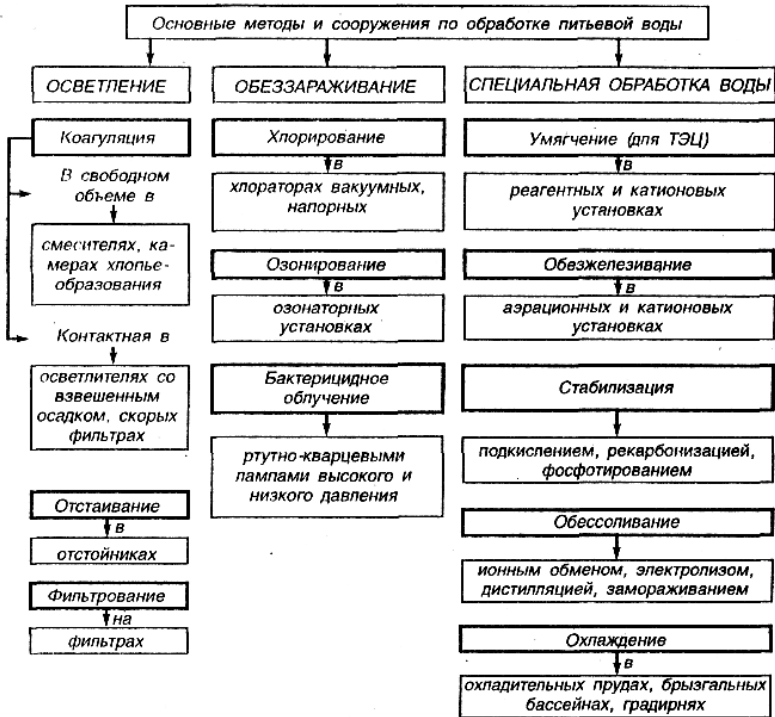


Рис. 1.10. Основные методы и сооружения по обработке питьевой воды

Осветление – это процесс, с помощью которого из воды удаляются содержащиеся в ней взвешенные вещества. Осветление может осуществляться отстаиванием воды в отстойниках. Для улучшения этого процесса применяют *коагуляцию*, т. е. вводят в воду химические реагенты, которые способствуют укрупнению и более быстрому осаждению взвешенных веществ. Коагуляция в свободном объеме протекает в смесителях и камерах хлопьеобразования. В настоящее время широко применяется контактная коагуляция. При этом воду осветляют в осветлителях с взвешенным осадком. Процесс контактной коагуляции может протекать и в зернистой загрузке фильтров.

После отстойников и осветлителей вода подвергается более глубокому осветлению – *фильтрованию*, в процессе которого она проходит через слой фильтрующего материала фильтров.

Обеззараживание воды осуществляется с целью уничтожения бактерий, главным образом болезнетворных (патогенных). Наиболее распространенными способами обеззараживания воды являются *хлорирование, озонирование и бактерицидное облучение*.

В ряде случаев применяется *специальная обработка* воды.

Например, подземные воды иногда подвергаются *обезжелезиванию*.

Питательная вода котельных установок и ТЭЦ требует предварительного ее *умягчения* на реагентных и катионовых установках.

Вода некоторых источников водоснабжения должна быть *обессолена* до подачи ее потребителям.

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

Таким образом, очистные станции представляют собой *комплекс сооружений*, в которых вода подвергается очистке, приобретая качества и свойства, необходимые потребителю.

Выбор методов очистки и состав очистных сооружений в свою очередь зависит от ряда факторов:

- 1) качества воды в источнике водоснабжения;
- 2) назначения водопровода;
- 3) производительности станции очистки;
- 4) местных условий;
- 5) экологической и технико-экономической целесообразности применения способов очистки.

Остановимся на изучении методов очистки воды для хозяйственно-питьевых нужд и примем в качестве источника водоснабжения города – реку.

В хозяйственно-питьевых водопроводах, использующих речную воду, на очистные сооружения возложены задачи осветления, фильтрации и обеззараживания воды. Попутно решаются задачи устранения из воды неприятных запахов и привкусов, вопросы умягчения воды (если это необходимо), устранение ее цветности (табл. 1.1).

Очистные сооружения являются одним из составных элементов системы водоснабжения города и тесно связаны с ее остальными элементами. Очистные сооружения обычно стараются располагать в незначительном удалении от насосной станции первого подъема. Наибольшее распространение в практике водоочистки имеют схемы очистных сооружений с самотечным режимом движения воды. Это означает, что вода из поверхностного источника водоснабжения, поданная

насосами насосной станции первого подъема, самотеком проходит все очистные сооружения и поступает в резервуар (чистой воды), из которой забирается насосами насосной станции второго подъема.

Таблица 1.1

Основные показатели качества питьевой воды

Наименование показателя	Значение
Запах и привкус	не более 2 баллов
Активная реакция – концентрация ионов водорода (РН)	$6,5 < \text{pH} < 8,5$
Мутность – количество взвешенных частиц	не более 1,5 мг/л
Температура воды (оптимальная)	$7 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Число кишечных палочек в 1 литре воды (коли-индекс)	не более 3
или	
Наименьший объем воды, в котором еще обнаруживается кишечная палочка (коли-титр)	не менее 300 мл
Цветность по платино-кобальтовой шкале	20°
Жесткость – содержание солей Са и Mg	$7 - 10\text{ мг} \cdot \text{экв/л}$
Содержание железа	не более 0,3 мг/л
Содержание фтора	$0,7 - 1,5\text{ мг/л}$
Содержание свинца	не более 0,1 мг/л
Содержание урана природного и урана-238	не более 1,7 мг/л
Содержание остаточного активного хлора	$0,3 - 0,5\text{ мг/л}$

В случае, когда один из основных процессов очистки (осветление или фильтрация) осуществляется несколько раз, технологическая схема называется двух-, трех- или многоступенчатой. При одноступенчатой схеме очистки воды ее осветление осуществляется на фильтрах или в контактных осветлителях (без использования отстойников).

На рис. 1.11 показана структура комплекса очистных сооружений, осуществляющего очистку воды для хозяйственно-питьевых целей, по двухступенчатой технологической схеме.

Вода, подаваемая насосами насосной станции первого подъема, поступает в смеситель 1, куда вводится раствор реагентов, приготовляемых в реагентном хозяйстве 2, необходимых для проведения коагулирования, где и происходит их смешивание с водой. Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования 3, где осуществляется ук-

рупнение взвеси. Затем вода последовательно проходит отстойники 4, где происходит осаждение взвеси, а затем фильтры 5, в которых она проходит более глубокое осветление. В трубу, подающую воду из фильтров в резервуар чистой воды 6, вводится хлор из хлораторной 7. Необходимый для обеззараживания контакт воды с хлором происходит в резервуаре 6. В ряде случаев хлорирование воды осуществляется дважды – перед смесителем (первичное хлорирование) и после фильтров (вторичное хлорирование). Процесс обесцвечивания воды происходит одновременно с процессом коагулирования и осветления воды.

Основные очистные сооружения в зависимости от производительности станции могут располагаться отдельными блоками или объединяться. Кроме того, типы и конструкции этих сооружений зависят от климатических условий. В большинстве случаев все очистные сооружения выполняются из железобетона.

При проектировании комплекса очистных сооружений необходимо не только наметить их размещение на плане отведенной под строительство площадки, но и составить предварительную «высотную схему станции», т. е. установить предполагаемые отметки расчетных уровней воды во всех сооружениях.

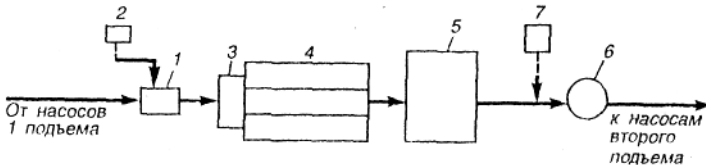


Рис. 1.11. Комплекс очистных сооружений по очистке воды для хозяйственно-питьевых целей по двухступенчатой технологической схеме:

1 – смеситель; 2 – реакгентное хозяйство; 3 – камера хлопьеобразования; 4 – отстойники; 5 – фильтры; 6 – резервуар чистой воды; 7 – хлораторная

Коагулированием примесей называют процесс укрупнения мельчайших коллоидных частиц, происходящий вследствие их взаимного слипания под действием молекулярного притяжения.

Коллоидные частицы, содержащиеся в воде, имеют чаще всего отрицательный заряд и находятся во взаимном отталкивании, поэтому не оседают. Реагент (коагулянт), добавленный в воду (процесс протекает в смесителе), образует положительно заряженные ионы. Это способствует взаимному притяжению противоположно заряженных коллоидов и приводит, как показано на схеме, к образованию укрупнен-

ных частиц или, как их принято называть, «хлопьев» в камерах хлопьеобразования.

В результате отстаивания и фильтрования из воды удаляется до 95% бактерий. Для уничтожения оставшихся в воде болезнетворных бактерий воду *обеззараживают*.

Использование *озона* для целей обеззараживания воды получает в настоящее время широкое распространение. Озонирование осуществляется пропуском через воду озонированного воздуха, т. е. воздуха, в котором кислород частично переведен в трехатомную форму (O_3). Озон обладает высокой бактерицидностью и обеспечивает надежное обеззараживание воды. В ряде случаев применение озона является целесообразным для обесцвечивания воды, борьбы с запахами и привкусами. Озон в виде озono-воздушной смеси получают в электрических озонаторах из кислорода воздуха.

Метод обеззараживания воды *бактерицидным облучением* осуществляется с использованием ультрафиолетовых лучей, обладающих бактерицидными свойствами. В качестве источника излучения применяют ртутно-кварцевые лампы высокого и низкого давления. Этот метод, как правило, применяют для небольших количеств воды поверхностных и подземных вод.

Наиболее распространенным методом обеззараживания воды перед ее подачей в хозяйственно-питьевые водопроводы является *хлорирование*.

Для этого используют жидкий хлор и хлорная известь (для станций небольшой производительности).

Воду хлорируют жидким или газообразным хлором, под действием которого большинство бактерий погибают, в результате окисления веществ, входящих в состав протоплазмы клеток. Правильное назначение дозы хлора является исключительно важным. Недостаточная доза хлора может привести к тому, что он не окажет необходимого бактерицидного действия, излишняя – ухудшает вкусовые качества воды. Поэтому доза хлора должна быть установлена в зависимости от индивидуальных качеств очищаемой воды на основании опытов с этой водой. Расчетная доза хлора при проектировании обеззараживающей установки должна приниматься исходя из необходимости очистки воды в период ее максимального загрязнения (например в период паводков).

Показателем достаточности принятой дозы хлора является наличие в воде остаточного хлора, концентрация которого для питьевой воды (как указывалось ранее) составляет 0,3 – 0,5 мг/л.

Хлорирование уже осветленной воды производится перед ее поступлением в резервуар чистой воды, где она контактирует с ним 30 мин.

Иногда применяют предварительное хлорирование, т. е. хлор добавляют в воду до смесителя. Это позволяет уменьшить дозу коагулянта и обеспечивает санирование самих очистных сооружений. Вводя хлор до и после очистных сооружений, можно снизить общий расход хлора по сравнению с расходом его при предварительном хлорировании, сохраняя преимущества последнего.

При использовании жидкого хлора процесс обеззараживания осуществляют с помощью хлораторов напорного или вакуумного типов. Недостатком напорных хлораторов является возможность утечки из них хлора. Эта опасность устранена в вакуумных хлораторах, поэтому они наиболее часто используются в установках для обеззараживания воды.

1.6. Наружная водопроводная сеть города

Системой водоснабжения города называется комплекс инженерных сооружений, предназначенных для забора воды из источника водоснабжения, ее очистки, хранения и подачи потребителям, система водоснабжения должна обеспечивать снабжение водой данного объекта в требуемых количествах и требуемого качества снижения установленных показателей своей работы.

Вода расходуется потребителями на самые разнообразные нужды. Основными категориями потребителей являются:

- 1) водопользование для *хозяйственно-питьевых нужд* населения – все расходы воды на питье, гигиенические нужды, приготовление пищи и т.д., кроме того, сюда входят расходы воды для обеспечения благоустройства городов и населенных пунктов, поливки улиц, зеленых насаждений и т. п.;
- 2) водопользование для *производственных целей* на предприятиях промышленности, транспорта, сельского хозяйства;
- 3) водопользование для *целей пожаротушения*;
- 4) использование воды на *собственные нужды* водопровода – промывку фильтров, сети и т. п.

Все эти группы потребителей предъявляют различные требования к количеству, качеству и давлению воды. Поэтому при проектировании необходимо решать вопрос о целесообразности сооружения единой или раздельной систем водоснабжения. Для отдельных круп-

ных промышленных объектов города, которые могут использовать неочищенную воду, целесообразно устраивать самостоятельные производственные водопроводы. Возможность объединения противопожарного водопровода с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом решают на основе технико-экономических расчетов. Обычно в городах устраивают единый хозяйственно-противопожарный водопровод. Он подает воду и для хозяйственно-питьевых нужд предприятий, расположенных на территории города, и для их технических нужд, если в технологических процессах используется вода питьевого качества.

Сети и сооружения системы водоснабжения города с поверхностным источником представлены на рис. 1.12, а. Вода поступает в водозаборные сооружения 1, откуда насосами насосной станции первого подъема 2 по водоводам первого подъема 3 подается на очистные сооружения 4. После очистки из резервуаров чистой воды 5 она забирается насосами насосной станции второго подъема 6 и по водоводам второго подъема 7 подается в наружную водопроводную сеть города 8, распределяющую воду по отдельным районам и кварталам города. Водонапорная башня 9 может располагаться перед, в середине, либо за сетью города. В последнем случае она называется контр-башней. Сеть города с водонапорной башней соединяют водоводы 10. Все водоводы проектируются не менее чем в две нитки на случай аварии. Аварийный водовод должен обеспечивать пропуск не менее 70% суточного потребления воды городом. По способу подачи воды водоводы могут быть нагнетательными или самотечными.

Сети и сооружения системы водоснабжения города с подземным источником представлены на рис. 1.12, б. Схема значительно упрощена по сравнению со схемой водоснабжения города с поверхностным источником, так как отсутствует дорогостоящий комплекс очистки воды, поскольку подземные воды обладают не только высокими вкусовыми качествами, но также не требуют глубокой очистки. В отдельных случаях могут применяться местные установки для обезжелезивания или удаления избыточных солей, а также для обеззараживания воды. Они устанавливаются на насосной станции. Поэтому, согласно схеме (см. рис. 1.12, б), вода из водозаборных скважин 11 поступает в сборный резервуар 12, а затем насосами насосной станции 6 подается в городскую водопроводную сеть 8. Подача воды в город в ряде случаев может быть и двусторонней.

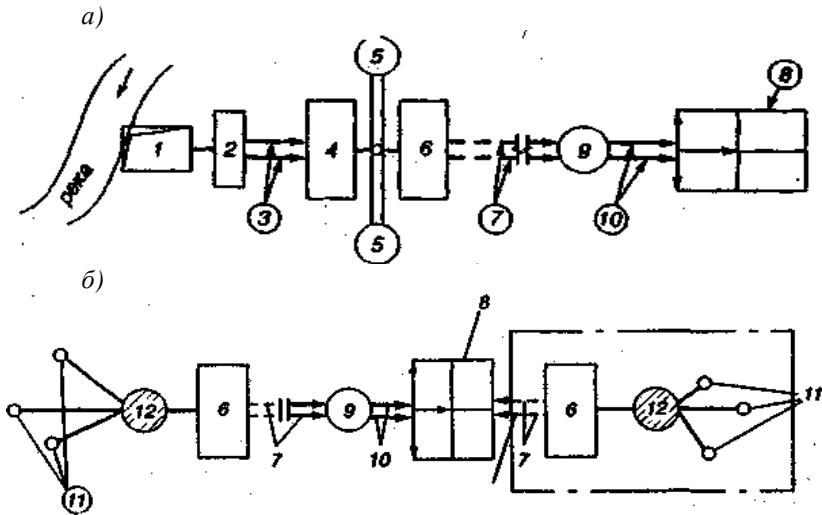


Рис. 1.12. Сети и сооружения системы водоснабжения города:

а – с поверхностным источником; *б* – с подземным источником; 1 – водозаборные сооружения; 2 – насосная станция первого подъема; 3 – водоводы первого подъема; 4 – очистные сооружения; 5 – резервуар чистой воды; 6 – насосная станция второго подъема; 7 – водоводы второго подъема; 8 – наружная водопроводная сеть города; 9 – циркуляционная насосная станция; 10 – водоводы подачи в сеть города; 11 – водозаборные скважины; 12 – сборный резервуар

Взаимное расположение сооружений системы водоснабжения и их состав могут быть различными. Насосная водопроводная станция первого подъема может быть совмещена с водоприемным сооружением, а насосная станция второго подъема располагаться в одном блоке с резервуаром чистой воды. Существенное влияние на расположение сооружений системы оказывает рельеф местности. При расположении источника водоснабжения на значительной высоте по отношению к городу вода из источника подается без помощи насосов, т. е. самотеком. Водонапорная башня всегда располагается на возвышенности. При наличии вблизи населенного пункта значительного естественного возвышения вместо водонапорной башни проектируется нагорный резервуар.

Сравнительная характеристика систем водоснабжения города с поверхностным и подземным источниками обобщает основные достоинства и недостатки описанных выше систем (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Сравнительная характеристика источников водоснабжения

Виды систем	Достоинства	Недостатки
С поверхностным источником	Обеспечивает подачу практически любого необходимого количества воды с учетом перспективного роста городов. Надежна	Большая строительная и эксплуатационная стоимости. Громоздкость. Экологическое несовершенство ввиду возможного увеличения объема очистных сооружений
С подземным источником	Обеспечивает высокое санитарное качество воды. Не нарушает экологию окружающей среды	Ограниченность применения из-за недостаточной мощности водоносных горизонтов. Возможность нарушения в ряде случаев несущей способности грунтов

Водопроводная сеть является одним из основных элементов системы водоснабжения и неразрывно связана с работой водоводов, насосными станциями, подающими воду в сеть, а также с регулирующими емкостями (водонапорными башнями и резервуарами). Наружная водопроводная сеть в отличие от водоводов не только транспортирует воду, но и распределяет ее потребителям. До 60% стоимости сооружения систем водоснабжения городов приходится на долю устройства наружной водопроводной сети.

Водопроводная сеть должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) обеспечивать подачу заданного количества и качества воды потребителям под требуемым напором;
- 2) обеспечивать экологическую надежность и бесперебойность снабжения водой потребителей (с учетом перспектив их роста);
- 3) быть экономичной.

Все эти требования достигаются решением следующих основных задач:

- 1) выбором экологически чистого, экономичного и надежного материала труб;
- 2) правильным выполнением гидравлического расчета сети (определение экономически выгодных диаметров труб и потерь напора в сети);
- 3) правильным выбором конфигурации наружной водопроводной сети в плане.

Наружная водопроводная сеть состоит из:

системы магистральных линий, идущих в направлении движения основных масс воды, транспортирующих воду в районы и кварталы города (диаметры линий рассчитываются);

распределительной сети труб, подающих воду к отдельным домовым ответвлениям и пожарным гидрантам (диаметры труб принимаются по величине пропускаемого пожарного расхода).

В практике водоснабжения используют два основных вида сетей: разветвленные (тупиковые) (рис. 1. 13, а) и кольцевые (рис. 1. 13, б). Последние представляют собой систему замкнутых контуров или колец.

Однако в отношении надежности и обеспечения бесперебойной подачи воды потребителям эти типы сетей не равноценны. Авария и выключение на ремонт любого участка тупиковой сети (точка «а», см. рис. 1. 13, а) ведут к прекращению подачи воды всем потребителям, расположенным ниже места аварии по направлению движения воды. В кольцевой же сети при аварийной ситуации вода может быть подана в обход по параллельно расположенным линиям. При этом нарушается снабжение водой только тех потребителей, которые присоединены к выключенному участку. Кроме того, тупиковая сеть гидравлически несовершенна из-за значительных потерь напора ввиду частой смены диаметров труб. Однако ограниченность ее применения (в небольших поселках, для снабжения водой отдаленных районов города или крупных объектов, таких как медицинские центры, спортивные городки и т. д., находящиеся друг от друга на значительных расстояниях) можно отнести скорее к ее достоинствам, чем к недостаткам. Кольцевая сеть гидравлически более совершенна. Кроме того, ее форма в известной мере парализует действие гидравлических ударов, которые иногда возникают в водопроводных сетях. Однако общая протяженность, кольцевой сети всегда больше, чем разветвленной (для того же объекта), и поэтому ее строительная стоимость выше.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к надежности сетей водоснабжения, в городах устраивают кольцевые сети.

При трассировке (расположении) магистралей стремятся к тому, чтобы подача воды в отдельные районы города и к отдельным крупным потребителям происходила кратчайшим путем. Трассировку трубопроводов начинают только после того, как определено место расположения напорно-регулирующих емкостей. Известное влияние на выбор трассы магистралей оказывает рельеф местности.

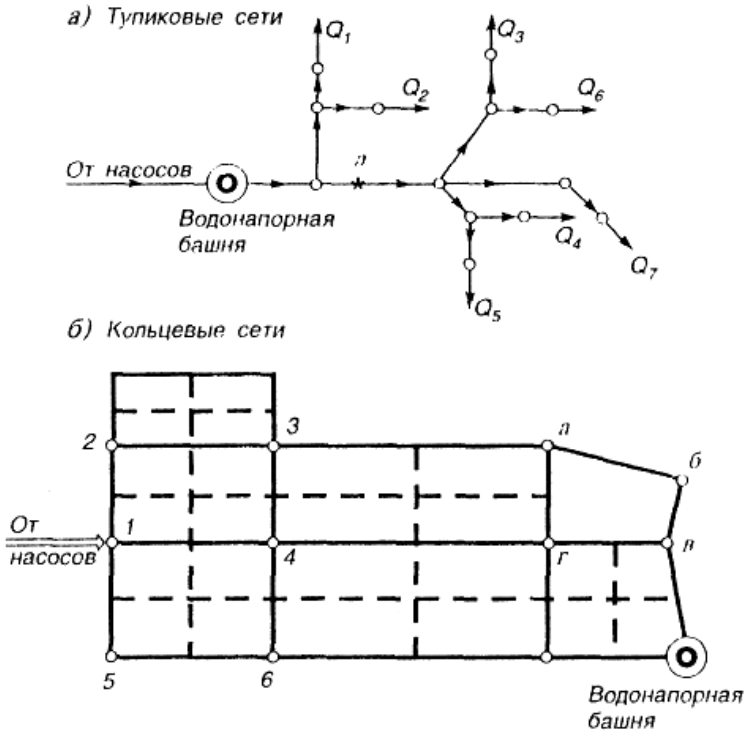


Рис. 1.13. Виды водопроводных сетей:
 — магистральные трубопроводы; --- распределительная сеть; а* — место возможной аварии на трубопроводе

Магистральные линии, по возможности, прокладывают по наиболее возвышенным точкам рельефа, что позволяет обеспечить меньшее давление в трубах. Их прокладывают в две параллельные нитки на расстоянии 400 – 800 м друг от друга. Магистральные линии соединены между собой так называемыми перемычками, которые служат для передачи воды из одной магистрали (при аварии) в другую. Они расположены через каждые 600 – 1200 м. При нормальной работе сети они загружены слабо.

1.7. Конструирование наружных сетей водоснабжения

В современной практике строительства наружных водопроводов применяется широкий диапазон материалов для изготовления водопроводных труб.

На выбор типа материала труб существенное влияние оказывают следующие факторы: **экология района прокладки**: сейсмичность района прокладки, санитарные условия, агрессивность грунтов и воды, климатические условия, гидрогеология грунтов, их механическая прочность; **сроки эксплуатации труб**; **статические расчеты**: внутреннего гидростатического давления в трубах, массы грунта и временных нагрузок, возможности образования вакуума в трубах.

С другой стороны, трубы должны легко и быстро монтироваться на строительной площадке и удовлетворять требованиям наибольшей экономичности.

В настоящее время наиболее широко используются для наружных сетей водоснабжения нижеприведенные типы труб.

Чугунные раструбные трубы (ГОСТ 9583 – 75*) с противокоррозийным покрытием, выполненным в заводских условиях, широко применяются при устройстве наружных водопроводов. Они долговечны, но плохо сопротивляются динамическим нагрузкам и требуют большого расхода металла.

Асбестоцементные трубы (ГОСТ 539 – 80*) прочны, стойки к коррозии, малотеплопроводны, имеют малую массу, но плохо сопротивляются ударам, динамическим нагрузкам и не экологичны.

Железобетонные напорные трубы (ГОСТ 12586. 01 – 83* и ГОСТ 12586. 1 – 83*) изготавливаются в большом диапазоне диаметров на различные внутренние давления, широко применяются для прокладки магистральных водопроводов и водоводов.

Полиэтиленовые трубы (ГОСТ 18599 – 83*) стойки против коррозии, обладают небольшой массой, достаточно механически прочны, долговечны, но имеют большой коэффициент линейного расширения.

Стальные трубы электросварные (ГОСТ 10704– 91*, 8696-74*) в системах водоснабжения применяют в основном для водоводов, работающих при значительных внутренних давлениях, а также для водопроводных линий при их укладке в сейсмических районах, при устройстве дюкеров.

При проектировании наружного водопровода в настоящее время ориентируются на применение напорных железобетонных и полиэтиленовых труб.

На наружных водопроводных сетях для обеспечения их правильной и надежной эксплуатации применяются следующие типы запорной арматуры.

С помощью *задвижек*, установленных на водопроводных линиях, можно, меняя степень их открытия, изменять расход воды в линиях или совсем прекращать в них движение воды для выключения на ремонт отдельных участков. Чтобы снизить возможность возникновения в трубах гидравлических ударов, устройство всей применяемой на сети запорной арматуры основано на принципе их постепенного закрывания. Задвижки обычно устанавливаются в колодцах.

Водоразборные колонки устраивают для разбора воды из водопроводной сети жителями, проживающими в домах, не оборудованных внутренним водопроводом. Колонки устанавливают на прочном основании с обязательной отмосткой для отвода воды (радиус действия одной колонки не более 10 м). Давление в сети должно быть не менее 0,1 МПа.

Пожарные гидранты устанавливают на наружной водопроводной сети для целей пожаротушения. Более широкое применение имеют подземные гидранты. Гидранты этого типа полностью располагаются в колодце. Высота гидранта зависит от глубины укладки труб и колеблется в пределах 500 – 2500 мм. Гидранты размещают на сети на расстоянии не более 100 – 200 м друг от друга (в зависимости от диаметра труб), 5 м от стен здания и 2,5 м от края проезжей части.

Предохранительные клапаны не допускают повышения давления в сети сверх допустимого.

Обратные клапаны допускают движение воды только в одном направлении. Они применяются, в основном, для оборудования напорных патрубков центробежных насосов, на водоводах и трубах специального назначения.

Редукционные клапаны служат для понижения давления на отдельных участках сети или на вводе водопровода в здание. Они устанавливаются в достаточно редких случаях.

Компенсаторы представляют собой устройства, воспринимающие температурные удлинения металлических трубопроводов, если стыки труб сами их не компенсируют. Их устанавливают на стальных трубопроводах, прокладываемых в туннелях, в просадочных грунтах,

при жесткой заделке концов стальных труб в стенки колодцев или резервуаров.

Спускные краны (выпуски), представляющие собой патрубков с задвижками, примыкающие к нижней части трубы, устанавливают на пониженных участках сети для их опорожнения, отключения на ремонт или промывки.

Воздушные вантузы устанавливают для удаления воздуха, скапливающегося в возвышенных точках водоводов и магистральной сети, в особенности при пересечении ими водоразделов. Если воздух не будет удален, то могут образовываться «воздушные пробки», нарушающие работу трубопровода.

При резком закрытии задвижки может произойти разрыв сплошности потока в месте изменения уклона трубы. Для предотвращения явления гидравлического удара и срыва работы насоса в месте изгиба сети и устанавливают вантуз для впуска воздуха.

Колодцы на наружной водопроводной сети проектируют из монолитного и сборного железобетона. Наиболее совершенны и экономичны при массовом строительстве сборные железобетонные колодцы круглой формы.

В незамощенных местах дорог люки колодцев должны незначительно возвышаться над поверхностью земли с устройством отмостки шириной 1 м вокруг люка и с уклоном от него. на проезжей части улицы с усовершенствованным покрытием люки располагают на одном уровне с поверхностью покрытия. При наличии грунтовых вод водонепроницаемость колодцев обеспечивается гидроизоляцией дна и стенок на высоту не менее 0,5 м выше уровня этих вод. Проемы в стенках колодцев, через которые проходят трубы, заделывают просмоленной прядью и асбестоцементным раствором. Раструбные соединения, примыкающие к стенкам колодца, должны быть обращены раструбом внутрь колодца для удобства заделки раструба. В противном случае расстояние между раструбом и стенкой принимается менее 0,5 м. Минимальное расстояние от низа трубы до дна колодца принимается 0,15 м (при d трубы до 400 мм) и 0,25 м при (большем диаметре).

Глубина заложения водопроводных труб должна быть такой, чтобы исключалось замерзание в них воды. Для водоводов и магистральных трубопроводов со строго определенным режимом работы глубину заложения устанавливают на основании теплотехнических расчетов.

Глубина заложения труб, считая до их нижней образующей, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта. Ориентировочно глубину заложения труб можно принимать равной: в северных районах – 3–3,5 м; в средней полосе – 2,5–3 м; в южных районах – 1–1,5 м.

Минимальную глубину заложения труб определяют из условия защиты их от воздействия внешних нагрузок и предохранения воды от нагревания в летнее время. Ориентировочно ее можно принять равной 1 м.

В местах поворотов водопроводной сети, тройниках и тупиковых концах вследствие внутреннего давления возникают силы, действующие вдоль оси трубы и вызывающие продольное растяжение. Это явление может привести к повреждению растресканных соединений труб. Поэтому во всех указанных выше местах устанавливаются упоры. На чугунных трубопроводах при рабочем давлении 1 МПа и угле поворота до 10° упоры можно не устанавливать.

Перед прокладкой водопроводных труб производят разбивку трассы водопроводной сети на местности. Трассу и отметки заложения водопроводных труб увязывают с расположением труб, каналов и тоннелей иного назначения. При этом следует совмещать прокладку соседних линий в одной траншее. Трубопроводы при пересечении с железными и автомобильными дорогами следует прокладывать в водопропускных трубах под насыпями или в путепроводах. Трубопроводы при пересечении с железными и автомобильными дорогами следует прокладывать в водопропускных трубах под насыпями или в путепроводах.

При отсутствии такой возможности водопроводные линии укладываются в футляре, представляющем собой трубу диаметром на 300 мм превышающим диаметр трубопровода. Водопроводные трубы в месте ими пересечения реки или оврага укладывают по дну в виде дюкера. В фарватерах судоходных рек трубопроводы заглубляют на 1 м (ниже дна) во избежание его повреждения якорями судов.

При производстве работ открытым способом, способом прокола и продавливания кожухи выполняют из стальных труб. При производстве работ щитовым способом кожухи делают из керамических или бетонных блоков. Кожухи, как и рабочие трубопроводы, защищают от коррозии. При пересечении электрифицированных железных дорог предусматривается также защита от блуждающих токов. Схема переходов под железными дорогами показана на рис. 1. 21.

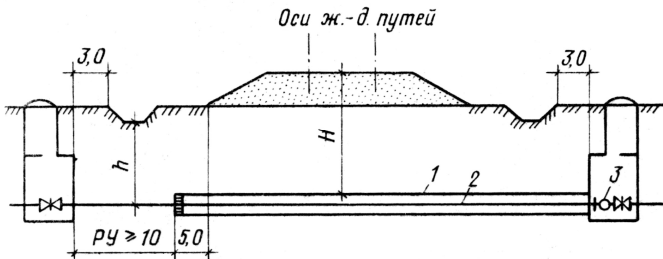


Рис. 1.14. Схема переходов под железными дорогами:

1 – кожух стальной; 2 – рабочая труба стальная; 3 – выпуск в мокрый колодец; РЧ – ремонтный участок; H – расстояние от подошвы рельса до кожуха; h – глубина заложения труб по условиям непромерзания грунта

1.8. Определение расчетных расходов воды

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 (средний за год) расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$, на хозяйственно-питьевые нужды в городе определяют по формуле:

$$Q_{\text{ср.сут}} = q_{\text{жс}} N / 1000, \quad (1.6)$$

где $q_{\text{жс}}$ – норма водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды, принимаемая согласно СНиП в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки и климатических условий, N – расчетное число жителей.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, $\text{м}^3/\text{сут}$, определяют по формулам:

$$Q_{\text{max сут}} = K_{\text{max сут}} Q_{\text{ср.сут}}, \quad (1.7)$$

$$Q_{\text{min сут}} = K_{\text{min сут}} Q_{\text{ср.сут}}, \quad (1.8)$$

где $K_{\text{max сут}}$ и $K_{\text{min сут}}$ – максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности, зависящие от степени благоустройства зданий, режима водопотребления по сезонам года и дням недели:

$$K_{\text{max сут}} = 1,1 \dots 1,3; \quad K_{\text{min сут}} = 0,7 \dots 0,9.$$

Расчетные часовые расходы воды в $\text{м}^3/\text{ч}$ определяют по формулам:

$$q_{\text{max ч}} = K_{\text{max ч}} Q_{\text{max сут}} / 24, \quad (1.9)$$

$$q_{\min \text{ ч}} = K_{\min \text{ ч}} Q_{\min \text{ счм}} / 24, \quad (1.10)$$

где $K_{\max \text{ ч}}$ и $K_{\min \text{ ч}}$ – максимальный и минимальный коэффициенты часовой неравномерности, определяемые по формулам:

$$K_{\max \text{ ч}} = \alpha_{\max} \beta_{\max}, \quad (1.11)$$

$$K_{\min \text{ ч}} = \alpha_{\min} \beta_{\min}, \quad (1.12)$$

где α – коэффициент, зависящий от степени благоустройства зданий и режима работы предприятия:

$$\alpha_{\max} = 1,2 \dots 1,4; \alpha_{\min} = 0,4 \dots 0,6;$$

β – коэффициент, зависящий от числа жителей в городе:

$$\beta_{\max} = 1 \dots 4,5; \beta_{\min} = 0,01 \dots 1.$$

Расходы воды на поливку улиц, проездов, площадей и зеленых насаждений в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий принимаются в зависимости от типа дорожных покрытий, климатических и грунтовых условий и вида зеленых насаждений в количестве от 0,3 до 15 л на 1 м² поверхности.

Расходы воды на производственные (технические) нужды промышленных предприятий определяются технологическим процессом каждого производства или типом установленного оборудования и аппаратуры.

В общем случае *расходы воды на производственные нужды* определяются из выражения:

$$Q_{\text{счм. пр}} = q \cdot M \cdot n, \quad (1.13)$$

где q – норма недопотребления на единицу продукции; M – число единиц продукции, выпускаемой за смену; n – число смен.

Расчетные расходы воды на наружное пожаротушение и расчетное количество одновременных пожаров в населенных местах зависят от количества населения в городах и поселках и этажности застройки. Расчетные расходы воды на пожаротушение на промышленных предприятиях находятся в зависимости от степени огнестойкости зданий, категории производств по пожарной опасности и объема зданий.

Расходы воды на пожаротушение как для жилых зданий, так и для промышленных предприятий приводятся в строительных нормах проектирования.

1.9. Гидравлический расчет водопроводных сетей

Водопроводная сеть должна обеспечивать подачу воды ко всем точкам ее потребления с небольшим свободным напором, измеряемым высотой столба над поверхностью земли.

Напор (м вод. ст.) может быть вычислен по формуле:

$$H_{св} = H_c + \sum h + h_n, \quad (1.14)$$

где H_c – геометрическая высота расположения самого высокого (расчетного) водоразборного прибора над поверхностью земли у точки подключения домового ввода, м вод. ст. ; $\sum h$ – сумма потерь напора воды на пути ее движения от точки подключения домового ввода до расчетного водоразборного прибора, м вод. ст. ; h_n – напор, необходимый для излива расчетного расхода воды, принимаемый в зависимости от типа санитарного прибора, м вод. ст.

Минимальный свободный напор в сети водопровода населенного пункта при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание должен приниматься при одноэтажной застройке не менее 10 м вод. ст. , при большей этажности – на каждый этаж добавляется 4 м вод. ст. :

$$H_{св} = 4(n-1) + 10, \quad (1.15)$$

где n – число этажей.

Для систем пожаротушения низкого давления которые рекомендуются для населенных мест, минимальный свободный напор у пожарных гидрантов, устанавливаемых на сети должен быть не менее 10 м. вод. ст.

Целью гидравлического расчета водопроводной сети является определение экономически выгодных диаметров труб, достаточных для пропуска заданных расходов воды, и определение потерь напора в сети. Последнее необходимо для установления высоты водонапорной башни и напора, который должны создавать насосы.

При расчетах сетей принимают упрощенную схему водоразбора (отдачи) воды, предполагая, что на предприятии вода подается в виде сосредоточенных расходов, а в города равномерно по длине сети. Расход, приходящийся на 1 м длины сети, называется удельным расходом:

$$q_{уд.} = Q / \sum L, \text{ л/с}, \quad (1.16)$$

где Q – общий расход (отдача) воды сетью, равномерно распределенный по длине сети, из которого вычитаются расходы, потребляемые промпредприятиями, банями, прачечными и пожарные расходы; $\sum L$ – суммарная длина магистральных линий.

Рассмотрим произвольный участок водопроводной сети (рис. 1.15).

Расход воды, который проходит по всей длине участка (ВБ-3) и поступает в следующий участок (3 – 2), называется транзитным расходом $Q_{тр}$.

Расход воды, отдаваемый каждым участком водопроводной сети, называется путевым – Q_n (см. рис. 1. 22).

Тогда на участке сети (ВБ-3) расчетный расход – $Q_p = Q_n + Q_{тр}$, т. е. сумме транзитного и путевого расходов.

Путевой расход – $Q_n = q_{yo}L$, л/с.

Обычно при расчетах принимают упрощенную формулу:

$$Q_p = Q_{тр} + 0,5 \cdot Q_n, \text{ л/с.} \quad (1. 17)$$

С достаточной степенью точности мы получим те же расчетные расходы, если разделим путевой расход пополам и приложим его в начальной и конечной точках рассматриваемого участка.

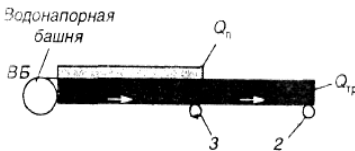


Рис. 1.15. Расчетная схема участка сети

Таким образом, путевые расходы переводятся на расходы, сосредоточенные в узловых точках сети.

Узловой расход сети равен полусумме путевых расходов участков, примыкающих к данному узлу, – $Q_{уз.} = 0,5 \sum Q_n$.

Такая схема позволяет получать в соответствии с формулой 1. 17 значения расчетных расходов участков, уже не считаясь с путевыми расходами.

Для определения диаметров труб участков магистральных линий сети применяют известную гидравлическую формулу:

$$q_n = wv = \pi d^2 v / 4,$$

откуда

$$d = \sqrt{4q_p / \pi v}, \quad (1.18)$$

где q_p – расчетный расход воды в трубах, м³/с; v – скорость движения воды в трубах, м/с.

Величиной скорости можно задаться исходя из значений экономических скоростей для различных диаметров труб.

При $d = 100 - 300$ мм скорость $v_s = 0.6 - 0.9$ м/с. При $d \geq 300$ мм – $v_s = 0.9 - 1.2$ м/с.

Расчет сети проводится на случай максимального водопотребления.

В практических расчетах диаметры труб можно подобрать по величине известного расчетного расхода (при максимальном водопотреблении) по таблицам гидравлического расчета Ф. А. Шевелева. При этом выбранный диаметр должен соответствовать экономической скорости движения воды в трубопроводе. По этой же таблице определяют потери на единицу длины – $1000i$ (для выбранного диаметра).

Потери напора на участке сети могут быть определены:

$$h = L \times 1000i / 1000, \quad (1.19)$$

где L – длина участка сети, м.

Потери напора в сети на местные сопротивления ввиду их малости при расчете наружных водопроводных сетей не учитываются.

Для расчета (увязки) кольцевых сетей в настоящее время существуют несколько методов с применением специализированного программного обеспечения, которые в данном курсе не рассматриваются.

2. Водоотведение

2.1. Системы канализации. Классификация сточных вод

В процессе деятельности человека, природных процессов возникают загрязненные воды, представляющие опасность для жизнедеятельности человека, безопасности производственных процессов, природных и антропогенных объектов. *Сточной жидкостью* называются воды, которые в процессе использования получили дополнительные загрязнения, изменившие их состав или физические свойства, а также воды, стекающие с территорий городов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц.

Исходя из данного определения сточные воды можно разделить на следующие категории:

1. **бытовые или хозяйственно-фекальные** (от жилых, административных и общественных зданий; от производственных зданий);

2. **производственные** (от различных технологических процессов промпредприятий);

3. **атмосферные** (дождевые; талые).

Состав загрязнений сточных вод имеет важное значение при проектировании систем их отведения и выборе схемы очистки. По химическому составу и физическому состоянию сточные воды разнообразны. Вещества, их загрязняющие, могут быть плавающими, взвешенными, коллоидальными и растворенными.

Хозяйственно-фекальные сточные воды характеризуются в основном содержанием органических, минеральных и бактериальных соединений. *Производственные* сточные воды содержат и органику, и минеральные примеси. В них могут также содержаться ядовитые и бактериальные соединения. Однако условно чистые производственные воды загрязнены только минеральными примесями. *Атмосферные* сточные воды содержат, в основном, загрязнения минерального происхождения, однако атмосферные воды, стекающие с территорий ряда химических заводов, нефтебаз, бензоколонок, мясокомбинатов и т. д., могут иметь в своем составе значительное количество органических и вредных веществ. Степень загрязнения сточных вод характеризуется количеством загрязнений, содержащихся в единице их объема концентрацией, мг/л или г/м³. Концентрация зависит от:

1. **нормы потребления**, т. е. степени разбавления загрязнений водопроводной водой (для бытовых сточных вод);

2. характера производства, вида выпускаемой продукции, особенности технологического процесса производства (для производственных сточных вод);

3. места образования осадков, продолжительности и интенсивности осадков (для атмосферных осадков).

Система канализации представляет собой комплекс инженерных сооружений и мероприятий, обеспечивающих:

- 1) **прием** сточных вод всех видов в местах их образований;
- 2) **транспортировку** сточных вод на очистные сооружения;
- 3) очистку и обеззараживание сточных вод;
- 4) **утилизацию** полезных веществ, содержащихся в сточной воде и в их осадках;
- 5) выпуска очищенных сточных вод в водоем.

Существует два вида канализации – *вывозная* и *сплавная*. При вывозной канализации жидкие загрязнения сточных вод из приемников-выгребов вывозятся на поля ассенизации для их дальнейшей обработки. Вывозная канализация применяется преимущественно в небольших населенных пунктах или в сельской местности.

При сплавной канализации сточные воды по подземным трубопроводам (коллекторам) транспортируются на очистные сооружения. Для устройства сплавной канализации необходимо наличие внутреннего водопровода в зданиях (норма водопотребления составляет не менее 60 л/сут на одного человека), что обеспечивает необходимую степень разбавления содержащихся в сточной воде загрязнений, для возможности их транспортирования по трубопроводам.

В настоящее время применяются следующие системы: общесплавная, раздельная (полная, неполная), полураздельная, комбинированная.

При общесплавной системе канализации (рис. 2.1, а) сточные воды от промышленных предприятий города 1, пройдя предварительную очистку на местных очистных сооружениях промышленных предприятий 4 и сточные воды от жилых кварталов 2, а также атмосферные воды (дождь) поступают в один коллектор 7, который транспортирует их на очистные сооружения 3. Для разгрузки общесплавной сети в период интенсивных дождей на ней

устанавливают разделительные камеры – ливнеспуски 8, через которые часть сточных вод сбрасывается без очистки в водоем 6.

К достоинствам общесплавной сети следует отнести уменьшения ее строительной стоимости за счет того, что ее протяженность на 30 – 40% меньше, чем раздельной. Однако эта система не экономична. Кроме того, периодический сброс в водоем части неочищенных стоков ухудшает его экологическое состояние.

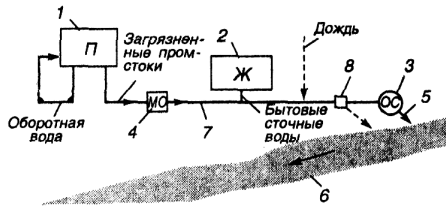
При *неполной раздельной системе* (рис. 2.1, б), которая является промежуточной стадией строительства полной раздельной системы, дождевые и условно-чистые производственные воды отводятся в водоем без очистки по открытым лоткам 10, а загрязненные производственные воды и бытовые стоки по общему коллектору 7 на очистные сооружения.

При *полной раздельной системе* (рис. 2.1, в) проектируют сеть 7 для отвода бытовых сточных вод и загрязненных производственных вод, прошедших местную очистку 4, на очистные сооружения и устраивают самостоятельную производственно-дождевую канализационную сеть 9 для приема дождевых и условно-чистых производственных вод, которая отводит эти воды в реку без очистки (допускается проектирование отдельной дождевой сети для приема и отведения только дождевых вод и сети для транспортирования условно-чистых производственных вод). Кроме того, для отвода производственных сточных вод, не допускаемых к совместному отведению с бытовыми стоками, проектируется самостоятельная сеть.

При *полураздельной системе* устраиваются те же сети, что и при полной раздельной системе, но на производственно-дождевой сети 9 устанавливают специальные устройства – водосбросные камеры 11 (рис. 2.1, г), позволяющие перепускать дождевые воды (при малых расходах), а также наиболее загрязненные первые порции дождя в сеть 7 для производственно-бытовых вод, а при интенсивных ливнях сбрасывать их непосредственно в водоем без очистки. При такой системе сеть 7 необходимо прокладывать ниже производственно-дождевой, чтобы обеспечить прием загрязненных дождевых вод.

Комбинированная система канализации появилась в результате расширения городов, имеющих общесплавную систему канализации.

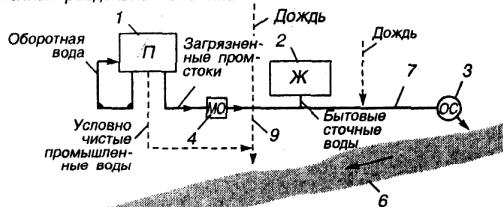
а) Общесплавная система



б) Неполная раздельная система



в) Полная раздельная система



г) Полураздельная система

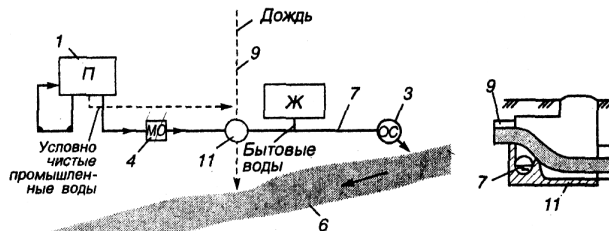


Рис. 2.1. Системы канализации городов:

1 – промпредприятия (П); 2 – жилые и административные здания (Ж); 3 – очистные сооружения (О.С.); 4 – местные очистные сооружения на промпредприятиях (МО); 5 – выпуск сточных вод в водоем; 6 – река; 7 – коллектор хозяйственно-бытовой канализации; 8 – ливнепуск; 9 – трубопровод производственно-дождевой сета; 10 – лотки; 11 – водосборная камера

Наружная канализационная сеть состоит из разветвленной сети подземных труб и каналов, отводящих сточные воды самотеком к насосным станциям или на очистные сооружения. На рис. 2.3. представлены объекты канализования, от которых отводятся сточные воды, и указаны места прокладки канализационных сетей.

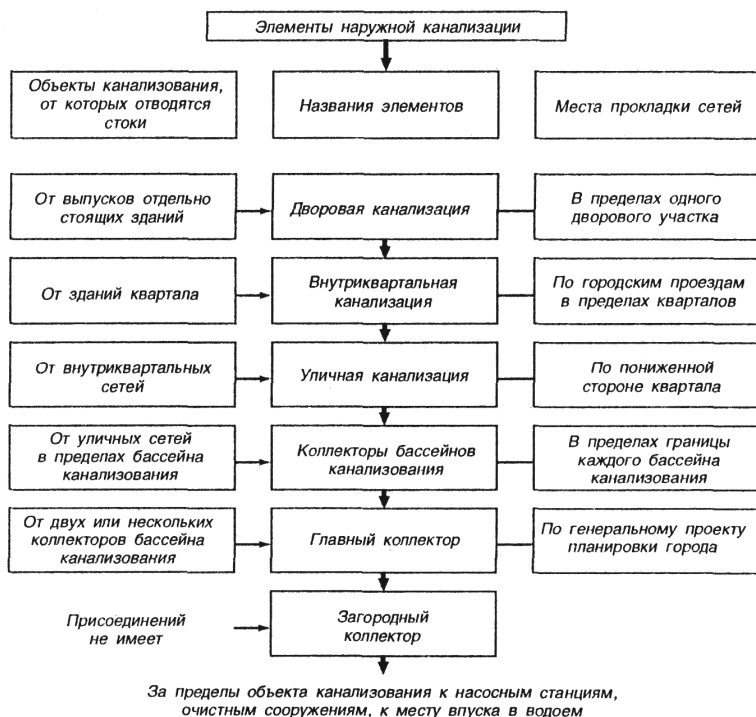


Рис. 2.2. Элементы наружной канализации

2.2. Схемы канализационных сетей

Рассмотрим подробно возможные варианты взаимного расположения (в плане) основных элементов наружной канализации, т. е. *схемы канализации*. От правильного их решения зависит стоимость канализации города в целом, ее экономичность и эксплуатационные показатели.

Определяющим фактором для выбора схемы канализации является *рельеф* местности. При плавном его понижении следует использовать *пересеченную* схему; при отсутствии обратных уклонов – *перпендикулярную*; при резком уклоне местности к водоему – *параллельную*. При сложном рельефе – *радиальную*, а при неравномерном его падении – *зональную*.

Представленные схемы канализации приведены на рис. 2.3.

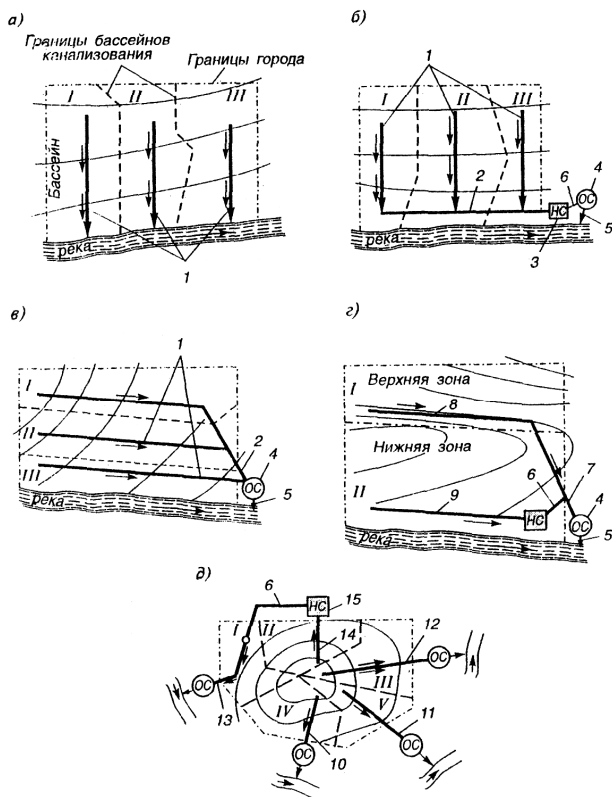


Рис. 2.3. Схемы канализации:

а – перпендикулярная; б – пересеченная; в – параллельная; г – зональная; д – радиальная; 1 – коллекторы бассейнов канализования; 2 – главный коллектор; 3 – насосная станция; 4 – очистные сооружения; 5 – выпуск очищенных вод в водоем; 6 – напорная ветка; 7 – отводной коллектор; 8 – главный коллектор верхней зоны; 9 – главный коллектор нижней зоны города; 10 – 14 – главные коллекторы районов города; 15 – районная насосная станция

Важное значение имеет правильное трассирование **уличных канализационных сетей**.

На рис. 2.4 приведены схемы трассировки: *объемлющей, по пониженной стороне квартала и чрезквартальной*, уличных канализационных сетей также даны обоснования их применения.

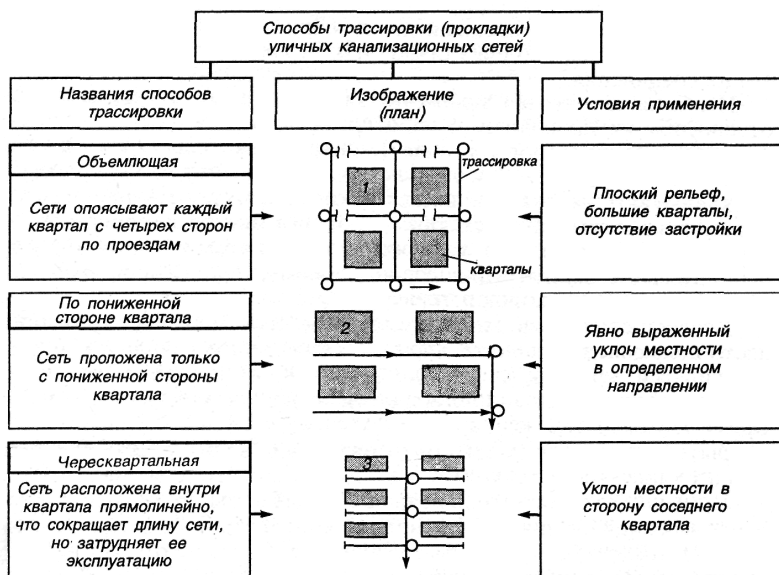


Рис. 2.4. Способы трассировки канализационных сетей:

1, 2 – кварталы; 3 – здания квартала

На **глубину заложения** уличной сети влияют следующие факторы:

- 1) обеспечение приема сточных вод от: внутриквартальных сетей зданий специального назначения промышленных предприятий;
- 2) защита труб от механических повреждений;
- 3) предохранение труб от замерзания.

Наименьшую глубину заложения канализационных труб h (до низа лотка трубы) определяют по СНиП, исходя из глубины промерзания грунта ($H_{\text{пром}}$) с учетом того, что температура транспортируемых стоков – 10 – 15 °С. Но от поверхности земли до верхней образующей трубы должно соблюдаться расстояние не менее 0,7 м, что защитит трубу от механических повреждений. Тогда можно записать:

$$h = H_{\text{пром}} - (0,3 - 0,5) \geq 0,7 + D_{\text{трубы}}. \quad (2.1)$$

Данное утверждение проиллюстрировано на рис. 2.5.

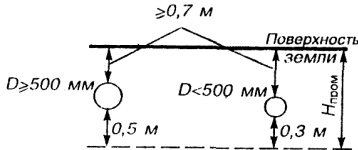


Рис. 2.5. Схема определения минимальной глубины заложения канализационных труб

Начальную глубину заложения уличной сети находят по формуле:

$$H_{\text{нач}} = h + i(L + 1) - (Z_1 - Z_2) + \Delta d, \quad (2.2)$$

где h — наименьшая глубина заложения труб сети от поверхности земли до лотка трубы в наиболее удаленном колодце внутриквартальной сети;

i — уклон внутриквартальной сети;

$L + 1$ — длина внутриквартальной сети от наиболее удаленного колодца до места присоединения ее к уличной сети;

Z_1 и Z_2 — отметки поверхности земли у наиболее удаленного колодца внутриквартальной сети и у места ее присоединения к уличной сети;

Δd — разница диаметров трубопроводов уличной и внутриквартальной сети у места их соединения.

Наибольшая глубина заложения канализационных труб зависит от способа их прокладки. При открытом способе работ глубина заложения коллекторов составляет, как правило, 10 – 15 м в сухих грунтах и только 5 – 7 м в мокрых. Однако обычно коллекторы прокладывают на значительной глубине (более 20 м), что делает применение открытого способа работ невозможным либо дорогим. Кроме того, в условиях плотной городской застройки использование закрытого способа прокладки не создает лишних неудобств для пешеходов и транспорта.

Из всех существующих методов закрытой проходки наиболее часто применяется *щитовой*. При этом способе производства работ, как видно из графика стоимость производства работ по прокладке канализационного коллектора практически не зависит от его глубины заложения, тогда как стоимость при открытой прокладке растет пропорционально глубине заложения коллектора.

Прокладку сети рекомендуют производить в пределах проезжей части и в зонах зеленых насаждений. На пересечении с железнодорожными путями, трассами метрополитенов, вблизи уникальных зданий следует предусматривать дублирующие линии с камерами для их связи.

Совмещенная прокладка трубопроводов и коллекторов различного назначения позволяет более экономично и рационально организовать производство работ.

Укладку всех видов сетей необходимо вести параллельно оси уличного проезда или красной линии застройки. При пересечении канализационных труб с водопроводными, как правило, первые прокладывают ниже водопроводных с расстоянием в свету между трубами по вертикали не менее 0,4 м. В противном случае водопровод заключается в кожух длиной не менее 5, а в фильтрующих грунтах – 10 метров в обе стороны (по горизонтали) от места их пересечения.

2.3. Конструирование наружных сетей канализации

Ввиду того, что канализационные трубы транспортируют сточные воды, обладающие различными свойствами, к их материалу предъявляется ряд требований (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Требования, предъявляемые к материалу канализационных труб

На рис. 2.7 и 2.8 представлены материалы канализационных труб, коллекторов и каналов, наиболее часто встречающиеся в практике проектирования канализационных сетей.

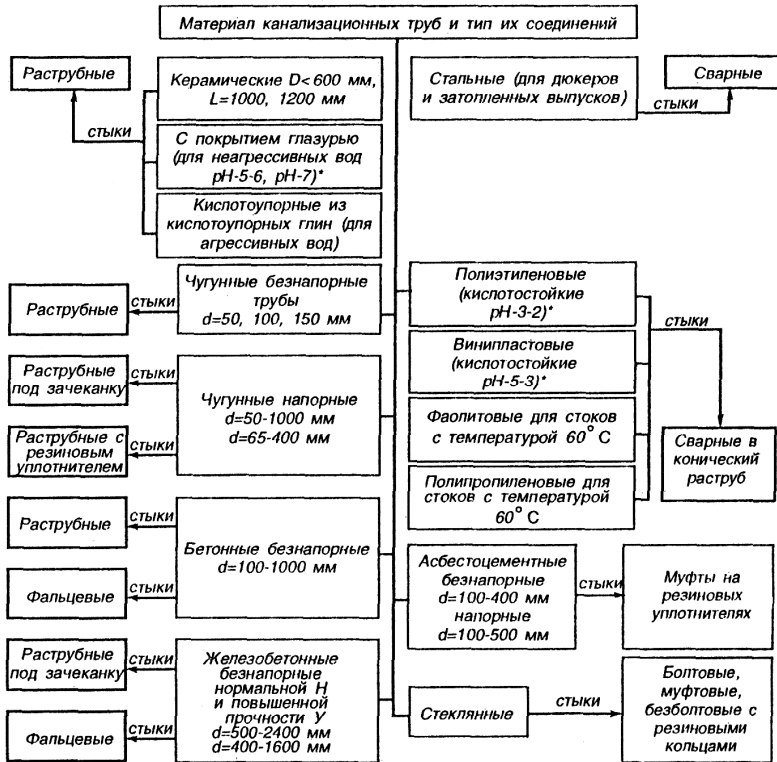


Рис. 2.7. Материал канализационных труб и тип их соединения:
pH — концентрация ионов водорода в воде, характеризующая степень кислотности или щелочности воды: pH = 7 — нейтральная, pH < 7 — кислотная, pH > 7 — щелочная

Для напорных коллекторов применяют чугунные, железобетонные, стальные и асбестоцементные трубы. Стальные трубы преимущественно используют при прокладке дюкеров, монтажа трубопроводов в насосных станциях, для устройства выпусков сточных вод в сейсмических районах.

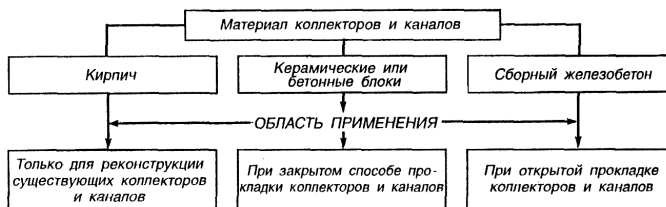


Рис. 2.8. Материалы коллекторов и каналов

Трубы чугунные для безнапорных трубопроводов выпускают по ГОСТ 6942 – 98.

Для прокладки самотечных канализационных сетей широко применяются безнапорные *асбестоцементные* (ГОСТ 1839 – 80*), *пластмассовые* ГОСТ 22689.089, *бетонные* (ГОСТ 20054 – 82), *железобетонные* (ГОСТ 6482 – 88), *керамические* (ГОСТ 286 – 82) трубы.

Коллекторы проектируют из круглых железобетонных труб, а при отсутствии нужного размера труб – из сборных железобетонных элементов. При прокладке коллекторов на большой глубине способом щитовой проходки устраивают коллекторы круглого сечения из бетонных или железобетонных блоков (в водоносных грунтах могут применяться блоки из чугуна – тьюбинги).

На канализационных сетях сооружают *колодцы* и *камеры*. На рис. 2.9 представлены основные виды колодцев и камер, применяемых на практике, и указаны места их расположения. Камеры сооружают на всех канализационных сетях в местах соединения нескольких линий больших диаметров в один коллектор. Трубы внутри колодцев и камер заменяют открытыми лотками с бермой с небольшим уклоном от стенок колодца к лотку.

Устройство лотков в колодцах различного назначения приведено на рис. 2.10. Как видно из рисунка, поворотный колодец отличается от линейного формой лотка, который имеет криволинейное очертание в виде плавной кривой с минимальным радиусом искривления, равным двум – трем диаметрам труб. Угол поворота трубы не должен быть более 90°.

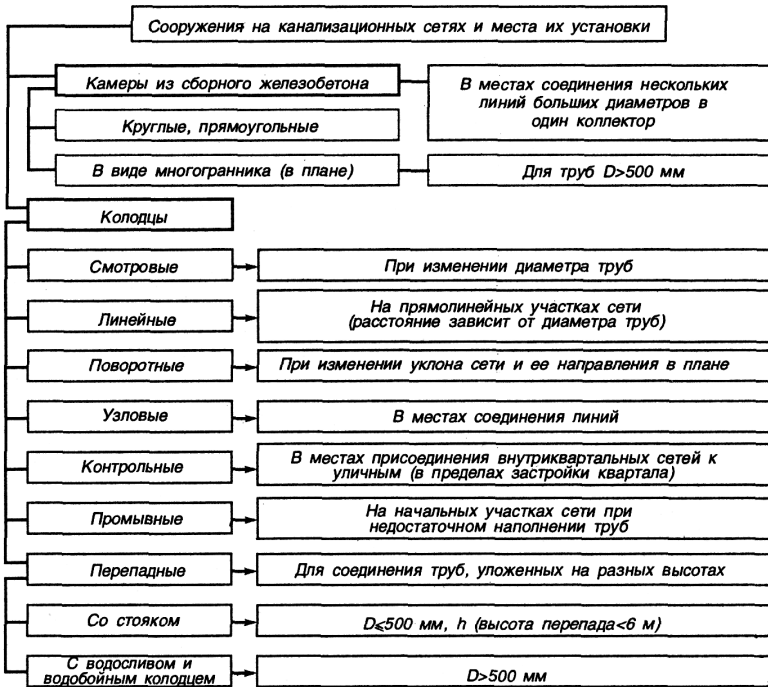


Рис. 2.9. Сооружения на канализационных сетях и места их установки

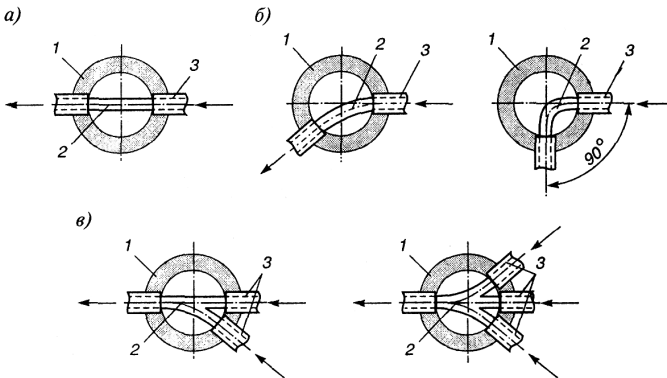


Рис. 2.10. Лотки смотровых колодцев:

a – линейные, b – поворотные, v – узловые: 1 – стенки колодцев; 2 – лотки; 3 – трубы

Устройство типового круглого колодца из стандартных железобетонных колец для уличной сети представлено на рис. 2.11. При устройстве колодцев в слабых грунтах в районах вечной мерзлоты и в сейсмических районах под колодцы предусматривается специальное основание. Стенки внутри колодцев рекомендуется герметизировать. Соединение труб разных диаметров хозяйственно-бытовой канализации чаще всего осуществляется способом «шелыга в шелыгу», т. е. по верхним образующим труб, как это показано на рис. 2.12.

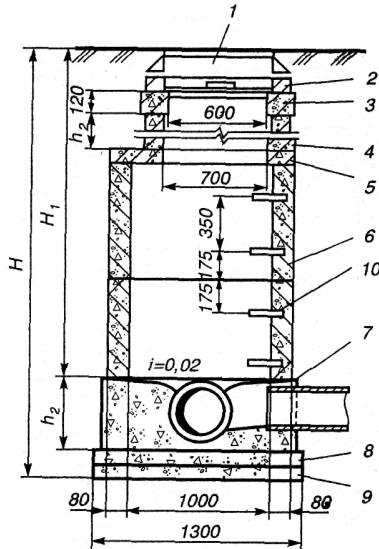


Рис. 2.11. Устройство типового круглого колодца из стандартных железобетонных колец для уличной сети диаметром 150 — 600 мм:
 1 — круглый люк с крышкой; 2 — регулировочные бетонные камни; 3 — опорное кольцо;
 4 — кольцо диаметром 700 мм и высотой 300 — 600 мм; 5 — плита; 6 — кольцо; 7 —
 регулировочные камни; 8 — основание; 9 — щебеночная подготовка; 10 — скобы для
 спуска в колодез

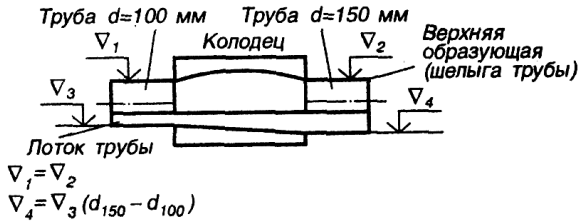


Рис. 2.12. Соединение канализационных труб способом «шелыга в шелыгу»

Отметки верхних образующих труб (шелыг) $\nabla_1 = \nabla_2$, а отметки лотков труб отличаются на разность диаметров этих труб:
 $\nabla_4 = \nabla_3 (d_{150} - d_{100})$

Начертание дождевой (водосточной) сети в плане зависит от:

- 1) рельефа местности;
- 2) размера территории;
- 3) расположения подземных коммуникаций.

Дождевые воды, стекающие с поверхности земли, поступают в закрытую водосточную сеть через *дождеприемники* (рис. 2.13). Дождеприемник представляет собой колодец, перекрытый сверху приемной решеткой 1. Из дождеприемника дождевая вода по соединительной ветке 2, закладываемой в низовой части дождеприемника, поступает в подземную водосточную сеть. Дождеприемники бывают круглыми, диаметром не менее 0,7 м или прямоугольными (размером 0,6х0,9 м). Основание дождеприемника без осадочной части закладывается на глубину не менее 0,8 м. Приемные решетки изготовляют из чугуна или стали. Размещение дождеприемников предусматривается во всех пониженных местах, а также у перекрестков до створа организованных переходов улиц. Расстояние между дождеприемниками принимается в зависимости от уклона улиц от 50 до 80 м друг от друга (при ширине улиц до 30 м и условии, что в дождеприемники не поступают дождевые воды с территории кварталов). При отводе дождевых вод с внутренней стороны квартала расстояние между дождеприемниками принимается по расчету.

В целях уменьшения сечения и длины дождевой (водосточной) сети ее трассируют вдоль городских проездов по кратчайшему расстоянию от мест сброса. При ширине проезда до 30 м подземная водосточная сеть проходит по его середине. При большей ширине

проезда водосток можно прокладывать в две линии по обеим его сторонам.

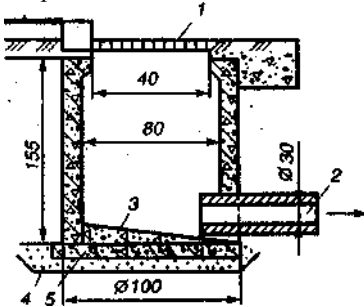


Рис. 2.13. Схема устройства железобетонного дождеприемника: 1-приемная решетка; 2 – соединительная ветка; 3 – лоток с набивкой; 4 – песчаная подушка; 5 – основание (размеры даны в сантиметрах)

2.4. Гидравлический расчет канализационных сетей

Канализационную сеть рассчитывают на пропуск максимального секундного расхода сточных вод:

$$q_{\max.с.} = \frac{N \cdot q_{ж}}{86400} \cdot K_{\text{общ}}, \text{ л/с}, \quad (2.3)$$

где N – численность населения города;

$q_{ж}$ – норма водоотведения бытовых вод принимается равной норме водопотребления;

$K_{\text{общ}}$ – общий коэффициент неравномерности водоотведения бытовых сточных вод определяется в зависимости от величины среднего секундного расхода:

$$q_{ср.с.} = \frac{q_{ж} \cdot N}{86400}, \text{ л/с} \quad (2.4)$$

При расчете канализационных сетей удобно вычислять расходы, используя понятие модуля стока, л/(с·га) по формуле:

$$q_0 = p q_{ж} / 86400; \quad (2.5)$$

где p – плотность населения на 1 га;

F – площадь кварталов в жилой зоне канализуемой территории, тогда

$$q_{\max.с.} = q_0 F \cdot K_{\text{общ}}. \quad (2.6)$$

Максимальный секундный расход для производственных сточных вод:

$$q_{\max.c.} = \frac{M \cdot q_{np} a}{T \cdot 3600} \cdot K_q, \quad (2.7)$$

где q_{np} – норма водоотведения на единицу продукции, м³;

M – количество продукции в смену с максимальной выработкой продолжительностью T , ч;

K_q – коэффициент часовой неравномерности водоотведения производственных сточных вод, зависящий от технологических условий.

Расчетный расход сточных вод на участке канализационной сети определяется по формуле:

$$q_p = q_{mp} + q_n + q_c \quad (2.8)$$

где q_{mp} – транзитный расход воды, поступающий в расчетный участок сети из боковой сети;

q_n – попутный расход, поступающий в расчетный участок сети от зданий прилегающего квартала. Этот расход условно считают присоединенным в начале участка сети, к которому примыкает квартал;

q_c – сосредоточенный расход от промышленного предприятия.

Просуммировав указанные расходы, получим расчетный расход q_p на участке канализационной сети.

Бытовую канализацию рассчитывают на частичное наполнение труб – H/D (рис. 2.14). Расчетные наполнения в трубопроводах бытовой канализации рекомендуется принимать в зависимости от диаметра труб:

D, мм	150 – 300	350 – 450	500 – 900	>900
H/d	0,6	0,7	0,75	0,8

Минимальные диаметры трубопроводов сетей уличной канализации принимаются в зависимости от системы канализации:

Полная раздельная система		Общесплавная система	Хозяйственно-бытовая система	Дождевая система
D, мм	200	250	250	250

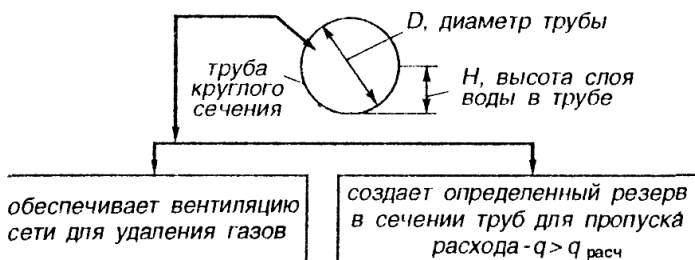


Рис. 2.14. Схема определения наполнения канализационных труб

Расчетной скоростью называют скорость течения при расчетном расходе и наполнении. Минимальной скоростью (самоочищающей) называют наименьшую допустимую скорость течения, при которой обеспечивается самоочищение труб:

D , мм	150–250	300–400	450–500	600–800	900–1200	1300–1500	>1500
V , м/с	0,7	0,8	0,9	1	1,15	1,3	1,5

Наибольшую расчетную скорость движения сточных вод следует принимать 8 м/с – для металлических труб и 4 м/с – для неметаллических труб.

Канализационные трубы прокладывают с уклоном. Наименьшим уклоном трубы называется уклон, обеспечивающий при расчетном наполнении трубы скорость самоочищения.

Наименьшие уклоны труб бытовой канализации принимают для труб диаметром 150 мм – 0,008, 200 мм – 0,005, 250 мм и более – определяют гидравлическим расчетом в зависимости от допускаемых минимальных скоростей. Ориентировочно минимальный уклон можно определить по выражению: $i_{\text{мин}} = 1/d$, где d – диаметр трубы в мм.

В ходе гидравлического расчета канализационной сети по полученным значениям расчетных расходов сточных вод определяют диаметры труб, уклоны, обеспечивающие требуемые значения расчетных скоростей и наполнений. Практические расчеты выполняются с использованием графиков, номограмм и таблиц для гидравлического расчета канализационных сетей.

2.5. Канализационные насосные станции

Канализационные насосные станции (КНС) предусматривают в тех случаях, когда рельеф местности не позволяет отводить сточные воды и атмосферные осадки самотеком к месту очистки. Эти станции необходимо строить, если глубина канализационных коллекторов превосходит 4 – 8 м (в зависимости от грунтов). Наиболее целесообразно располагать канализационные насосные станции на свободных территориях вблизи промышленных предприятий, складских помещений и зеленых массивов.

Выбор места расположения КНС должен быть согласован с органами санитарного надзора. Расположение КНС вблизи очистного сооружения приводит к сокращению строительства вспомогательных производственных помещений, а если ее располагать у канализуемого объекта, то отпадает надобность в строительстве дорогого самотечного коллектора. Решение определяется технико-экономическим расчетом.

КНС разделяются на четыре группы: для перекачивания бытовых сточных вод, производственных сточных вод, атмосферных вод и осадков (на очистных сооружениях). Станции первой группы могут быть районными, перекачивающими сточную жидкость из отдельных коллекторов в главный коллектор, и главными, перекачивающими сточную жидкость на очистные сооружения. На станциях второй группы предусматривается защита оборудования от агрессивной сточной жидкости и периодическая промывка оборудования. Станции третьей группы предусматриваются в сети дождевой канализации, когда отвод дождевой воды самотеком на данном участке местности невозможен. Станции четвертой группы входят в состав очистных сооружений и обработки осадков. Эти станции служат для перекачивания осадка из первичных сборников на сооружения по обработке активного ила, песка, а также для повышения напора в канализационных магистралях большой протяженности.

Наличие КНС в технологической схеме не обязательно и определяется рельефом местности и пропускной способностью станций очистки. Технологический процесс перекачивания состоит из двух операций: освобождение жидкости от твердых габаритных отбросов, песка, камней и перекачивания относительно чистой жидкости. Поэтому всегда строят два помещения: помещение с приемным резервуаром и очистными решетками, дробилками и

насосный зал (например, рис. 2.15). Эти помещения могут быть разделены или совмещены и, соответственно, станции называются: раздельного или совмещенного типа. КНС бывают незаглубленные (до 4м относительно поверхности земли), полузаглубленные (до 7м) и шахтного типа (свыше 8м).

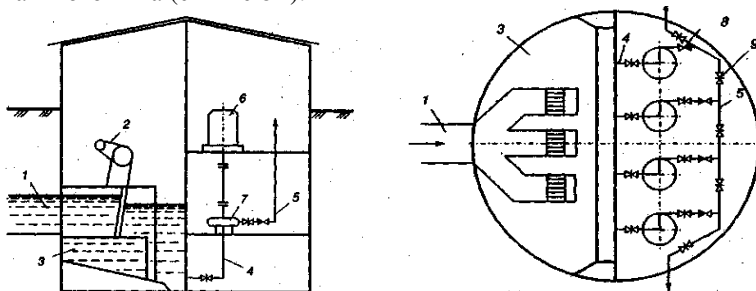


Рис. 2.15. Канализационная насосная станция шахтного типа:

1 – подводный коллектор; 2 – очистные механизированные решетки; 3 – приемный резервуар; 4, 5 – всасывающие и напорные трубопроводы; 6 – электродвигатель; 7 – насос СДВ 160/45 (подача – 160 м³/ч, напор – 45м); 8 – обратный клапан; 9 – задвижки

2.6. Химический анализ загрязнений сточных вод. Методы очистки сточных вод

По физическому состоянию загрязнения сточные воды делятся на:

1) нерастворимые примеси, находящиеся в воде в виде крупной взвеси (диаметром более десятых долей миллиметра) и в виде суспензии, эмульсий и пены;

2) коллоидные частицы;

3) растворенные, находящиеся в воде в виде молекулярно-дисперсных частиц (диаметром менее 0,001 мк).

По своей природе загрязнения делятся на минеральные, органические и бактериальные. Основным химическим элементом загрязнений растительного происхождения является *углерод*. Загрязнения биологического происхождения содержат много *азота*.

Бактериальные загрязнения представляют собой различные виды микроорганизмов, в том числе и болезнетворных бактерий. По своему химическому составу они относятся к загрязнениям органического происхождения, но выделяются в особую группу ввиду их особого взаимодействия с другими видами загрязнений.

Наблюдается колебание концентрации загрязнений (количество загрязнений, приходящееся на единицу объема воды, мг/л или г/м³) сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Обычно максимальные концентрации загрязнений бывают зафиксированы в утренние и вечерние часы, а минимальные – ночью. В зимний период концентрация загрязнений выше, чем летом, так как водоотведение на одного жителя зимой уменьшается. Приведенный химический анализ состава загрязнений сточных вод позволяет понять, что количество содержащихся в них полезных элементов, таких как *азот, калий, фосфор, кальций* и др., делают их прекрасным удобрением. Однако для того, чтобы использовать загрязнения сточных вод в качестве удобрений, их необходимо сначала выделить из них, а затем подвергнуть определенной обработке. Для этого могут быть использованы следующие методы очистки: *механическая, биологическая, физико-химическая*. Для ликвидации *бактериальных* загрязнений сточных вод последние подвергают *дезинфекции*. В результате *механической* очистки сточных вод из нее удаляются нерастворенные и частично коллоидные загрязнения *минерального* происхождения. *Биологическая очистка* основана на жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих окислению органических веществ, содержащихся в сточной жидкости в виде тонких суспензий и в растворе. Если необходима высокая степень очистки сточных вод применяют полную биологическую очистку. *Физико-химические* методы очистки – сорбция, экстракция, электролиз применяются преимущественно для очистки производственных сточных вод.

Технологическая схема полной биологической очистки представлена на рис. 2.16.

Дезинфекция (обеззараживание) сточных вод, прошедших биологическую очистку перед ее спуском в водоем, обязательна, несмотря на то, что большая часть патогенных (болезнетворных) микроорганизмов погибает в биофильтрах и аэротенках. Более надежными являются методы почвенной очистки на полях орошения и фильтрации, которые обеспечивают (при условии нормальной нагрузки на поля) высокий эффект бактериальной очистки (до 99%). Ввиду сложности определения содержания патогенных микробов в сточной воде, прошедшей биологическую очистку, применяют метод оценки их обеззараживания по титру кишечной палочки.

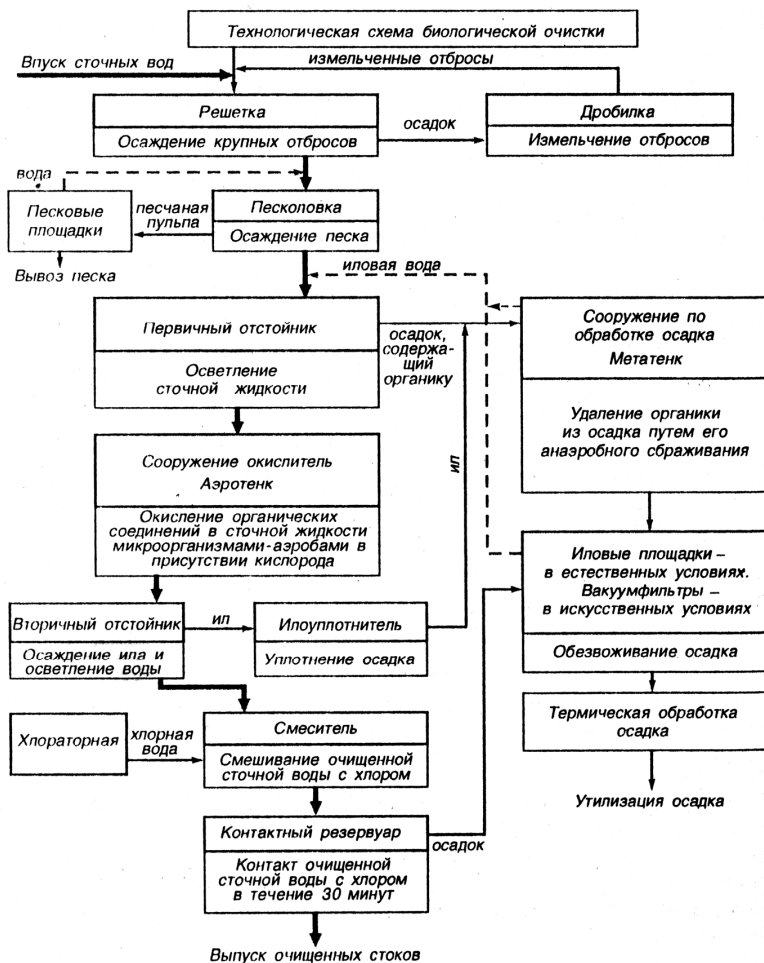


Рис. 2.16. Технологическая схема полной биологической очистки

Обеззараживание сточных вод может осуществляться различными способами: озонированием, ультрафиолетовыми лучами, электролизом, хлорированием и др. После озонирования количество бактерий в сточной воде уменьшается на 99,8%, но применение этого метода является достаточно дорогим и сложным. Использование

облучения очищенных стоков ультрафиолетовыми лучами эффективно только при небольшом содержании в воде взвешенных веществ.

Простым, достаточно дешевым и надежным методом дезинфекции сточных вод является электролиз, который может осуществляться без применения хлорсодержащих веществ, что исключает перевозку реагентов, устройство хранилищ, принятие мер по предотвращению утечки токсичного газа и т.д. Однако наиболее применяемым методом для обеззараживания очищенных сточных вод остается хлорирование, т. е. введение в сточную воду определенного количества жидкого хлора, хлорной извести или гипохлорита натрия.

Дезинфекция малых количеств сточной жидкости ($1000 \text{ м}^3/\text{сут}$) осуществляется хлорной известью, а больших масс воды жидким хлором. Сточную жидкость подвергают обеззараживанию после прохождения ею вторичного отстойника.

Сооружения для дезинфекции сточных вод включают: *хлораторную, смеситель и контактные резервуары.*

В хлораторной устанавливают оборудование для приготовления жидкого раствора хлорного газа или хлорной извести. Смеситель служит для смешения хлорного раствора со сточной жидкостью. Контакт хлора со сточной жидкостью осуществляется в течение 30 мин в контактных резервуарах, которые устраиваются по типу вертикальных или горизонтальных отстойников. После дезинфекции сточная жидкость может быть спущена в водоем.

Установка для дезинфекции сточных вод хлорной известью обычно состоит из затворных баков (одного или двух), двух растворных (рабочих) баков и одного дозирующего бачка. В затворном баке происходит затворение хлорной извести, в результате чего получают раствор концентрацией 10 – 15% (по активному хлору).

Этот раствор поступает в один из растворных баков, где дополнительно перемешивается с водой до получения раствора с концентрацией не более 2,5% (по активному хлору). Воду для приготовления раствора получают из водопровода или местного источника водоснабжения, или используют очищенную воду, взятую после контактного резервуара. Из растворных баков сточная вода поступает в дозирующий бачок, а затем в смеситель.

Жидкий хлор вводят в сточную жидкость непосредственно или при помощи хлоратора. Последний способ получил более широкое применение. Для дезинфекции сточных вод применяют хлораторы непрерывного действия. Лучшими из них являются вакуумные, в которых дозируемый газ находится под разрежением, что

предотвращает его проникновение в помещение. Хлораторы (рабочие и резервные) располагаются в хлораторной.

Из хлоратора хлорная вода по полиэтиленовым трубам поступает в смеситель со сточной водой. На крупных очистных станциях устанавливают вакуумные хлораторы производительностью 20 – 50 кг/ч с автоматизированным дозированием хлора.

2.7. Выпуск сточных вод

Искусственное загрязнение водоемов является результатом спуска в них недостаточно очищенных сточных вод от промышленных предприятий и городов.

Запрещается спуск в водоем тех сточных вод, которые могут быть устранены иными путями:

- 1) применение рациональной технологии производства;
- 2) повторным использованием отработавшей воды в системах оборотного водоснабжения и использованием сточных вод в целях сельскохозяйственного орошения.

Указанные мероприятия позволяют резко уменьшить количество сточных вод, подлежащих спуску в водоемы. Условия спуска сточных вод в водоемы регламентируются «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правилами краны прибрежных районов морей». На их основании различают водоемы по характеру их использования:

- 1) для целей питьевого назначения;
- 2) для культурно-массового использования;
- 3) для рыбохозяйственных целей.

Перечисленные категории водоемов предъявляют различные требования к качеству очистки спускаемых в них сточных вод.

В табл. 2.1 приведены основные нормативные показатели качества воды в водоемах различного водопользования после спуска в них сточных вод.

Количество растворенного кислорода в воде водоема после смешения со сточными водами определяется в любой период года в пробе, отобранной в 12 часов дня. Значение БПК₅ приведено для вод с температурой 20°C.

**Основные нормативные показатели качества воды для водоемов
различного водопользования после спуска в них сточных вод**

Водоемы различного водопользования	Нормативные показатели			
	Растворенный кислород, мг/л	БПК мг/л	Активная реакция PH	Увеличение взвешенных веществ, мг/л
Питьевого	не ниже 4 не ниже 6(зимой)	до 2	6,7<PH<8.5	не более чем на 0,25
Культурно-массового	не ниже 4	до 2	6,5<PH<8.5	не более чем на 0,75
Для рыбохозяйственных целей	не ниже 6	до 2	6,5<PH<8.5	не более чем на 0,75

Приведённые нормативы качества воды водоемов относятся к створам, расположенным на проточных водоемах в 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания или организованного отдыха, территория населенного пункта и т. д.), а на непроточных водоемах и водохранилищах – к створам в 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Очищенные сточные воды после их дезинфекции отводятся по каналу к местам спуска их в водоем. Отводной канал обычно заканчивается береговым колодцем, из которого очищенные сточные воды через выпуск сбрасываются в водоем.

Конструкция выпуска во многом определяет благоприятные условия для перемешивания сбрасываемых сточных вод с водами водоема, что дает возможность лучше использовать его самоочищающую способность.

По конструкции выпуски бывают сосредоточенные, когда выпуск сточных вод осуществляется через одно отверстие, и рассеивающие, имеющие несколько выпускных отверстий.

При сбросе очищенной сточной воды в водохранилище или море устраивают береговые или глубоководные выпуски. Последние выполняются из стальных, чугунных, железобетонных труб, защищенных от коррозии.

Оголовки выпусков всех типов выполняются из сборного железобетона.

Выпуски следует располагать в местах с повышенной турбулентностью потока (сужениях, притоках, порогах и т. д.).

Выпуск в реку рекомендуется располагать на определенном расстоянии (вниз по течению) от границ канализуемого населенного места, водоприемных сооружений, участков водоема, используемых для спортивных целей и купанья, а также для водопоя скота. При выборе места выпуска очищенных сточных вод следует принимать во внимание нормальные условия пользования водой водоема нижележащих населенных мест.

Место выпуска согласовывается с органами Государственного санитарного надзора, Рыбоохраны и с другими заинтересованными организациями.

3. Внутренний водопровод и канализация зданий

3.1 Устройство внутреннего водопровода зданий

Внутренним водопроводом называется система водоснабжения здания. Она обеспечивает подачу воды от наружного водопровода под напором ко всем водоразборным устройствам внутри здания.

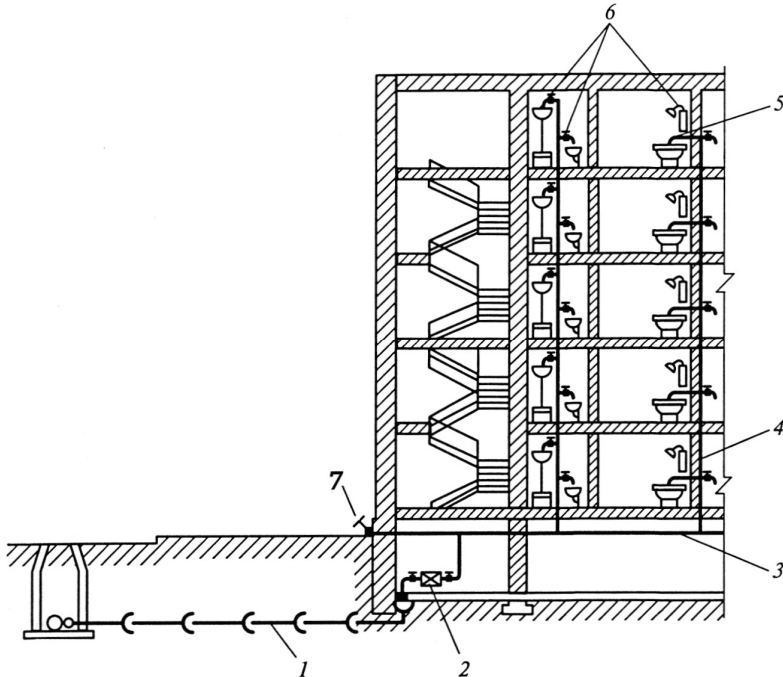


Рис. 3.1. Элементы внутреннего водопровода:

1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – магистральный трубопровод; 4 – распределительный трубопровод (стояк); 5 – подводы (ответвления); 6 – водоразборные краны и другие приборы; 7 – поливочный кран

В состав системы внутреннего водопровода входят: ввод, водомерный узел, разводящая сеть, стояки, подводы к санитарно-техническим приборам, технологическим установкам и оборудованию, запорная, регулировочная, предохранительная и смесительная арматура, различные соединительные и монтажные элементы для труб

(сгоны, колена, фитинги, переходники и т. д.). В случае необходимости в систему включаются установки для повышения давления в сети, специальные емкости, создающие запас воды в системе на пожарные, аварийные и регулирующие нужды.

Основные элементы внутреннего водопровода показаны на рис. 3.1. Из наружной водопроводной сети через ввод 1 вода подается под давлением в разводящую магистраль 3 внутри здания и далее через стояки 4 и подводящие трубы 5 поступает в водоразборные устройства 6. Для определения расхода воды на вводе в здание устанавливается водомерный узел 2, в состав которого входит водомер. Поливочные краны 7 используются для ухода за прилегающей к зданию территорией. К водоразборной арматуре относятся различные краны, смесители для ванн, умывальников, моек, поплавковые клапаны для смывных бачков унитазов. Запорная арматура включает вентили, задвижки, проходные пробковые краны. Регуляторы давления устанавливаются на вводах в здание и на этажах в многоэтажных зданиях. Для поддержания расчетного напора воды перед водоразборными устройствами применяются предохранительные клапаны. Обратные клапаны обеспечивают движение воды в трубопроводах только в одном направлении.

По назначению системы водоснабжения здания подразделяются на:

1) *хозяйственно-питьевые*, предназначенные для подачи воды, для питья, умывания, купания, приготовления пищи и т. д.;

2) *производственные* системы водоснабжения обеспечивают подачу воды для технологических процессов производства. Требования, предъявляемые к качеству подаваемой воды, разнообразны и определяются технологическими требованиями производства;

3) *противопожарные* системы водоснабжения предназначены для тушения огня в здании при возникновении пожара. В этих системах может быть использована вода и не питьевого качества.

Объединение всех видов систем внутреннего водопровода в одну – *хозяйственно-производственно-противопожарную* с подачей воды питьевого качества на все нужды не всегда бывает оправдано с экономической точки зрения ввиду относительно высокой стоимости питьевой воды, большого расхода воды на производственные нужды и ряда других факторов. В этом случае проектируются либо отдельные системы, либо комбинации объединения водопроводных сетей: хозяйственно-питьевая и противопожарная, хозяйственно-питьевая и

производственная, производственно-противопожарная. Выбор системы водоснабжения производится исходя из назначения объекта, технологических, противопожарных, гигиенических требований с учетом технико-экономических показателей. Например, жилые и общественные здания могут быть оборудованы объединенным хозяйственно-противопожарным водопроводом с подачей воды питьевого качества.

По принципу действия внутренние водопроводы можно подразделить на системы: без повысительных устройств; с напорнозапасными баками; с повысительными насосами; с комбинацией напорно-запасных баков и повысительных центробежных насосов; с гидروпневматическими установками; зонные системы.

Выбор одной из указанных систем прежде всего зависит от соотношения величины требуемого напора H_m , обеспечивающего подачу нормативного расхода воды к наиболее высокорасположенному и удаленному от ввода (диктующему) устройству с учетом потерь напора на преодоление сопротивлений по этому пути движения воды, и напора в наружном водопроводе у места присоединения к нему ввода водопровода здания H_z (гарантийного напора).

3.2. Устройство вводов

Ввод – это трубопровод, соединяющий наружный водопровод с внутренним водопроводом здания (рис. 3.2). Он состоит из узла присоединения к наружной городской сети 1, 2, подземного трубопровода 3 и водомерного узла 4. Узел присоединения (врезки) ввода, состоящий из тройника и задвижки (для возможности отключения ввода на ремонт), размещается в колодце (диаметром не менее 700 мм) в месте его присоединения к наружному водопроводу. Подземный трубопровод прокладывается с уклоном 0,003 – 0,005 в сторону наружной сети. Водомерный узел располагается внутри здания (если запроектирована система без повысительной насосной установки). Он может быть установлен на расстоянии 1 м от наружной стены подвального этажа здания. При этом предполагается, что помещение подвального этажа сухое с плюсовой температурой.

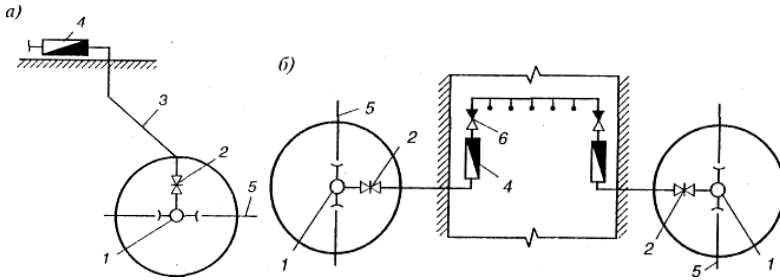


Рис. 3.2. Устройство ввода в здание и его элементы:

a – косой ввод; *б* – два ввода (при проектировании кольцевой сети внутри здания); 1 – врезка ввода в наружный водопровод; 2 – задвижка; 3 – подземный трубопровод; 4 – водомерный узел; 5 – наружный водопровод; 6 – обратный клапан

Ввод водопровода проектируется по возможности по кратчайшему расстоянию к зданию. При расчетном диаметре ($d < 65$ мм) ввод может быть запроектирован из стальных водогазопроводных труб, соединяемых на сварке с обязательной противокоррозионной гидроизоляцией, с применением рулонных гидроизоляционных материалов по ГОСТ 30547 – 97. При большем диаметре ($d \geq 65$ мм) применяются чугунные раструбные трубы с обязательной заделкой стыка. В последние годы для прокладки вводов используются полимерные трубы. Они долговечны и имеют достаточную механическую прочность.

Минимальную глубину заложения ввода можно принять ниже глубины промерзания грунта на 0,5 м (до низа трубы). Пересечение ввода со стенами подвала следует выполнять в сухих грунтах с зазором 0,2 м между трубопроводом и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене водонепроницаемыми и газонепроницаемыми (в газифицированных районах) эластичными материалами, как показано на рис. 3.3. В мокрых грунтах пересечение трубы ввода со стеной подвала устраивается с помощью сальниковых уплотнений.

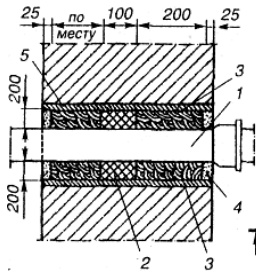


Рис. 3.3. Пересечение трубы ввода со стеной подвала здания в сухих грунтах:

1 – труба ввода; 2 – смоляная прядь; 3 – мятая жирная глина; 4 – штукатурка с цементным раствором; 5 – гильза (стальная труба)

Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации или водостоков должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм (включительно) и не менее 3 при диаметре ввода более 200 мм.

В ряде случаев возникает необходимость *врезки трубы ввода* в действующую наружную водопроводную сеть. Это можно осуществить с помощью специальных устройств (рис. 3.4). Устройство, представленное на рис. 3.4 а, состоит из патрубка, камеры с сальником и краном для сброса давления воды, режущего инструмента (фрезы со сверлом). В патрубке, приваренном к трубе ввода, имеется клапан. После высверливания отверстия вал со сверлом поднимают, клапан закрывают, сбрасывают давление в верхней камере. Головку с верхней камеры снимают и приваривают клапан (заглушку).

При необходимости высверливания в трубе отверстия (диаметром не более $1/3$ диаметра трубы) применяется седелка (рис. 3.4, б). Она представляет собой чугунную фасонную деталь, которая крепится к трубе хомутом на резиновой прокладке для присоединения запорной арматуры (проходного пробкового крана). Для высверливания в трубе отверстия к запорной арматуре прикрепляется сверлильное приспособление. После высверливания отверстия приспособление снимают и присоединяют трубу ввода (позиция 18). По конструкции седелки бывают резьбовые, фланцевые, раструбные.

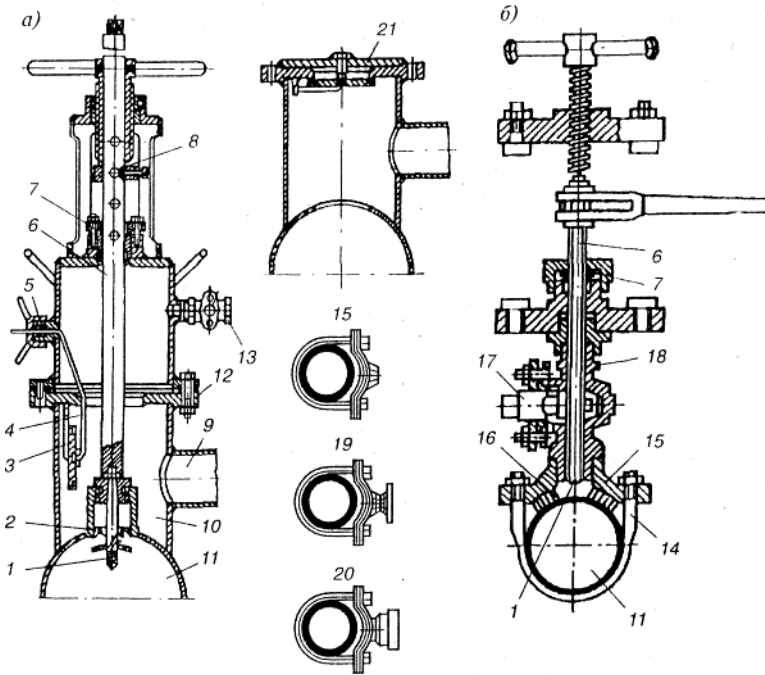


Рис. 3.4. Приспособления для врезки вводов внутреннего водопровода в действующий стальной наружный водопровод:

а – фрезное приспособление, крепящееся на сварке; *б* – то же, с помощью седелки; 1 – сверло; 2 – чашечная фреза; 3 – клапан; 4 – тросик клапана; 5 – сальник тросика; 6 – вал; 7 – сальник вала; 8 – подающее устройство; 9 – присоединяемая труба ввода; 10 – переходной патрубок; 11 – действующий трубопровод; 12 – фланец; 13 – спускной кран; 14 – хомут; 15 – седелка резьбовая; 16 – резиновая прокладка; 17 – пробковый кран; 18 – место присоединения трубы ввода; 19 – фланцевая седелка; 20 – раструбная седелка; 21 – заглушка

Водомерный узел жестко крепится к стене на кронштейнах. Ось водосчетчика должна быть расположена на 0,3...1 м от пола. При проектировании тупиковой схемы внутреннего водопровода, когда допустимы перерывы в подаче воды, в водомерном узле обязательно предусматривается обводная линия, на которой устанавливается опломбированная задвижка. В зданиях устанавливаются водомерные узлы унифицированных конструкций с крыльчатыми и турбинными водомерами (рис. 3.5).

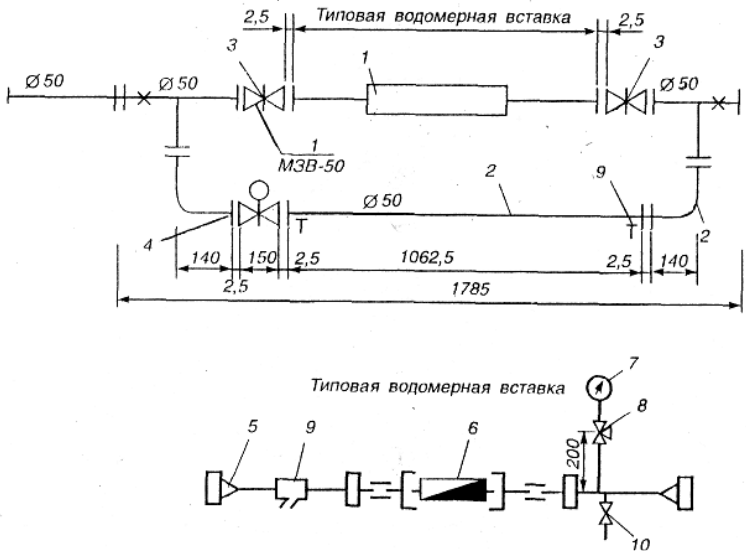


Рис. 3.5. Схема водомерного узла с обводной линией и крыльчатым водомером:

1 – типовая вставка; 2 – обводная линия; 3 – задвижки; 4 – опломбированная задвижка с электроприводом; 5 – переход стальной; 6 – крыльчатый водомер; 7 – манометр; 8 – кран трехходовой; 9 – фильтр магнитный муфтовый; 10 – спускной кран

3.3. Конструирование внутренней водопроводной сети

Схемы водоснабжения здания бывают: *тупиковые, кольцевые, зонные, комбинированные*.

По расположению магистральных трубопроводов: *с нижней и с верхней разводками*.

Кольцевые сети применяют при недопустимости перерыва в водоснабжении здания водой в многоэтажных зданиях с противопожарным водопроводом, а также в производственных зданиях.

Комбинированные сети (тупиковые и кольцевые) применяют в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

Зонные сети представляют собой несколько сетей в одном здании, соединенных друг с другом или отдельных. Сети отдельных зон могут иметь самостоятельные вводы и насосные установки. Они применяются преимущественно в зданиях повышенной этажности.

При нижней разводке магистральные трубопроводы размещают в нижней части здания, а при верхней на чердаке или под потолком верхнего этажа. Если здание допускает перерыв в подаче воды и количество пожарных кранов в здании не превышает 12, устраивается тупиковая схема.

Магистральный трубопровод при нижней разводке прокладывают под потолком подвального этажа здания (на 0,3 м ниже него) или технического подполья. В качестве средств крепления магистрального трубопровода к строительным конструкциям могут использоваться кронштейны, подвески и т. д.

При отсутствии подвала и технического подполья магистраль может прокладываться в подпольных каналах 1 этажа, иногда вместе с трубопроводами отопления, горячего водоснабжения. Она может располагаться под ними или проходить рядом с ними.

Прокладка магистральных линий в земле под полом не допускается. 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 принимается от 0,3 до 1 м. Каналы выполняют из несгораемых материалов. Сверху их перекрывают съемными плитами.

Уклон магистрали принимается 0,003 – 0,005 в сторону ввода. При прокладке магистрального трубопровода, стояков, подводок к поливочным кранам следует предусматривать их тепловую изоляцию. В настоящее время применяются экологически чистые теплоизоляционные материалы нового поколения. Например, пенофольгированный утеплитель служит не только термо-, но также и гидроизолятором. При его применении по трубам приклеиваются кольца из пенофольгированного утеплителя, а сверху полностью закрывают им трубу. Тогда внутреннее пространство между трубами и утеплителем будет иметь свойства термоса.

Стояки и подводки к водоразборным устройствам прокладывают двумя основными способами – открытой прокладкой – по колоннам, балкам, фермам, стенам и скрытой – в бороздах, каналах и панелях, санитарно-технических кабинах вместе с трубопроводами другого назначения. Поскольку к отделке зданий предъявляются повышенные требования, предпочтение отдается скрытой прокладке трубопроводов. Борозды и каналы для трубопроводов должны быть выполнены при производстве строительных работ. Они заделываются штукатуркой по сетке или облицовкой, а в местах установки арматуры предусматриваются дверки. В местах пересечения вертикальных

трубопроводов с перекрытиями на трубы надевают гильзы из толя, листовой стали и т. д.

В настоящее время распространены следующие методы монтажных работ санитарно-технического оборудования: монтаж труб россыпью; с использованием типовых блоков и панелей; с использованием объемных санитарно-технических кабин.

Последовательный метод монтажа труб россыпью подразумевает монтаж всех трубопроводов после окончания строительных работ и установки санитарно-технического оборудования. Он начинается либо с нижнего, либо с верхнего этажа здания.

Параллельный метод применяют в строящихся зданиях одновременно с выполнением общестроительных работ, начиная монтаж с нижних этажей.

Монтаж санитарно-технических систем с применением типовых блоков и панелей (рис. 3.6) широко используются в настоящее время. Однако этот способ монтажа, несмотря на свою экономичность, имеет ряд существенных недостатков, связанных с большим объемом монтажных работ по установке санитарных приборов и применением газозлектросварки в условиях проведения основных строительных работ.

По-прежнему применяются *унифицированные санитарно-технические кабины* из сборного железобетона. Кабина представляет собой объемный конструктивный элемент санитарного узла с отделкой, который собран в заводских условиях. В кабине смонтированы трубопроводы санитарно-технических систем, размещены вентиляционные каналы, сделана электропроводка и установлены санитарные приборы.

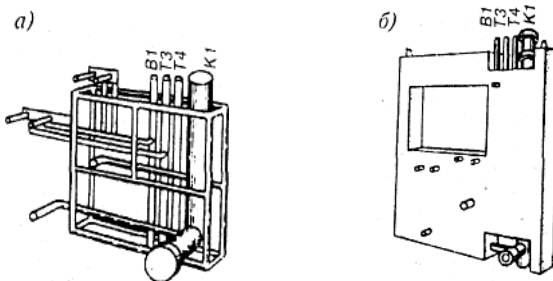


Рис. 3.6. Укрупненные санитарно-технические элементы:

а – блоки; б – панели.

Монтажные санитарно-технические работы в этом случае сводятся лишь к подъему кабин, их установке на место и соединению стояков по высоте здания. Основные трубопроводы располагаются в монтажных шахтах.

В шахте имеется монтажный люк, расположенный сбоку кабины для удобства монтажа при стыковке стояков по всей высоте здания. Стояки холодного водопровода располагаются в шахте по оси унитаза и так же, как и магистраль, изолируются от конденсации влаги. Для соединения стояков из водогазопроводных труб при монтаже санитарно-технических кабин применяются удлиненные компенсирующие муфты (диаметром 25, 32 и 40 мм). Их применение значительно повышает качество и надежность монтажа. По размещению санитарных приборов различают кабины разобщенные, т.е. с изолированными помещениями для туалетной и ванной и совмещенные.

Для хозяйственно-питьевого водопровода допускается применение труб из материалов, разрешенных для применения Госкомсанэпидемнадзором России: стальные водогазопроводные, медные, бронзовые, латунные, пластмассовые и т. д.

Для соединения труб применяют сварные, муфтовые, резьбовые и раструбные соединения.

На рис. 3.7 представлены отдельные соединительные части стальных водопроводных труб. Прокладка пластмассовых труб должна предусматриваться преимущественно скрытой – в каналах, шахтах, потому что они менее прочные, чем стальные, имеют значительный коэффициент линейного расширения и подвержены старению. Допускается открытой только прокладка подводов из этого материала к водоразборным устройствам.

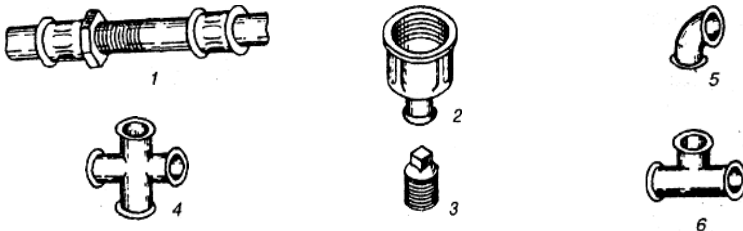


Рис. 3.7. Отдельные соединительные части стальных водопроводных труб:
1 – сгон; 2 – муфта переходная; 3 – пробка; 4 – крестовина; 5 – угольник; 6 – тройник

Применение санитарно-технических кабин с использованием пластмассовых труб разрешается в зданиях до 12 этажей. Допускается применение коллекторной системы с присоединением водоразборной арматуры гибкими автономными подводками.

Трубы внутреннего водопровода и фасонные изделия должны выдерживать постоянное давление воды, равное рабочему давлению в сети, но не менее 0,45 МПа при постоянной температуре холодной воды – 20 °С в течение 50-летнего расчетного периода эксплуатации.

К *водоразборной арматуре*, устанавливаемой в здании, как отмечалось ранее, следует отнести туалетные краны умывальников, смесители моек, ванн и умывальников; поплавковые клапаны смывных бачков унитазов (рис. 3.8). В настоящее время в зданиях устанавливается качественная водоразборная арматура отечественного и зарубежного производства. Водоразборная арматура во многом определяет успешное функционирование всей системы водопровода здания. Поэтому на подводке водопровода в квартиру после запорного вентиля рекомендуется устанавливать грязевик с фильтром (рис. 3.9), что обеспечивает оптимальные условия для эксплуатации смесительной арматуры. В последние годы получили распространение, вместо широко применяемых для смывных бачков поплавковых клапанов противодавления, клапаны попутного давления, которые отличаются тем, что при увеличении давления на подводке к ним возрастает и усилие их закрытия, т. е. этот клапан закрывается крепче ночью, когда в поплавковых клапанах происходят утечки.

На сети внутреннего водопровода устанавливается *запорная арматура*. При $d < 50$ мм – вентили, а при $d \geq 50$ мм – задвижки. Запорная арматура устанавливается: у основания стояков; у клапанов смывных бачков унитазов; у газовых водонагревателей; в водомерном узле; на вводе водопровода в квартиру; у поливочных кранов; на разветвлениях магистрали.

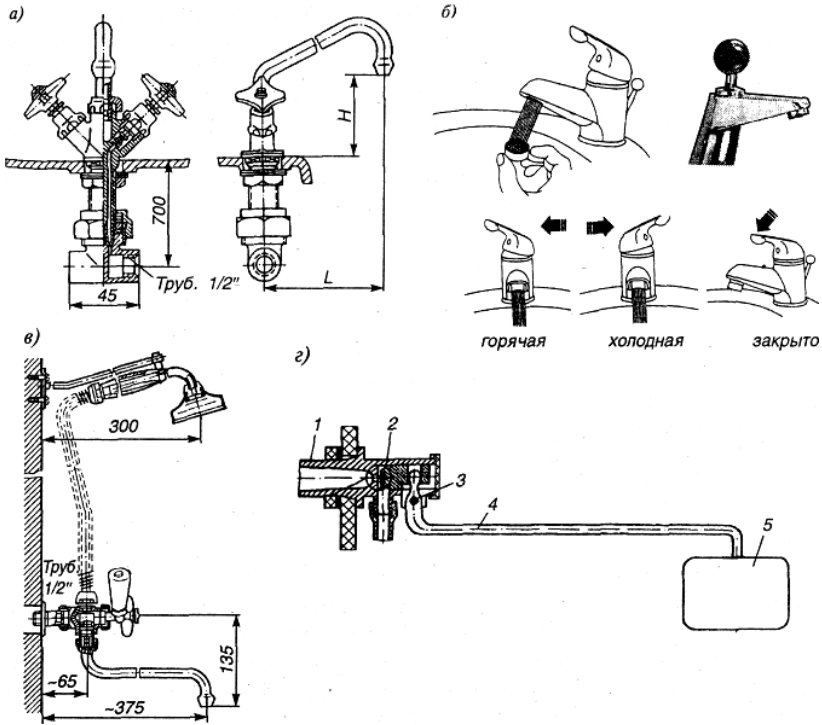


Рис. 3.8. Основные виды водоразборной арматуры:

а – СМ-УМ-Ц с верхней смесительной камерой и с центральной установкой на умывальнике (елочка); б – однорукояточный смеситель; в – общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге; г – поплавковый клапан смывного бачка унитаза (1 – корпус; 2 – седло; 3 – ось; 4 – рычаг; 5 – поплавок)

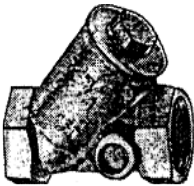


Рис. 3.9. Грязевик с фильтром из нержавеющей стали

Количество поливочных кранов зависит от периметра здания. Принимается один поливочный кран на каждые 60 – 70 м периметра

здания. Они располагаются в нишах наружных стен зданий на высоте 0,35 м от отмостки тротуара (рис. 3.10).

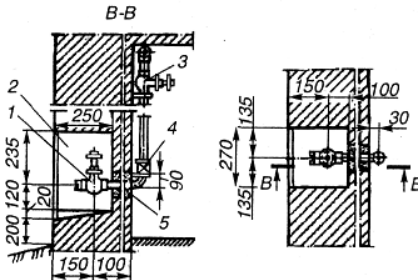


Рис. 3.10. Установка поливочного крана:

1 – поливочный кран; 2 – ниша; 3 – отключающий вентиль; 4 – тройник с пробкой; 5 – заделка цементным раствором

На подводке к поливочному крану от сети внутреннего водопровода устанавливаются вентиль и спусковой кран (пробка) для опорожнения кранов на зимний период.

3.4. Определение расчетных расходов воды во внутреннем водопроводе

Сети внутреннего водопровода рассчитываются на пропуск расчетных секундных расходов воды ко всем водоразборным устройствам в здании.

Показателем водообеспеченности сети служит подача нормативного расхода к диктующему водоразборному устройству (наиболее высоко и далеко расположенному) от ввода водопровода в здание с максимальным значением свободного напора – H_f (см. прил. табл. 2).

Расчет сети внутренних водопроводов производится по максимальному секундному расходу воды.

Максимальный секундный расход воды в здании $q(q^{tot}, q^c, q^h)$, л/с, определяется по формуле:

$$q = 5q_0\alpha, \text{ л/с}, \quad (3.1)$$

где $q_0(q^{tot}, q^c, q^h)$, л/с, – секунднй расход общий, холодной, горячей воды одним прибором или потребителем.

α – коэффициент, зависящий от произведения общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P согласно [9].

При отсутствии данных о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов в жилых и общественных зданиях допускается принимать: $q^{tot} = 0,3$, л/с, а для подачи холодной воды $q_0^c = q_0^h = 0,2$ л/с,

Вероятность действия водоразборных устройств $P(p^{tot}, p^c, p^h)$ при наличии одинаковых потребителей в здании может быть определена по формуле

$$P = q_{hr,u} U / 3600 q_0 N, \quad (3.2)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая по приложению ($q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем, л/ч; $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем, л/ч),

U – количество потребителей в здании. Количество жителей можно определить, зная санитарную норму площади на одного человека f (региональный показатель), количество квартир в здании K и жилую площадь квартиры $F_{ж}$.

Тогда средняя заселенность квартиры U_0 определится из выражения $U_0 = F_{жс} / f$, а значение U по формуле:

$$U = U_0 K. \quad (3.3)$$

В зданиях с одинаковыми потребителями на расчетных участках принимают значение P , определенное для всей системы водоснабжения, т. е. для N водоразборных устройств в здании.

По расчетной (безмасштабной) аксонометрической схеме холодного водоснабжения определяется количество водоразборных устройств на расчетных участках (рис. 3.11).

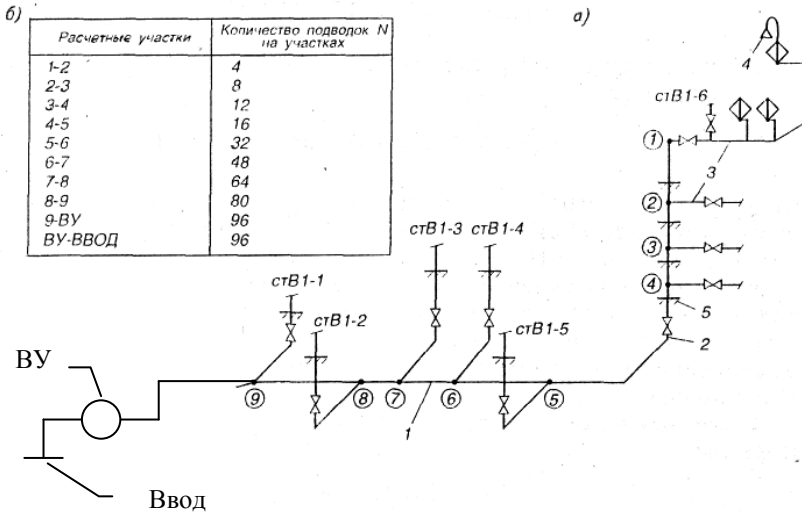


Рис. 3.11. Расчетная аксонометрическая схема холодного водоснабжения: а – расчетная (безразмерная) аксонометрическая схема внутреннего водопровода; б – пример определения количества подводов N на расчетных участках; 1 – магистральный трубопровод; 2 – расчетный стояк; 3 – подводки к водоразборным устройствам; 4 – диктующее водоразборное устройство (душевая сетка смесителя ванны)

Расчетный суточный расход воды в здании может быть определен по формуле:

$$q_U^{tot} = \sum_1^i U_i q_u^{tot} / 1000, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (3.4)$$

где U_i , – число потребителей в здании,

q_u^{tot} – общая норма расхода воды одним потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л.

Расчетные максимальные часовые расходы вычисляются по методике, аналогичной методике определения максимальных секундных расходов. Исходными параметрами являются часовые расходы воды водоразборной арматурой $q_{0,hr}(q_{0,hr}^{tot}, q_{0,hr}^h, q_{0,hr}^c)$, определяемые по приложению.

Расчетный часовой расход $q_{hr}(q_{hr}^{tot}, q_{hr}^h, q_{hr}^c)$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле:

$$q_{hr} = 0,005 q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (3.5)$$

где α_{hr} определяется по [9].

При этом между величинами P и P_{hr} имеется следующее соотношение:

$$P_{hr} = \frac{3600}{q_{0,hr}} P q_0. \quad (3.6)$$

При выборе *водомера* учитываются его гидрометрические характеристики и допустимые потери напора. Подбор водомера рекомендуется проводить в первую очередь на пропуск хозяйственно-питьевого расхода. Желательно, чтобы выбранный типоразмер водомера пропускал и противопожарный расход воды. Но в случае, если это невозможно, противопожарный расход пропускается, минуя счетчик, через открытую задвижку на обводной линии. Тип водомера и его сопротивление S определяется по [9]. Потери в водомере h , м, определяются по формуле:

$$h = S \cdot q^2, \quad (3.7)$$

где q , л/с, – максимальный секундный расход воды в здании на участке (ВУ – ввод) (рис. 3.11). Потери в крыльчатых водомерах не должны превышать 5 м, а в турбинных – 2,5 м.

3.5. Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Целью гидравлического расчета является определение экономически выгодных диаметров труб для пропуска расчетных расходов воды и потерь напора от диктующего (водоразборного устройства в здании) до места присоединения ввода к наружной водопроводной сети. Он проводится в следующей последовательности.

Зная место расположения ввода в здание, на плане подвала здания проектируется *разводка сети* внутреннего водопровода и строится *расчетная аксонометрическая схема* внутренней водопроводной сети (рис. 3.11, а). На схеме выбирается расчетный стояк (самый удаленный от ввода) и расчетное направление от диктующего устройства до места присоединения ввода к наружному водопроводу.

Аксонометрическая схема разбивается на расчетные участки так, чтобы в пределах участка не изменялся расход (рис. 3.11, а).

Определяется количество водоразборных устройств N на расчетных участках.

Определяется расчетное количество потребителей U в здании по формуле (3.3).

Определяется величина вероятности действия водоразборных устройств P по формуле (3.2).

На каждом участке определяется N приборов, снабжающихся водой на данном участке, и коэффициент α на основании произведения NP .

На каждом расчетном участке вычисляется секундный расход q , л/с, по формуле (3.1).

На основании аксонометрической схемы определяются длины расчетных участков.

По полученному расходу по таблицам гидравлического расчета выбирается диаметр d , мм, каждого расчетного участка, исходя из значения экономических скоростей движения воды $V = 0,9 - 1,2$ м/с.

Максимальная скорость во внутреннем водопроводе не должна превышать 3 м/с.

Для каждого выбранного диаметра расчетного участка определяют потери на единицу длины – $1000i$ (для удобства обращения с малыми числами значение гидравлического уклона i увеличено в 1000 раз).

Определяются потери напора на каждом расчетном участке

$$H_1 = 1000i L(1 + K_l) / 1000, \quad (3.8)$$

где K_l коэффициент, учитывающий потери на местные сопротивления в соединениях труб и арматуре, для хозяйственно-питьевых водопроводов он принимается равным 0,3;

L – длина расчетного участка сети, м.

Определяется сумма потерь напора в здании $H_{1, tot}$ от диктующего водоразборного устройства до водомерного узла. Потери на участке от водомерного узла до места присоединения ввода к наружному водопроводу (ВУ – Ввод) составляют потери на вводе $H_{вв}$.

Геометрическая высота подачи воды в здание H_z определяется как разность отметок изливного отверстия диктующего водоразборного устройства и отметки поверхности земли над точкой присоединения ввода к наружному водопроводу. На рис. 3.12 пока-

заны установочные размеры основных санитарно-технических приборов.

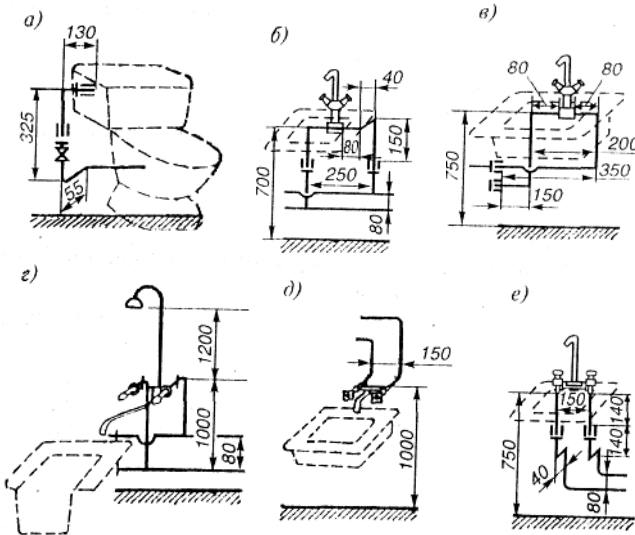


Рис. 3.12. Установочные размеры основной водоразборной арматуры:
 а – поплавковый клапан смывного бачка унитаза; б – центральный смеситель умывальника; в – центральный смеситель мойки; г – душевая сетка смесителя ванны; д – настенный смеситель; е – смеситель с нижней камерой смешения

Величина свободного (рабочего) напора у диктующего устройства – H_f , как указывалось ранее, принимается по [9].

Определяется величина *требуемого напора* в здании H_T , м:

$$H_T = H_z + H_{1, tot} + H_{вв} + h + H_{f, m} \quad (3.9)$$

3.6. Насосные и гидропневматические установки

При проектировании системы внутреннего водопровода с **насосной установкой** в жилых зданиях ее вместе с водомерным узлом размещают, как правило, в помещениях центральных тепловых пунктов. Для оборудования насосной установки широко применяют насосы с рабочим колесом, установленным на удлиненном валу

электродвигателя типа КМ. При необходимости бесперебойной подачи воды проектируют установку резервных насосов.

На рис. 3.13 показан пример оборудования насосной установки. Насосы устанавливают на виброизолирующих основаниях.

При установке насосов 1 необходимо предусматривать обводную линию 4 с установкой на ней обратного клапана 5 и задвижек. На всасывающей линии 2 каждого насоса устанавливаются только задвижки, а на напорных трубопроводах – задвижки и обратные клапаны.

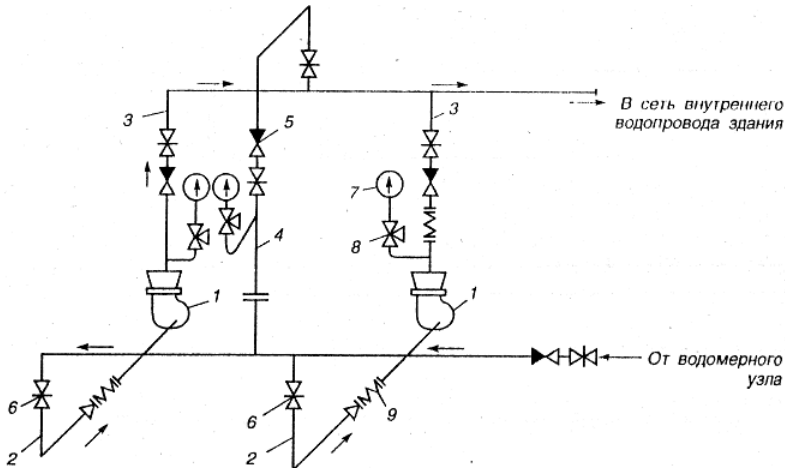


Рис. 3.13. Оборудование насосных установок:

1 – насосные агрегаты; 2 – всасывающие линии насосов; 3 – напорные линии насосов; 4 – обводная линия; 5 – обратный клапан; 6 – задвижки; 7 – манометры; 8 – трехходовой кран; 9 – гибкие вставки

Автоматизация работы насосов решается различно в зависимости от радиуса их действия.

Напор насоса H_p определяется по формуле:

$$H_p = H_m - H_z \quad (3.10)$$

где H_m – требуемый напор в здании, определяемый в ходе гидравлического расчета внутреннего водопровода;

H_z – гарантированный напор в сети наружного водопровода.

Гидропневматические установки могут быть переменного и постоянного давления. Установка состоит из герметичного водяного бака, насоса, установки пополнения запаса воздуха (компрессора, воздушного бака, комплекта приборов автоматического управления). При работе установки вначале в водяной бак подается сжатый воздух (или запасается в воздушном баке) под большим давлением. По мере водоразбора в водопроводной сети давление в баке будет снижаться. Когда его снижение достигнет допустимого минимума, автоматически включается двигатель насоса, который начинает подавать воду в бак. Давление в баке при этом будет возрастать до первоначального предела. При достижении максимального давления насос также автоматически отключается. Струйный регулятор запаса воздуха восполнит его неизбежные потери. Таким образом гидропневматическая установка работает в цикличном режиме. Промежутки между включениями насосов возрастают с уменьшением водопотребления в водопроводной сети. На рис. 3.14 приведена схема типовой автоматической насосной установки с гидропневматическими баками.

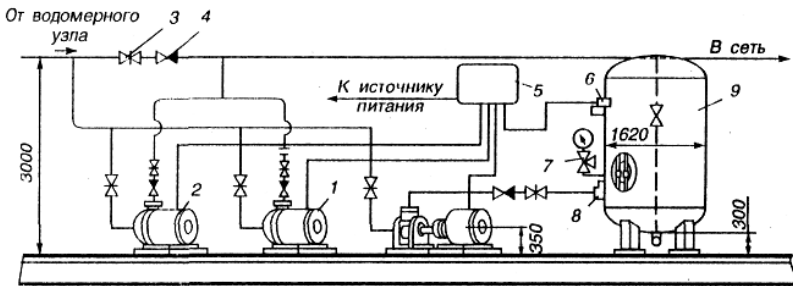


Рис. 3.14 Схема типовой насосной установки с гидропневматическими баками: 1 – рабочие насосные агрегаты; 2 – резервный насосный агрегат; 3 – обратный клапан; 4 – задвижка; 5 – шкаф управления; 6 – реле давления; 7 – трехходовой кран с манометром; 8 – струйный регулятор запаса воздуха; 9 – гидропневматический бак

3.7. Устройство внутренней канализации зданий

Внутренней канализацией называется система канализации здания. Она обеспечивает сбор и удаление сточных вод от санитарно-технических приборов. Основные элементы внутренней канализации представлены на рис. 3.15.

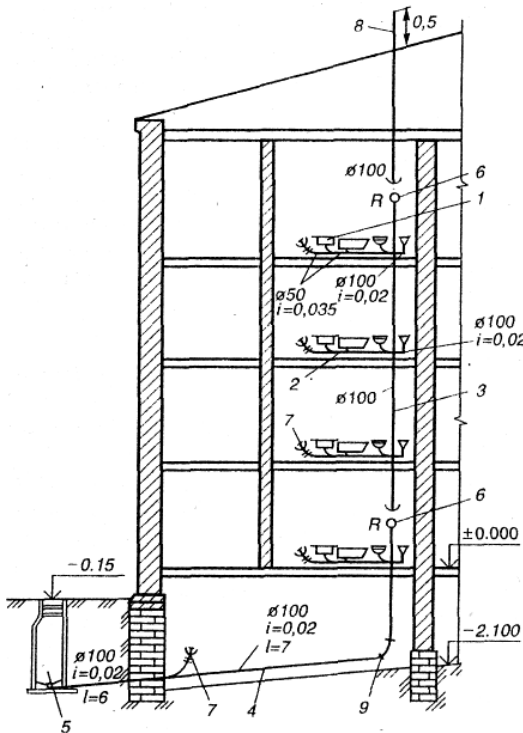


Рис. 3.15. Устройство внутренней канализации жилого дома:

1 – приемники сточных вод; 2 – отводные трубопроводы; 3 – канализационный стояк; 4 – выпуск; 5 – смотровой колодец; 6 – ревизия; 7 – прочистки; 8 – вытяжная часть канализационного стояка; 9 – отвод

Сточная жидкость из приемников сточных вод 1 (ванн, умывальников, моек и унитазов), расположенных в санитарных узлах квартир по отводным трубопроводам 2, поступает в канализационный стояк 3 (в здании их несколько), который транспортирует сточные воды в выпуск 4 (один или несколько), располагающийся в подвальном этаже здания или техническом подполье, который в свою очередь транспортирует сточную жидкость в колодец дворовой или внутриквартальной сети 5. В систему входят устройства для прочистки 6, 7 и вентиляции сети 8.

В жилых зданиях устанавливаются различные модификации приемников сточных вод: ванн, умывальников, кухонных моек, унитазов, биде отечественного и зарубежного производства (рис. 3.16).

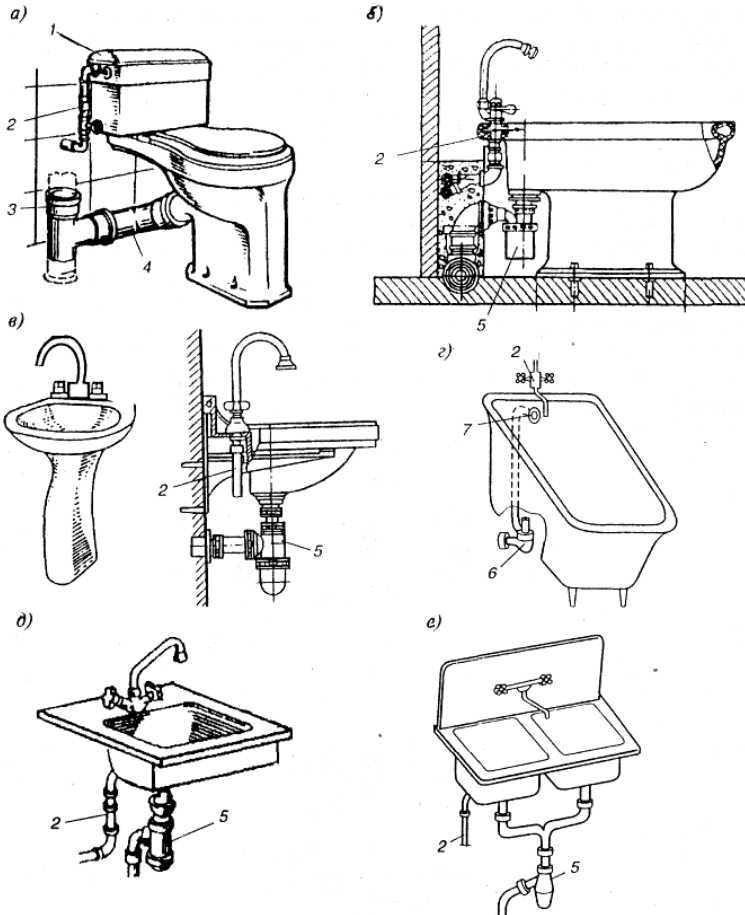


Рис. 3.16. Приемники сточных вод:

а – унитазы; *б* – гигиенический душ-биде; *в* – умывальники; *г* – ванны; *д, е* – мойки;
1 – смывной бачок; *2* – подводка водопровода; *3* – стояк; *4* – выпуск; *5* – сифон; *6* – на-
польный сифон; *7* – перелив

Все приемники должны быть оборудованы гидравлическими затворами (сифонами), кроме тех, в конструкциях которых уже име-

ется гидрозатвор, например, унитазы. Гидравлический затвор представляет собой изогнутый канал или трубу, заполненную водой слоем высотой 60 мм, надежно закрывающий выход газов после сброса стоков в канализационную сеть. Наибольшее распространение получили гидрозатворы, представленные на рисунке 3.17. Для ванн устанавливают напольный сифон с тройником для присоединения переливной трубы. Сифоны изготавливают из чугуна, керамики, пластмасс.

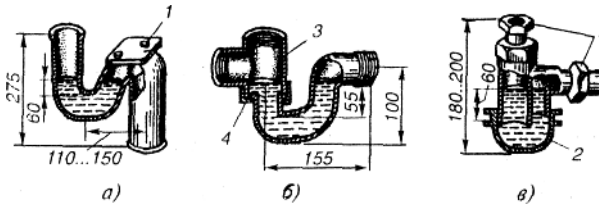


Рис. 3.17. Гидрозатворы:

а, б – U-образные; в – бутылочный; 1 – болт; 2 – крышка; 3 – тройник; 4 – накидная гайка

Монтажное положение элементов системы канализации и ее оборудования зависит от их типа и способа прокладки. Один из возможных вариантов монтажного положения отводных труб приведен на рис. 3.18.

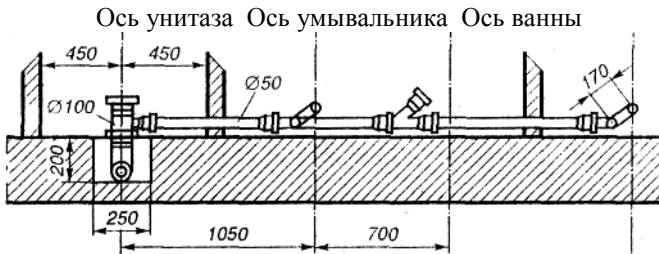


Рис. 3.18. Монтажное положение труб

Отводные трубы от приборов могут быть проложены по полу открыто, либо скрыто в бороздах, панелях и монтажных коридорах. Все отводные трубы прокладываются по кратчайшему расстоянию к стояку. От ванн, моек и умывальников отводные трубы прокладываются диаметром $d = 50$ мм с уклоном 0,035 к стояку, для обеспече-

ния самотечного режима движения сточных вод. От унитаза отводная труба проектируется $d = 100$ мм с уклоном 0,02. Наибольший уклон трубопровода не должен превышать 0,15. Двустороннее присоединение отводных труб от ванн к одному стояку на одной отметке допускается только с применением косых крестовин (рис. 3.19, а).

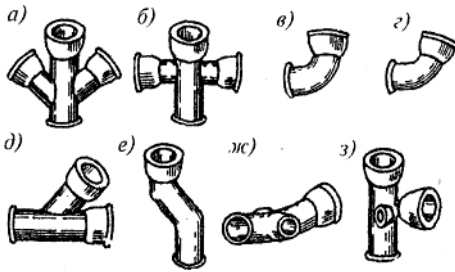


Рис. 3.19. Основные соединительные части канализационных труб:
а – косая крестовина; б – прямая крестовина; в – колено; г – отвод 135°; д – косой тройник; е – отступ; ж – отвод-крест; з – двухплоскостная крестовина

Размещают приемники сточных вод по этажам здания друг над другом в целях уменьшения количества стояков. К стоякам отводные трубы могут присоединяться и с помощью косых тройников (рис. 3.19, д). Для присоединения унитаза непосредственно к стояку используются отводы-кресты (рис. 3.19, ж). Двухплоскостная крестовина на стояках (рис. 3.19, з) используется для присоединения отводных линий 50 и 100 мм, расположенных в разных плоскостях.

Конструктивно диаметр канализационных стояков принимается одинаковым по всей высоте и равным наибольшему диаметру присоединяемых отводных труб. Стояки размещают либо открыто у стен и перегородок (ближе к углу), или скрыто в монтажных шахтах кабин.

При тупиковой схеме и наличии неэксплуатируемого подвала *выпуски* могут быть проложены по полу подвала на столбиках или подставках с обеспечением плавных присоединений к стоякам (двумя отводами по 135°) (рис. 3.20). Конструктивно диаметр выпуска можно принять по большему диаметру присоединяемых стояков. В двухподъездных зданиях обычно проектируется два выпуска. При устройстве одного выпуска из здания, к которому присоединяются все стояки, его диаметр обязательно принимается по расчету.

Для систем канализации с учетом требований прочности, коррозионной стойкости и экономии расходуемых материалов применяют при самотечном режиме *чугунные, асбестоцементные, бетонные, железобетонные, пластмассовые и стеклянные трубы*. Но в жилых зданиях чаще всего применяются чугунные и пластмассовые

трубы из поливинилхлорида (ПВХ) и из полиэтилена высокой плотности (ПВП). Пластмассовые трубы соединяются на сварке, с помощью клея на сильных растворителях и с помощью раструбного соединения с резиновым уплотнением в виде кольца. Номенклатура фасонных частей для пластмассовых труб аналогична номенклатуре уже рассмотренных чугунных соединительных частей. Чугунные раструбные трубы монтируются так, чтобы раструбы были обращены в противоположную направлению движения сточных вод сторону. Выпуск пропускается через стену подвала, как это показано на рис. 3.20.

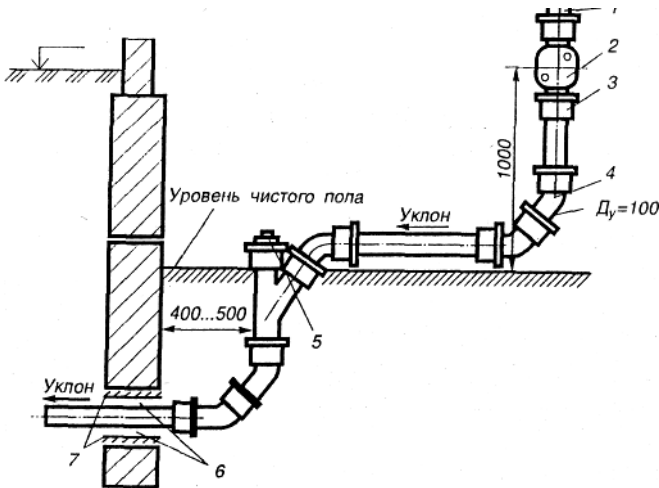


Рис. 3.20. Монтаж выпуска и канализационного стояка:

1 – стояк; 2 – ревизия; 3 – крепление стальным крючком под раструб; 4 – отвод с углом 135°; 5 – пробка прочистки; 6 – забивка из смоляного каната; 7 – цементный раствор

Минимальная глубина заложения выпуска может быть определена: $H_{ном} - 0,3$ м (до низа трубы). Но при этом от верха трубы до поверхности земли должно соблюдаться расстояние не менее 0,7 м, исходя из необходимости предохранения труб от механических повреждений (рис. 3.21).

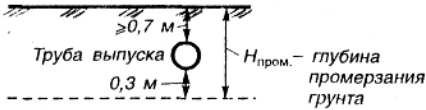


Рис. 3.21. Схема определения минимальной глубины заложения выпуска

Для прочистки внутренней канализационной сети применяют ревизии и прочистки.

Стояки прочищают с помощью ревизий, которые располагаются на стояках на высоте 1 метра от пола до центра ревизии и устанавливаются на первом и последнем этажах, а также одна ревизия на каждые три этажа (рис. 3.20).

Трубопроводы внутренней канализации прочищают с помощью прочисток (рис. 3.20). Прочистки устанавливаются:

- 1) в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более;
- 2) на поворотах сети;
- 3) на прямолинейных участках сети в зависимости от диаметра труб: при $d = 50 \text{ мм} - 8 \text{ м}$, при $d = 100 - 150 \text{ мм} - 15 \text{ м}$.

Внутренняя система канализации, как и наружная, работает в самотечном режиме с неполным заполнением труб (рис. 2.16). Наполнение для диаметра труб 50 – 100 мм следует принимать: $0,8 > H / D > 0,3$, а для $D > 100$ не более 0,6.

Скорость движения сточных вод по трубам внутренней канализации должна быть принята не менее «самоочищающей» скорости (для труб $d=150 \text{ мм}$ включительно) – $V \geq 0,7 \text{ м/с}$.

При движении сточных вод в трубах скапливаются газы. Для их удаления предусматривается вентиляция канализационных стояков, которая осуществляется выводом канализационного стояка выше кровли здания:

- при плоской – 0,3 м;
- при скатной – 0,5 м;
- при эксплуатируемой – 3 м.

Диаметр вытяжной части канализационного стояка равен диаметру его сточной части. Допускается объединение поверху вытяжных частей канализационных стояков одной секции здания (но не более 6). Выводимые выше кровли вытяжные части канализационных стояков следует размещать от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4 м (по горизонтали).

Длина выпуска из здания считается от прочистки или ближайшего стояка до оси смотрового колодца и зависит от диаметра выпуска:

<i>d</i> трубопровода, мм	50	100	150 и более
Длина выпуска, м	8	12	15

При необходимости проектирования большей длины выпуска устраивается дополнительный смотровой колодец.

Водостоки предназначены для отвода дождевых и талых вод с крыш зданий. Они делятся на *наружные* и *внутренние*. В современных зданиях устраиваются внутренние водостоки, отводящие воду по трубопроводам, расположенным внутри здания. Они надежны и просты в эксплуатации. Система внутренних водостоков состоит из водосборных воронок, которые соединяются со стояками непосредственно или с помощью отводных (подвесных или подпольных) трубопроводов, выпусков, устройств для прочистки и осмотра сети (прочистки, ревизии, смотровые колодцы).

Водосточные воронки размещают на кровле здания. На плоских неэксплуатируемых кровлях жилых зданий устанавливают одну воронку на каждую секцию, размещая их по внутренней продольной оси здания.

Стояки монтируют из стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб в отапливаемых помещениях у стен, перегородок или колонн, открыто или в бороздах стен, в коробах и шахтах.

Для прочистки водосточной сети также применяют *ревизии* и *прочистки*, конструкции которых аналогичны применяемым во внутренней канализационной сети. На водосточном стояке должна предусматриваться установка ревизии (1 м от пола) и над отступом (если таковой имеется).

Для прочистки подпольной сети предусматривают прочистки при изменении направления сети, на прямых участках на расстоянии не более 30 м друг от друга. Ревизии устанавливаются в ревизионных колодцах.

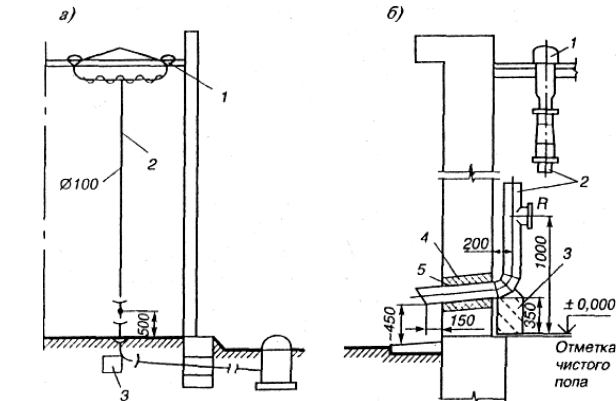


Рис. 3.22. Схема выпусков внутреннего водостока здания:

а – в ливневую канализацию; *б* – то же, на отмостку (при расчетной температуре воздуха до -5°C); 1 – водоприемная воронка; 2 – водосточный стояк; 3 – бетонный упор; 4 – теплоизоляция; 5 – цементная штукатурка

Выпуски отводят воду от стояка или объединяющей водосточной сети на отмостку около здания или в наружные сети дождевой канализации (закрытый выпуск) (рис. 3.22). При проектировании открытого водостока в районах с низкими зимними температурами на выпуске следует предусматривать установку гидрозатвора.

3.8. Конструирование дворовой системы канализации

Дворовая канализация проектируется в пределах границы канализования здания – красной линии и служит для транспортировки сточных вод самотеком от канализационных выпусков здания в контрольный колодец, а затем в колодец внутриквартальной или уличной городской канализационной сети.

На рис. 3.23 показан пример проектирования дворовой канализации.

Выпуски из здания проектируются в сторону дворового фасада (к подъездам). Колодцы КК-1, КК-2 расположены в местах присоединения выпусков канализации, колодец КК-3 – установлен на повороте линии сети. Колодец КК-4 является контрольным. На прямых

и длинных участках смотровые колодцы размещают на расстоянии друг от друга 35 м при $d = 150$ мм; 40-50 м при $d > 150$ мм.

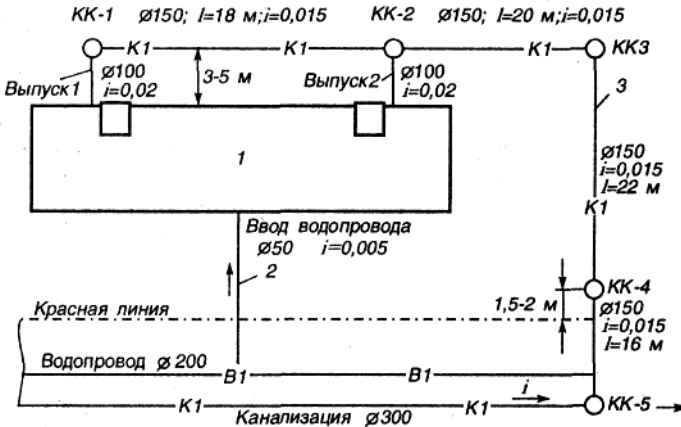


Рис. 3.23. Фрагмент генплана участка:

1 – двухподъездное здание; 2 – ввод водопровода; 3 – дворовая и уличная сети канализации K1; KK-1, KK-2 – колодцы на сети в месте присоединения выпусков из здания; KK-3 – поворотный колодец; KK-4 – контрольный перепадной колодец; KK-5 – колодец городской уличной сети (сливной колодец)

Колодцы дворовой сети выполняют из сборных железобетонных элементов диаметром 1 м.

Минимальное расстояние от стены здания до оси смотрового колодца дворовой сети принимается 3 м в сухих грунтах и 5 м – в мокрых.

Дворовая система канализации проектируется, как правило, из керамических, асбестоцементных раструбных труб, а в просадочных и вечномёрзлых грунтах – из чугунных труб. Трубы разных диаметров в колодцах дворовой сети канализации соединяются способом «шелыга в шелыгу». При таком способе соединения труб в колодцах их верхние образующие имеют одну отметку, а отметки лотков различаются на разность диаметров этих труб. Поскольку в городском колодце уличного коллектора (KK-5) дворовая канализация присоединяется к уличной сети (которая значительно заглублена по сравнению с дворовой) вышеуказанным способом, чтобы не заглублять дворовую канализацию, в контрольном колодце (KK-4), расположенном за 1,5 – 2

м от красной линии со стороны здания, запроектирован *перепад*. *Перепады* устраивают по бетонному водосливу высотой до 0,3 м в виде открытого лотка (открытый перепад) при большей высоте в виде закрытого стояка с отводами того же диаметра, что и у подводящего трубопровода. Трубы между колодцами должны иметь один общий уклон (без перегибов) и быть одного диаметра.

Уклон дворовой сети при диаметре труб 150 мм рекомендуется принимать в пределах 0,0008 – 0,0015 в сторону уличного коллектора. Он должен обеспечивать движение расчетного расхода сточных вод со скоростью не менее самоочищающей ($V \geq 0,7$ м/с) при соответствующем расчетном наполнении ($0,3 \leq H / D \leq 0,6$) для принятого диаметра труб.

3.9. Определение расчетных объемов удаляемых стоков

Расчет внутренних канализационных сетей выполняют по максимальному секундному расходу сточных вод.

Максимальный секундный расход сточных вод q^s , л/с, следует определять:

а) при общем максимальном секундном расходе воды $q^{tot} \leq 8$ л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения, обслуживающих группу приборов, по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (3.11)$$

где q_0^s - расход стоков от санитарно-технического прибора с наибольшим водоотведением;

б) в других случаях $q^s = q^{tot}$.

Максимальный секундный расход воды рассчитывается для каждого расчетного участка канализационной сети аналогично формуле (3.1):

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha \quad (3.12)$$

где q_0^{tot} - общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой).

α - коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

3.10. Гидравлический расчет канализации здания

Гидравлический расчет системы канализации заключается в выборе диаметра канализационных трубопроводов и определения уклона трубопровода, обеспечивающего транспортирование требуемого количества стоков.

Диаметр канализационных стояков следует принимать в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Угол присоединения поэтажных отводов к стояку рекомендуется принимать одинаковым для всех стояков в здании и указывать в пояснительной записке.

Диаметр участков сборного вентиляционного трубопровода, объединяющего вверху канализационные стояки, надлежит принимать, мм, не менее:

при числе санитарно-технических приборов

не более 120 100

-//- 300 125

-//- 1200 150

свыше 1200 200

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости V , м/с, и наполнение H/d таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (3.13)$$

где $K = 0,5$ - для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

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

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов - не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить условие (3.13) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм - с уклоном 0,02.

Минимальный уклон дворовой сети для труб диаметром 150 мм принимается 0,008, диаметром 200 мм – 0,005.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15 (за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м)

Определяемый уклон i представляет собой перепад высот расположения центра начального и конечного сечений канализационного канала на единице длины (1 м), обеспечивающий безнапорное движение сточных вод требуемого расхода в трубе выбранного диаметра с принятым наполнением и скоростью потока.

Таким образом, произведение $i \cdot l$ представляет собой перепад высот между расположением начальной и конечной точек расчетного участка.

При определении уровня заложения наружной части канализационной сети следует учитывать глубину промерзания грунта, принимаемую по заданию.

3.11. Методика определения отметок лотков труб дворовой канализации

Отметки лотков труб определяют для возможности составления профиля канализационной сети.

Сначала выбирают расчетное направление сети от диктующего колодца до контрольного, а затем до городского колодца уличной сети. В качестве *диктующего* колодца может быть принят колодец, к которому присоединяется выпуск из здания с минимальной глубиной заложения и наиболее удаленный от колодца городской сети. Для запроектированного варианта дворовой сети (рис. 3.23) в качестве диктующего выбран колодец КК-1, к которому присоединяется выпуск 1 из здания.

Для составления профиля канализационной сети определяют отметки лотков труб в колодцах. При этом необходимо знать диаметр сети, ее уклон, расстояние между колодцами, рельеф местности.

Чтобы определить отметку лотка трубы в любом колодце канализационной сети, необходимо от отметки лотка трубы в предыдущем колодце вычесть произведение длины участка – L на его уклон – i . При определении отметок лотков труб следует учитывать принятый способ соединения труб в колодцах.

На выпуске канализации допускается устройство перепадов:

до 0,3 м - открытых - по бетонному водосливу в лотке, входящему с плавным поворотом в колодец наружной канализации;

свыше 0,3 м - закрытых - в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

По полученным в результате расчета данным составляют профиль дворовой канализационной сети (рис. 3.24).

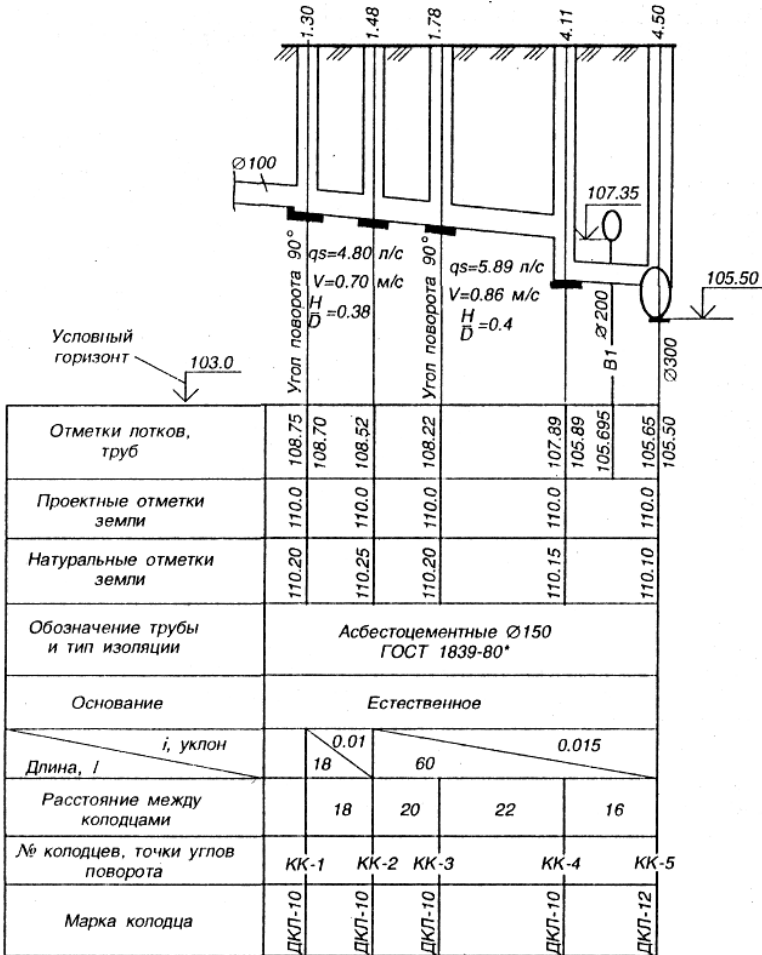


Рис. 3.24. Профиль сети дворовой канализации

При его составлении обычно принимают горизонтальный масштаб по генплану, а вертикальный может быть принят 1:50, 1:100 или 1:200.

4. Указания к выполнению РГЗ «Водоснабжение и водоотведение жилого дома»

Цель проекта – разработка проекта систем подачи холодной и горячей воды ко всем потребителям в жилом многоквартирном здании и отвода загрязненной воды после ее использования.

Исходные данные для проектирования

Данные для выполнения курсового проекта выбираются в соответствии с табл. 1, 2 приложения 1. Варианты генплана участков и варианты секции поэтажных планов приведены в приложениях 2 и 3.

Необходимо учитывать следующее: планировка этажей зданий однотипная; подвал неэксплуатируемый, расположен под всем зданием; поверхность земли участка имеет уклон в сторону проектируемого проезда; количество секций здания – 2 (вторую считать зеркально отображенной заданной); толщина перекрытия 0,3 м. Снабжение здания водой осуществляется от городского водопровода. Отвод сточных вод от жилого здания проектируется в уличную канализационную сеть города. Приготовление горячей воды по заданию предусматривается централизованное – в тепловом пункте. В качестве водоразборной арматуры умывальников и раковин приняты смесители.

Проектирование систем водопровода и канализации производится согласно СНиП 2.04.01-85*, СНиП 2.04.02-84*, СНиП 2.04.03-85.

Содержание и объем расчетно-пояснительной записки

Общая часть – исходные данные и задание на проектирование, описание объекта, характеристики санитарно-технического оборудования.

Внутренний водопровод – выбор системы и схемы, расчет внутренней водопроводной сети; описание конструкции и монтажа водопроводной сети и ввода с указанием материала, способов прокладки и присоединения к городскому водопроводу.

Внутренняя канализация – описание конструктивного решения запроектированной канализации с указанием способов прокладки и соединения труб, их материала, диаметров, уклонов; расчет выпусков; описание и расчет дворовой сети.

Расчетно-пояснительная записка должна отражать основные этапы расчета, объем записки 10 – 15 страниц формата А4.

Графическая часть должна быть выполнена на 1 – 2 листах чертежной бумаги стандартного формата.

На генплане участка в масштабе 1:500 показать здание, подсоединенное к городскому водопроводу и канализации с колодцами на них, ввод водопровода, дворовую канализационную сеть с колодцами. Необходимо указать диаметры и длины проектируемых участков сетей.

На плане подвала здания в масштабе 1:100 показать ввод водопровода, водомерный узел, ИТП, магистральные трубы, поливочные краны, стояки, выпуски канализации.

На плане типового этажа в масштабе 1:100 показать стояки, подводки водопровода и отводные трубы канализации.

Аксонметрические схемы внутренней водопроводной сети холодного и горячего водоснабжения, внутренней канализационной сети выполняются в масштабе 1:100.

Продольный профиль дворовой канализационной сети выполняется в масштабах: горизонтальный – 1:500, вертикальный 1:100.

Целесообразно планы типового этажа и подвала расположить с левой стороны чертежа один под другим, с правой – генплан участка и профиль дворовой канализации. На оставшемся пространстве листа вычерчивают аксонметрические схемы водопроводной и канализационной сетей, схему водомерного узла и ИТП ГВС.

4.1. Холодное водоснабжение

В жилых зданиях предусматривают систему хозяйственно-питьевого водоснабжения. Внутренний водопровод включает в себя следующие элементы: ввод в здание, водомерный узел, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру (рис. 4.1, 4.2).

Ввод водопровода прокладывают под прямым углом к стене здания. Длина ввода должна быть наименьшей. Ввод целесообразно проектировать в среднюю часть здания (торцевую или фасадную).

Диаметр ввода определяют расчетом. При устройстве ввода применяют стальные оцинкованные трубы.

Глубину заложения ввода с уклоном от здания принимают в зависимости от глубины заложения труб городского водопровода, и на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта. Расстояние в плане от ввода водопровода до подземных труб канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм (включительно). Ввод водопровода располагают выше пересекаемых труб канализации.

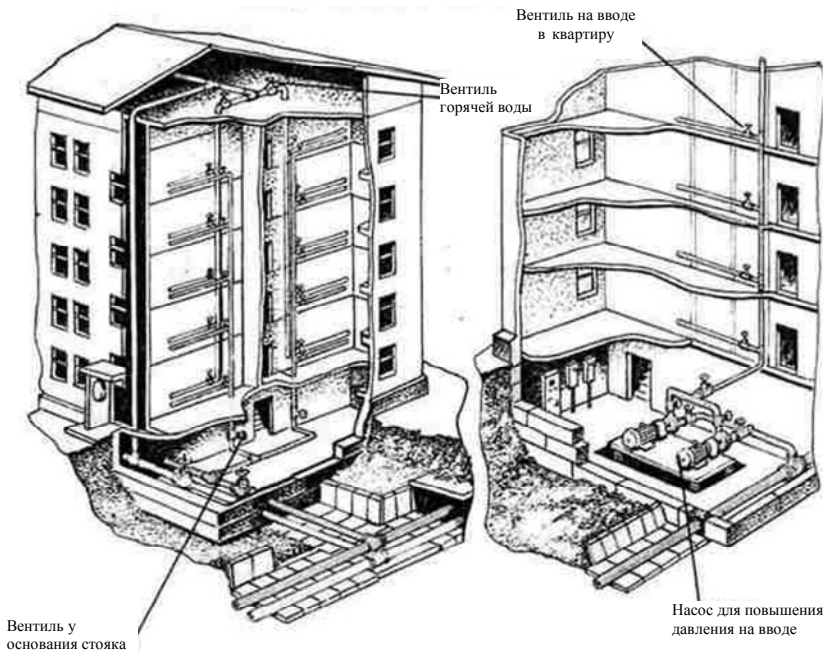


Рис. 4.1. Схема водоснабжения жилого дома.

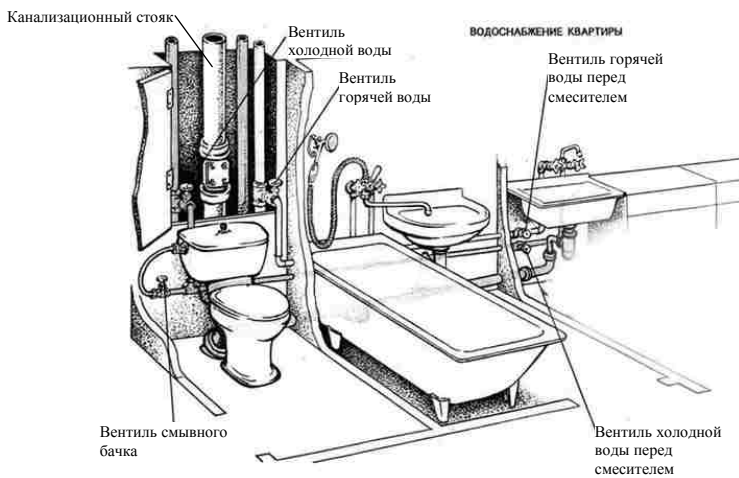


Рис. 4.2. Размещение санитарно-технического оборудования.

Для контроля водопотребления на вводе в здание и на вводе к потребителям устанавливается счетчик воды. Общий водосчетчик размещают у наружной стены. Он должен быть размещен на горизонтальном участке циферблатом вверх на высоте, обеспечивающей доступ к нему (0,5...1,2 м от пола) непосредственно за наружной стеной подвала в помещении с температурой воздуха не ниже + 2 °С. Индивидуальный счетчик размещают в помещении квартиры, вблизи стояка водопровода холодной воды.

Водосчетчики устанавливают в водомерных узлах, в состав которых входят вентили, контрольно-спускной кран, манометр, обводная линия, на которой устанавливается опломбированная задвижка. При несовпадении диаметра ввода и калибра водосчетчика до и после водосчетчика дополнительно предусматриваются переходники. Чтобы не происходило увеличения погрешности из-за возмущения потока, до счетчика воды устраивается прямой участок длиной не менее 5 условных диаметров прохода счетчика, а после него – не менее одного условного диаметра.

Внутреннюю водопроводную сеть проектируют из стальных водогазопроводных оцинкованных труб. Разводящие трубопроводы в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения делаются тупиковыми, прокладываются в подвалах, технических подпольях на 0,3 м ниже перекрытия, а при отсутствии их – в подпольных каналах первого этажа. Эти трубопроводы обычно размещаются вдоль стен и монтируются с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода.

Стояки водопровода располагают в санузлах с учетом места для размещения узлов учета потребления воды. На вводе в каждую квартиру устанавливается счетчик воды в составе водомерного узла.

Подводки от стояков к водоразборной арматуре прокладывают на 0,15 – 0,20 м выше пола.

К водоразборной арматуре, устанавливаемой в здании, относят туалетные краны умывальников, смесители моек, ванн и умывальников; поплавковые клапаны смывных бачков унитазов.

Поливочные краны устраиваются для полива прилегающей территории через 60 – 70 м по периметру здания, на высоте 0,35 м от отмостки.

На сети внутреннего водопровода устанавливается запорная арматура. При $d < 50$ мм – вентили, а при $d \geq 50$ мм – задвижки. Запорная арматура устанавливается: в водомерном узле; у основания стояков; на вводе водопровода в квартиру; у клапанов смывных бачков унитазов; у поливочных кранов; на разветвлениях магистрали. Рекомендуется установка запорной арматуры на подводках к водоразборным приборам.

На подводке к поливочному крану от сети внутреннего водопровода устанавливаются вентиль и спускной кран (пробка) для опорожнения кранов на зимний период.

Аксонетрическая схема выполняется с использованием условных обозначений санитарно-технических приборов и трубопроводов (см. прил. 4).

Аксонетрическая схема вычерчивается в масштабе поэтажного плана и должна включать в себя: ввод с указанием диаметра и отметки оси трубопровода в месте пересечения его с наружной стеной здания; условное место расположения водомерного узла; магистральный трубопровод; стояки системы с указанием на полке линии-выноски обозначения стояка; подводки к приборам с указанием их диаметра; отметки уровня осей трубопроводов; размеры горизонтальных участков трубопроводов при наличии разрывов; запорную трубопроводную арматуру; водоразборную арматуру. Если подводки к водоразборным приборам на всех этажах одинаковы, то достаточно их показать только для одного верхнего этажа. На остальных этажах показывают только ответвления от стояков в квартиры.

При большой протяженности и (или) сложном расположении трубопроводов допускается изображать их с разрывом в виде пунктирной линии. Места разрывов трубопроводов обозначают строчными буквами.

Системы хозяйственно-питьевого водопровода обозначают «В1», соответственно стояки систем – «В1-1», «В1-2» и т.д.

Для проведения гидравлического расчета водопроводной сети на аксонетрической схеме необходимо наметить расчетное направление движения воды от ввода до расчетной точки (диктующего прибора). Под диктующим прибором понимают наиболее высоко расположенную и удаленную от ввода точку с наибольшим водоразбором. По расчетному направлению определяют расчетные участки, а границы этих участков обозначают цифрами 1, 2, 3, ..., В (ввод). В пределах расчетного участка расход воды и диаметры труб остаются постоянными.

За точку № 1 принимаем наиболее удаленное от ввода водоразборное устройство. В качестве последующих берутся точки разветвления потоков (место присоединения ввода в квартиры, место присоединения стояков или группы стояков). Последней точкой является точка установки водомерного узла. Ввод рассчитывается отдельно.

Системы водоснабжения должны обеспечивать подачу воды соответствующую расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов. Определение числа обслуживаемых санитарно-технических приборов N производится по формуле:

$$N = N_{\text{кв.эт.}} \cdot N_{\text{эт.}} \cdot 4, \quad (4.1)$$

где $N_{\text{кв.эт.}}$ - число квартир на этаже, принимается по заданию;

$N_{\text{эт.}}$ - число этажей в здании, принимается по заданию.

Число потребителей холодной воды U определяется по формуле:

$$U = N_{\text{кв.эт.}} \cdot N_{\text{эт.}} \cdot u, \quad (4.2)$$

где u - средняя заселенность квартир, принимается по заданию.

Норма расхода холодной воды потребителям в час наибольшего водопотребления $q_{\text{hr},u}^c$, л/ч принимается по табл. 1 прил. 5 как:

$$q_{\text{hr},u}^c = q_{\text{hr},u}^{\text{tot}} - q_{\text{hr},u}^h. \quad (4.3)$$

где $q_{\text{hr},u}^{\text{tot}}$ - общая норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л/ч;

$q_{\text{hr},u}^h$ - норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления, л/ч

Секундный расход холодной воды расчетным водоразборным прибором q_0^c , л/с, принимается по табл. 1 прил. 5.

Вероятность действия потребителей холодной воды одной группы в здании определяем по формуле:

$$P^c = \frac{q_{\text{hr},u}^c U}{3600 q_0^c N}. \quad (4.4)$$

Максимальный расход холодной воды на расчетном участке принимается по формуле, л/с:

$$q^c = 5 q_0^c \alpha, \quad (4.5)$$

где α - коэффициент, определяемый согласно табл. 3 прил. 5 в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

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

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

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать

исходя из среднечасового расхода воды за период потребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по табл. 4 прил. 5.

Среднечасовой расход воды q_T^c , м³/ч определяются по формуле:

$$q_T^c = q_{u,m}^c / T, \quad (4.6)$$

где $q_{u,m}^c$ - расход холодной воды потребителями в сутки, м³/сут;

T - период потребления, ч (сутки – 24 часа).

Расход холодной воды потребителями за сутки $q_{u,m}^c$, м³/сут определяется по формуле:

$$q_{u,m}^c = \frac{Uq_u^c}{1000}, \quad (4.7)$$

где q_u^c - норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего потребления, л/сут (принимается согласно табл. 1 прил. 5).

Счетчик с принятым диаметром условного прохода надлежит проверять на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери напора в крыльчатых счетчиках воды не должны превышать 5,0 м.

Потери напора в счетчиках h_{cu} , м определяются по формуле:

$$h_{cu} = S (q^c)^2, \quad (4.8)$$

где S - гидравлическое сопротивление счетчика, принимаемое по табл. 4 прил. 5.

Желательно, чтобы потери напора в водомере при пропуске расчетного расхода воды были не менее 0,3 м для обеспечения точности учета минимальных расходов воды.

Счетчик подбирается для учета потребления холодной воды одной квартирой и зданием в целом.

Гидравлический расчет сети водоснабжения необходимо производить по максимальному секундному расходу воды. Целью гидравлического расчета является определение диаметров труб на расчетных участках, гидравлического сопротивления сети и необходимого напора для подачи расчетного расхода воды потребителям.

Гидравлический расчет производится по расчетной схеме, определяемой аксонометрической схемой сети.

Результаты гидравлического расчета удобно представлять в форме таблицы.

Гидравлический расчет сети холодного водоснабжения

№ участка	Длина участка l , м	N	$N \cdot P$	α	q^c , л/с	d , мм	V , м/с	Потери напора, м	
								i	H_l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Общие потери напора на трение $H_{l,tot}^c = \sum H_l$, м.

Для каждого участка сети определяются длины l из расчетной схемы системы, количество обслуживаемых приборов N , определяется произведение числа приборов на вероятность действия санитарно-технических приборов в здании $N \cdot P$ и по табл. 3 прил. 5 – коэффициент α . Далее по формуле (4.5) определяются расчетные расходы воды на каждом участке.

Диаметры трубопроводов назначаются на участках расчетной ветви, исходя из секундного расхода воды (см. табл. 5 прил. 5). При этом следует ориентироваться на экономичные скорости V от 0,7 до 1,5 м/с, но не более 3 м/с и предусматривать постоянные диаметры на всем стояке, на всей магистрали. Обычно назначаются: на подводках к приборам – 15 мм, стояк – 20...32 мм, магистраль – 40...50 мм.

Далее по таблице для гидравлического расчета (табл. 5 прил. 5) определяются скорости V и гидравлические уклоны $1000i$.

Потери напора на трение на расчетном участке определяются по формуле, м:

$$H_l = i \cdot l \quad (4.9)$$

Полные потери напора с учетом местных сопротивлений в сети определяют по формуле, м:

$$H_{tot}^c = H_{l,tot}^c (1 + k_l), \quad (4.10)$$

где k_l - следует принимать 0,3 в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий.

Необходимый (требуемый) напор в системе холодного водоснабжения определяется по формуле, м:

$$H_{tr}^c = H_{geom} + h_{сч.зод.}^c + H_{tot}^c + h_{сч.кв.}^c + H_f, \quad (4.11)$$

где H_{geom} - геометрическая высота подачи воды, определяемая по аксонометрической схеме системы, м;

$h_{сч.зод.}^c$ - потери напора в счетчике, измеряющем расход воды

зданием в целом;

H_{tot}^c - полные потери напора с учетом местных сопротивлений в сети холодного водоснабжения;

$h_{сч.кв.}^c$ - потери напора в счетчике, измеряющем расход воды в квартире;

H_f - свободный напор, м, у диктующего санитарно-технического прибора, принимаемый по табл. 2 прил. 5.

4.2. Горячее водоснабжение

В жилых зданиях предусматривают системы горячего водоснабжения (ГВС), предназначенные для подачи горячей воды потребителям и обогрева помещений ванных комнат полотенцесушителями. Системы горячего водоснабжения зданий разделяют по способам подключения к тепловым сетям на открытые и закрытые. Для поддержания требуемой температуры воды системы горячего водоснабжения выполняют с кольцеванием стояков для обеспечения циркуляции горячей воды. Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать [1]:

- а) не ниже 60 °С - для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;
- б) не ниже 50 °С - для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения;
- в) не выше 75 °С - для всех систем.

Системы горячего водоснабжения помимо распределительных стояков, подводок к водоразборной арматуре, запорной арматуры включают узлы смешения или нагрева воды. Источником водоснабжения для систем ГВС является ввод холодной воды в здание.

Внутреннюю водопроводную сеть проектируют из стальных водогазопроводных оцинкованных труб. Разводящие трубопроводы в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения прокладываются в подвалах, технических подпольях на 0,3 м ниже перекрытия, а при отсутствии их – в подпольных каналах первого этажа. Эти трубопроводы обычно размещаются вдоль стен и монтируют с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода.

Стояки горячего водоснабжения размещают в помещениях санузлов и кухонь. Присоединение водоразборных приборов к циркуляционным стоякам и циркуляционным трубопроводам не допускается.

В жилых и общественных зданиях высотой свыше 4 этажей следует

объединять группы водоразборных стояков кольцуемыми перемычками в секционные узлы с присоединением каждого секционного узла одним циркуляционным трубопроводом к сборному циркуляционному трубопроводу системы. В секционные узлы следует объединять от трех до семи водоразборных стояков. Кольцуемые перемычки следует прокладывать по теплому чердаку, по холодному чердаку под слоем теплоизоляции, под потолком верхнего этажа при подаче воды в водоразборные стояки снизу или по подвалу при подаче воды в водоразборные стояки сверху.

На стояках размещают отводы для подключения потребителей (квартир) и полотенцесушители. Полотенцесушители рекомендуется присоединять к стоякам с помощью универсальных сгонов, рабочая часть полотенцесушителя размещается в помещении ванной комнаты.

На вводе в каждую квартиру устанавливается счетчик воды в составе водомерного узла.

Подводки от стояков к водоразборной арматуре прокладывают на 0,15 – 0,20 м выше пола.

К водоразборной арматуре горячего водоснабжения, устанавливаемой в здании, относят туалетные краны умывальников, смесители моек, ванн и умывальников.

На сети внутреннего водопровода устанавливается запорная арматура. При $d < 50$ мм – вентили, а при $d \geq 50$ мм – задвижки. Запорная арматура устанавливается: в водомерном узле; у основания подающих и циркуляционных стояков; на вводе водопровода в квартиру; на разветвлениях магистрали, на кольцевой разводящей сети для обеспечения возможности выключения на ремонт ее отдельных участков (не более чем полукольца). Рекомендуется установка запорной арматуры на подводках к водоразборным приборам.

На трубопроводах следует предусматривать устройство штуцеров с запорной арматурой: условным проходом 15 мм для выпуска воздуха в высших точках всех трубопроводов и условным проходом не менее 25 мм – для спуска воды в низших точках трубопроводов воды и конденсата.

Подогрев воды теплоносителем центрального теплоснабжения осуществляется в индивидуальных тепловых пунктах. Помещения тепловых пунктов потребителей пара должны иметь не менее двух выходов независимо от габаритов помещения.

В тепловых пунктах следует предусматривать мероприятия по предотвращению превышения уровней шума, допускаемых для помещений жилых и общественных зданий.

Тепловые пункты, оборудуемые насосами (кроме бесшумных), не

допускается размещать смежно, под или над помещениями жилых квартир, спальных и игровых детских дошкольных учреждений, спальными помещениями школ-интернатов, гостиниц, общежитий, санаториев, домов отдыха, пансионатов, палатами и операционными больниц, помещений с длительным пребыванием больных, кабинетами врачей, зрительными залами зрелищных предприятий.

Число водо-водяных водоподогревателей следует принимать: два параллельно включенных в каждой ступени подогрева, рассчитанных на 50% теплового потока каждый, — для систем горячего водоснабжения.

При максимальном тепловом потоке на горячее водоснабжение до 2 МВт допускается предусматривать в каждой системе подогрева один водоподогреватель горячего водоснабжения, кроме зданий, не допускающих перерывов в подаче теплоты на горячее водоснабжение.

Грязевики в тепловых пунктах следует предусматривать:

- на подающем трубопроводе при вводе в тепловой пункт;
- на обратном трубопроводе перед регулирующими устройствами и приборами учета расходов воды и тепловых потоков – не более одного.

Распространенная схема подогрева воды в ИТП приведена на рис. 4.2.

В водоподогревателе I ступени осуществляется подогрев холодной воды в необходимом для снабжения потребителей горячей водой. После водоподогревателя I ступени вода смешивается с циркуляционной водой из обратной ветки системы ГВС и подается в водоподогреватель II подогрева, который осуществляет нагрев воды до требуемой температуры и далее вода поступает в подающую магистраль системы ГВС. При отсутствии водоразбора за счет работы циркуляционных насосов вода подается в водоподогреватель II ступени, доводится до необходимой температуры, и поступает в подающую магистраль системы ГВС. При разборе воды потребителями в подающих трубопроводах падает давление, и через водоподогреватели I ступени вода поступает в водоподогреватель II ступени и далее потребителям в здании.

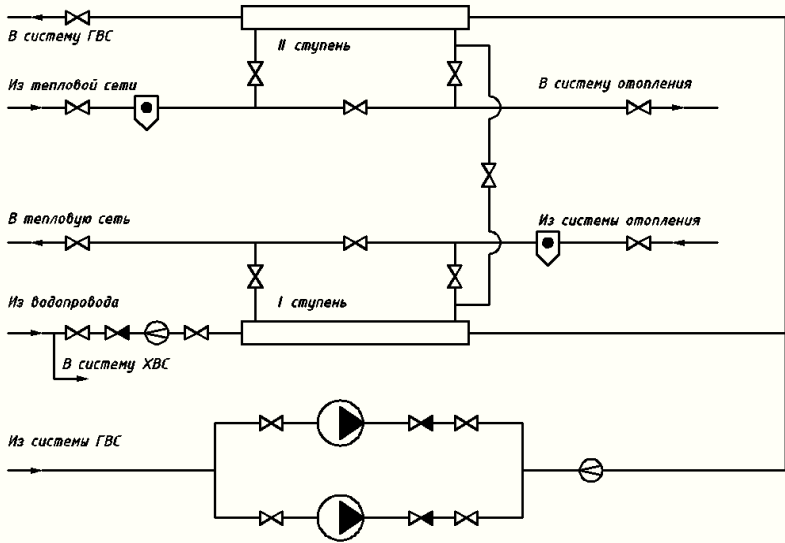


Рис. 4.2. Тепловой пункт закрытой системы теплоснабжения с двухступенчатой последовательной схемой включения подогревателей горячего водоснабжения

Одной из распространенных конструкций водоподогревателя является трубчатый водоподогреватель – рис. 4.3. секция водоподогревателя состоит из корпуса с фланцами, в котором расположена трубная решетка. Трубная решетка формируется из тонкостенных труб, развальцованных в торцевых шайбах и поддерживаемых внутри корпуса водоподогревателя опорными перегородками.

В подогревателях, предназначенных для горячего водоснабжения, греющую воду направляют в межтрубное пространство, нагреваемую – в трубки в противоположных направлениях. Этим достигается выравнивание скоростей движения сетевой и водопроводной воды, так как расход сетевой воды обычно больше, чем водопроводной.

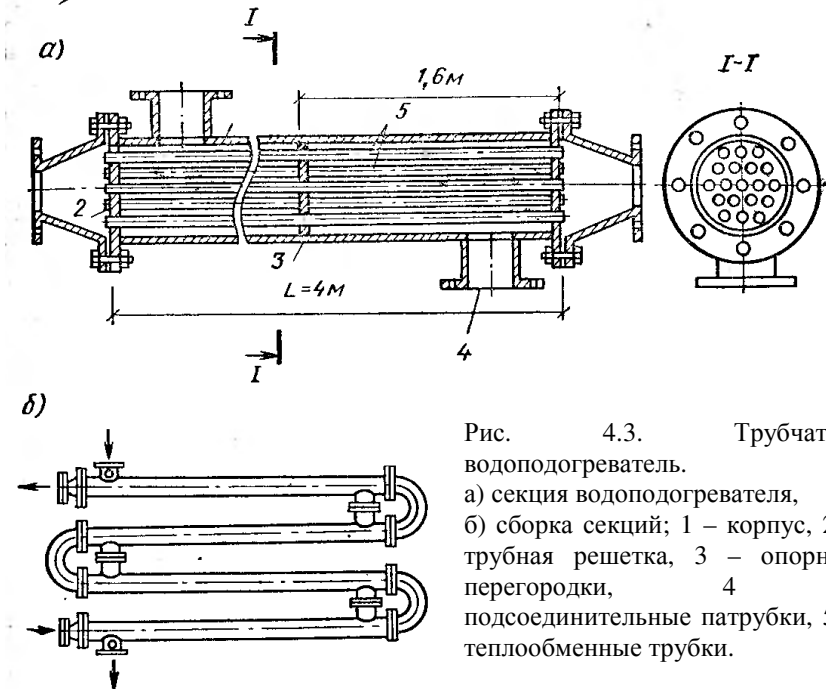


Рис. 4.3. Трубчатый водоподогреватель.

а) секция водоподогревателя,
 б) сборка секций; 1 – корпус, 2 –
 трубная решетка, 3 – опорные
 перегородки, 4 –
 подсоединительные патрубки, 5 –
 теплообменные трубки.

В комплект поставки подогревателя входят кроме корпуса входной и выходной патрубки. Патрубок для выхода нагретой воды имеет штуцер для установки термореле.

На напорной линии у каждого насоса следует предусматривать обратный клапан, задвижку и манометр, а на всасывающей - установку задвижки и манометра

Для контроля водопотребления на вводе в ИТП и на вводе к потребителям устанавливается счетчик воды. Общий водосчетчик размещают на вводе холодной воды в ИТП. Индивидуальный счетчик размещают в помещении квартиры, вблизи стояка водопровода горячей воды.

АксонOMETрическая схема выполняется с использованием условных обозначений санитарно-технических приборов и трубопроводов (см. прил. 4).

Схемы систем выполняют в аксонOMETрической фронтальной изометрической проекции в масштабе 1:100 или 1:200, узлы схем - в масштабе 1:10, 1:20 или 1:50. При небольших зданиях для схем систем принимают масштаб 1:50.

Аксонетрическая схема вычерчивается в масштабе поэтажного плана и должна включать в себя: ввод с указанием диаметра и отметки оси трубопровода в месте пересечения его с наружной стеной здания; условное место расположения водомерного узла; магистральный трубопровод; стояки системы с указанием на полке линии-выноски обозначения стояка; подводки к приборам с указанием их диаметра; отметки уровня осей трубопроводов; размеры горизонтальных участков трубопроводов при наличии разрывов; запорную трубопроводную арматуру; водоразборную арматуру; оборудование, контрольно-измерительные приборы и другие элементы систем. Если подводки к водоразборным приборам на всех этажах одинаковы, то достаточно их показать только для одного верхнего этажа. На остальных этажах показывают только ответвления от стояков в квартиры.

При большой протяженности и (или) сложном расположении трубопроводов допускается изображать их с разрывом в виде пунктирной линии. Места разрывов трубопроводов обозначают строчными буквами.

Трубопровод горячей воды для горячего водоснабжения обозначают: подающий – ТЗ, циркуляционный – Т4, соответственно стояки систем – «ТЗ-1», «ТЗ-2», ..., «Т4-1», «Т4-2» и т.д.

Для проведения гидравлического расчета водопроводной сети на аксонетрической схеме необходимо наметить расчетное направление движения воды от ввода до расчетной точки (диктующего прибора). Под диктующим прибором понимают наиболее высоко расположенную и удаленную от ввода точку с наибольшим водоразбором. По расчетному направлению определяют расчетные участки, а границы этих участков обозначают цифрами 1, 2, 3, ..., В (ввод). В пределах расчетного участка расход воды и диаметры труб остаются постоянными. Для гидравлического расчета системы в режиме циркуляции участки на циркуляционных трубопроводах обозначают аналогично подающим с добавлением символа «'», например 1', 2' и т.д.

За точку № 1 принимаем наиболее удаленное от ввода водоразборное устройство. В качестве последующих берутся точки разветвления потоков (место присоединения ввода в квартиры, место присоединения стояков или группы стояков). Последней точкой является ИТП.

Норма расхода горячей воды потребителям в час наибольшего водопотребления $q_{hr,u}^h$, л/ч и секундный расход горячей воды расчетным водоразборным прибором q_0^h , л/с принимается по табл. 1 прил. 5.

Вероятность действия потребителей горячей воды одной группы в здании определяем по формуле:

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h U}{3600 q_0^h N}. \quad (4.12)$$

Максимальный расход потребляемой горячей воды на расчетном участке принимается по формуле, л/с:

$$q^h = 5 q_0^h \alpha, \quad (4.13)$$

где α - коэффициент, определяемый согласно табл. 3 прил. 5 в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

Циркуляционный расход горячей воды в системе q^{cir} , л/с, следует определять по формуле

$$q^{cir} = \beta \sum \frac{Q^{ht}}{4,2 \Delta t} \quad (4.14)$$

где β – коэффициент разрегулировки циркуляции;

Q^{ht} – теплотери трубопроводами горячего водоснабжения, кВт;

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

Значения Q^{ht} и β в зависимости от схемы горячего водоснабжения следует определять:

- для систем, в которых не предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам, величину Q^{ht} следует определять по подающим и разводящим трубопроводам при $\Delta t = 10$ °С и $\beta = 1$;

- для систем, в которых предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением циркуляционных стояков, величину Q^{ht} следует определять по подающим разводящим трубопроводам и водоразборным стоякам при $\Delta t = 10$ °С и $\beta = 1$; при одинаковом сопротивлении секционных узлов или стояков величину Q^{ht} следует определять по водоразборным стоякам при $\Delta t = 8,5$ °С и $\beta = 1,3$;

- для водоразборного стояка или секционного узла теплотери Q^{ht} следует определять по подающим трубопроводам, включая кольцующую перемычку, принимая $\Delta t = 8,5$ °С и $\beta = 1$.

Теплотери Q^{ht} , кВт трубопроводов горячего водоснабжения определяются по формуле:

$$Q^{ht} = 0,001 \sum_i Q_{li} \quad (4.15)$$

где Q_i – удельные теплотери на 1 м длины трубопровода, принимаемые для жилых зданий, подключенных к закрытым системам теплоснабжения по табл. 9 прил. 5;

l_i – длина расчетного участка.

Результаты расчета теплопотерь отдельных участков системы ГВС сводят в табл. 4.2. При идентичном характере теплового режима стояков в соответствии с табл. 9 прилож. 5, общий циркуляционный расход Q^{ht} разделяется поровну между всеми подающими стояками.

Таблица 4.2

Расчет теплопотерь трубопроводов системы ГВС

№ участка	l_i	Q_i	$Q_i l_i$
1	2	3	4

Общие потери тепла $Q^{ht} = 0,001 \sum_i Q_i l_i$, кВт.

Гидравлический расчет подающих систем горячего водоснабжения следует производить на расчетный расход горячей воды $q^{h,cir}$ с учетом циркуляционного расхода, л/с, определяемого по формуле:

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}), \quad (4.16)$$

где k_{cir} – коэффициент, принимаемый: для водонагревателей и начальных участков систем до первого водоразборного стояка по табл. 10 прил. 5; для остальных участков сети – равным 0.

Подбор водосчетчиков для систем горячего водоснабжения производится аналогично системам холодного водоснабжения

Гидравлический расчет сети водоснабжения необходимо производить по максимальному секундному расходу воды. Целью гидравлического расчета является определение диаметров труб на расчетных участках, гидравлического сопротивления сети и необходимого напора для подачи расчетного расхода воды потребителям и обеспечения циркуляции воды при отсутствии водоразбора.

Гидравлический расчет производится по расчетной схеме, определяемой аксонометрической схемой сети. Производится расчет внутридомовой сети горячего водоснабжения на подачу расчетных расходов горячей воды потребителям и циркуляционный расчет, определяющий режим поддержания температуры подаваемой воды.

Результаты гидравлического расчета внутреннего водопровода в режиме водоразбора удобно представлять в форме таблицы.

Гидравлический расчет сети горячего водоснабжения в режиме водоразбора

№ участка	Длина участка l , м	N	$N \cdot P$	α	q^h , л/с	d , мм	V , м/с	Потери напора, м		
								i	$k_{\text{эк}}$	H_l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Общие потери напора на трение $H_{l,\text{tot}}^h = \sum H_l$, м.

Для каждого участка сети определяются длины l из расчетной схемы системы, количество обслуживаемых приборов N , определяется произведение числа приборов на вероятность действия санитарно-технических приборов в здании $N \cdot P$ и по табл. 3 прил. 5 – коэффициент α . Далее по формуле (4.13) определяются расчетные расходы воды на каждом участке.

Диаметры трубопроводов назначаются на участках расчетной ветви, исходя из секундного расхода воды (см. табл. 5 прил. 5). При этом следует ориентироваться на экономичные скорости V от 0,7 до 1,5 м/с, но не более 3 м/с и предусматривать постоянные диаметры на всем стояке, на всей магистрали. Обычно назначаются: на подводках к приборам – 15 мм, стояк – 20...32 мм, магистраль – 40...50 мм.

Расчет гидравлического сопротивления подающей линии горячего водоснабжения производится на расчетный расход, определяемый по формуле (4.16).

Далее по таблице для гидравлического расчета (табл. 5 прил. 5) определяются скорости V и гидравлические уклоны $1000i$.

Потери напора на трение в трубопроводах горячего водоснабжения на расчетном участке определяются по формуле, м:

$$H_l = i \cdot l (1 + k_{\text{эк}}) \quad (4.17)$$

где $k_{\text{эк}}$ – коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора из-за зарастания сечения труб в процессе эксплуатации, принимаемый для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов – 0,2; для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями – 0,3; для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и для циркуляционных стояков – 0,1.

Полные потери напора с учетом местных сопротивлений в сети определяют по формуле, м:

$$H_{tot}^h = H_{l,tot}^h (1 + k_l), \quad (4.18)$$

где k_l - следует принимать 0,3 в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий.

В режиме циркуляции необходимо обеспечить движение горячей воды по циркуляционным кольцам системы водоснабжения. На расчетной схеме системы выделяются параллельные циркуляционные кольца, определяются потери тепла на каждом кольце и циркуляционные расходы воды на каждом кольце и в системе в целом.

Циркуляционный расход горячей воды определяется для каждого из циркуляционных колец, если характер водоразбора на стояках идентичен, то и расходы воды в стояках будут тоже одинаковыми.

Таблица 4.4

Гидравлический расчет сети горячего водоснабжения в режиме циркуляции

№ участка	Длина участка l , м	Q_i	Q^{ht}	q^{cir} , л/с	d , мм	V , м/с	Потери напора, м		
							i	$k_{эк}$	H_l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Общие потери напора на трение $H_{l,tot}^{h,cir} = \sum H_l$, м.

Для каждого участка сети определяются длины l из расчетной схемы системы, удельные теплотопотери Q_i из табл. 9 прил. 5, потери теплоты в циркуляционном кольце Q^{ht} по формуле (4.15). Секундный расход циркулирующей воды в системе q^{cir} определяется по формуле (4.14).

Диаметры трубопроводов назначаются на участках расчетной ветви, исходя из секундного расхода воды (см. табл. 5 прил. 5). При этом следует ориентироваться на экономичные скорости V от 0,7 до 1,5 м/с, но не более 3 м/с и предусматривать постоянные диаметры на всем циркуляционном стояке.

Далее по таблице для гидравлического расчета (табл. 5 прил. 5) определяются скорости V и гидравлические уклоны $1000i$.

Потери напора в трубопроводах горячего водоснабжения в режиме циркуляции определяются так же, как и в режиме водоразбора, по формулам (4.17) и (4.18).

Потери напора в подающих и циркуляционных трубопроводах от

водонагревателя до наиболее удаленных водоразборных или циркуляционных стояков каждой ветви системы не должны отличаться для разных ветвей более чем на 10 %.

При невозможности увязки давлений в сети трубопроводов систем горячего водоснабжения путем соответствующего подбора диаметров труб следует предусматривать установку регуляторов температуры или диафрагм на циркуляционном трубопроводе системы.

Диаметр отверстий регулирующих диафрагм d_g рекомендуется определять по формуле

$$d_g = 20 \sqrt{\frac{q^h}{0,0316\sqrt{\Delta H} + 350 \frac{q^h}{d^2}}} \quad (4.19)$$

где q – расход воды, л/с;

ΔH – компенсируемый напор, м;

d – диаметр трубопровода, мм

Диаметр диафрагмы не следует принимать менее 10 мм. Если по расчету диаметр диафрагм необходимо принимать менее 10 мм, то допускается вместо диафрагмы предусматривать установку кранов для регулирования давления.

Тепловая мощность водоподогревателей ИТП должна обеспечивать нагрев максимального часового расхода горячей воды от температуры холодной сетевой воды в квартальном водоводе до 60 °С и компенсацию потерь теплоты при циркуляционном движении воды в отсутствии водоразбора.

Возможность подачи водоразборным прибором нормируемого количества горячей воды определяется по формуле:

$$P_{hr}^h = \frac{3600 P^h q_0^h}{q_{0,hr}^h} \quad (4.20)$$

где P^h – вероятность действия потребителей горячей воды одной группы в здании, определяется по формуле (4.4) для соответствующих расходов горячей воды;

q_0^h – расход горячей воды санитарно-техническим прибором, л/с, принимается по табл. 1 прил. 5;

$q_{0,hr}^h$ – расход горячей воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимаемый согласно табл.1 прил. 5.

Расход воды в час наибольшего водопотребления определяется по формуле:

$$q_{hr}^h = 0,005 q_{0,hr}^h \alpha_{hr} \quad (4.21)$$

где α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно табл. 3 прил. 5 в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P_{hr} .

Тепловой поток Q_{hr}^h , кВт на нужды горячего водоснабжения в течении часа наибольшего водопотребления определяется по формуле:

$$Q_{hr}^h = 1,16 q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht} \quad (4.22)$$

где t^c – температура холодной воды в сети водопровода, при отсутствии данных принимается равной 5 °С.

Таким образом, для нагрева холодной воды, поступающей из наружных сетей, требуется $Q_{hr}^h - Q^{ht}$ тепла, для поддержания требуемой температуры горячей воды при отсутствии водоразбора требуется Q^{ht} тепла. Водоподогреватели I ступени осуществляют нагрев воды, поступающей из наружных сетей, а II ступени – компенсируют потери тепла циркулирующей по системе ГВС воды.

Водонагреватели рассчитываются на обеспечение максимального часового расхода горячей воды q_{hr}^h :

$$F = \frac{q_{hr}^h}{3600V}, \quad (4.23)$$

где V – рекомендуемая скорость движения воды в водонагревателе ($V = 1$ м/с).

По каталогу водонагревателей (табл. 11, прил. 5) подбирается марка нагревателя, имеющая близкую площадь сечения трубок F_m и определяется фактическая скорость движения нагреваемой воды:

$$V_\phi = \frac{q_{hr}^h}{3600F_m}. \quad (4.24)$$

Подбор водоподогревателей систем ГВС осуществляется по площади теплообмена (площади контакта теплоносителя и нагреваемой среды). Требуемая поверхность нагрева определяется по формуле:

$$f = \frac{1,1Q_{hr}^h}{k \cdot \Delta t}, \quad (4.25)$$

где k – коэффициент теплопередачи водоподогревателя, принимаемый по табл. 12, прил. 5, скорость теплоносителя принимать 1,0...2,5 м/с;

Δt – температурный напор:

$$\Delta t = \frac{(\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min})}{\ln\left(\frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}\right)}, \quad (4.26)$$

где Δt_{\max} и Δt_{\min} – наибольшая и наименьшая разности температур между теплоносителем и нагреваемой водой по концам теплообменника. Температура подаваемой воды из городского водопровода равна 5 °С, температура подаваемой горячей воды – 55 °С; температура подаваемого теплоносителя – 90 °С, возвращаемого – 70 °С.

Количество секций водоподогревателя рассчитывается по формуле:

$$n = f / f_0 \quad (4.27)$$

где f_0 – площадь нагрева одной секции (табл. 11, прил. 5).

Потери напора в водоподогревателе определяются по формуле:

$$H_{en} = 0,75 k_3 V_{\phi}^2 n \quad (4.28)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий зарастание поверхности теплообмена (принимается 2...3).

Циркуляция воды в системе ГВС при отсутствии водоразбора осуществляется насосом. Подбор насоса осуществляется на обеспечение подачи циркуляционного расхода воды $q^{h,cir}$ при развиваемом насосом напоре $H_{tot}^{h,cir}$. Зависимость подачи от развиваемого насосом напора называется характеристикой насоса. Характеристики циркуляционных насосов приведены в приложении 6 в виде графика в координатах подача q – развиваемый напор H . Подбор насоса осуществляется таким образом, чтобы рабочая точка насоса $q^{h,cir}$, $H_{tot}^{h,cir}$ обеспечивала небольшой запас по давлению ΔH (см. рис. 4.4).

Определение требуемого напора для подачи горячей воды производится аналогично холодной воде:

$$H_{mp}^h = H_{en} + H_{geom} + h_{сч.зд.}^h + H_{tot}^h + h_{сч.кв.}^h + H_f \quad (4.29)$$

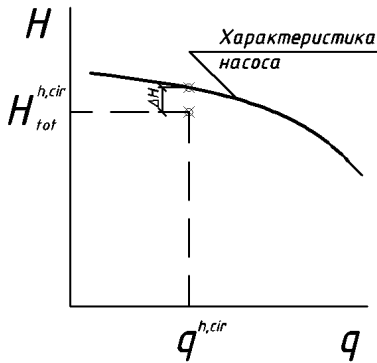


Рис. 4.4. Характеристика насоса при работе на сеть

4.3. Размещение и гидравлический расчет вводной линии водоснабжения

Ввод – это трубопровод, соединяющий наружный водопровод с внутренним водопроводом здания.

Узел присоединения (врезки) ввода, состоящий из тройника и задвижки (для возможности отключения ввода на ремонт), размещается в колодце (диаметром не менее 700 мм) в месте его присоединения к наружному водопроводу. Подземный трубопровод прокладывается с уклоном 0,003 — 0,005 в сторону наружной сети.

Ввод водопровода проектируется по возможности по кратчайшему расстоянию к зданию.

При расчетном диаметре (d до 65 мм) ввод может быть запроектирован из стальных водогазопроводных труб, соединяемых на сварке с обязательной противокоррозионной гидроизоляцией, с применением рулонных гидроизоляционных материалов по ГОСТ 30547 — 97. При диаметре ($d \geq 65$ мм) применяются чугунные раструбные трубы с обязательной заделкой стыка.

Минимальную глубину заложения ввода можно принять ниже глубины промерзания грунта на 0,5 м (до низа трубы). Пересечение ввода со стенами подвала следует выполнять в сухих грунтах с зазором 0,2 м между трубопроводом и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене водонепроницаемыми и газонепроницаемыми (в газифицированных районах) эластичными материалами. В мокрых грунтах пересечение трубы ввода со стеной подвала устраивается с

помощью сальниковых уплотнений.

Вероятность действия потребителей воды в здании определяем по формуле:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} U}{3600 q_0^{tot} N}, \quad (4.30)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по табл. 1 прил. 5;

q_0^{tot} – расход воды расчетным водоразборным прибором, л/с принимается по табл. 1 прил. 5;

U – общее число потребителей воды в здании;

N – общее число обслуживаемых санитарно-технических приборов в здании.

Максимальный расход воды на вводе принимается по формуле, л/с:

$$q^{tot} = 5 q_0^{tot} \alpha, \quad (4.31)$$

где α – коэффициент, определяемый согласно табл. 3 прил. 5 в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

Диаметр ввода назначается исходя из секундного расхода воды (см. табл. 5 прил. 5). При этом следует ориентироваться на экономичные скорости V от 0,7 до 1,5 м/с, но не более 3 м/с

Далее по таблице для гидравлического расчета (табл. 5 прил. 5) определяются скорости V и гидравлические уклоны $1000i$.

Потери напора на трение на вводе определяются по формуле, м:

$$H_l = i \cdot l \quad (4.32)$$

где l – длина ввода, определяется исходя из генплана участка.

Требуемый напор в наружной сети для подачи холодной воды потребителям определяется по формуле:

$$H_{mp} = H_{mp}^c + H_l. \quad (4.33)$$

Требуемый напор в наружной сети для подачи горячей воды потребителям определяется по формуле:

$$H_{mp} = H_{mp}^h + H_l. \quad (4.34)$$

Больший из рассчитанных требуемых напоров должен быть равен или меньше гарантийного напора, $H_{mp} \leq H_g$. При несоблюдении этого условия следует увеличить диаметры труб на отдельных участках. Это позволит снизить потери напора в сети и отказаться от установки дорогостоящих водоповысительных установок.

4.4. Канализация здания

Внутренняя канализация представляет собой систему трубопроводов и инженерных устройств, предназначенных для отвода сточных вод от санитарно-технических приборов в сеть дворовой канализации. В зданиях жилых домов предусматривают систему бытовой канализации.

Внутренняя бытовая канализация зданий состоит из приемников сточной жидкости с гидравлическими затворами, отводных канализационных труб от приборов, стояков (с вентиляционными вытяжками), присоединенных через выпуски из здания к смотровым колодцам дворовой канализации.

Решение схемы внутренней канализации производится в соответствии с расположением санитарных приборов на этажах здания. При проектировании сетей внутренней канализации необходимо придерживаться следующих основных правил: внутренние канализационные сети прокладываются двумя способами: открыто – в подвалах, подсобных и вспомогательных помещениях и скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, в панелях, в вертикальных шахтах, под плинтусом в полу. Участки внутренней канализационной сети монтируются прямолинейно без изломов и изгибов. Отводные канализационные трубопроводы от приборов к стоякам следует прокладывать по стенам, под потолком нижерасположенного нежилого помещения, в междуэтажном перекрытии или по полу этажа.

Отводные линии и стояки не должны пересекать дверные проемы, окна и перерезать несущие балки. Кроме того, запрещается прокладка отводных подвесных трубопроводов над жилыми помещениями, в кухнях и продуктовых складах. Длина отводных канализационных труб в междуэтажных перекрытиях не должна превышать 10 м.

Канализационные стояки в жилых зданиях, транспортирующие сточные воды от отводных линий приборов, следует размещать по капитальным стенам и в местах расположения наибольшего количества приемников сточных вод в монтажных шахтах, блоках и кабинах (как правило, вблизи унитаза). Канализационные стояки должны иметь по всей высоте одинаковый диаметр. Если к стояку присоединяется хотя бы один унитаз, диаметр стояка должен быть не менее 100 мм.

Каждый канализационный стояк должен быть выведен выше здания на высоту: от неэксплуатируемой кровли – 0,5 м; от эксплуатируемой кровли – 3 м; от обреза сборной вентиляционной шахты – 0,1 м. Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру сточной части стояка. Флюгарки на вентиляционных

стояках не устанавливаются.

Выпуски внутренней канализации прокладывают под потолком или под полом подвала с уклоном в сторону дворовой канализации. За пределами здания канализационные выпуски прокладываются с учетом глубины промерзания. Диаметр выпуска принимают конструктивно, не менее максимального диаметра стояка, присоединяемого к выпуску, и проверяют расчетом. Канализационные выпуски присоединяют к дворовой канализационной сети в колодце под углом не менее 90° . при большом количестве стояков рекомендуется организовывать несколько выпусков из здания в дворовую сеть. Минимальное расстояние между стеной здания и осью колодца принимают 3 м. Внутренние канализационные сети выполняются из чугунных или пластмассовых канализационных раструбных труб.

Дворовая канализационная сеть устраивается из керамических или асбестоцементных безнапорных труб. Диаметр труб определяется расчетом и принимается не менее 150 мм. Начальная глубина заложения дворовой сети определяется глубиной заложения выпуска в начале сети. Наименьшая глубина заложения канализационных труб до низа лотка принимается на 0,3 м выше глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м до верха трубы. Смотровые колодцы устраивают из сборных железобетонных элементов $D = 1,0$ м и располагают на выпусках, на поворотах и на прямых участках (через 35 – 50 м). Контрольный колодец размещают в конце дворовой сети на расстоянии 1 – 2 м до красной линии.

Присоединение выпусков канализации к дворовой сети и дворовой сети к уличной делается «шелыга в шелыгу». Перепад в случае необходимости следует предусматривать в контрольном колодце.

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий или прочисток:

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

в жилых зданиях высотой 5 этажей и более - не реже чем через три этажа;

в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки;

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

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие

допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками надлежит принимать согласно табл. 6. прил. 5

АксонOMETрическая схема внутренней канализации вычерчивается в масштабе поэтажного плана. АксонOMETрическая схема должна включать в себя: выпуск с указанием диаметра, уклона, длины, отметки лотка трубопровода в месте пересечения с наружной стеной здания; отводные трубопроводы с указанием диаметра, уклона и отметки лотка; размеры горизонтальных участков трубопроводов при наличии разрывов; стояки системы с указанием на полке линии-выноски обозначения стояка; санитарные приборы, прочистки, ревизии, гидрозатворы (условными обозначениями).

Если отводящие участки от санитарно-технических приборов на всех этажах одинаковы, то достаточно их показать для одного верхнего этажа. На остальных этажах показать только подключение к стояку.

Системы бытовой канализации обозначают «К1», соответственно стояки систем – «К1-1», «К1-2» и т.д.

Для проведения гидравлического расчета канализационной сети на аксонOMETрической схеме необходимо наметить расчетное направление движения воды от расчетной точки (диктующего прибора) до ввода. Под диктующим прибором понимают наиболее высоко расположенную и удаленную от ввода точку с наибольшим стоком. По расчетному направлению от врезки стояка во внутреннюю сборную сеть определяют расчетные участки, а границы этих участков обозначают цифрами 1, 2, 3, ..., СК (сливной колодец). В пределах расчетного участка расход стоков и диаметры труб остаются постоянными.

За точку № 1 принимаем наиболее удаленный от квартальной сети приемник сточных вод. В качестве последующих берутся точки слияния потоков (место присоединения выпуска из квартиры, место присоединения стояков или группы стояков). Последней точкой является слив в квартальную канализацию.

Расчет внутренних канализационных сетей выполняют по максимальному секундному расходу сточных вод.

Максимальный секундный расход сточных вод q^s , л/с, следует определять:

а) при общем максимальном секундном расходе воды $q^{tot} \leq 8$ л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения, обслуживающих группу приборов, по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (4.35)$$

где q_0^s - расход стоков от санитарно-технического прибора с наибольшим водоотведением (см. табл. 2 прил. 5);

б) в других случаях $q^s = q^{tot}$.

Максимальный секундный расход воды рассчитывается для каждого расчетного участка канализационной сети аналогично формуле (4.5):

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha \quad (4.36)$$

где q_0^{tot} - общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), принимаемый согласно табл.1 прил. 5.

α - коэффициент, определяемый согласно табл. 3 прил. 5 в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

Гидравлический расчет системы канализации заключается в выборе диаметра канализационных трубопроводов и определения уклона трубопровода, обеспечивающего транспортирование требуемого количества стоков.

Диаметр канализационных стояков следует принимать по табл. 7 приложения 5 в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Угол присоединения поэтажных отводов к стояку рекомендуется принимать одинаковым для всех стояков в здании и указывать в пояснительной записке.

Диаметр участков сборного вентиляционного трубопровода, объединяющего сверху канализационные стояки, надлежит принимать, мм, не менее:

при числе санитарно-технических приборов		
не более	120	100
-//-	300	125
-//-	1200	150
свыше	1200	200

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости V , м/с, и наполнение H/d в соответствии с табл. 8 прил. 5 таким образом, чтобы было выполнено условие

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (4.37)$$

где $K = 0,5$ - для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;
 $K = 0,6$ - для трубопроводов из других материалов.

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов - не менее 0,3.

Результаты гидравлического расчета удобно сводить в таблицу.

Таблица 4.5

Гидравлический расчет системы канализации

№ участка	q^s , л/с	l , м	d , мм	H/D	V , м/с	$V\sqrt{\frac{H}{d}}$	i	H_l , м	Отметки, м	
									начала участка	конца участка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

В тех случаях, когда выполнить условие (4.37) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм - с уклоном 0,02.

Минимальный уклон дворовой сети для труб диаметром 150 мм принимается 0,008, диаметром 200 мм – 0,005.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15 (за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м)

Определенный по табл. 8 прил. 5 уклон i представляет собой перепад высот расположения центра начального и конечного сечений канализационного канала на единице длины (1 м), обеспечивающий безнапорное движение сточных вод требуемого расхода в трубе выбранного диаметра с принятым наполнением и скоростью потока.

Таким образом, произведение $i \cdot l$ представляет собой перепад высот между расположением начальной и конечной точек расчетного участка.

При определении уровня заложения наружной части канализационной сети следует учитывать глубину промерзания грунта, принимаемую по заданию.

По результатам расчета канализационной сети строим продольный профиль дворовой сети. Построение ведем со стороны колодца 1 до контрольного колодца К.К. и со стороны существующего колодца С.К. до контрольного.

На выпуске канализации допускается устройство перепадов:

до 0,3 м - открытых - по бетонному водосливу в лотке, входящему с плавным поворотом в колодец наружной канализации;

свыше 0,3 м - закрытых - в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

5. Пример выполнения РГЗ «Водоснабжение и водоотведение жилого дома»

Исходные данные

Высота этажа (от пола до пола), м	3,1
Количество этажей	6
Гарантийный напор, м	36
Глубина промерзания грунта, м	1,8
Уклон трубы городской канализации	0,009
Абсолютная отметка, м:	
пола первого этажа	109,0
поверхности земли у здания	108,4
верха трубы горводопровода	106,2
лотка колодца горканализации	105,0
Расстояние, м:	
от красной линии до здания L1	5
от здания до городского канализационного колодца L2	23
Диаметр трубы, мм:	
городского водопровода	150
городской канализации	250
Высота подвала (от пола подвала до пола 1 эт), м	2,4
Средняя заселенность квартир u	3,3
Начальная температура теплоносителя t_1 , °C	90
Конечная температура теплоносителя t_2 , °C	70

В состав РГЗ входят следующие графические материалы:

1. Генплан участка;
2. Профиль дворовой канализации;
3. План типового этажа;
4. План подвала;
5. Аксонометрическая схема водопровода холодной воды;
6. Аксонометрическая схема водопровода горячей воды;
7. Аксонометрическая схема канализации;
8. Схема водомерного узла;
9. Схема ИТП ГВС.

Система холодного водоснабжения здания

Для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды в здании принимается система хозяйственно-питьевого водоснабжения, подающая

воду в санитарно-технические приборы, установленные в квартирах и обслуживающие потребителей (жителей).

Водопроводная сеть в здании монтируется из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75*. В качестве водоразборной арматуры используются смесители.

Водопроводная сеть здания принята с нижней разводкой. Магистраль проложена по подвалу. Магистральные трубопроводы системы водоснабжения и подводки к поливочным кранам прокладываются с уклоном 0,002 в сторону ввода. Коллективный водосчетчик располагается на вводе у наружной стены здания на высоте 1 м от пола подвала.

По результатам конструирования построена аксонометрическая схема внутреннего водопровода, на основе которой принята расчетная схема (рис. 5.3).

Для упрощения расчета за расчетную точку 1 принимается точка ответвления в квартиру на 6-м этаже ст. В1-6.

Определение расчетных расходов воды и подбор приборов учета расхода воды

Система водоснабжения хозяйственно-питьевого назначения рассчитывается на пропуск максимальных секундных расходов воды.

Определяем общее количество обслуживаемых санитарно-технических приборов и число потребителей холодной воды по формулам (4.1) и (4.2)

$$N = 6 \cdot 6 \cdot 4 = 144 \text{ шт};$$

$$U = 6 \cdot 6 \cdot 3,3 = 119 \text{ чел.}$$

По табл. 1 прил. 5 принимаем норму расхода холодной воды потребителем в час наибольшего водопотребления и секундный расход воды расчетным прибором:

$$q_{hr,u}^c = 15,6 - 10 = 5,6 \text{ л/ч};$$

$$q_0^c = 0,2 \text{ л/с.}$$

Находим вероятность действия санитарно-технических приборов в здании по формуле (4.4):

$$P^c = \frac{5,6 \cdot 119}{3600 \cdot 0,2 \cdot 144} = 0,0064.$$

По значению произведения $N \cdot P^c = 144 \cdot 0,0064 = 0,92$ из табл. 3 прил. 5 находим $\alpha = 0,927$.

Максимальный секундный расход холодной воды на нужды здания

по формуле (4.5) составляет:

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,927 = 0,927 \text{ л/с.}$$

Для учета количества потребленной воды жителями дома подберем коллективный водосчетчик. Диаметр условного прохода водосчетчика выбирается на основании среднечасового расхода воды потребителями. Суточное потребление холодной воды жителями дома по формуле (4.7) составит:

$$q_{u,m}^c = \frac{119 \cdot 180}{1000} = 21,42 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Среднечасовой расход воды составит (4.6):

$$q_T^c = \frac{21,42}{24} = 0,89 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По табл. 4 прил. 5 подбираем счетчик с диаметром условного прохода Ду=20 мм с сопротивлением $S = 5,18 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

По формуле (4.8) находим потери напора в счетчике при пропуске максимального секундного расхода воды и сравниваем их с нормативными:

$$h_{cu}^c = 5,18 \cdot 0,927^2 = 4,45 \text{ м} < 5 \text{ м.}$$

Суточное потребление холодной воды жителями квартиры по формуле (4.7) составит:

$$q_{u,m}^c = \frac{3,3 \cdot 180}{1000} = 0,59 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Среднечасовой расход воды квартирой составит (4.6):

$$q_T^c = \frac{0,59}{24} = 0,025 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По табл. 4 прил. 5 подбираем счетчик с диаметром условного прохода Ду=15 мм с сопротивлением $S = 14,5 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

Для потребителей одной квартиры $N \cdot P^c = 4 \cdot 0,0064 = 0,026$ из табл. 3 прил. 5 находим $\alpha = 0,228$.

Максимальный секундный расход холодной воды для одной квартиры составляет:

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,228 = 0,228 \text{ л/с.}$$

Гидравлическое сопротивление счетчика на входе в квартиру составляет:

$$h_{cu}^c = 14,5 \cdot 0,228^2 = 0,75 \text{ м} < 5 \text{ м}.$$

Гидравлический расчет распределительной внутридомовой сети

Гидравлический расчет сети водоснабжения необходимо производить по максимальному секунднему расходу воды. Величины расхода воды расчетным водоразборным прибором и вероятности использования прибора остаются постоянным для всех потребителей в здании.

Диаметр подводок к приборам принимаем равным 15 мм.

Расчет сети производится по расчетной схеме (рис. 5.3). Длины участков определены из аксонометрической схемы системы.

Результаты гидравлического расчета сведены в табл. 5.1.

Полные потери напора в системе холодного водоснабжения рассчитываем по формуле (4.10):

$$H_{tot}^c = 2,67 \cdot (1 + 0,3) = 3,47 \text{ м}$$

Геометрическая высота подачи воды определяется по аксонометрической схеме. Высота расположения диктующего прибора равна 16,6 м. Абсолютная отметка пола первого этажа составляет 109,0 м, тогда абсолютная отметка диктующего прибора составляет 125,6 м. Абсолютная отметка земли в месте врезки в квартальный водовод составляет 108,4 м, тогда геометрическая высота подачи воды будет равна:

$$H_{geom} = 125,6 - 108,4 = 17,2 \text{ м}.$$

Гарантированный свободный напор у диктующего прибора принимаем по табл. 2 прил. 5:

$$H_f = 3 \text{ м}.$$

Требуемый напор на вводе для системы холодного водоснабжения определим по формуле (4.11):

$$H_{np}^c = 17,2 + 4,45 + 3,47 + 0,75 + 3 = 28,88 \text{ м}$$

Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения

№ уч-ка	Длина уч-ка l , м	N	$N \cdot P$	α	q^c , л/с	d , мм	V , м/с	Потери напора, м	
								i	H_l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	3,1	4	0,026	0,228	0,228	25	0,37	0,0209	0,065
2-3	3,1	8	0,051	0,273	0,273	25	0,56	0,0433	0,13
3-4	3,1	12	0,077	0,315	0,315	25	0,56	0,0433	0,13
4-5	3,1	16	0,103	0,343	0,343	25	0,56	0,0433	0,13
5-6	3,1	20	0,128	0,378	0,378	25	0,75	0,0735	0,23
6-7	4,15	24	0,154	0,405	0,405	25	0,75	0,0735	0,3
7-8	6,35	48	0,308	0,534	0,534	32	0,52	0,0252	0,16
8-9	13,8	72	0,463	0,652	0,652	32	0,63	0,0365	0,5
9-10	6,35	96	0,617	0,755	0,755	32	0,73	0,0484	0,3
10-11	1,35	120	0,771	0,849	0,849	32	0,84	0,0619	0,08
11-12	6,6	144	0,925	0,927	0,927	32	1,05	0,0936	0,62
								$H_{l,tot}^c$	2,67

Горячее водоснабжение

Для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды в здании принимается система хозяйственно-питьевого водоснабжения, подающая воду в санитарно-технические приборы, установленные в квартирах и обслуживающие потребителей (жителей).

Водопроводная сеть в здании монтируется из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75*. В качестве водоразборной арматуры используются смесители.

Водопроводная сеть здания принята с нижней разводкой. Магистраль проложена по подвалу. Магистральные трубопроводы системы водоснабжения прокладываются с уклоном 0,002 в сторону ИТП. Коллективный водосчетчик располагается на вводе в ИТП на высоте 1 м от пола подвала.

ИТП размещен под лестничной шахтой в подвале здания. Температура воды в системе ГВС принята 55 °С.

Циркуляционные стояки размещаются в монтажной нише по стоякам ТЗ-2 и ТЗ-5. Кольцующие переемы прокладываются по чердаку здания. В верхних точках системы предусмотрены вентили условным проходом 15 мм для удаления воздуха из системы.

По результатам конструирования построена аксонометрическая схема внутреннего водопровода, на основе которой принята расчетная схема (рис. 5.5).

Для упрощения расчета за расчетную точку 1 принимается точка ответвления в квартиру на 6-м этаже ст. ТЗ-6.

Определение расчетных расходов у потребителей и циркуляционных расходов в системах централизованного горячего водоснабжения

По табл. 1 прил. 5 принимаем норму расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления и секундный расход воды расчетным прибором:

$$q_{hr,u}^h = 10 \text{ л/ч};$$

$$q_0^h = 0,2 \text{ л/с}.$$

Находим вероятность действия санитарно-технических приборов в здании по формуле (4.12):

$$P^h = \frac{10 \cdot 119}{3600 \cdot 0,2 \cdot 72} = 0,023.$$

По значению произведения $N \cdot P^h = 72 \cdot 0,023 = 1,65$ из табл. 3 прил. 5 находим $\alpha = 1,283$.

Максимальный секундный расход горячей воды на нужды здания составляет:

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,283 = 1,283 \text{ л/с}.$$

Для учета количества потребленной воды жителями дома подберем коллективный водосчетчик. Диаметр условного прохода водосчетчика выбирается на основании среднечасового расхода воды потребителями. Суточное потребление горячей воды жителями дома по формуле (4.7) составит:

$$q_{u,m}^h = \frac{119 \cdot 120}{1000} = 14,28 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Среднечасовой расход воды составит (4.6):

$$q_T^h = \frac{14,28}{24} = 0,595 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По табл. 4 прил. 5 подбираем счетчик с диаметром условного прохода Ду=25 мм с сопротивлением $S = 2,64 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

По формуле (1.8) находим потери напора в счетчике при пропуске максимального секундного расхода воды и сравниваем их с

нормативными:

$$h_{cq}^h = 2,64 \cdot 1,283^2 = 4,34 \text{ м} < 5 \text{ м.}$$

Суточное потребление холодной воды жителями квартиры по формуле (4.7) составит:

$$q_{u,m}^h = \frac{3,3 \cdot 120}{1000} = 0,4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Среднечасовой расход воды квартирой составит (4.6):

$$q_T^c = \frac{0,4}{24} = 0,0165 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По табл. 4 прил. 5 подбираем счетчик с диаметром условного прохода Ду=15 мм с сопротивлением $S = 14,5 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

Для потребителей одной квартиры $N \cdot P^h = 4 \cdot 0,0023 = 0,092$ из табл. 3 прил. 5 находим $\alpha = 0,333$.

Максимальный секундный расход горячей воды для одной квартиры составляет:

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,333 = 0,333 \text{ л/с.}$$

Гидравлическое сопротивление счетчика на входе в квартиру составляет:

$$h_{cq}^h = 14,5 \cdot 0,333^2 = 1,61 \text{ м} < 5 \text{ м.}$$

Для поддержания повышенной температуры в помещениях ванн и комнат в системах ГВС организуется циркуляция горячей воды в трубопроводах.

Теплопотери трубопроводов горячего водоснабжения определяются на основании удельных теплопотерь на 1 м длины.

Результаты расчета потерь тепла трубопроводами системы ГВС сведены в табл. 5.2.

Общие потери тепла трубопроводами ГВС составляют:

$$Q^{ht} = 4,91, \text{ кВт.}$$

Необходимый циркуляционный расход в системе ГВС при одинаковой схеме стояков составляет (4.14) при $\beta = 1$ и $\Delta t = 8,5^\circ\text{C}$:

$$q^{cir} = 1 \frac{4,91}{4,2 \cdot 8,5} = 0,14 \text{ л/с}$$

Расчет тепловпотерь трубопроводов системы ГВС

№ участка	l_i	Q_i	$Q_i l_i$
1	2	3	4
Ст. Т3-1	18,6	24,01	446,6
Ст. Т3-2	18,6	24,01	446,6
Ст. Т3-3	18,6	24,01	446,6
Ст. Т3-4	18,6	24,01	446,6
Ст. Т3-5	18,6	24,01	446,6
Ст. Т3-6	18,6	24,01	446,6
Ст. Т4-1 (чердак)	3,7	10,44	38,6
Ст. Т4-1	18,6	23,2	431,5
Ст. Т4-1 (подвал)	24,5	12,64	309,7
Ст. Т4-2 (чердак)	3,15	10,44	32,9
Ст. Т4-2	18,6	23,2	431,5
Ст. Т4-2 (подвал)	3,6	12,64	45,5
Распределительные трубопроводы	43,1	21,81	940,0

Гидравлический расчет распределительной внутридомовой сети и циркуляционных участков

Гидравлический расчет сети водоснабжения необходимо производить по максимальному секундному расходу воды. Величины расхода воды расчетным водоразборным прибором и вероятности использования прибора остаются постоянным для всех потребителей в здании.

Диаметр подводов к приборам принимаем равным 15 мм.

Расчет сети производится по расчетной схеме (рис. 5.5). Длины участков определены из аксонометрической схемы системы.

Результаты гидравлического расчета сведены в табл. 5.3.

Полные потери напора в системе горячего водоснабжения рассчитываем по формуле (4.18):

$$H_{tot}^h = 3,7 \cdot (1 + 0,3) = 4,8 \text{ м}$$

В режиме циркуляции необходимо обеспечить движение горячей воды по циркуляционным кольцам системы водоснабжения. На расчетной схеме системы выделяются параллельные циркуляционные кольца, определяются потери тепла на каждом кольце и циркуляционные расходы воды на каждом кольце и в системе в целом. В здании принимается

объединение стояков по 3 в 2 секционных узла с последующим возвратом циркуляционной воды в ИТП.

Таблица 5.3.

**Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения
в режиме водоразбора**

№ уч-ка	Длина уч-ка l , м	N	$N \cdot P$	α	q^h , л/с	d , мм	V , м/с	Потери напора, м		
								i	$k_{эк}$	H_l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	3,1	2	0,046	0,265	0,265	25	0,56	0,043	0,3	0,17
2-3	3,1	4	0,092	0,333	0,333	25	0,56	0,043	0,3	0,17
3-4	3,1	6	0,14	0,384	0,384	25	0,75	0,073	0,3	0,29
4-5	3,1	8	0,18	0,435	0,435	25	0,75	0,073	0,3	0,29
5-6	3,1	10	0,23	0,476	0,476	25	0,93	0,110	0,3	0,44
6-7	3	12	0,27	0,51	0,51	25	0,93	0,110	0,2	0,4
7-8	5,1	24	0,55	0,717	0,717	32	0,73	0,048	0,2	0,29
8-9	16,2	36	0,83	0,872	0,872	32	0,84	0,061	0,2	1,2
9-10	3,7	48	1,1	1,021	1,021	32	1,05	0,093	0,2	0,41
									$H_{l,tot}^h$	3,7

Главным циркуляционным кольцом является 10-6-1'-3'.

Компенсация разностей напоров в циркуляционных кольцах осуществляется установкой диафрагм перед присоединением стояка к секционному узлу.

Результаты гидравлического расчета системы горячего водоснабжения в режиме циркуляции сведены в табл. 5.4.

Для обеспечения равномерного распределения циркулирующей воды по стоякам определяем сопротивления остальных циркуляционных колец системы ГВС и находим разности сопротивлений главного циркуляционного кольца и второстепенных колец. Для компенсации полученных разностей гидравлических сопротивлений и увязки давлений в системе на стояках необходимо установить диафрагмы для уравнивания гидравлического сопротивления параллельных ветвей системы ГВС.

**Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения
в режиме циркуляции**

№ уч- ка	Длина уч- ка l , м	q^h , л/с	d , мм	V , м/с	Потери напора, м		
					i	$k_{эк}$	H_l
1	2	3	4	5	6	7	8
10-9	3,7	0,01	32	0,11	0,00367	0,2	0,02
9-8	16,2	0,07	32	0,09	0,00334	0,2	0,016
8-7	5,1	0,04	32	0,06	0,00287	0,2	0,017
7-6	3	0,02	25	0,05	0,00234	0,2	0,008
6-1'	27,5	0,02	25	0,05	0,00234	0,3	0,084
1'-3'	47,5	0,07	15	0,39	0,0347	0,1	1,81
						$H_{l,tot}^{h,cir}$	2,0

Гидравлическое сопротивление участка 7-1' составляет 0,07 м, невязка – 0,016 м, что требует установки диафрагмы диаметром 32,3 мм.

Гидравлическое сопротивление участка 8-1' составляет 0,085 м, невязка – 0,024 м, что требует установки диафрагмы диаметром 22,7 мм.

Гидравлическое сопротивление участка 10-2'-3' составляет 1,0 м, невязка – 1,0 м, что требует установки диафрагмы диаметром 14,4 мм.

Гидравлическое сопротивление участка 11-2' составляет 0,07 м, невязка – 1,0 м, что требует установки диафрагмы диаметром 14,3 мм.

Гидравлическое сопротивление участка 9-2' составляет 0,1 м, невязка – 1,0 м, что требует установки диафрагмы диаметром 14,3 мм.

Подбор оборудования теплового пункта

Вероятность подачи горячей воды водоразборными приборами в течении часа рассчитывается по формуле (4.20):

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,023 \cdot 0,2}{10} = 1,65$$

Расход горячей воды в час наибольшего водопотребления для 72 приборов при $\alpha = 30,44$ по формуле (4.21) составляет:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 10 \cdot 30,44 = 1,52 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Теплопотери в системе ГВС составляют 2,1 кВт.

Тепловой поток на нужды ГВС по формуле (4.22) составляет:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 1,52 (55 - 5) + 2,1 = 90,4 \text{ кВт}.$$

Требуемое для обеспечения подачи часового расхода горячей воды живое сечение водоподогревателя при скорости движения воды 1 м/с определяем по формуле (4.23):

$$F = \frac{1,52}{3600 \cdot 1} = 0,00046 \text{ м}^2.$$

По табл. 11 прил. 5 принимаем водоподогреватель № 01 с площадью живого сечения трубок 0,00062 м².

Фактическая скорость движения нагреваемой воды равна:

$$V_{\phi} = \frac{1,52}{3600 \cdot 0,00062} = 0,68 \text{ м/с}.$$

Температура подаваемой воды из городского водопровода равна 5 °С, температура подаваемой горячей воды – 55 °С; температура подаваемого теплоносителя – 90 °С, возвращаемого – 70 °С. При встречном движении теплоносителя и нагреваемой воды $\Delta t_{\max} = 70 - 5 = 65$ °С, $\Delta t_{\min} = 90 - 55 = 35$ °С

Температурный напор в водонагревателе равен (4.26):

$$\Delta t = \frac{65 - 35}{\ln(65/35)} = 48,7$$

Требуемая площадь нагрева при скорости движения теплоносителя 1,5 м/с равен (4.25):

$$f = \frac{1,1 \cdot 90,4}{1,74 \cdot 48,7} = 1,2 \text{ м}^2.$$

Площадь нагрева одной секции скоростного водонагревателя № 01 составляет $f_0 = 0,37 \text{ м}^2$, тогда для нагрева требуемого количества воды необходимо

$$n = \frac{1,2}{0,37} = 4 \text{ секции}.$$

Гидравлическое сопротивление движению нагреваемой воды 4 секций водонагревателей составит (4.28):

$$H_{en} = 0,75 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1,2^2 \cdot 4 = 3,1 \text{ м}.$$

Для обеспечения циркуляции горячей воды в системе ГВС здания необходим насос с подачей 0,5 м³/ч при развиваемом напоре 2,0 м. по приложению 6 подбираем насос Wilo-Star-Z 25/2 ЕМ.

Требуемый напор для подачи горячей воды потребителям равен (4.29):

$$H_{mp}^h = 3,1 + 17,2 + 4,34 + 4,8 + 1,61 + 3 = 34,1 \text{ м}$$

Размещение и гидравлический расчет вводной линии водоснабжения

Ввод водопровода в здание располагается по кратчайшему пути перпендикулярно торцевой стене здания. Вводная линия прокладывается под уклоном 0,003 в сторону квартального водовода. Отметка заложения ввода – 106,6 м.

Вероятность потребления воды из наружных сетей зданием составляет по формуле (4.30):

$$P^{tot} = \frac{15,6 \cdot 119}{3600 \cdot 0,3 \cdot 144} = 0,0119.$$

Произведению $NP^{tot} = 1,72$ соответствует значение $\alpha = 1,306$.

Максимальный расход воды на вводе по формуле (4.31) составляет

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,306 = 1,96 \text{ л/с.}$$

Для пропуска расчетного расхода подбираем трубу диаметром 50 мм при скорости движения воды 0,94 м/с и гидравлическом уклоне $i = 0,0459$.

Потери напора на вводе определяются по формуле (4.32) при длине ввода по генплану 15 м:

$$H_l = 0,0459 \cdot 15 = 0,69 \text{ м.}$$

Требуемый напор в наружной сети для подачи холодной воды равен:

$$H_{mp} = 28,88 + 0,69 = 25,57 \text{ м.}$$

Требуемый напор в наружной сети для подачи горячей воды равен:

$$H_{mp} = 34,1 + 0,69 = 34,7 \text{ м.}$$

Тогда как располагаемый напор равен $H_g = 36$ м.

Сравнив требуемые напоры с располагаемым можно сделать вывод о работоспособности проектируемой системы.

Канализация здания

В здании жилого дома принимается хозяйственно-бытовая канализация для отвода загрязненных вод от моек, умывальников, ванн, унитазов, установленных в квартирах.

Система канализации состоит из дворовой и внутренних сетей, санитарно-технических приборов, гидрозатворов, устройств для чистки и вентиляции.

Умывальники и мойки оборудованы бутылочными сифонами.

Канализационные стояки объединяются под полом подвала. В каждой секции здания запроектировано по одному канализационному

выпуску.

Диаметр стояков принимаем конструктивно, равным 100 мм и проверяем по табл.7 прил. 5. Диаметр выпусков и участков дворовой канализационной сети принимаем конструктивно и проверяем расчетом.

Контрольные колодцы размещены в местах присоединения выпусков к дворовой канализации, на повороте дворовой канализации, за 2 метра до красной линии.

По результатам конструирования строим аксонометрические схемы внутренней канализации (рис. 5.4).

За точку 1 принимаем основание стояка К1-3.

Определение расчетных объемов удаляемых стоков

Расчет внутренних канализационных сетей выполняем по максимальному секундному расходу суточных вод.

Вероятность действия санитарно-технических приборов при отводе максимальных часовых расходов воды $q_{hr,u}^{tot}$ и секундных общих расходов воды q_0^{tot} составляет:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} U}{3600 q_0^{tot} N} = \frac{15,6 \cdot 119}{3600 \cdot 0,3 \cdot 144} = 0,012$$

Максимальный секундный расход стоков вычисляем для 24, 48, 72 и 144 приборов. Расчет сведем в таблицу 5.5.

Таблица 5.5.

Расход стоков в системе канализации

Число приборов N	NP	α	q^{tot} , л/с		q^s , л/с
24	0,286	0,526	0,789	< 8 л/с	2,39
48	0,573	0,73	1,095	< 8 л/с	2,69
72	0,859	0,894	1,341	< 8 л/с	2,94
144	1,72	1,306	1,959	< 8 л/с	3,56

Результаты гидравлического расчета системы канализации сведены в табл. 5.6.

Гидравлический расчет системы канализации

Уч-к сети	q^s , л/с	l , м	d , мм	H/D	V , м/с	$V\sqrt{\frac{H}{d}}$	i	H_l , м	Отметки, м	
									начала участка	конца участка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	2,39	10,9	100	0,73	0,5	0,52	0,014	0,15	-2,76	-2,91
2-3	2,69	2,2	100	0,73	0,5	0,52	0,014	0,031	-2,91	-2,94
3-4	2,94	4,2	100	0,73	0,5	0,52	0,014	0,059	-2,94	-3,0
4-К1	2,94	2	100	0,73	0,5	0,52	0,014	0,028	106,80	106,77
К1-К2	3,56	32,6	150	0,73	0,4	0,46	0,01	0,326	106,77	106,45
К2-К3	3,56	31,2	150	0,73	0,4	0,46	0,01	0,312	106,45	106,13
К3-КК	3,56	19,4	150	0,73	0,4	0,46	0,01	0,194	106,13	105,94
КК-СК	3,56	8	150	0,73	0,4	0,46	0,01	0,08	105,08	105,00

Проход канализационных выпусков через наружную конструкцию фундамента осуществляется на 0,3 м выше глубины промерзания. Перепад высотой 0,86 м организован в контрольном колодце в виде стояка. По результатам трассировки дворовой канализации построен продольный профиль (см. рис. 5.7).

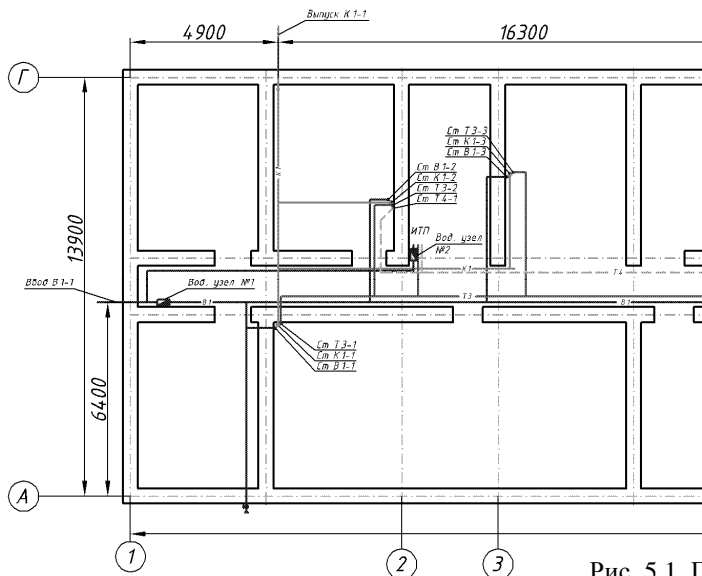


Рис. 5.1. План

План

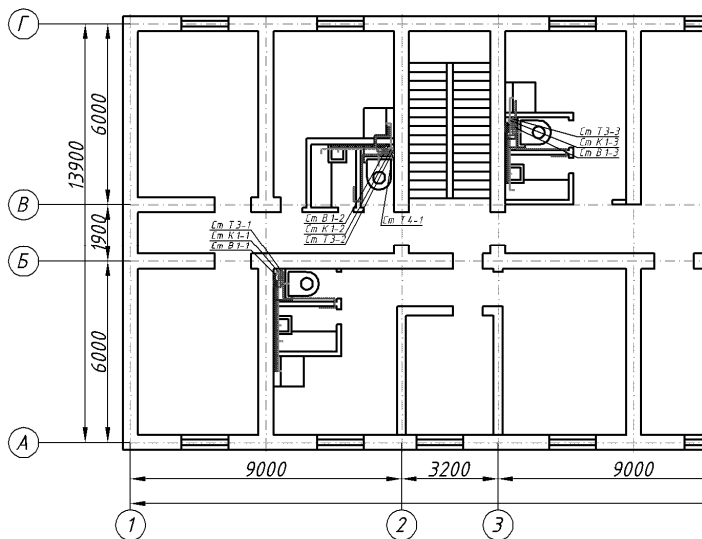
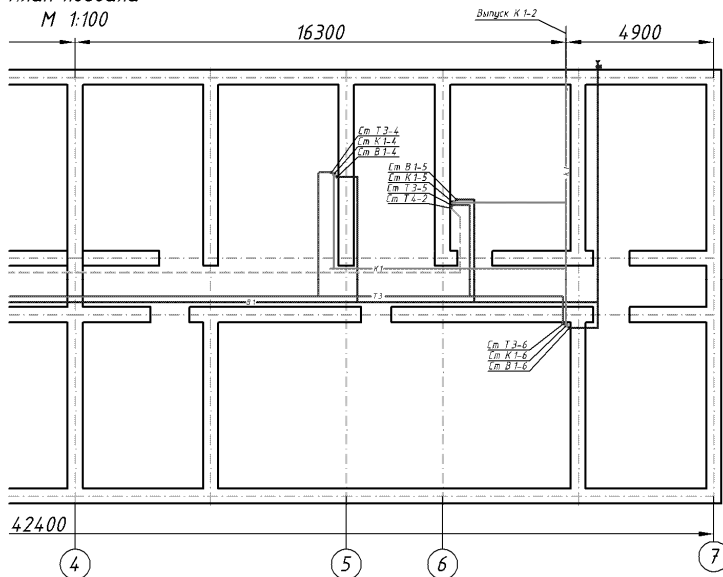


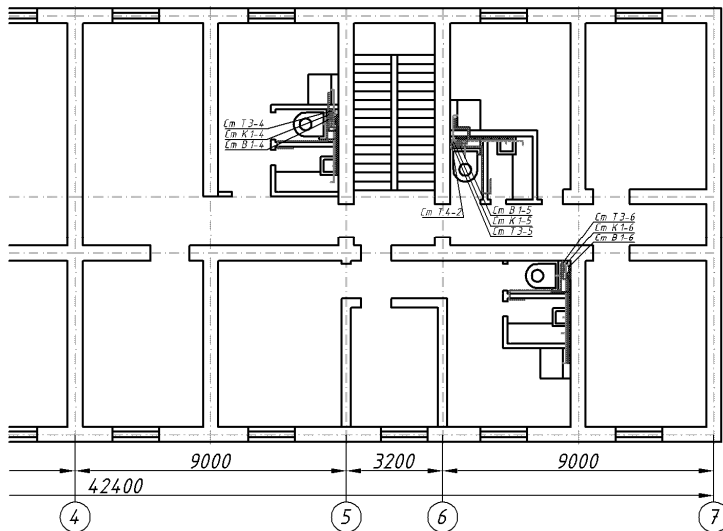
Рис. 5.2. План типового

План подвала
М 1:100



подвала

типового этажа
М 1:100



этажа

B 1

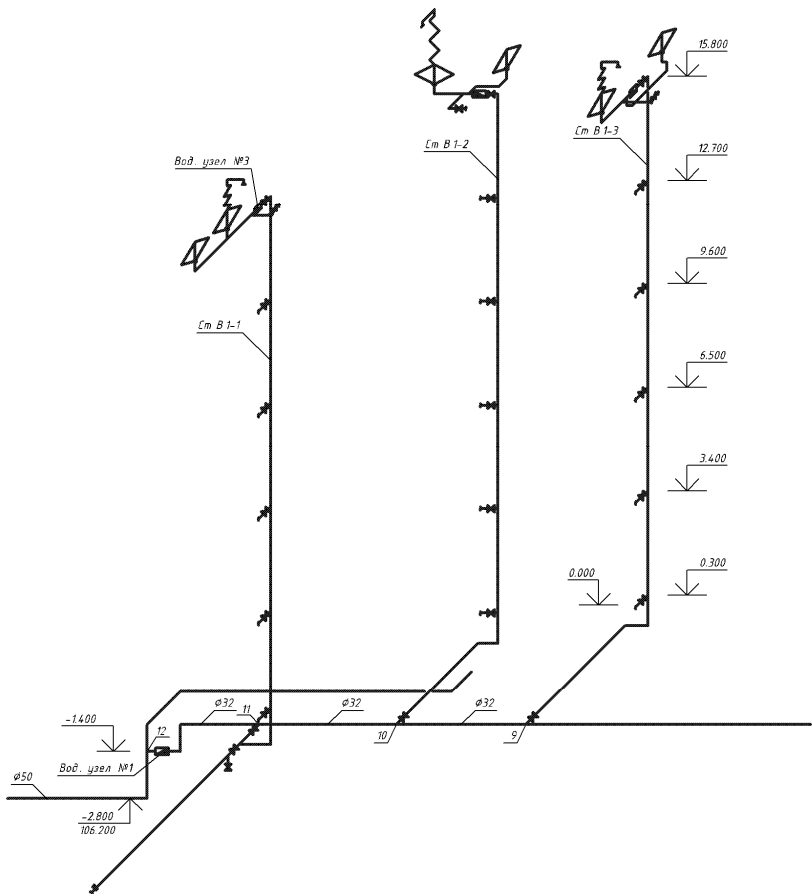
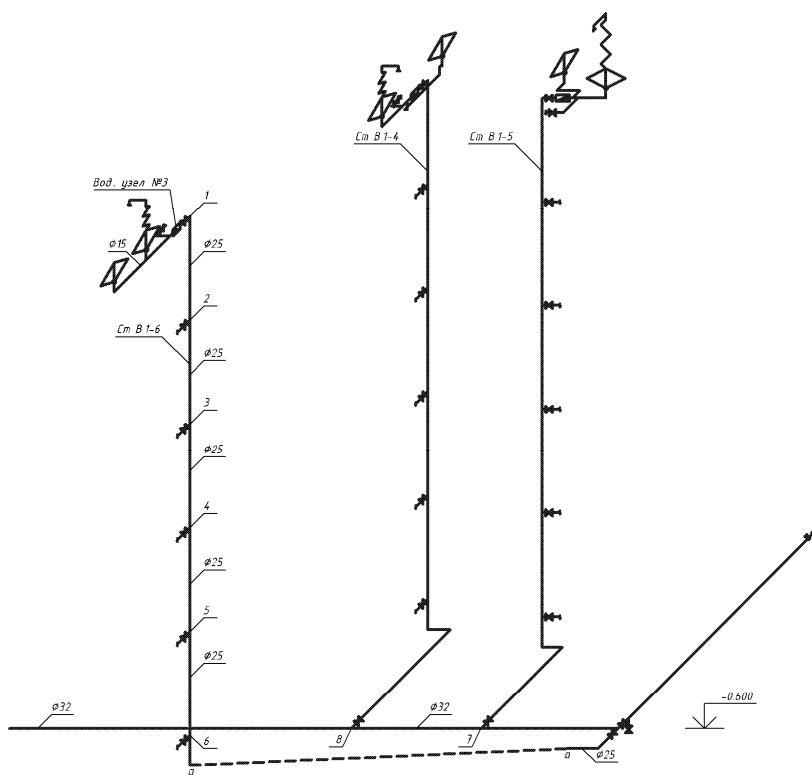


Рис. 5.3. Аксонометрическая схема



системы холодного водоснабжения

K 1

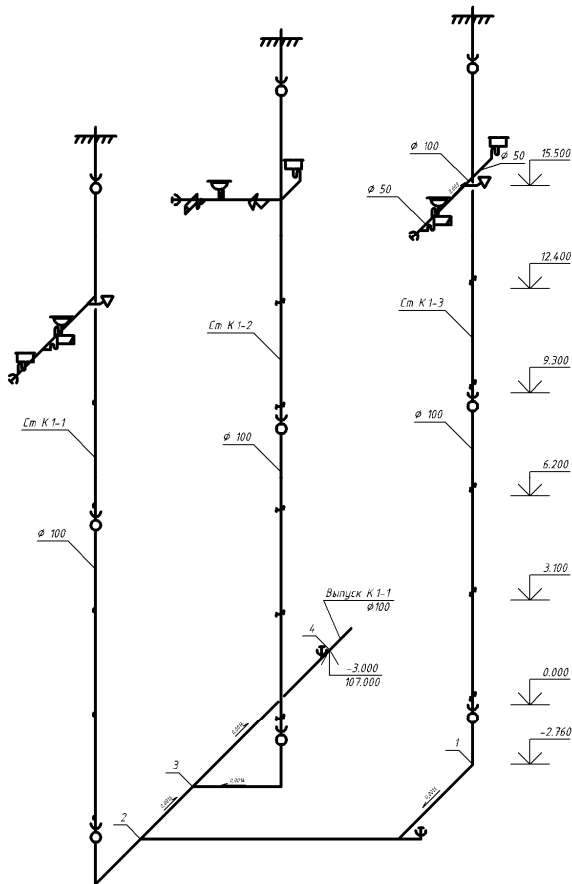
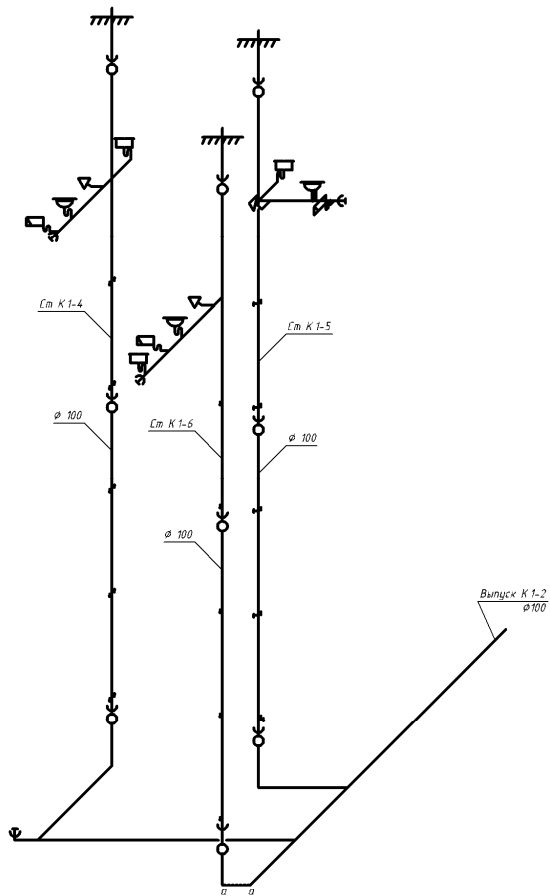


Рис. 5.4. Аксонометрическая схема



СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

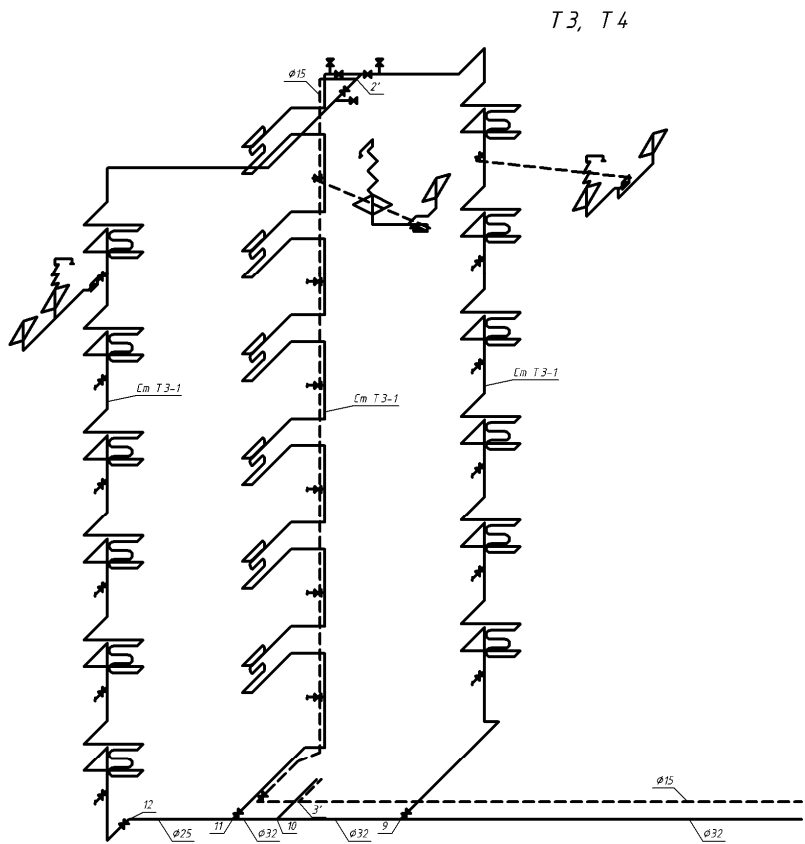
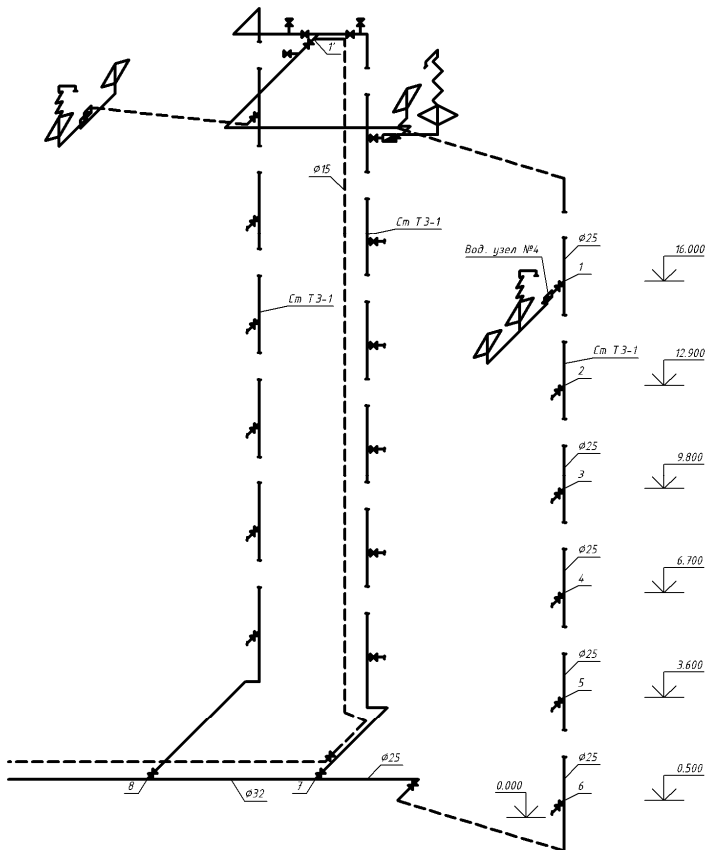


Рис. 5.5. Аксанометрическая схема



системы горячего водоснабжения

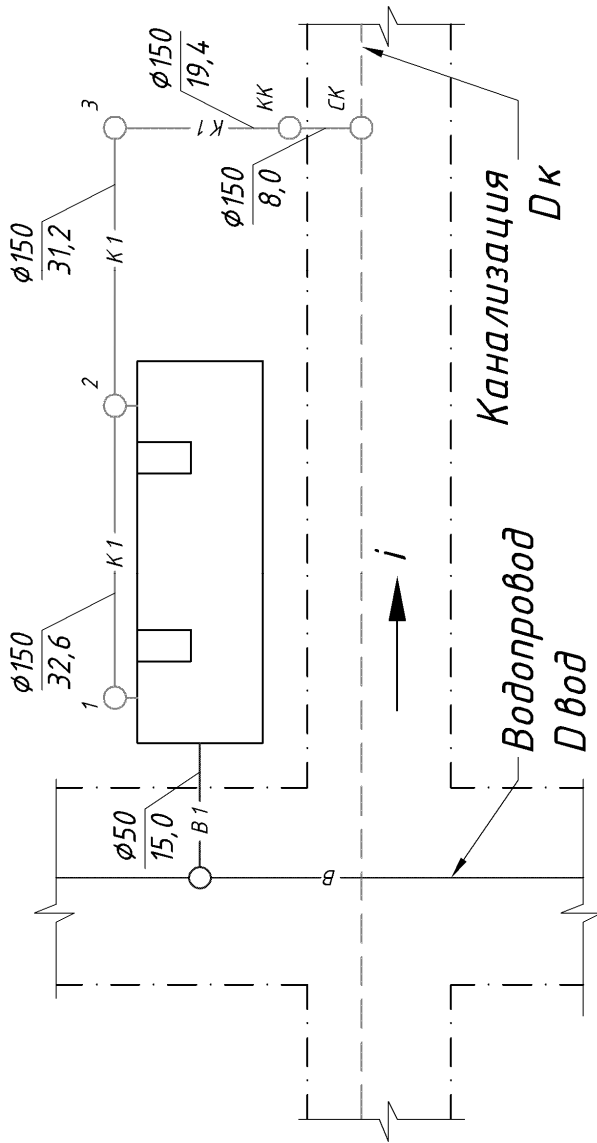
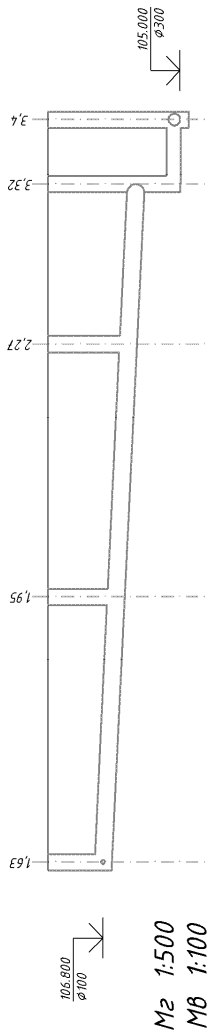


Рис. 5.6. Генплан участка застройки с размещением наружных инженерных сетей

Продольный профиль дворовой канализации



Отметка низа или лотка	108.4	108.4	108.4	108.4	108.4
Проектная отметка земли	108.4	108.4	105.94	105.08	105.0
Натурная отметка земли	108.4	108.4	106.45	106.13	105.0
Обозначение трубы и тип изоляции	Труба 15-100 ГОСТ 286-82				
Основание	Естественное				
Длина	83,2	10	8	10	
Уклон	32,6	31,2	19,4	8	
Расстояние, м	1	2	3	КК	СК
Номер колодца					

Рис. 5.7. Продольный профиль дворовой канализации

Контрольные вопросы

Контрольные вопросы к главе 1

1. Какие вы знаете источники водоснабжения и каковы их характеристики?
2. Какие требования к качеству воды предъявляют разные потребители?
3. Как классифицируют системы водоснабжения?
4. Дайте сравнительную характеристику систем водоснабжения города с подземным и поверхностным водоисточником.
5. Назначение основных сооружений (элементов), входящих в схему городского водопровода.
6. Какие водозаборные сооружения для забора воды из поверхностных источников вы знаете?
7. От каких основных факторов зависит выбор водозаборного сооружения для забора воды из подземных источников?
8. Как устроены водозаборные скважины?
9. Когда применяют водозаборы руслового типа и его основные элементы?
10. Когда применяют водозаборы берегового типа и его основные элементы?
11. Каково назначение зон санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения и как их организуют?
12. Каково назначение зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения и как их организуют?
13. Какого типа насосы устанавливают на насосных станциях первого и второго подъемов?
14. Основные элементы и принцип работы центробежного насоса.
15. Что называется рабочей точкой центробежного насоса и зачем она определяется?
16. В чем отличие геометрической высоты всасывания и вакуумметрической высоты всасывания центробежного насоса?
17. Как определяется полный напор центробежного насоса?
18. Как классифицируются водопроводные насосные станции?
19. Дайте сравнительную характеристику тупиковым и кольцевым наружным водопроводным сетям.
20. Каким требованиям должна удовлетворять наружная водопроводная сеть?
21. Дайте характеристику материалам водопроводных труб, применяемых в практике водоснабжения городов.

22. Какую арматуру применяют для наружного водопровода?
23. Как устроены колодцы?
24. Чему равна минимальная глубина заложения водопроводных труб в районах с наличием глубины промерзания грунта и без нее?
25. Как осуществляют прокладку водопроводных труб при пересечении с железными и автомобильными дорогами?
26. Что такое норма водопотребления, от чего она зависит?
27. Как определить потребное количество воды для города, предприятия?
28. Что обозначают коэффициенты часовой и суточной неравномерности потребления воды?
29. Как определить необходимый напор в сетях водопровода?
30. Цель гидравлического расчета водопроводной сети.
31. Что такое удельный, транзитный, путевой расходы воды?
32. Как определить узловый расход воды?
33. Как определить потерю напора в трубах?
34. Основные методы и сооружения по обработке воды для хозяйственно-питьевых целей?
35. Сущность процесса коагуляции
36. Какие вы знаете специальные методы очистки воды?
37. Способы обеззараживания воды, их сущность?

Контрольные вопросы к главе 2

1. Назначение канализации города.
2. Какова основная классификация сточных вод города?
3. Составьте общую принципиальную схему канализации и назовите основные элементы
4. Какие вы знаете системы канализации городов?
5. Назовите основные элементы наружной канализационной городской сети.
6. Перечислите основные способы трассировки уличных сетей канализации.
7. Как определить минимальную глубину заложения канализационных труб?
8. Особенности движения сточных вод в канализационной сети.
9. Что такое норма водоотведения?
10. Как определяют расчетный секундный расход сточных вод?
11. Какова методика определения расчетных расходов сточных вод на расчетных участках сети?
12. Что называется наполнением канализационных труб?

13. Допустимые скорости движения воды, наполнения и уклоны в канализационной сети.
14. Где устанавливаются колодцы на канализационной сети?
15. Как устроен типовой круглый колодец из железобетонных колец?
16. В чем отличие поворотного колодца от линейного?
17. Как соединяются в колодцах канализационные трубы разных диаметров?
18. Дайте характеристику материалам канализационных труб и типам их соединений.
19. Какие способы прокладки канализационных сетей вы знаете?
20. Как осуществляют прокладку труб через преграды?
21. Основные принципы трассировки дождевой канализационной сети.
22. Как устроен дождеприемник?
23. Какие факторы влияют на выбор места расположения насосной станции для перекачки сточных вод населенного пункта?
24. Перечислите группы, на которые разделяются канализационные насосные станции.
25. Каково оборудование насосной станции для перекачки сточных вод?
26. Как разделяют сточные воды по виду загрязнений и какие методы очистки могут применяться?
27. В чем сущность биологической очистки сточных вод?
28. Назовите сооружения биологической очистки сточных вод.
29. Какие методы обеззараживания сточных вод вы знаете?
30. В каких сооружениях происходит обеззараживание сточных вод после их биологической очистки?
31. Какие основные конструкции выпусков сточных вод вы знаете?
32. Как различают водоемы и какими документами регламентируются условия сточных вод в них?

Контрольные вопросы к главе 3

1. Основные элементы устройства внутренних водопроводов.
2. Какие бывают системы внутреннего водоснабжения?
3. Принцип действия гидропневматической установки.
4. Какие способы врезки ввода в наружную водопроводную сеть вы знаете?
5. Как устроены вводы в здания, водомерные узлы?
6. Способы прокладки трубопроводов внутренней водопроводной сети.

7. Какие трубы используют для устройства внутренних водопроводов?
8. Зачем необходима теплоизоляция водопроводных труб?
9. Какие методы монтажных работ санитарно-технического оборудования применяются в настоящее время?
10. Перечислите основные виды и назначение водопроводной арматуры.
11. От чего зависит количество наружных поливочных кранов в здании? Требования к их устройству.
12. Принцип расчета внутреннего водопровода.
13. По каким формулам определяются расчетные расходы воды?
14. Как определить требуемый напор в здании?
15. Каковы основные элементы устройства системы внутренней канализации.
16. Какие санитарные приборы и приемники сточных вод устанавливают в жилых и общественных зданиях?
17. Зачем санитарно-технические приборы оборудуют гидрозатворами? Как они устроены?
18. Как осуществляется вентиляция канализационной сети?
19. Из каких труб и фасонных частей собирают сети внутренней канализации?
20. Способы прокладки трубопроводов внутренней канализации.
21. Где и зачем на внутренней канализационной сети устанавливают прочистки и ревизии?
22. Как определить минимальную глубину заложения и допустимую длину выпуска канализации из здания?
23. Каково устройство и оборудование внутренних водостоков?
24. Каковы основные элементы дворовой канализации?
25. Как определить глубину заложения дворовой канализационной сети?
26. Какие материалы применяют для устройства дворовой канализационной сети?

Приложения

Приложение 1

Исходные данные

Таблица 1

Исходные величины	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Высота этажа (от пола до пола), м	2,9	3,0	3,1	2,8	2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1
Количество этажей	4	5	6	4	5	6	4	5	6	5
Гарантированный напор, м	32	36	39	33	36	40	34	37	41	38
Глубина промерзания грунта, м	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,7
Уклон трубы городской канализации	0,007	0,008	0,009	0,007	0,010	0,009	0,008	0,008	0,010	0,007
Номер варианта плана типового этажа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Детализовать узел: - поливочный кран - водомерный узел - смотровой канализационный колодец - присоединение водопровода к сети - ввод водопровода в здание	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Средняя заселенность квартир и	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
Вариант оборудования ванной*	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2

* 1 - оборудованные умывальниками и душами с душевыми поддонами;

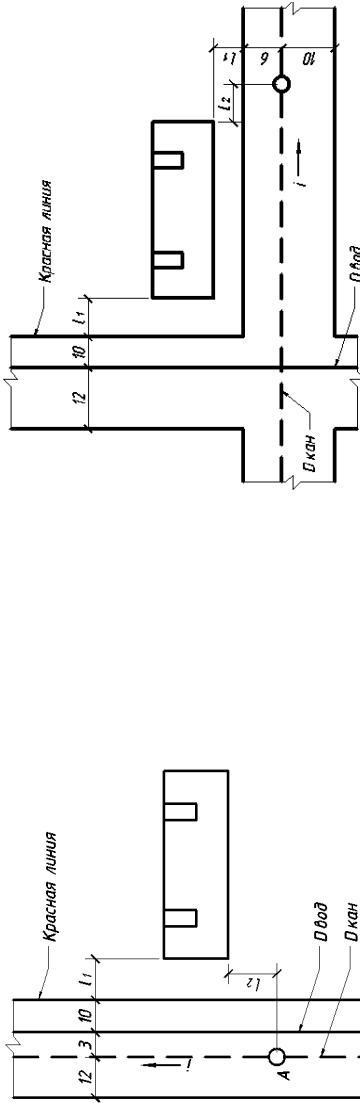
2 - оборудованными ваннами длиной от 1500 до 1700 мм с душами

Окончание прил. 1
Таблица 2

Исходные величины	Предпоследняя цифра шифра										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Номер варианта генплана	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
Абсолютная отметка, м: пола первого этажа поверхности земли у здания верха трубы горводопровода лотка колодца горканализации люков колодцев на уличных сетях водопровода и канализации	103,0	106,0	109,0	112,0	115,0	118,0	121,0	124,0	127,0	140,0	
	102,5	105,6	108,4	111,5	114,6	117,4	120,5	123,6	126,5	139,3	
	100,2	103,1	106,2	109,5	111,9	115,2	118,1	121,3	124,4	136,7	
	99,0	102,1	105,0	107,9	111,2	114,1	117,1	120,0	123,1	134,6	
	102,3	105,3	108,2	111,2	114,3	117,1	120,3	123,3	126,2	139,1	
Расстояние, м: от красной линии до здания L1 от здания до городского канализационного колодца L2	2	4	5	6	7	8	10	12	0	14	
Диаметр трубы, мм: городского водопровода городской канализации	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Высота подвала (от пола подвала до пола 1 эт), м	200	250	150	200	250	150	200	250	150	200	
	250	300	250	300	350	200	250	300	350	300	
	1,8	2,3	2,4	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	1,9	2,4	

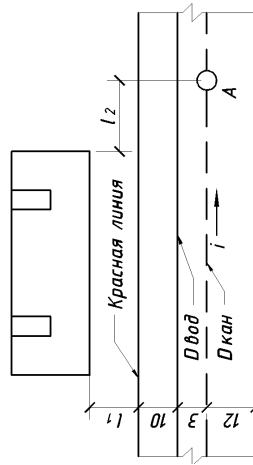
Приложение 2

Варианты генпланов



Вариант 2

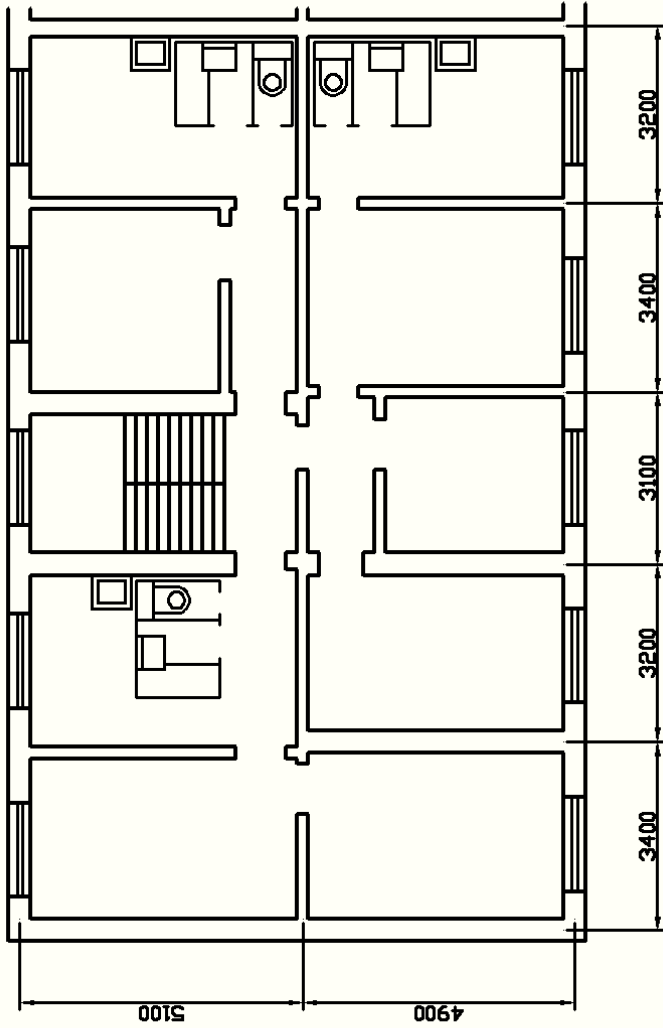
Вариант 1



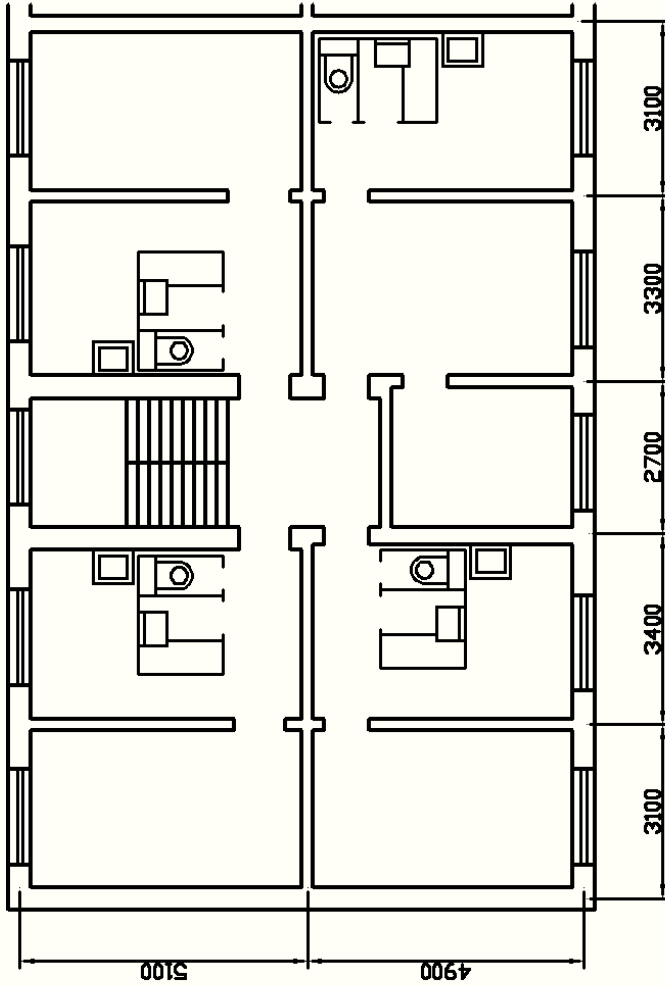
Вариант 3

Приложение 3

Варианты секций поэтажных планов

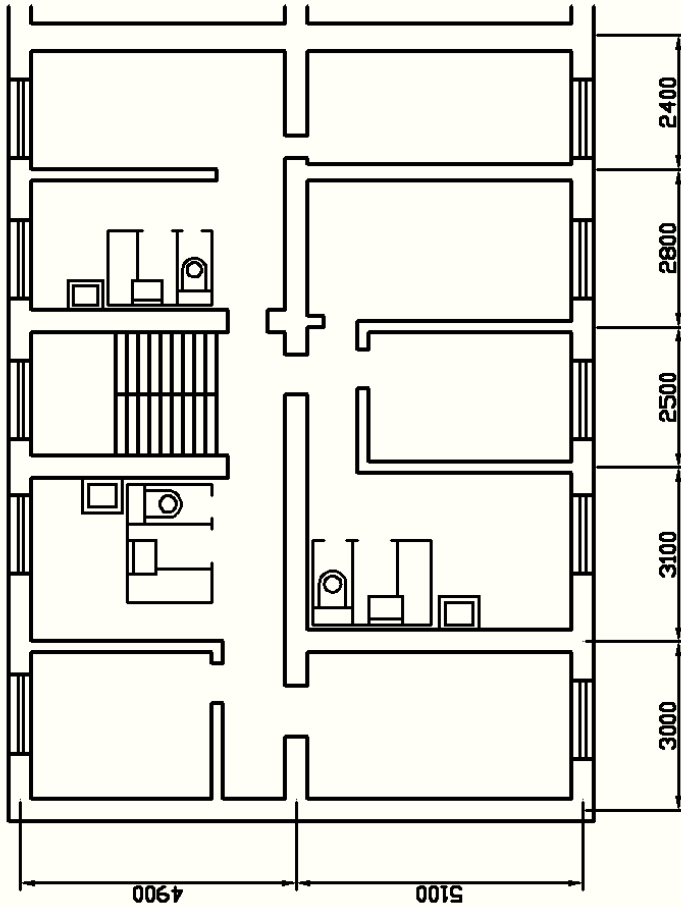


Вариант 1



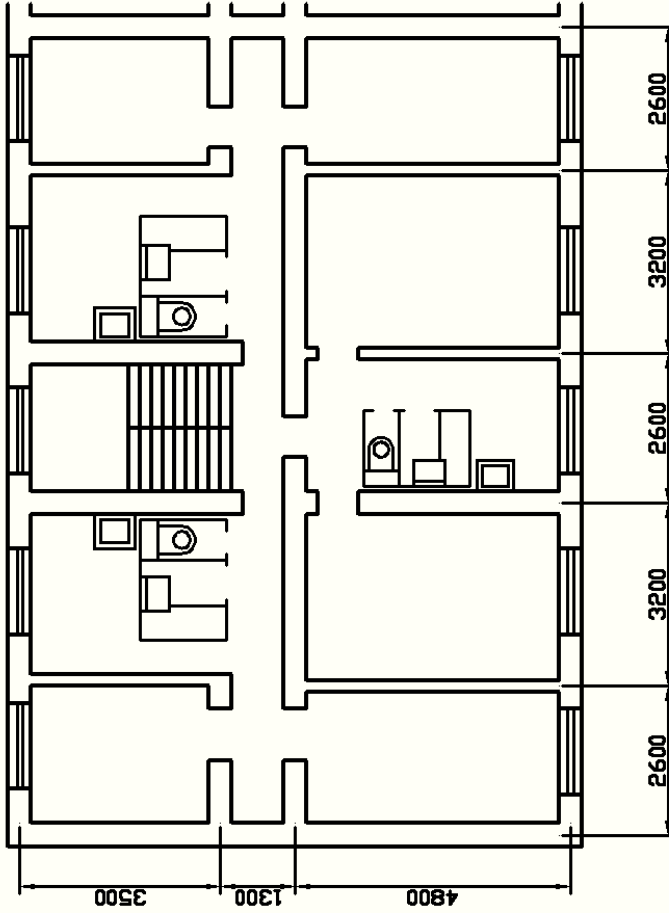
Вариант 2

Продолжение прил. 3



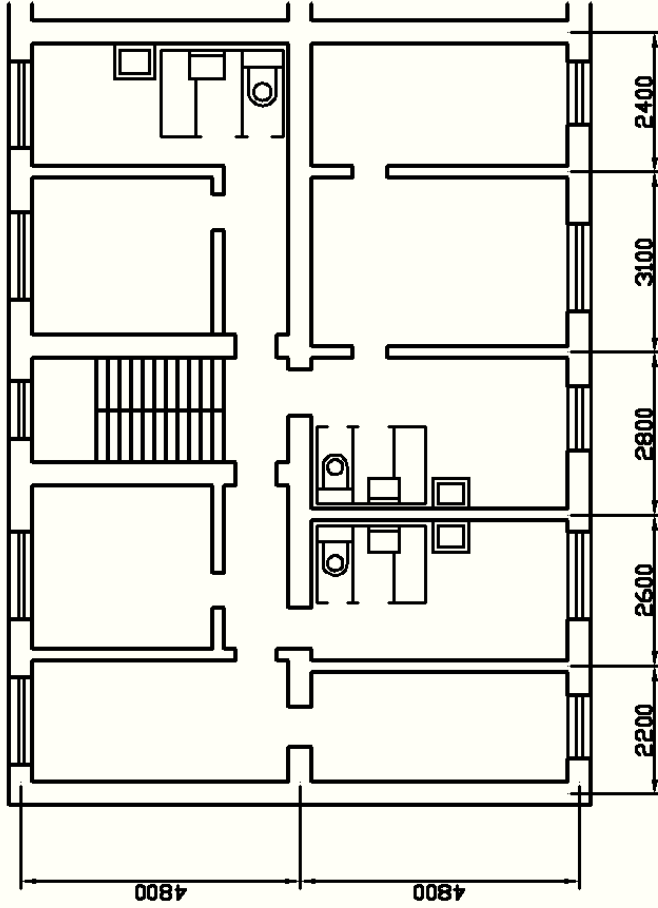
Вариант 3

Продолжение прил. 3



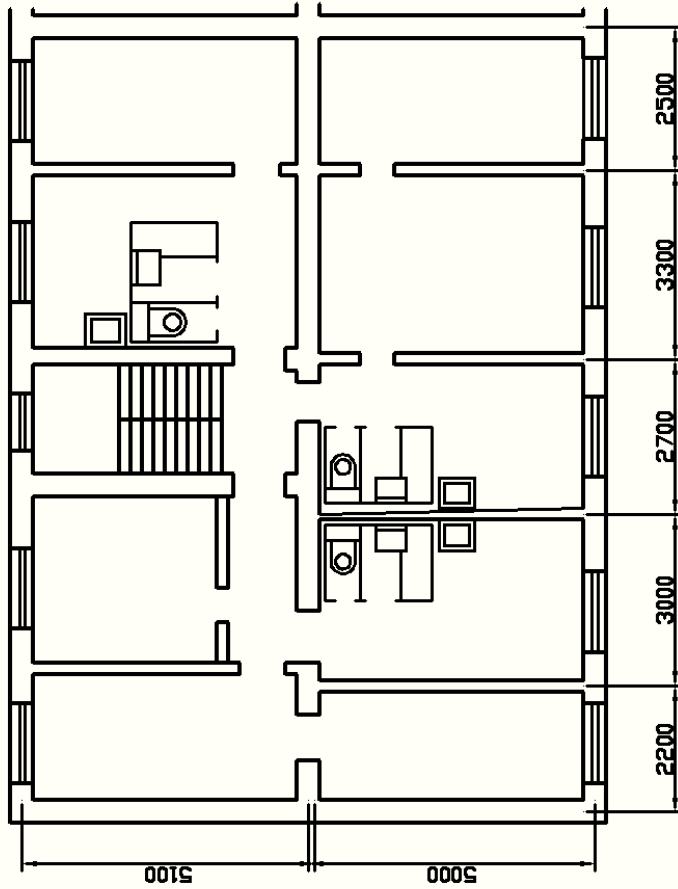
Вариант 4

Продолжение прил. 3



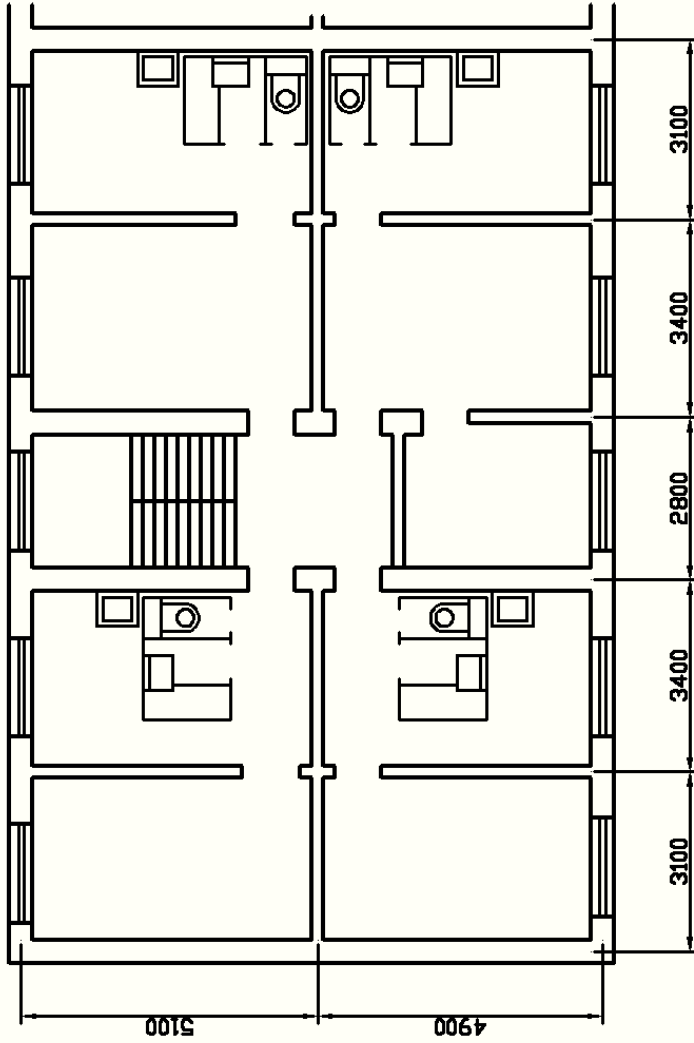
Вариант 5

Продолжение прил. 3



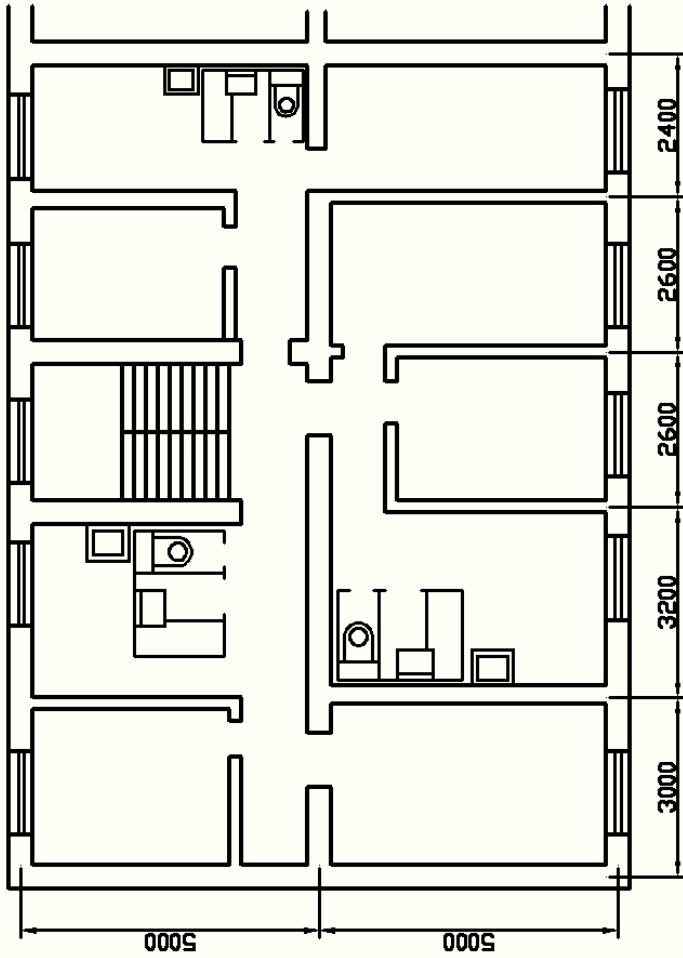
Вариант 6

Продолжение прил. 3



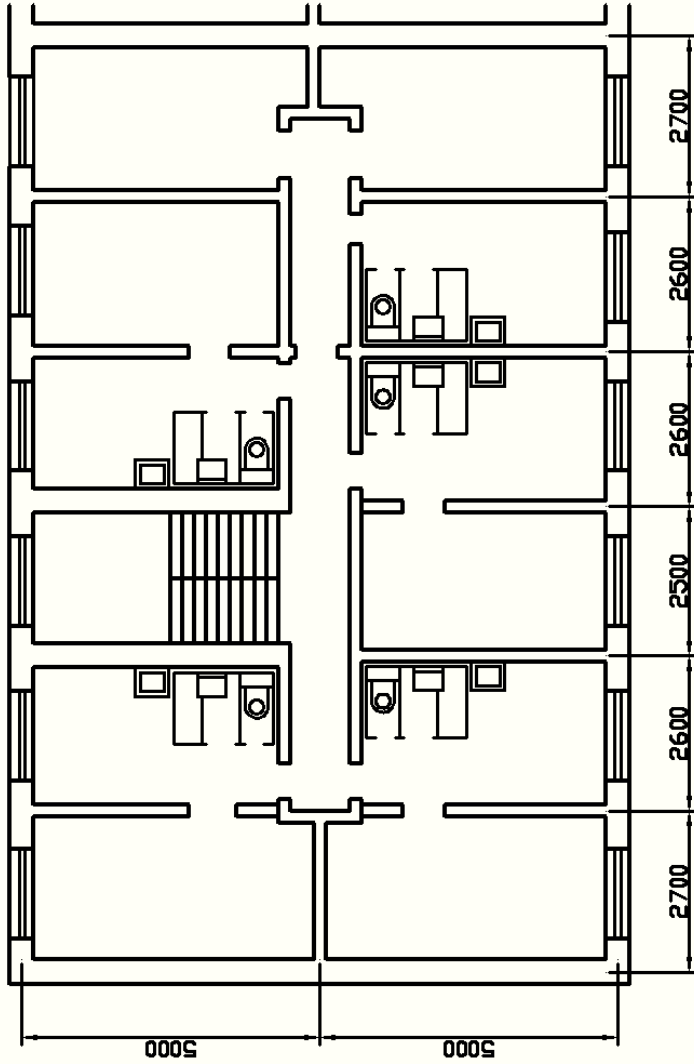
Вариант 7

Продолжение прил. 3



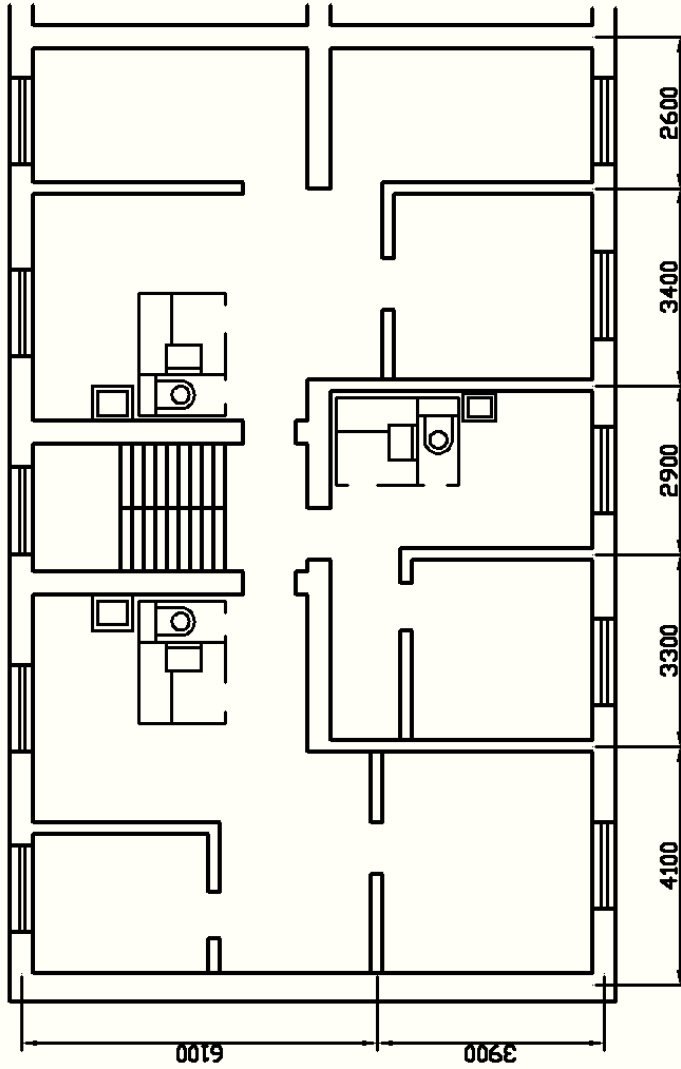
Вариант 8

Продолжение прил. 3



Вариант 9




















Окончание прил. 3













Вариант 10

Приложение 4

Условные обозначения элементов санитарно-технических систем и трубопроводов

Наименование	Условное обозначение		Наименование	Условное обозначение
	на видах сверху и планах	на видах спереди, сбоку, разрезах и схемах		
1	2	3	4	5
Раковина			Насос центробежный	
Мойка			Сифон (гидрозатвор)	
Умывальник			Ревизия	
Ванна			Вентиль запорный	
Поддон душевой			Клапан обратный	
Унитаз			Задвижка	
			Кран	

Окончание прил. 4

1	2	3	4	5
Писсуар настенный			Кран поливочный	
Трап			Смеситель	
Сетка душевая			Смеситель с душевой сеткой	
			Водомер	

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов:

хозяйственно-питьевой водопровод	-	В1;
бытовая канализация	-	К1;
подающий трубопровод ГВС	-	Т3;
обратный трубопровод ГВС	-	Т4.

Приложение 5

Справочные таблицы

Таблица 1

Нормы расхода воды потребителями

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в сутки наибольшего потребления		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
		общая (в т. ч. горячей)	горячей	общая (в т. ч. горячей)	горячей	q_0^{tot} (q_0^{tot})	q_0^c, q_0^h (q_0^c, q_0^h)
Жилые дома квартирного типа:							
с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами	1 житель	230	100	12,5	7,9	0,2 (100)	0,14 (60)
с централизованным горячим водоснабжением, ванными длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	-/-	300	120	15,6	10	0,3 (300)	0,2 (200)

Продолжение прил. 5
Таблица 2

Расход воды и стоков санитарными приборами

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Свободный напор H_f , м	Расход стоков от прибора q_0^s , л/с	Минимальный диаметр условного прохода, мм	
	общий q_0^{tot}	холодной q_0^c	горячей q_0^h			подводки	отвода
Умывальник со смесителем	0,12	0,09	0,09	2	0,15	10	32
Мойка со смесителем	0,12	0,09	0,09	2	0,6	10	40
Ванна со смесителем (в том числе и общим для ванны и умывальника)	0,25	0,18	0,18	3	0,8	15	40
Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	-	2	1,6	10	85

Значения коэффициентов α (α_{hr}) при NP (NP_{hr})

NP или NP _{hr}	α или α_{hr}	NP или NP _{hr}	α или α_{hr}	NP или NP _{hr}	α или α_{hr}	NP или NP _{hr}	α или α_{hr}	NP или NP _{hr}	α или α_{hr}
1		3		5		7		9	
<0,015	0,2	0,029	0,235	0,044	0,263	0,068	0,301	0,098	0,341
0,015	0,202	0,03	0,237	0,045	0,265	0,07	0,304	0,1	0,343
0,016	0,205	0,031	0,239	0,046	0,266	0,072	0,307	0,105	0,349
0,017	0,207	0,032	0,241	0,047	0,268	0,074	0,309	0,11	0,355
0,018	0,21	0,033	0,243	0,048	0,27	0,076	0,312	0,115	0,361
0,019	0,212	0,034	0,245	0,049	0,271	0,078	0,315	0,12	0,367
0,02	0,215	0,035	0,247	0,05	0,273	0,08	0,318	0,125	0,373
0,021	0,217	0,036	0,249	0,052	0,276	0,082	0,32	0,13	0,378
0,022	0,219	0,037	0,25	0,054	0,28	0,084	0,323	0,135	0,384
0,023	0,222	0,038	0,252	0,056	0,283	0,086	0,326	0,14	0,389
0,024	0,224	0,039	0,254	0,058	0,286	0,088	0,328	0,145	0,394
0,025	0,226	0,04	0,256	0,06	0,289	0,09	0,331	0,15	0,399
0,026	0,228	0,041	0,258	0,062	0,292	0,092	0,333	0,155	0,405
0,027	0,23	0,042	0,259	0,064	0,295	0,094	0,336	0,16	0,41
0,028	0,233	0,043	0,261	0,065	0,298	0,096	0,338	0,165	0,415

Продолжение прил. 5
Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,17	0,42	0,34	0,565	0,58	0,73	0,98	0,959	1,95	1,416
0,175	0,425	0,35	0,573	0,6	0,742	1	0,969	2	1,437
0,18	0,43	0,36	0,58	0,62	0,755	1,05	0,995	2,1	1,479
0,185	0,435	0,37	0,588	0,64	0,767	1,1	1,021	2,2	1,521
0,19	0,439	0,38	0,595	0,66	0,779	1,15	1,046	2,3	1,563
0,195	0,444	0,39	0,602	0,68	0,791	1,2	1,071	2,4	1,604
0,2	0,449	0,4	0,61	0,7	0,803	1,25	1,096	2,5	1,644
0,21	0,458	0,41	0,617	0,72	0,815	1,3	1,12	2,6	1,684
0,22	0,467	0,42	0,624	0,74	0,826	1,35	1,144	2,7	1,724
0,23	0,476	0,43	0,631	0,76	0,838	1,4	1,168	2,8	1,763
0,24	0,485	0,44	0,638	0,78	0,849	1,45	1,191	2,9	1,802
0,25	0,493	0,45	0,645	0,8	0,86	1,5	1,215	3	1,84
0,26	0,502	0,46	0,652	0,82	0,872	1,55	1,238	3,1	1,879
0,27	0,51	0,47	0,658	0,84	0,883	1,6	1,261	3,2	1,917
0,28	0,518	0,48	0,665	0,86	0,894	1,65	1,283	3,3	1,954
0,29	0,526	0,49	0,672	0,88	0,905	1,7	1,306	3,4	1,991
0,3	0,534	0,5	0,678	0,9	0,916	1,75	1,328	3,5	2,029
0,31	0,542	0,52	0,692	0,92	0,927	1,8	1,35	3,6	2,065
0,32	0,55	0,54	0,704	0,94	0,937	1,85	1,372	3,7	2,102
0,33	0,558	0,56	0,717	0,96	0,948	1,9	1,394	3,8	2,138

Продолжение прил. 5
Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,9	2,174	5,9	2,858	7,9	3,493	9,9	4,097	13,8	5,215
4	2,21	6	2,891	8	3,524	10	4,126	14	5,27
4,1	2,246	6,1	2,924	8,1	3,555	10,2	4,185	14,2	5,326
4,2	2,281	6,2	2,956	8,2	3,585	10,4	4,244	14,4	5,382
4,3	2,317	6,3	2,989	8,3	3,616	10,6	4,302	14,6	5,437
4,4	2,352	6,4	3,021	8,4	3,646	10,8	4,361	14,8	5,492
4,5	2,386	6,5	3,053	8,5	3,677	11	4,419	15	5,547
4,6	2,421	6,6	3,085	8,6	3,707	11,2	4,477	15,2	5,602
4,7	2,456	6,7	3,117	8,7	3,738	11,4	4,534	15,4	5,657
4,8	2,49	6,8	3,149	8,8	3,768	11,6	4,592	15,6	5,712
4,9	2,524	6,9	3,181	8,9	3,798	11,8	4,649	15,8	5,767
5	2,558	7	3,212	9	3,828	12	4,707	16	5,821
5,1	2,592	7,1	3,244	9,1	3,858	12,2	4,764	16,2	5,876
5,2	2,626	7,2	3,275	9,2	3,888	12,4	4,82	16,4	5,93
5,3	2,66	7,3	3,307	9,3	3,918	12,6	4,877	16,6	5,984
5,4	2,693	7,4	3,338	9,4	3,948	12,8	4,934	16,8	6,039
5,5	2,726	7,5	3,369	9,5	3,978	13	4,99	17	6,093
5,6	2,76	7,6	3,4	9,6	4,008	13,2	5,047	17,2	6,147
5,7	2,793	7,7	3,431	9,7	4,037	13,4	5,103	17,4	6,201
5,8	2,826	7,8	3,462	9,8	4,067	13,6	5,159	17,6	6,254

Продолжение прил. 5
Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17,8	6,308	24,5	8,064	34,5	10,58	44,5	13,01	59	16,45
18	6,362	25	8,192	35	10,7	45	13,13	60	16,69
18,2	6,415	25,5	8,32	35,5	10,82	45,5	13,25	61	16,92
18,4	6,469	26	8,447	36	10,94	46	13,37	62	17,15
18,6	6,522	26,5	8,575	36,5	11,07	46,5	13,49	63	17,39
18,8	6,575	27	8,701	37	11,19	47	13,61	64	17,62
19	6,629	27,5	8,828	37,5	11,31	47,5	13,73	65	17,85
19,2	6,682	28	8,955	38	11,43	48	13,85	66	18,09
19,4	6,734	28,5	9,081	38,5	11,56	48,5	13,97	67	18,32
19,6	6,788	29	9,207	39	11,68	49	14,09	68	18,55
19,8	6,84	29,5	9,332	39,5	11,8	49,5	14,2	69	18,79
20	6,893	30	9,457	40	11,92	50	14,32	70	19,02
20,5	7,025	30,5	9,583	40,5	12,04	51	14,56	71	19,25
21	7,156	31	9,707	41	12,16	52	14,8	72	19,48
21,5	7,287	31,5	9,832	41,5	12,28	53	15,04	73	19,71
22	7,417	32	9,957	42	12,41	54	15,27	74	19,94
22,5	7,547	32,5	10,08	42,5	12,53	55	15,51	75	20,18
23	7,677	33	10,2	43	12,65	56	15,74	76	20,41
23,5	7,806	33,5	10,33	43,5	12,77	57	15,98	77	20,64
24	7,935	34	10,45	44	12,89	58	16,22	78	20,87

Продолжение прил. 5
Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
79	21,1	99	25,68	138	34,51	178	43,5	245	58,29
80	21,33	100	25,91	140	34,96	180	43,95	250	59,38
81	21,56	102	26,36	142	35,41	182	44,4	255	60,48
82	21,69	104	26,82	144	35,86	184	44,84	260	61,57
83	22,02	106	27,27	146	36,31	186	45,29	265	62,66
84	22,25	108	27,72	148	36,76	188	45,74	270	63,75
85	22,48	110	28,18	150	37,21	190	46,19	275	64,85
86	22,71	112	28,63	152	37,66	192	46,64	280	65,94
87	22,94	114	29,09	154	38,11	194	47,09	285	67,03
88	23,17	116	29,54	156	38,56	196	47,54	290	68,12
89	23,39	118	29,89	158	39,01	198	47,99	295	69,2
90	23,62	120	30,44	160	39,46	200	48,43	300	70,29
91	23,85	122	30,9	162	39,91	205	49,49	305	71,38
92	24,08	124	31,35	164	40,35	210	50,59	310	72,46
93	24,31	126	31,8	166	40,8	215	51,7	315	73,55
94	24,54	128	32,25	168	41,25	220	52,8	320	74,63
95	24,77	130	32,7	170	41,7	225	53,9	325	75,72
96	24,99	132	33,15	172	42,15	230	55	330	76,8
97	25,22	134	33,6	174	42,6	235	56,1	335	77,88
98	25,45	136	34,06	176	43,05	240	57,19	340	78,96

Продолжение прил. 5
Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
345	80,04	445	101,56	545	122,91	645	144,14	745	165,28
350	81,12	450	102,63	550	123,97	650	145,2	750	166,33
355	82,2	455	103,7	555	125,04	655	146,25	755	167,39
360	83,28	460	104,77	560	126,1	660	147,31	760	168,44
365	84,36	465	105,84	565	127,16	665	148,37	765	169,5
370	85,44	470	106,91	570	128,22	670	149,43	770	170,55
375	86,52	475	107,98	575	129,29	675	150,49	775	171,6
380	87,6	480	109,05	580	130,35	680	151,55	780	172,66
385	88,67	485	110,11	585	131,41	685	152,6	785	173,71
390	89,75	490	111,18	590	132,47	690	153,66	790	174,76
395	90,82	495	112,25	595	133,54	695	154,72	795	175,82
400	91,9	500	113,32	600	134,6	700	155,77	800	176,87
405	92,97	505	114,38	605	135,66	705	156,83	810	178,98
410	94,05	510	115,45	610	136,72	710	157,89	820	181,08
415	95,12	515	116,52	615	137,78	715	158,94	830	183,19
420	96,2	520	117,58	620	138,84	720	160	840	185,29
425	97,27	525	118,65	625	139,9	725	161,06	850	187,39
430	98,34	530	119,71	630	140,96	730	162,11	860	189,49
435	99,41	535	120,78	635	142,02	735	163,17	870	191,6
440	100,49	540	121,84	640	143,08	740	164,22	880	193,7

Продолжение прил. 5
Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
890	195,7	920	202,1	950	208,39	980	214,68	1250	271,14
900	197,9	930	204,2	960	210,49	990	216,78	1600	343,9
910	200	940	206,3	970	212,59	1000	218,87	2000	426,8

Таблица 4

Эксплуатационные параметры счетчиков расхода воды (по СНИП 2.04.01-85*)

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры							максимальный объем воды за сутки, м ³	гидравлическое сопротивление счетчика S, $\frac{\text{и}}{(\frac{\text{с}}{\text{и}})^2}$
	расход воды, м ³ /ч			порог чувствительности, м ³ /ч, не более					
	минимальный	эксплуатационный							
		максимальный							
15	0,03	1,2	3	0,015			45	14,5	1,11
20	0,05	2	5	0,025			70	5,18	0,40
25	0,07	2,8	7	0,035			100	2,64	0,204
32	0,1	4	10	0,05			140	1,3	0,10
40	0,16	6,4	16	0,08			230	0,5	0,039
50	0,3	12	30	0,15			450	0,143	0,011
65	1,5	17	70	0,6			610	$8,1 \cdot 10^{-3}$	0,00062

Продолжение прил. 5
Таблица 5
Данные для гидравлического расчета водопроводных труб (стальных водогазопроводных труб ГОСТ 3262-62)

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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,01	0,1	3,4														
0,025	0,2	8,3														
0,05	0,3	28,8														
0,075	0,4	59,6	0,23	12,7												
0,1	0,6	100	0,3	21,1	0,2	7,22										
0,15	0,9	211	0,5	43,6	0,28	12,5										
0,2	1,2	360	0,6	73,5	0,4	20,9	0,21	5,11								
0,25	1,5	560	0,8	111	0,5	31,2	0,3	7,57								
0,3	1,8	807	0,9	155	0,6	43,4	0,3	10,5	0,2	5,39						
0,35	2,1	1098	1,1	206	0,7	57,5	0,4	13,8	0,3	7,08						
0,4			1,3	265	0,8	73,5	0,4	17,5	0,3	8,98						
0,45			1,4	336	0,8	91,3	0,5	21,6	0,4	11,1	0,2	3,11				
0,5			1,6	415	0,9	111	0,5	25,2	0,4	13,4	0,2	3,75				
0,55			1,7	502	1	133	0,6	31,1	0,4	15,9	0,3	4,44				
0,6			1,9	598	1,1	156	0,6	36,5	0,5	18,6	0,3	5,18				

Продолжение прил. 5
Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,65			2	701	1,2	151	0,7	42,2	0,5	21,5	0,3	5,97	0,2	1,82		
0,7			2,2	813	1,3	209	0,7	48,4	0,6	24,6	0,3	6,81	0,2	2,07		
0,75			2,3	934	1,4	241	0,8	54,9	0,6	27,9	0,4	7,7	0,2	2,34		
0,8			2,5	1062	1,5	274	0,8	61,9	0,6	31,3	0,4	8,64	0,2	2,62		
0,85					1,6	309	0,9	69,2	0,7	35	0,4	9,64	0,2	2,92		
0,9					1,7	347	0,9	77	0,7	38,9	0,4	10,7	0,3	32,3		
0,95					1,8	386	1	85,1	0,8	42,9	0,5	11,8	0,3	3,55		
1					1,9	428	1,1	93,6	0,8	47,2	0,5	12,9	0,3	3,86	0,2	1,64
1,2					2,2	616	1,3	132	1	66,1	0,6	18	0,4	5,38	0,2	2,26
1,4					2,6	839	1,5	180	1,1	88,2	0,7	23,8	0,4	7,09	0,3	2,97
1,8							1,9	297	1,4	144	0,9	37,8	0,5	11,2	0,4	4,65
2							2,1	367	1,6	178	0,9	45,9	0,6	13,5	0,4	5,61
2,5							2,6	573	2	278	1,2	69,6	0,7	20,3	0,5	8,39
3									2,4	400	1,4	99,7	0,9	28,4	0,6	11,7

Расстояние, м, между ревизиями и прочистками в зависимости от вида сточных вод

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние, м, между ревизиями и прочистками в зависимости от вида сточных вод			Вид прочистного устройства
	производственные незагрязненные и водостоки	бытовые и производственные, близкие к ним	производственные, содержащие большое количество взвешенных веществ	
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100 - 150	20	15	12	Ревизия
100 - 150	15	10	8	Прочистка
200 и более	25	20	15	Ревизия

Продолжение прил. 5
Таблица 7

Максимальная пропускная способность вентилируемых канализационных стояков

Диаметр позажного отвода, мм	Угол присоединения позажного отвода к стояку, град	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм			
		50	85	100	150
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
85	90	-	2,1	-	-
	60	-	3,2	-	-
	45	-	3,6	-	-
100	90	-	-	3,2	8,5
	60	-	-	4,9	12,8
	45	-	-	5,5	14,5
150	90	-	-	-	7,2
	60	-	-	-	11,0
	45	-	-	-	12,6

Продолжение прил. 5
Таблица 8

Данные для гидравлического расчета канализационных труб

Диаметр d, мм	Наполнение h/d	0,020		0,030		0,040		0,050		V, м/с	qк, л/с	V, м/с	qк, л/с	V, м/с	qк, л/с	V, м/с	qк, л/с
		qк, л/с	V, м/с	qк, л/с	V, м/с	qк, л/с	V, м/с	qк, л/с	V, м/с								
50	Уклон i	0,020		0,030		0,040		0,050									
	0,40	0,36	0,49	0,44	0,61	0,51	0,70	0,57	0,78								
	0,55	0,54	0,55	0,66	0,67	0,76	0,78	0,85	0,87								
	0,60	0,72	0,59	0,68	0,72	0,02	0,83	0,14	0,93								
	0,70	0,90	0,61	1,10	0,75	1,27	0,87	1,42	0,97								
100	Уклон i	0,010		0,014		0,016		0,018			0,020						
	0,2	0,42	0,38	0,50	0,45	0,53	0,48	0,57	0,51	0,60		0,64		0,60		0,54	
	0,3	0,95	0,48	1,12	0,57	1,20	0,60	1,27	0,64	0,34		0,75		2,31		0,68	
	0,40	1,63	0,56	1,93	0,66	2,06	0,70	2,19	0,75	2,31		0,83		3,42		0,79	
	0,50	2,42	0,63	2,86	0,73	3,06	0,78	3,25	0,83	3,42		0,86		4,01		0,87	
150	0,55	2,84	0,64	3,35	0,76	3,59	0,81	4,80	0,86	4,60		0,89		4,60		0,90	
	0,60	3,25	0,66	3,85	0,78	4,11	0,84	3,36	0,89	4,60		0,93		4,60		0,93	
	Уклон i	0,007		0,008		0,010		0,012			0,015						
	0,2	1,05	0,42	1,13	0,45	1,26	0,50	1,38	0,55	1,54		0,55		1,54		0,61	
	0,3	2,35	0,53	2,51	0,56	2,81	0,63	3,08	0,69	3,44		0,69		3,44		0,77	
	0,40	4,04	0,61	4,32	0,65	4,83	0,73	5,29	0,80	5,92		0,80		5,92		0,90	
	0,50	6,00	0,68	6,41	0,72	7,17	0,81	7,85	0,89	8,78		0,89		8,78		0,99	
	0,60	8,06	0,73	8,61	0,78	9,63	0,87	10,5	0,95	11,8		0,95		11,8		1,06	
	0,70	10,0	0,76	10,7	0,81	12,0	0,91	13,1	0,99	14,7		0,99		14,7		1,11	

Потери теплоты трубами секционных узлов

Место и способ прокладки	Теплопотери на 1 м трубопровода Q , Вт/м, диаметром, мм						
	15	20	25	32	40	50	70
Главные подающие стояки	-	-	-	-	19,72	22,16	27,14
Водоразборные стояки изолированные при прокладке их в шахте, борозде	11,25	12,53	13,8	15,66	-	-	-
без полотенцесушителей	-	20,65	24,01	29,35	-	-	-
с полотенцесушителями	24,01	29,58	35,03	43,85	-	-	-
Водоразборные стояки неизолированные при прокладке их в шахте, борозде или открыто в ванной комнате, кухне	15,66	17,4	19,14	21,81	24,13	27,14	33,18
Распределительные трубопроводы изолированные и подключающие участки стояков в подвале и на лестничных клетках	12,64	14,04	15,43	17,52	19,37	21,81	26,68
Циркуляционные трубопроводы в подвале (изолированные)	10,44	11,6	12,76	14,62	16,01	18,09	22,16
на теплом чердаке (изолированные)	23,2	28,54	33,87	42,46	49,88	60,32	83,52
в помещениях квартир (неизолированные)							

Значения коэффициента k_{cir} для систем горячего водоснабжения

q / q^{cir}	k_{cir}	q^h / q^{cir}	k_{cir}
1,2	0,57	1,7	0,36
1,3	0,48	1,8	0,33
1,4	0,43	1,9	0,25
1,5	0,40	2,0	0,12
1,6	0,38	2,1 и более	0,00

Таблица 11

Основные технические данные водо-водяных секционных скоростных нагревателей воды

Номер	Площадь поверхности нагрева f_0 , м ²	Наружный диаметр, мм	Длина трубок, мм	Площадь живого сечения трубок F_ϕ , м ²	Площадь живого сечения межтрубного пространства F_δ , м ²
01	0,37	57	200	0,00062	0,00116
02	0,75	57	400	0,00062	0,0016
03	0,95	76	200	0,00108	0,00233
04	1,31	76	400	0,00108	0,00233
05	1,11	89	200	0,00185	0,00287
06	2,24	89	400	0,00185	0,00287
07	1,76	114	200	0,00293	0,005
08	3,54	114	400	0,00293	0,005

Значения коэффициентов теплопередачи k

Скорость нагреваемой воды, м/с	Скорость греющей воды, м/с				
	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
0,5	1,102	1,276	1,392	1,508	1,624
0,75	1,241	1,450	1,566	1,740	1,914
1,0	1,334	1,566	1,740	1,972	2,204
1,5	1,508	1,798	2,030	2,320	2,552
2,0	1,624	1,972	2,204	2,552	2,842
2,5	1,740	2,088	2,378	2,842	3,190
					3,480

Характеристики циркуляционных насосов

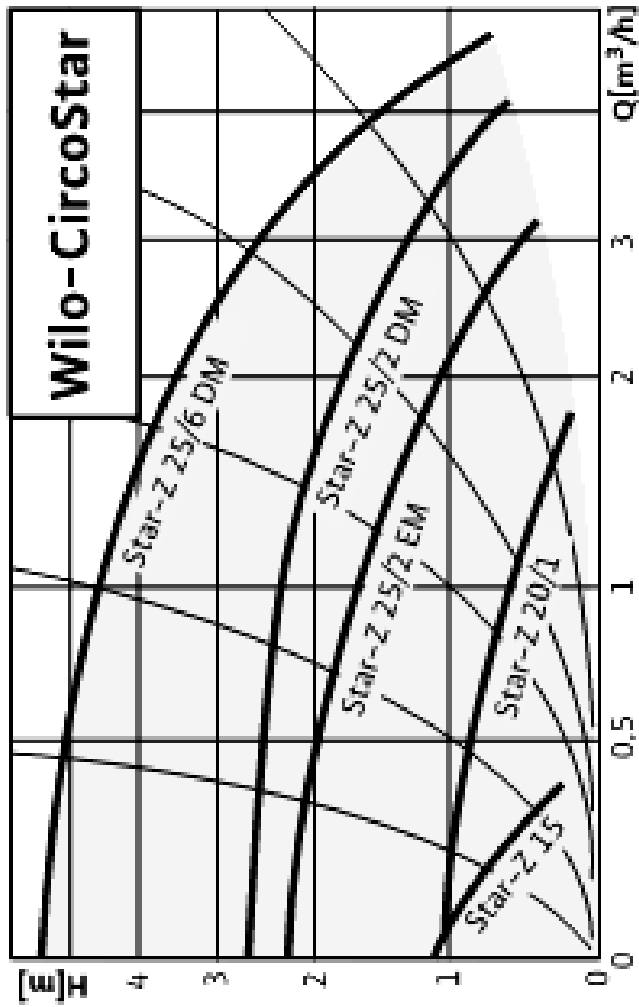


Рис. 1. Характеристика насосов серии Wilo-Star-Z (CircoStar)

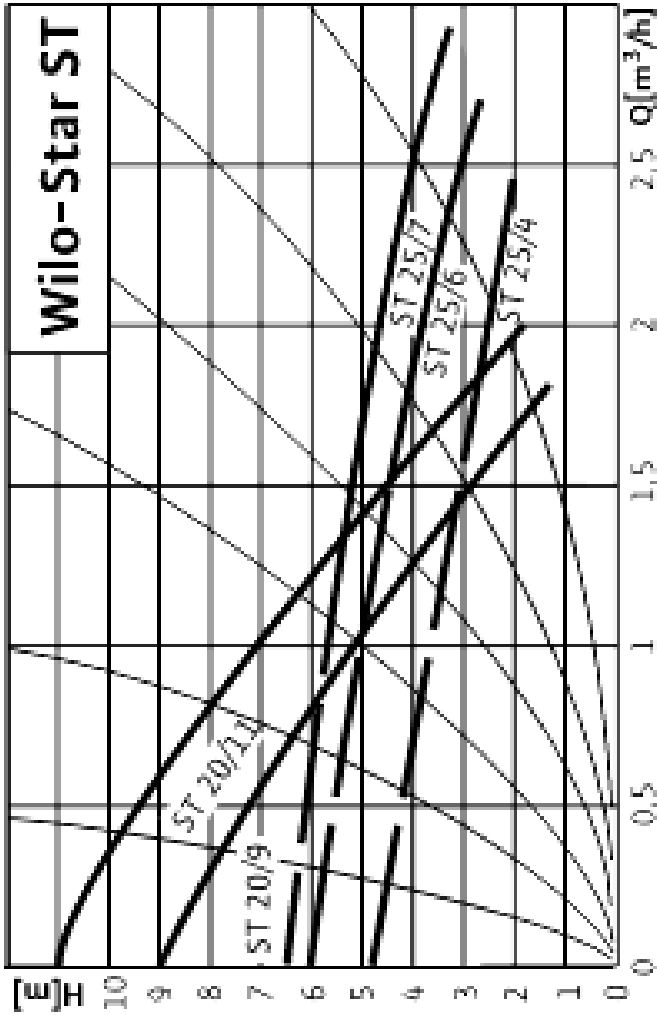


Рис. 2. Характеристика насосов серии Wilo-Star-ST (SolarStar)

1. СНиП 2-04-01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 85 с.
2. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 131 с.
3. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 72 с.
4. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов.
5. ГОСТ 21.205-93 Условные обозначения элементов санитарно-технических систем.
6. ГОСТ 21.206-93 Условные обозначения трубопроводов.
7. ГОСТ 21.601-79 Водопровод и канализация. Рабочие чертежи.
8. Мишнева С.К. Проектирование систем водоснабжения и канализации жилого дома: методические указания / С.К. Мишнева. – 3-е изд., стер. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003. – 47 с.
9. Мишнева С.К. Водоснабжение и водоотведение: учебно-методическое пособие / С.К. Мишнева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. – 124 с.
10. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 2. Водопровод и канализация / под ред. И.Г. Старовойтова, Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 247 с.
11. Горячее водоснабжение жилого здания: методические указания и задания к выполнению курсовой работы / Сост.: В.И. Шарапов, П.В. Ротов. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 35 с.
12. Кедров В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий. учеб. для ВУЗов / В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. – М.: Стройиздат, 1989. – 495 с.
13. Лукиных А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. – Изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.
14. Чистяков Н.Н. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения / Н.Н. Чистяков, М.М. Грудзинский, В.И. Ливчак и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 314 с.
15. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб / Ф.А. Шевелев. – Изд. 5-е, доп. – М.: Стройиздат, 1973. – 112 с.
16. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Т 1. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 288 с.

17. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учеб. пособие для ВУЗов / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. - 4-е изд. перераб. и доп. - М: Стройиздат, 2001. - 397. с.
18. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Т 2. - М.: Издательство АСВ, 2004. - 496 с.
19. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Т 3. - М.: Издательство АСВ, 2004. - 256 с.
20. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для ВУЗов. - М.: Издательство АСВ, 2006. - 704 с.
21. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник / под ред. Б.Н. Репина. - М.: Высшая школа, 1995. - 431 с.
22. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Водопровод и канализация под. Ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. - М.: Стройиздат, 1990. - 247 с. (Справочник проектировщика)
23. Канализация. Учебник для ВУЗов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, А.И. Жуков, С.К. Колобанов. - М.: Стройиздат, 1975. - 632 с.
24. СанПиН 2.1.4.2580-10 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
25. СП.30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий.
26. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов

Учебное издание

Подпоринов Борис Федорович
Староверов Сергей Владимирович
Феоктистов Алексей Юрьевич

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Часть 1. «Водоснабжение и водоотведение»

Учебное пособие

Подписано в печать _____ Формат _____. Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____.

Тираж 300 экз.

Заказ

Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете

им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46