

А.А. ОТСТАВНОВ

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ
И ВОДООТВЕДЕНИЕ
ОБЩЕСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ**



Техническая библиотека НП «АВОК»

Техническая библиотека НП «АВОК»

А. А. Отставнов

Водоснабжение и водоотведение общественных зданий

Москва
«АВОК-ПРЕСС»
2011

УДК 628.1/2
ББК 38.761
О-86

-2640.

Отставнов, А. А.

Водоснабжение и водоотведение общественных зданий / А. А. Отставнов. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2011. — 400 с. — 1 000 экз. — ISBN 978-5-98267-071-7.

В книге обобщен многолетний опыт научных исследований и проектирования систем водоснабжения и водоотведения общественных зданий, рассмотрено их современное состояние и перспективы устройства энергоэффективных и ресурсосберегающих систем.

Отдельные главы посвящены проектированию и монтажу систем, используемому санитарно-техническому оборудованию, подбору труб и арматуры, расчету экономической эффективности водопроводно-канализационного оборудования общественных зданий. Впервые в отечественной практике всесторонне освещен вопрос систем удаления атмосферных осадков с крыш.

В книге изложены методики определения расходов, гидравлических расчетов, подбора труб, определения стоимости жизненного цикла трубопроводов, а также сравнительные расчеты затрат для стальных и полимерных труб; приведены номограммы и гидравлические таблицы.

Приложения содержат планировочные решения санитарно-технических узлов общественных зданий, диск с библиотекой современных графических элементов, наиболее часто применяемых в проектах водоснабжения и канализации. Библиотека графических элементов совместима с программой AutoCAD.

Издание адресовано широкому кругу специалистов — проектировщикам, монтажникам, эксплуатационникам, аспирантам и студентам строительных специальностей.

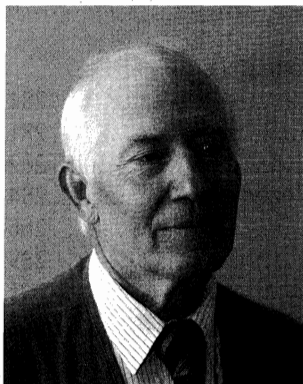
Содержание

Об авторе	6
Предисловие	7
Глава 1. Проектирование санитарных узлов общественных зданий.	
Объемно-планировочные решения и оборудование	9
Виды санитарных узлов	9
Расположение санитарных узлов	10
Количество санитарно-технических приборов	14
Санитарно-технические приборы	18
Трубопроводы систем водоснабжения и канализации санитарных узлов	25
Особенности проектирования санитарных узлов для людей с ограниченными возможностями	26
Планировочные решения санитарно-гигиенических помещений для людей с ограниченными возможностями	29
Глава 2. Напорные трубные изделия для систем холодного и горячего водоснабжения	32
Основные требования к трубным изделиям для систем водоснабжения	32
Особенности стальных труб, соединительных деталей и способов их соединения	34
Особенности медных труб, соединительных деталей и способов их соединения	37
Особенности металлополимерных труб, соединительных деталей и способов их соединения	43
Особенности полипропиленовых труб, соединительных деталей и способов их соединения	48
Особенности труб из сшитого полиэтилена, соединительных деталей и способов их соединения	49
Особенности труб из хлорированного поливинилхлорида, соединительных деталей и способов их соединения	55
Особенности полибутеновых труб, соединительных деталей и способов их соединения	60
Глава 3. Канализационные трубные изделия	66
Основные требования к канализационным трубным изделиям	66
Особенности труб из серого чугуна, соединительных деталей и способов их соединения	74
Особенности труб из ковкого чугуна, соединительных деталей и способов их соединения	76
Особенности труб из непластифицированного поливинилхлорида, соединительных деталей и способов их соединения	81
Особенности толстостенных труб из поливинилхлорида, соединительных деталей и способов их соединения	87

Особенности полиэтиленовых труб, соединительных деталей и способов их соединения	98
Особенности труб из наполненного полиэтилена, соединительных деталей и способов их соединения	98
Особенности полипропиленовых труб, соединительных деталей и способов их соединения	100
Особенности труб из наполненного полипропилена, соединительных деталей и способов их соединения	102
Глава 4. Выбор типоразмеров труб для устройства систем холодного и горячего водоснабжения	109
Основные требования к системам внутреннего водоснабжения	109
Методики определения расходов в системе внутреннего водоснабжения	112
Определение нормативных расходов по СНиП 2.04.01–85*	120
Определение нормативных расходов по СТО 024947335.2-01–2006	137
Обоснование выбора методики для гидравлического расчета трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения	151
Особенности гидравлического сопротивления соединительных деталей	161
Особенности расчета трубопроводов холодного водоснабжения	171
Особенности расчета трубопроводов горячего водоснабжения	178
Глава 5. Выбор труб для устройства системы внутренней канализации	186
Принципы функционирования системы внутренней канализации	186
Канализационные гидравлические затворы	190
Канализационные отводки	192
Позатажные отводные канализационные трубопроводы	192
Система внутренней канализации с вентилируемыми стояками	193
Система внутренней канализации с невентилируемыми стояками	198
Канализационная вытяжка	201
Сборные канализационные вентиляционные трубопроводы	203
Канализационный выпуск	207
Сборные канализационные отводные трубопроводы	208
Определение расчетных расходов по СНиП 2.04.01–85*	209
Определение расчетных расходов по СТО 024947335.2-01–2006	209
Определение расчетных расходов по СП 40-107–2003	211
Выбор труб по гидравлическим показателям для отводных горизонтальных трубопроводов	211
Выбор труб по гидравлическим показателям для вертикальных канализационных трубопроводов	221
Глава 6. Крепление трубопроводов	231
Требования к креплению трубопроводов	231
Вертикальные трубопроводы	231
Крепление горизонтальных полимерных трубопроводов	242
Компенсационные устройства	261
Особенности прохождения трубопроводов сквозь строительные конструкции	266

Крепление трубопроводов.....	271
Производство крепежных работ.....	276
Сравнение нормативных требований к креплению внутренних трубопроводов из различных материалов.....	278
Глава 7. Технология монтажа трубопроводов систем водоснабжения и канализации	281
Общие положения	281
Заготовительные работы.....	282
Техническая документация на монтажно-сборочные работы	284
Подготовительные работы.....	286
Вспомогательные работы	289
Монтажные работы.....	291
Установка санитарно-технических приборов.....	298
Контроль качества установки санитарно-технических приборов.....	299
Глава 8. Факторы экономической эффективности оборудования систем водоснабжения и канализации.....	300
Глава 9. Системы удаления атмосферных осадков с крыш зданий	324
Общие положения	324
Способы удаления атмосферных осадков.....	324
Типы внутренних водостоков.....	327
Особенности проектирования водосточных систем	329
Расчет расходов атмосферных осадков	334
Временные режимы работы внутренних водостоков	338
Учет аккумулирующей способности крыш.....	342
Учет периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя	348
Гидравлический расчет водосточных систем	351
Подбор типоразмеров труб из непластифицированного поливинилхлорида для внутренних водосточных систем	354
Литература.....	358
Приложение 1. Планировочные решения санитарных узлов	362
Приложение 2. Основные буквенные обозначения	375
Приложение 3. Системы внутреннего водостока Geberit Pluvia	383
Приложение 4. Системы внутренних трубопроводов Geberit.....	388
Приложение 5. Сокращения и условные обозначения, принятые в англоязычной научно-технической литературе	390

Об авторе



Алексей Алексеевич Отставнов родился в 1941 г. в Москве. С 1949 г. был свидетелем того, как рядом с его домом возводился Московский государственный университет. Это впоследствии стало основой выбора строительной профессии. В 1960 г. А. А. Отставнов окончил с отличием техническое училище, получив рабочую профессию «слесарь-сантехник 5-го разряда». В 1964 г. ему был присвоен 6-й разряд слесаря-сантехника и его пригласили на работу в то же техническое училище мастером производственного обучения. В этом же году Алексей Алексеевич поступил во Всесоюзный заочный инженерно-строительный институт (ВЗИСИ, сейчас — МГAKХиС)

на факультет «водоснабжение и канализация», который он окончил с отличием в 1969 г., получив диплом инженера-строителя. В период с 1969 по 1972 гг. проходил обучение в аспирантуре ВЗИСИ и в 1986 г. защитил в МГСУ кандидатскую диссертацию по специальности «технология и организация строительства».

С 1967 г. работает в ГУП «НИИМосстрой». В настоящее время является ведущим научным сотрудником лаборатории инженерного оборудования Центра энергосбережения и эффективного использования нетрадиционных источников энергии в строительном комплексе ГУП «НИИМосстрой». Награжден тремя Бронзовыми медалями ВДНХ СССР за технические достижения при внедрении разработок института.

А. А. Отставнов является автором одного патента РФ, 10 авторских свидетельств СССР, около 40 российских (СН и СП) и ведомственных нормативных документов (ВСН, ТР, нормалей и др.) и около 500 научных трудов. В 1987 г. ВАК СССР присвоила Алексею Алексеевичу звание старшего научного сотрудника, в 2001 г. он получил звание «Почетный строитель города Москвы».

Предисловие

Характерной особенностью крупных и средних городов любого региона нашей страны является комплексная застройка, включающая как жилые, так и общественные здания — школы, детские сады, больницы, спортивные комплексы, гостиницы и др. Существенными элементами таких зданий, обеспечивающими не только комфортные условия при их использовании, но и во многом определяющими денежные и другие затраты на их сооружение, эксплуатацию и ремонт, являются внутренние системы водоснабжения и водоотведения (канализация и водостоки).

В настоящей книге обобщен многолетний опыт научных исследований и проектирования систем водоснабжения и водоотведения общественных зданий. В отдельных главах всесторонне рассмотрены вопросы проектирования и монтажа систем, используемого санитарно-технического оборудования, подбора труб и арматуры, расчета экономической эффективности водопроводно-канализационного оборудования общественных зданий, современное состояние и перспективы устройства энергоэффективных и ресурсосберегающих систем. Дана характеристика методикам определения расходов воды и стоков (СНиП 2.04.01–85*, СТО 024947335.2-01–2006, СП 40-107–2003); приведены гидравлические расчеты, способы подбора труб, способы определения стоимости жизненного цикла трубопроводов, а также сравнительные расчеты затрат для стальных и полимерных труб; размещены номограммы и гидравлические таблицы.

Проблема удаления атмосферных осадков в современной технической литературе практически не освещается. В книге данному вопросу посвящена отдельная глава. В ней рассматриваются принципы устройства систем, методика определения расходов дождевых стоков с крыш с целью выбора диаметров труб для их безаварийного сброса, подход к обоснованию типоразмера полимерных труб, срок службы которых для внутренних водостоков составляет 50 лет, а также излагаются технологические особенности монтажа.

Вопросы экономической эффективности водопроводно-канализационного оборудования общественных зданий рассматриваются применительно к материалам трубопроводов. В качестве основного критерия экономичности принимается минимизация затрат на их нормальное функционирование в течение расчетного срока эксплуатации. Указанный критерий должен базироваться на сопоставлении совокупности факторов (в том числе стоимости трубных изделий, транспортно-складских расходов, затрат на производство монтажных работ, эксплуатацию и реновацию построенных систем водоснабжения и канализации), интегрированных в единый экономический показатель приведенных затрат.

Приложения книги содержат планировочные решения санитарно-технических узлов общественных зданий и диск с условными графическими обозначениями, применяемыми в области водоснабжения и канализации.

Изложенный в книге материал в полном объеме корреспондируется с российскими нормативными документами по соответствующей тематике, в разработке части из которых автор принимал непосредственное участие.

Автор выражает признательность сотрудникам лаборатории инженерного оборудования ГУП «НИИМосстрой» (канд. техн. наук С. Д. Дубровкину, канд.

техн. наук Я. Б. Алескеру, канд. техн. наук А. В. Сладкову, канд. техн. наук Ш. Л. Гольцману и др.), в той или иной степени принимавшим участие в исследованиях, отдельные результаты которых нашли свое отражение в книге, а также председателю комитета АВОК «Водоснабжение и водоотведение», канд. техн. наук, профессору МГСУ В. Н. Исаеву, подвигнувшему автора к написанию данной книги.

Издание адресовано широкому кругу специалистов — проектировщикам, монтажникам, эксплуатационникам, аспирантам и студентам строительных специальностей.

Глава 1

Проектирование санитарных узлов общественных зданий. Объемно-планировочные решения и оборудование

Виды санитарных узлов

Объемно-планировочные решения санузлов общественных зданий зависят от вида и количества устанавливаемых в них санитарно-технических приборов (рис. 1.1), характера их блокировки с другими помещениями, а также назначения трубопроводов (отопление, водоснабжение, водоотведение).

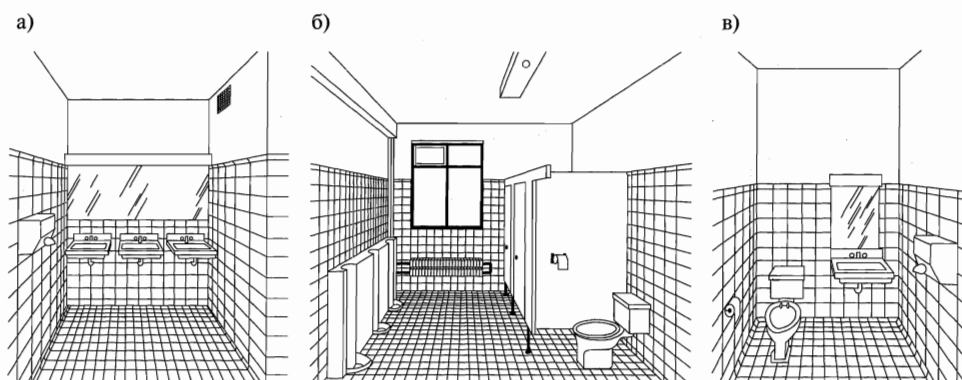


Рис. 1.1. Варианты объемно-планировочных решений туалетов общественных зданий с санитарно-техническими приборами: а — умывальниками; б — писсуарами и унитазами; в — унитазом и умывальником

Санузлы общественных зданий подразделяют по видам с учетом:

- пола людей: мужской и женский*;
- возраста людей: для детей (дошкольного и младшего школьного возраста) и для взрослых;
- количества мест для одновременного пользования: одно-, двух-, трехместный и т. д.;
- оснащенности: унитаз — умывальник, унитаз — умывальник — трап, унитаз — умывальник — писсуар, унитаз — умывальник — писсуар — трап, унитаз — умывальник — биде, унитаз — умывальник — биде — трап и т. д.;
- наличия вокруг унитазов отдельных кабин: с кабинками и без;
- прохождения трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, подводок к санитарно-техническим приборам: с открытой, скрытой, смешанной подводкой;

* В мужских и женских санузлах совместно с унитазом обязательно должна быть предусмотрена установка умывальника.

- расположения отводных канализационных трубопроводов: с отведением по полу (открытые), в стене (замоноличенные), под потолком нижележащего этажа (подвесные);
- блокировки с другими помещениями: с индивидуальными женскими и уборочными комнатами, душевыми и т. д.

Расположение санитарных узлов

Вариант вертикального расположения санузлов, от которого будет зависеть высота водопроводных и канализационных стояков, принимают с учетом вида и этажности общественного здания (табл. 1.1).

Мужские и женские санузлы располагают:

- на разных канализационных стояках друг над другом на каждом этаже либо через этаж. При этом женские и мужские санузлы проектируют в разных концах здания;
- на одном канализационном стояке друг над другом в смешанном порядке: например, на четных этажах — женские санузлы, на нечетных — мужские. При этом размещение санузлов возможно в любой части здания: в середине, на одном каком-либо конце здания или с обеих сторон. Месторасположение санузлов в той или иной части здания определяет протяженность выпускных трубопроводов от канализационных стояков до дворовой сети подземной канализации. То же самое относится и к протяженности трубопроводов (стояков и участков от стояков к водопроводным вводам) холодного и горячего водоснабжения.

Количество санузлов по высоте здания может варьироваться, например, от двух в кинотеатрах до 16 в зданиях учебных заведений для подготовки и повышения квалификации специалистов (табл. 1.1).

Таблица 1.1
Этажность общественных зданий (СНиП 31-06–2009)

Группа	Подгруппа	Максимальное количество этажей
Здания образовательных учреждений	Детские дошкольные учреждения общего типа, специализированные, оздоровительные и объединенные с начальной школой	3
	Общеобразовательные и специализированные школы и школы-интернаты, межшкольные учебно-производственные комбинаты	4
	Профессионально-технические училища и учебные заведения для подготовки и переподготовки рабочих кадров	4
	Средние специальные учебные заведения	9
	Высшие учебные заведения	9
	Учебные заведения для подготовки и повышения квалификации специалистов	16
	Внешкольные учреждения	5

Продолжение табл. 1.1

Группа	Подгруппа	Максимальное количество этажей
Административные здания*	Здания для научно-исследовательских институтов (за исключением крупных специальных сооружений)	—
	Здания проектных и конструкторских организаций.	—
	Здания информационных центров	—
	Здания для органов управления	—
	Здания для общественных организаций	—
	Здания для кредитования, страхования и коммерческого назначения	—
	Здания для архивов	—
Здания лечебно-профилактических учреждений	Лечебные со стационаром, родильные дома, амбулаторно-поликлинические, аптеки, молочные кухни, бальнео- и грязелечебницы	9
	Санатории, санатории-профилактории	9
	Учреждения отдыха и туризма	2
Спортивные сооружения*	Открытые спортивно-физкультурные сооружения	—
	Здания и крытые сооружения	—
	Физкультурно-спортивные и оздоровительные комплексы	—
Здания культурно-просветительных и зрелищных учреждений	Библиотеки*	—
	Музеи и выставки*	—
	Клубные здания (дома и дворцы культуры, центры досуга и др.)*	—
	Зрелищные здания (концертные залы, цирки и др.)*	—
	Кинотеатры	2
	Клубы	3
	Театры	16
Коммерческие здания, здания предприятий общественного питания и бытового обслуживания*	Здания для предприятий розничной торговли	—
	Здания для предприятий общественного питания (за исключением зданий и помещений общественного питания, относящихся к вспомогательным зданиям и помещениям промышленных предприятий)	—
	Здания для предприятий бытового обслуживания, предназначенных для непосредственного обслуживания населения (непроизводственного характера)	—
Здания для транспорта, предназначенные для непосредственного обслуживания населения*	Вокзалы всех видов транспорта	—
	Конторы обслуживания пассажиров и транспортные агентства, кассовые павильоны	—

Окончание табл. 1.1

Группа	Подгруппа	Максимальное количество этажей
Здания для коммунального хозяйства (кроме производственных, складских и транспортных зданий и сооружений)*	Здания для гражданских обрядов, похоронные бюро	—
	Жилищно-эксплуатационные здания	—
	Здания гостиничных предприятий, мотелей и кемпингов	—
	Общественные санузлы	—
	Бани и банно-оздоровительные комплексы	—
* С учетом общей высоты здания и помещений от пола до потолка общественных зданий и жилых помещений санаториев следует принимать не менее 3 м, а жилых помещений в других общественных зданиях — в соответствии с [30]. Высоту основных помещений бань и банно-оздоровительных комплексов на 100 и более мест следует принимать не менее 3,3 м, а производственных помещений прачечной-химчистки — не менее 3,6 м.		

Планировочные решения санузлов общественных зданий представлены в прил. 1. Основная их часть нормализована в НП 2.0.4 «Нормали основных планировочных элементов жилых и общественных зданий» и рекомендуется к применению при проектировании Пособиями к СНиП 2.08.02–89* «Общественные здания и сооружения».

Как правило, санузлы располагают:

- в углу здания (у помещения имеется две наружные стены);
- между двумя рабочими помещениями или рабочим помещением и лестницей;
- в центральной части здания или в подвале и имеет либо верхнее (с выходом окон наружу), либо искусственное освещение.

Планировочные решения санузлов в общественных зданиях нормализованы с учетом вида (мужской или женский), количества кабин, необходимости блокирования женских и мужских санузлов между собой либо с другими помещениями, такими как индивидуальные санузлы, женские комнаты, уборочные комнаты, душевые. Кроме того, основные планировочные решения и характер блокировки указанных помещений приняты с учетом подгрупп общественных зданий (см. табл. 1.1), а также размеров санузлов (табл. 1.2) и показателей санитарно-технических приборов (табл. 1.3).

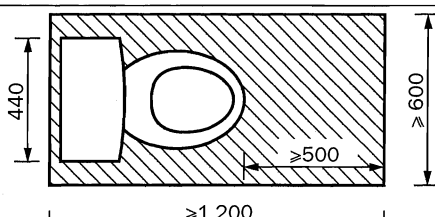
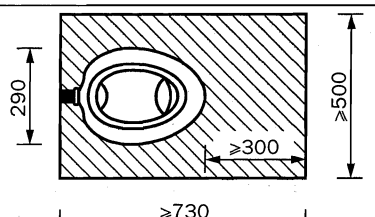
Таблица 1.2
Минимальные планировочные параметры санузлов, мм

Параметр	Школа	Ясли-сад	Другие общественные здания
Размеры кабины общественного санузла:			
• кабина с дверью, открывающейся наружу	—	—	85 × 120
• кабина без двери	80 × 100	—	—

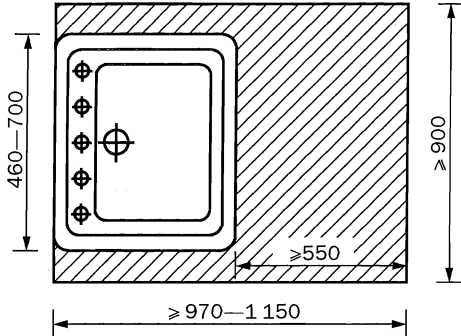
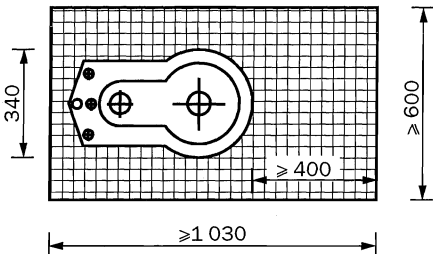
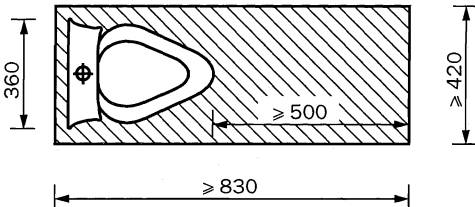
Окончание табл. 1.2

Параметр	Школа	Ясли-сад	Другие общественные здания
Размеры кабины индивидуального санузла	240 × 90 135 × 180	—	150 × 180 150 × 150
Высота перегородок-экранов между унитазами	175	—	180
Ширина прохода между кабиной и противоположной стеной или перегородкой: • двери кабин открываются наружу: – при отсутствии писсуаров – при наличии писсуаров • без дверей: – при отсутствии писсуаров – при наличии писсуаров	— — 110 180	— — — —	130 200 — —
Ширина прохода между двумя фронтами кабин: • двери кабин открываются наружу • без дверей	— 150	— —	150 —
Ширина прохода между рядом писсуаров и стеной	100	—	100
Ширина прохода между двумя рядами писсуаров	120	—	120
Расстояние между осями писсуаров	70	70	70
Расстояние между осью писсуара и боковой стеной или перегородкой	35	35	35
Ширина прохода между рядом умывальников и стеной или перегородкой	110	110	110
Ширина прохода между двумя рядами умывальников	160	—	160
Расстояние между кранами индивидуальных умывальников	60	60	65
Расстояние между кранами общего умывальника	55	—	60
Расстояния от крана индивидуального умывальника до боковой стены	35	35	35

Таблица 1.3
Расположение и функциональная зона санитарно-технических приборов, принятые в планировочных решениях санузлов общественных зданий

Унитаз	
Для взрослых	Для детей
	

Окончание табл. 1.3

Умывальник 
Гигиенический душ — биде 
Писсуар 

Для функциональных зон (рис. 1.2) можно принимать такие параметры санитарно-технических приборов, которые обеспечивают возможность удобного пользования приборами и оборудованием.

В зависимости от профиля учреждений или предприятий при одних и тех же планировочных решениях могут применяться различные типы санитарно-технического оборудования.

Количество санитарно-технических приборов

Количество санитарно-технических приборов в общественных зданиях определяют в зависимости от типа здания.

1. Спортивные залы, помещения для физкультурно-оздоровительных занятий и крытые катки с искусственным льдом

Согласно Пособию к СНиП 2.08.02–89*, в санитарных узлах (с умывальниками в шлюзах) устанавливают следующее число санитарно-технических приборов:

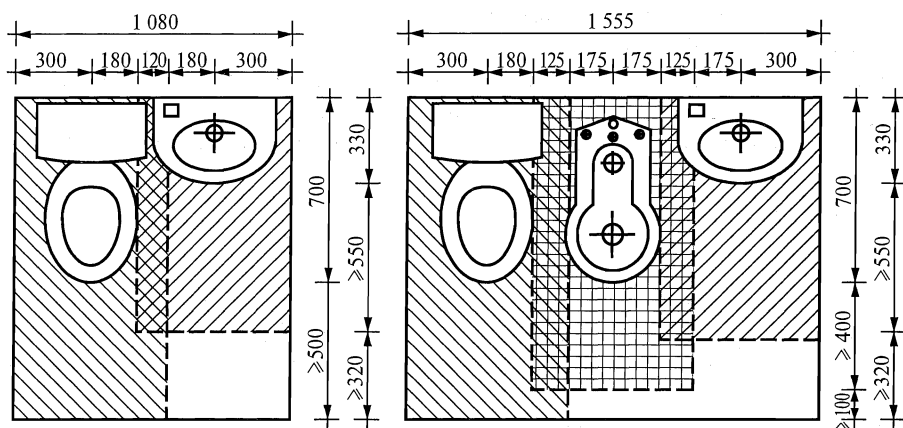


Рис. 1.2. Функциональные зоны при совмещенном размещении санитарно-технических приборов

а) при раздевальнях для занимающихся:

- женских: один унитаз на 30 мест для переодевания, но не менее одного;
- мужских: один унитаз на 135 и один писсуар на 45 мест для переодевания, но не менее одного унитаза;

б) для сотрудников, инструкторского и тренерского состава:

- женских: один унитаз на 15 одновременно работающих женщин, но не менее одного;
- мужских: один унитаз на 60 и один писсуар на 20 одновременно работающих мужчин, но не менее одного унитаза. При числе одновременно работающих мужчин и женщин менее 20 человек предусматривается общий санитарный узел на один унитаз;

в) для зрителей:

- женских: один унитаз на 40 человек;
- мужских: один унитаз на 330 и один писсуар на 66 человек.

В каждом помещении санитарного узла должно быть, как правило, не более 40 приборов (унитазов, писсуаров).

В женских санузлах ставят один умывальник на четыре унитаза, в мужских — один умывальник на восемь приборов (унитазов, писсуаров).

Численное соотношение мужчин и женщин — занимающихся, сотрудников, инструкторского и тренерского состава — как правило, составляет 1:1.

В санитарных узлах для зрителей расчетное число зрителей-мужчин обычно принимают исходя из 60 %, а в залах, предназначенных для футбола, и катках, предназначенных для хоккея, — исходя из 70 % от общего числа зрительских мест; расчетное число зрителей-женщин во всех случаях определяют исходя из 40 % от общего числа зрительских мест. Иные соотношения могут быть взяты из задания на проектирование исходя из местных демографических особенностей.

2. Предприятия розничной торговли

Согласно п. 5.15 Пособия к СНиП 2.08.02–89*, при проектировании систем водоснабжения и водоотведения допускается не предусматривать внутренний водопровод и канализацию в проектах магазинов торговой площадью до 150 м² в случаях, когда они размещаются в неканализационных районах, и применять люфт-клозеты.

В соответствии с МГСН 4.13–97, общественные туалеты для посетителей следует проектировать в магазинах классификационных групп:

- IН, IVН (непродовольственные магазины с универсальным ассортиментом и специализированные — с полным) — из расчета один санитарно-технический прибор на 600 м² торговой площади, но не менее двух санитарно-технических приборов;
- III (продовольственные магазины с универсальным ассортиментом) — из расчета один санитарно-технический прибор на 400 м² торговой площади, но не менее двух приборов.

В магазинах других типов допускается проектировать общественные туалеты из расчета один санитарно-технический прибор на каждые 600 м² торговой площади в непродовольственных магазинах и на каждые 400 м² торговой площади в продовольственных магазинах, но не менее двух санитарно-технических приборов.

Туалеты для посетителей в торговых центрах следует проектировать для всего комплекса магазинов из расчета их суммарной торговой площади. Допускается поэтажное размещение общественных туалетов.

Установка санитарно-технических приборов в подземных и цокольных этажах магазинов должна выполняться согласно п. 17.27 СНиП 2.04.01–85* «Внутренний водопровод и канализация зданий».

В общественных туалетах должно быть предусмотрено:

- не менее одной кабины с шириной не менее 1,65 м и глубиной не менее 1,8 м для инвалидов-колясочников;
- не менее одной кабины с поручнями, расположенными по боковым сторонам, для инвалидов, использующих при передвижении костыли или другие приспособления;
- не менее одного писсуара на высоте не более 0,4 м с вертикальными опорными поручнями с двух сторон — для инвалидов;
- не менее одной раковины в умывальных на высоте не более 0,8 м от уровня пола на расстоянии от боковой стены не менее 0,2 м с опорными поручнями.

В помещениях для хранения уборочного инвентаря предусматривают раковины, трапы, а также краны холодной и горячей воды.

Помещения для подготовки продовольственных товаров к продаже оборудуют раковинами и моечными ваннами.

В универмагах торговой площадью 8 500 м² и более, а также в продовольственных магазинах торговой площадью 1 000 м² и более предусматривают трапы и поливочные краны для мокрой уборки полов.

В шлюзе при камере пищевых отходов устанавливают раковину и мойку для мытья бачков.

3. Здания развлекательных комплексов

Количество санитарно-технических приборов определяют по табл. 1.4.

Таблица 1.4
Количество санитарно-технических приборов
в зданиях развлекательных комплексов

Наименование прибора	Наличие приборов при количестве мест			
	1 600—1 200	800	600—400	300—200
Унитазы в мужских санузлах	3	2	1	1
Унитазы в женских санузлах	4	3	2	1
Писсуары в мужских санузлах	3	2	2	1
Умывальники в мужских и женских санузлах	2	1	1	1
Примечания: 1. Мужские и женские санузлы должны устраиваться отдельно и иметь шлюзы. В шлюзах устанавливают один умывальник на 150 зрительских мест и один умывальник на 200 посетителей. 2. В санузлах при сцене и спортивном зале, а также в санузлах для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, при этом глубина кабины должна быть не менее 1,4 м. 3. Умывальники, кроме санузлов, необходимо устанавливать в артистических комнатах, кабинете врача, фотолаборатории и студии изобразительных искусств. 4. В подсобном помещении буфета должна быть установлена мойка.				

4. Здания школ

Количество санитарно-технических приборов определяют по табл. 1.5.

Таблица 1.5
Удельные показатели площадей и количество санитарно-технических
приборов в зданиях школ

Помещение	Единица измерения	Количество приборов
Санузел для учащихся: • девочек • мальчиков	Учащийся	Один унитаз на 20 учащихся, один умывальник на 30 учащихся Один унитаз на 30 учащихся, один писсуар на 80 учащихся, один умывальник на 30 учащихся
Санузел для персонала (индивидуальные)	Два санузла	Один унитаз, один умывальник
Кабина личной гигиены женщин (для персонала)	Кабина	Один гигиенический душ, один унитаз, один умывальник
Санузел при актовом зале — лекционной аудитории в блоке общешкольных помещений	Два санузла (женский и мужской)	Один унитаз, один умывальник
Санузел и душевая при раздевальной спортзала	Раздевальная	Один унитаз, один умывальник, две душевые сетки
Санузел и душевая для персонала в столовой	Санузел и душевая	Один унитаз, один умывальник, одна душевая сетка
Кабина личной гигиены для девочек	Кабина	Один гигиенический душ, один унитаз, один умывальник; кабина на 70 девочек
Санузел для персонала в медицинском кабинете	Санузел	Один унитаз, один умывальник
Примечание. В учебных мастерских следует применять по три раковины.		

5. Гостиницы

В гостиницах общие санузлы размещают на каждом этаже в отдельных помещениях с самостоятельными входами из общих коридоров. Количество санитарно-технических приборов в номерах зависит от их категории:

- I — ванна или душ, унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санузле;
- II — унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санузле;
- III — умывальник.

В гостиницах, не имеющих санузлов в номерах, число санитарно-технических приборов определяют исходя из суммарного числа мест в номерах с учетом обслуживающего персонала:

- в санузлах:
 - мужских: по одному унитазу и писсуару на 18 человек;
 - женских: один унитаз на 12 человек;
- в ваннах или душевых: одна ванна или одна душевая сетка на 30 человек.

6. Лечебно-профилактические учреждения

В лечебно-профилактических учреждениях (больницы различного профиля, поликлиники и фельдшерско-акушерские пункты) число санитарно-технических приборов принимают в зависимости от профиля учреждения и назначения помещений и определяют технологической частью проекта.

7. Предприятия общественного питания, прачечные

На предприятиях общественного питания, в прачечных и других подобных общественных зданиях типы и число санитарно-технических приборов и специальных приемников незагрязненных или загрязненных производственных сточных вод определяют технологическим проектом.

Санитарно-технические приборы

Унитазы

Унитаз — это санитарно-техническое устройство, снабженное системой автоматического или полуавтоматического смыва.

Унитазы классифицируют следующим образом:

- по конструкции: без смывного бачка (рис. 1.3), компакт (рис. 1.4);
- по форме чаши: тарельчатый, козырьковый, воронкообразный (современные модели);
- по способу монтажа: напольный, подвесной (рис. 1.5);
- по способу подводки к смывному бачку: с боковой, нижней (обеспечивает низкий уровень шума) подводкой;
- по выпуску стоков в систему канализации: с прямым (вертикальным) (рис. 1.4), горизонтальным (рис. 1.6), косым выпуском (рис. 1.7);
- по типу полочки для установки смывного бачка: с цельноотлитой (с унитазом) и приставной полочкой;

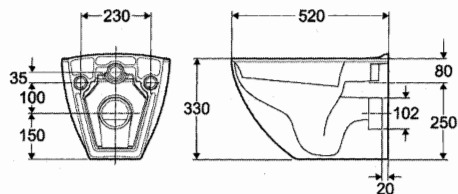


Рис. 1.3. Унитаз напольный без смывного бачка*

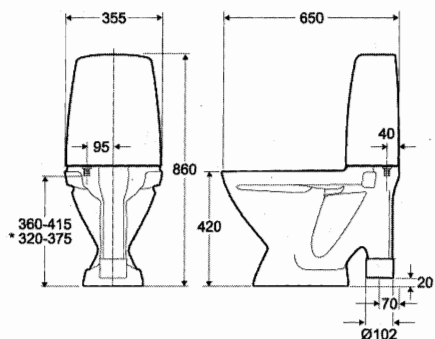


Рис. 1.4. Унитаз-компакт с вертикальным выходом

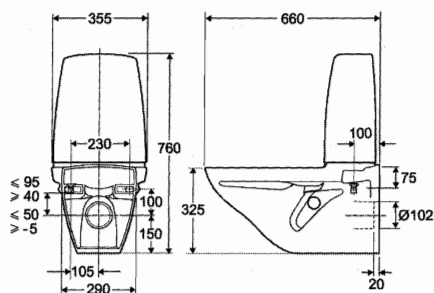


Рис. 1.5. Унитаз подвесной

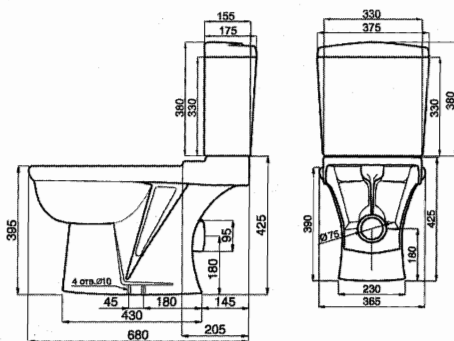


Рис. 1.6. Унитаз напольный с горизонтальным выходом

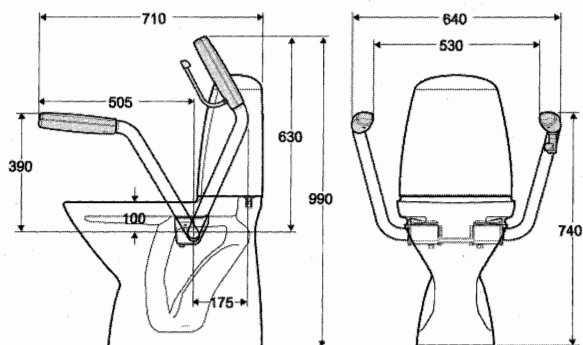


Рис. 1.7. Унитаз со вспомогательными подлокотниками

* Рис. 1.3—1.7 предоставлены компанией ООО «Санитек».

- по используемой спускной арматуре: с штоковым, кнопочным, двухрежимным спуском;
- по материалу: фарфоровый, фаянсовый, акриловый, стальной и т. д.;
- по размеру: взрослый и детский;
- по юбке (стенка вокруг сифона): с полной (на отечественных традиционных) и частичной (на современных) юбкой;
- по специальному назначению: педальный с ножным сливом, для людей с ограниченными возможностями (рис. 1.7);
- по производителю: отечественный и зарубежный.

Смывные устройства

Смывные устройства (рис. 1.8, 1.9) служат для промывки унитазов в санузлах общественного пользования и в зданиях специального назначения.

Для разных типов унитазов можно использовать автоматические и полуавтоматические смывные краны с регулировкой количества протекающей воды. Диаметр подводящих труб подбирается в зависимости от модели смывного устройства (20, 25 мм), давление в водопроводной сети при открытом кране не должно опускаться ниже 0,08 МПа, а давление воды в системе перед краном не должно превышать 0,6 МПа. При установке смывной кран соединяют с трубопроводом через угловой запорный вентиль и располагают на высоте не менее 80 см над уровнем пола.

Умывальники

Умывальник — это санитарно-технический прибор для отвода жидких стоков в канализацию.

Умывальники классифицируют следующим образом:

- по форме: прямоугольный (рис. 1.10), овальный (рис. 1.11), круглый (рис. 1.12), угловой (рис. 1.13), умывальник-чаша, хирургический, парикмахерский, для людей с ограниченными возможностями (рис. 1.14), дизайнерский;
- по способу монтажа: навесной, с пьедесталом или полупьедесталом, встраиваемый (рис. 1.15);
- по материалу: фаянсовый, фарфоровый, акриловый, стальной и т. д.;
- по габаритному размеру: обычный, мини-раковина (рис. 1.16);

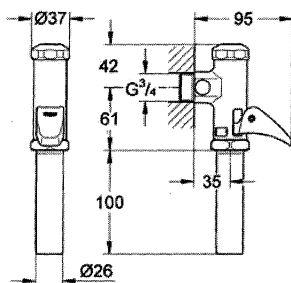


Рис. 1.8. Автоматическое смывное устройство*

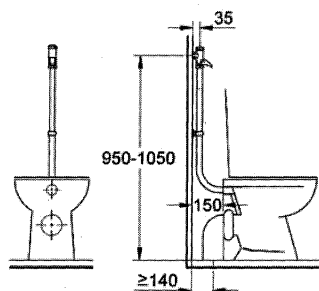


Рис. 1.9. Полуавтоматическое смывное устройство

* Рис. 1.8, 1.9 предоставлены ООО «Гроз».

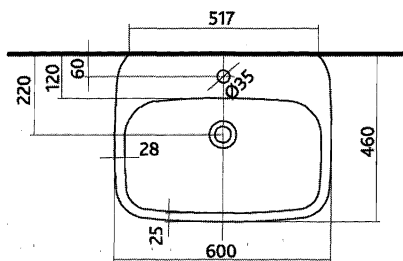


Рис. 1.10. Умывальник прямоугольный*

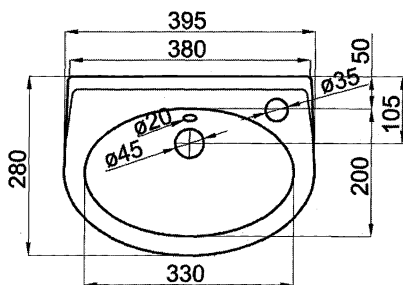


Рис. 1.11. Умывальник овальный

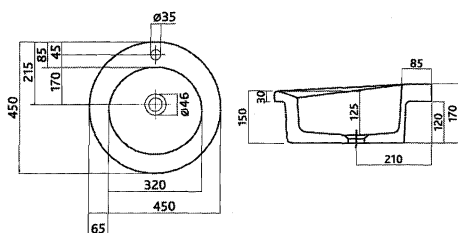


Рис. 1.12. Умывальник круглый

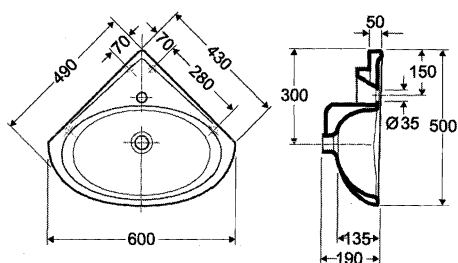


Рис. 1.13. Умывальник угловой

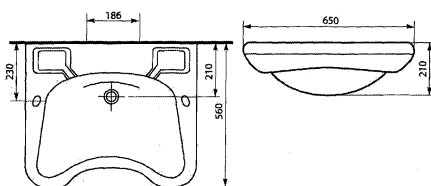


Рис. 1.14. Умывальник для людей с ограниченными возможностями

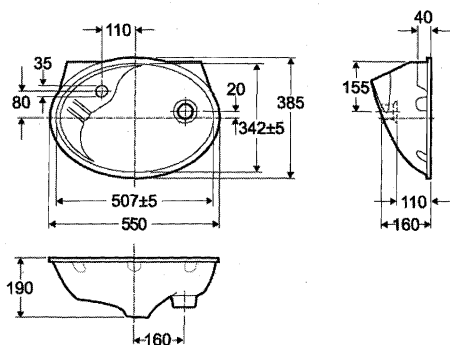


Рис. 1.15. Умывальник встраиваемый

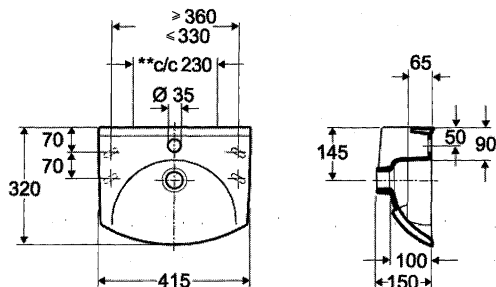


Рис. 1.16. Умывальник уменьшенного размера

* Рис. 1.10—1.19 предоставлены компанией ООО «Санитек».

- по наличию и расположению отверстий под смесители;
- по размеру: взрослый и детский;
- по производителю: отечественный и зарубежный.

Писсуары

Писсуар — это санитарно-технический прибор для приемки и отвода в канализацию жидких стоков.

Писсуары классифицируют следующим образом:

- по форме: овальный, округлый, прямоугольный, вытянутый, треугольный, дизайнерский;
- по способу монтажа: настенный (подвесной) (рис. 1.17), напольный, лотковый;
- по способу подачи воды: вертикальный и горизонтальный;
- по материалу: фаянсовый, фарфоровый, полуфарфоровый, металлический, из нержавеющей стали и т. д.;
- по типу: традиционный (рис. 1.17), сенсорный, инфракрасный и т. д.;
- по комплектации: с крышкой и без;
- по размеру: взрослый и детский;
- по производителю: отечественный и зарубежный.

Биде

Биде — это санитарно-технический прибор в виде удлиненного фаянсового таза с кранами, подсоединенными к системам водоснабжения и канализации.

Биде классифицируют следующим образом:

- по способу монтажа: подвесное (рис. 1.18), напольное (рис. 1.19), крышка-биде, электроунитаз-биде;
- по способу подачи воды: с подачей снизу вверх, сбоку вниз, сверху вниз;
- по конструкции канализационного выпуска: с горизонтальным, вертикальным, косым (под углом в 45°) выпуском;
- по материалу: фаянсовое, фарфоровое, металлическое, из нержавеющей стали и т. д.;

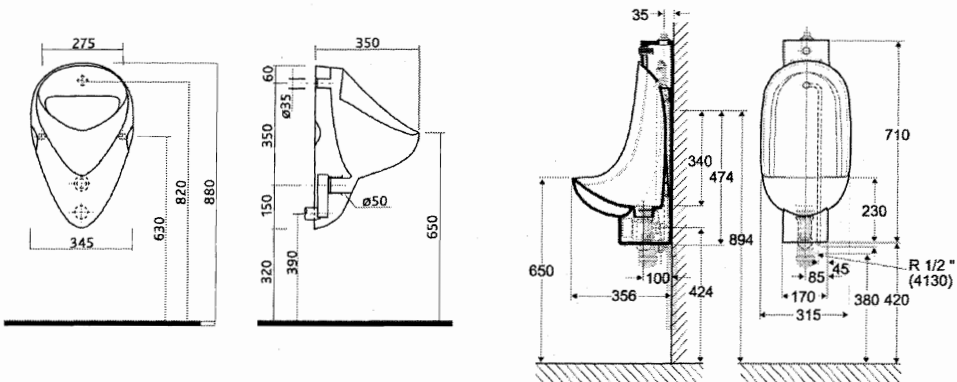


Рис. 1.17. Писсуары настенные

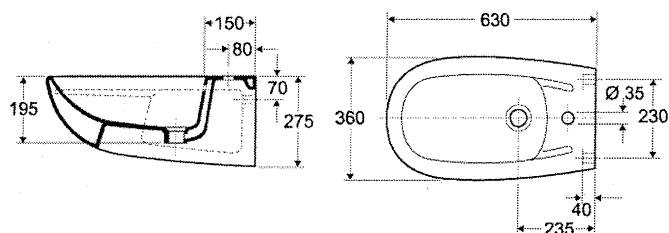


Рис. 1.18. Биде подвесное

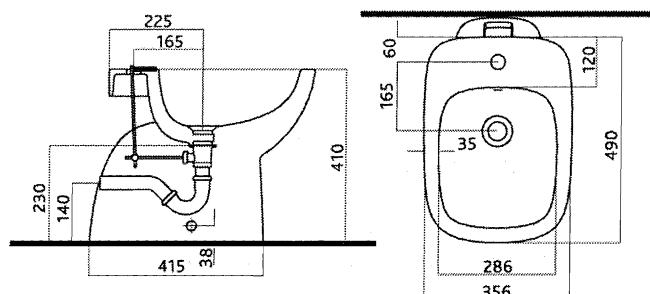


Рис. 1.19. Биде напольное

- по типу: традиционное, сенсорное, инфракрасное и т. д.;
- по комплектации: только фаянс, фаянс с арматурой и трубными элементами отдельно, то же в сборе;
- по производителю: отечественное и зарубежное.

Вокруг биде предусматривают свободное пространство, равное не менее 200 мм с левой и правой сторон и не менее 600 мм спереди.

Трапы

Трап — это устройство, служащее для приема и отвода в канализацию сточных вод с полов санузлов и других санитарно-технических помещений. Установка трапов обязательна с гидравлическим затвором.

Трапы классифицируют следующим образом:

- по форме: круглый, прямоугольный (рис. 1.20);
- по материалу: чугунный, пластиковый, из нержавеющей стали, комбинированный;
- по способу отвода: с прямым, косым, вертикальным отводом;
- по диаметру отводного патрубка (табл. 1.6);
- по количеству отводов;
- по размеру решетки;
- по пропускной способности;
- по допустимым нагрузкам;
- по конструкции;
- по производителю: отечественный и зарубежный.

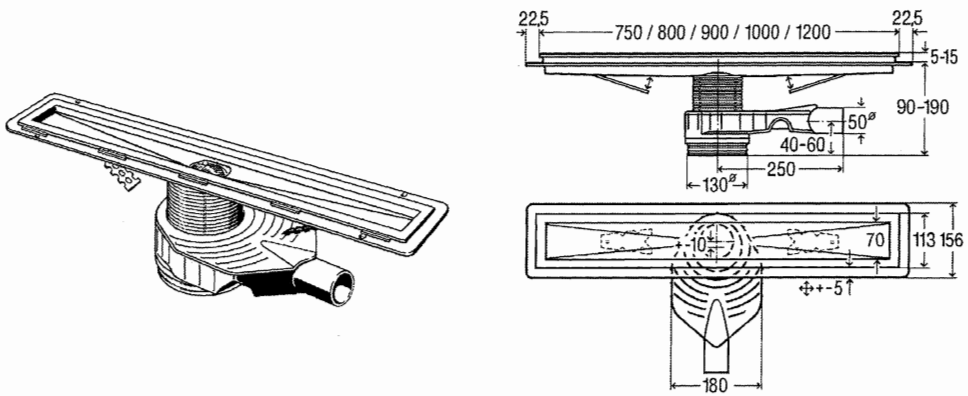


Рис. 1.20. Трап прямоугольный*

В России трапы изготавливаются по ГОСТ 1811–97 «Трапы для систем канализации зданий. Технические условия».

Таблица 1.6
Размеры*, мм, трапов (ГОСТ 1811–97)

Тип трапа	Dy**	H	h	e	a	b	d	L
T50 (с прямым отводом условным проходом 50 мм)	50	110	38	15	100—150	100—150	32	260
TK50 (с косым отводом условным проходом 50 мм)								—
T100м (с прямым отводом условным проходом 100 мм, малый)	100	140	42	32	200	150	32	355
TK100м (с косым отводом условным проходом 100 мм, малый)								—
T100б (с прямым отводом условным проходом 100 мм, большой)		180	55	50	250	200		415
TK100б (с косым отводом условным проходом 100 мм, большой)								—
TB50 (с вертикальным отводом условным проходом 50 мм)	50	108	43	15	100—150	100—150	—	335
TB100 (с вертикальным отводом условным проходом 100 мм)	100	117	47	20	200	200		201

* Обозначения по ГОСТ 1811—97.

** Диаметр отводного патрубка 50 мм принимают при установке трех и более унитазов; 100 мм — при установке более трех писсуаров и в помещениях личной гигиены женщин.

* Рис. 1.20 предоставлен российским представительством Viega GmbH & Co. KG.

Форма корпуса трапа, а также форма и расположение отверстий решетки стандартом не регламентируются. Трапы типов Т50, ТК50, ТВ50 должны обеспечивать отведение сточных вод в количестве не менее 0,7 л/с; трапы типов Т100м, ТК100м, ТВ100 — не менее 2,1 л/с; трапы типов Т100б и ТК100б — не менее 3,7 л/с при средней высоте слоя воды перед внешней кромкой решетки не более $(20 + 3)$ мм. Решетки трапов должны выдерживать сосредоточенную нагрузку, приложенную в центре решетки на площадь 15 см^2 , не менее 60 кг для трапов с условным проходом $D_y = 50$ мм и на площадь 30 см^2 — не менее 90 кг для трапов с условным проходом $D_y = 100$ мм.

При подборе трапов учитывают два основных параметра — количество отводимых канализационных стоков (соответствующий подбор диаметра труб и размера верхней части трапа) и величину и интенсивность нагрузки (несущим элементом является решетка, которая в зависимости от вида и высоты выдерживает заданную нагрузку).

Трубопроводы систем водоснабжения и канализации санитарных узлов

Трубопроводы в помещениях санузлов прокладывают открыто (крепление к стенам или потолкам — рис. 1.21) и скрыто (в каналах, сборных блоках, панелях, коробах, бороздах — рис. 1.22); прокладка канализационных труб осуществляется также подземно (ниже пола первого этажа или подвала).

Отводные канализационные трубы прокладывают под перекрытиями подвалов и техподполий, над полами и в конструкциях междуэтажных перекрытий. Отводные трубы прокладывают по прямой линии с уклоном в сторону стояка и присоединяют к водяным затворам санитарно-технических приборов. Стойки устанавливают на расстоянии 20—25 мм от стен (ось стояка диаметром 100 мм должна отстоять от поверхности стены на 75 мм, а диаметром 50 мм — на 45 мм).

На канализационных стояках при отсутствии на них отступов ревизии предусматривают в подвальном или в первом и верхнем этажах, а при наличии отступов — также и в выше расположенных этажах над отступами. При скрытой прокладке трубопроводов доступ к ревизиям обеспечивают через дверцы смотровых люков.

Для внутреннего водоснабжения применяют металлические (стальные и чугунные) и полимерные трубы. Стальные трубы диаметром 10—70 мм должны иметь оцинковку.

Горячую воду подводят к умывальникам, биде и раковинам, а также к душевым кабинам. Способ прокладки трубопроводов горячего водоснабжения зависит от общего планировочного решения коммуникаций в здании. Рекомендуется установка стальных оцинкованных трубопроводов горячего водоснабжения.

Полимерные трубы прокладывают ниже стальных труб отопления и горячего водоснабжения (при параллельном расположении — на расстоянии 100 мм, в местах пересечения — не менее 50 мм).

Местами установки запорной арматуры являются:

- основания всех стояков в зданиях высотой до трех этажей без вентилей на поэтажных ответвлениях;
- основания всех стояков в зданиях высотой более трех этажей;

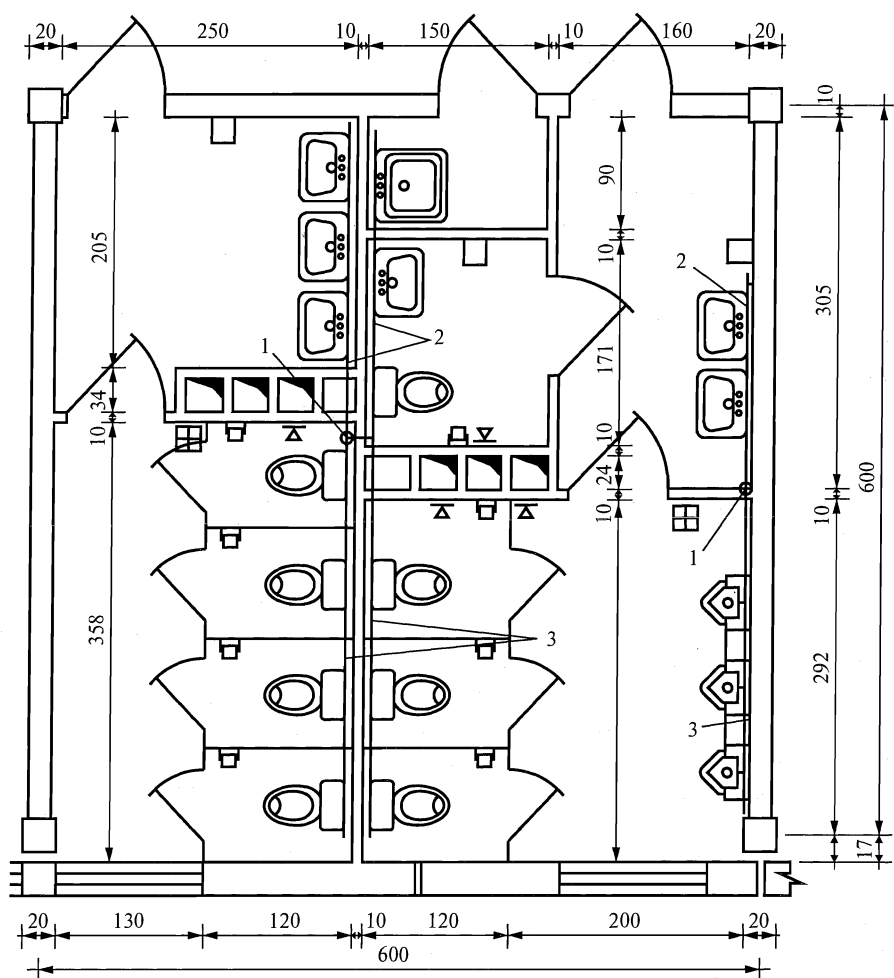


Рис. 1.21. Открытая прокладка трубопроводов в заблокированных санузлах: 1 — стояки горячего и холодного водоснабжения и канализации; 2 — трубопроводы горячего и холодного водоснабжения и канализации; 3 — трубопроводы холодного водоснабжения и канализации

- подводки к смывным бачкам унитазов, смывным кранам и к приборам специального назначения;
- ответвления для поэтажного включения приборов (например, умывальников), при условии что приборов более пяти.

Особенности проектирования санитарных узлов для людей с ограниченными возможностями

Санитарно-гигиенические помещения размещают на этажах, на которых находятся посетители общественных зданий.

Согласно нормативным документам, расстояние от мест обслуживания до санузлов на участках спортивных, зрелищных, мемориальных, культовых комплексов и объектов погребения не должно превышать 200 м, при этом размеще-

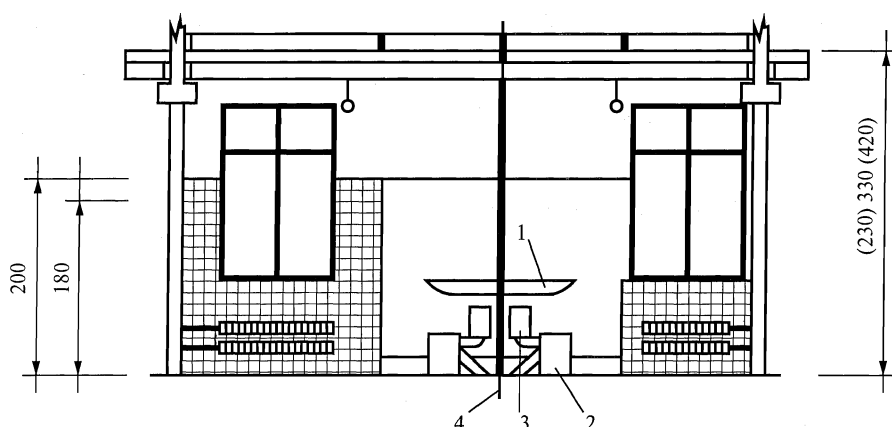


Рис. 1.22. Стойки систем водоснабжения и канализации в борозде стены между заблокированными санузлами: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — смывной бачок; 4 — стойки горячего и холодного водоснабжения и канализации

ние санитарно-гигиенических помещений (зданий) рекомендуется в непосредственной близости от основных входов, въездов, коммуникационных узлов.

При определении числа санитарно-технических приборов для людей с ограниченными возможностями в санитарно-гигиенических помещениях исходят из расчета (но не менее одного прибора на здание):

- для детских учреждений: 5 % от общего числа унитазов для девочек; 2 % от общего числа унитазов и писсуаров для мальчиков; не менее одной комнаты гигиены для маломобильных девочек на 360 девочек в возрасте 12 лет и более;
- для зданий (учреждений) обслуживания, учебных и административных зданий: 5 % от общего числа унитазов для женщин; 2 % от общего числа унитазов и писсуаров для мужчин; каждая пятая гигиеническая комната или кабина должна быть приспособлена для людей с ограниченными возможностями;
- для зданий и комплексов зрелищных учреждений, пассажирских зданий вокзалов: 5 % общего числа унитазов для женщин; 2 % общего количества унитазов и писсуаров для мужчин;
- каждая четвертая гигиеническая комната или кабина должна быть приспособлена для людей с ограниченными возможностями.

В одном помещении количество приборов или кабин в санузлах не должно превышать 16.

Если по расчету требуется одно место в санузле или душевой, то их проектируют универсальными для всех категорий посетителей.

При наличии в санитарно-гигиенических помещениях тамбур-шлюзов расстояние между открытыми дверьми внутри тамбур-шлюза рекомендуется делать не менее 1,5 м. Допускается использовать в качестве тамбур-шлюзов помещения, где расположены умывальники.

Унитазы монтируют на высоте от уровня пола до верха сидения не ниже 450 мм и не выше 600 мм.

В здании учреждений, рассчитанных на посещение маломобильных лиц с детьми, в составе санузлов, как правило, предусматривают полукабины для детей.

Требования, предъявляемые к специализированным санитарно-гигиеническим помещениям, сведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7
Требования к санузлам и гигиеническим кабинам

Критерий	Требования
Доступность	• Высота умывальника от пола — не более 0,8 м, расстояние от боковой стены — не менее 0,2 м. Нижний край зеркала — не выше 0,8 м от пола. На этой же высоте — электрополотенце и туалетная бумага. Крючок или вешалка для полотенца — не выше 1,3 м от пола. • Ширина прохода между рядами кабин, между стеной и рядом кабин, между писсуарами и линией открытых дверей противостоящего ряда кабин — не менее 1,8 м. • Расстояние между осями писсуаров — не менее 0,8 м. • Оборудование поручнями (подвесными трапециями) санузлов, используемых людьми с ограниченными возможностями
Безопасность	• Двери туалетных кабин должны открываться наружу. • Применение нескольких при намокании материалов полов. • Размещение трапов и сливов — вне зоны движения
Информативность	• Выделение пластикой интерьера и указателями входов в санузлы и специальные кабины в них. • Установка сигнальных устройств у кабины (занято/свободно). • Применение контрастного цветового решения в интерьере кабины и умывальной зоны для лиц с нарушениями зрения
Комфортность	• Визуальное обособление зон, предназначенных для лиц с ярко выраженными дефектами здоровья (ширмы, занавеси и шторы). • Применение торговых автоматов для продажи индивидуальных гигиенических изделий. • Устройство вешалки и места для временного размещения кресел-колясок, костылей, протезов и т. п.

Санузлы должны быть на каждом этаже, независимо от количества работающих, при этом не менее одной из общего числа кабин в санузлах должна быть универсальной.

Санузлы для людей с недостатками зрения и инвалидов, пользующихся креслом-коляской, размещают не далее 60 м от рабочего места. Нежелательно смежное расположение мужских и женских санузлов для инвалидов по зрению.

В санитарно-гигиенических помещениях число кабин и устройств, необходимых для работающих на предприятии или в учреждении инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата и недостатками зрения, определяют из расчета: не менее одной универсальной душевой кабины на трех инвалидов, не менее одного умывальника на семь инвалидов независимо от санитарной характеристики производственных процессов.

Умывальные для указанных категорий инвалидов располагают непосредственно в гардеробном блоке или смежно с ним. При этом 40 % расчетного количества умывальников целесообразно размещать вблизи рабочих мест.

Универсальная кабина санузла общего пользования имеет размеры в плане не менее 1,65 м в ширину и не менее 1,8 м в глубину. В кабине рядом с унитазом предусматривают пространство для размещения кресла-коляски, а также крючки для одежды, костылей и других принадлежностей. В универсальной кабине

и других санитарно-гигиенических помещениях, предназначенных для пользования всеми категориями граждан, в том числе людьми с ограниченными возможностями, предусматривают возможность установки в случае необходимости поручней, штанг, поворотных или откидных сидений.

Геометрические параметры зон, используемых людьми с ограниченными возможностями, в том числе на креслах-колясках, в санитарно-бытовых помещениях общественных и производственных зданий принимают по табл. 1.8.

Таблица 1.8

Наименование	Размеры в плане, м
Кабина личной гигиены женщин	1,8 × 2,6
Кабина санузла	1,8 × 1,65

Ширину проходов между рядами для кабин душевых закрытых и открытых, умывальников групповых и одиночных, туалетов, писсуаров принимают не менее 1,8 м.

Водопроводные краны применяют рычажного или нажимного действия, а при возможности — управляемые электронными системами.

Управление спуском воды в унитазе предусматривают на боковой стене кабины.

Одиночные умывальники располагают на расстоянии не менее 0,65 м между их осями.

Решетки ливнеотоков и трапов выбирают с отверстиями не более 0,01 м, а также без продольного и диагонального (30° и менее) расположения щелей относительно направления движения людей.

Планировочные решения санитарно-гигиенических помещений для людей с ограниченными возможностями

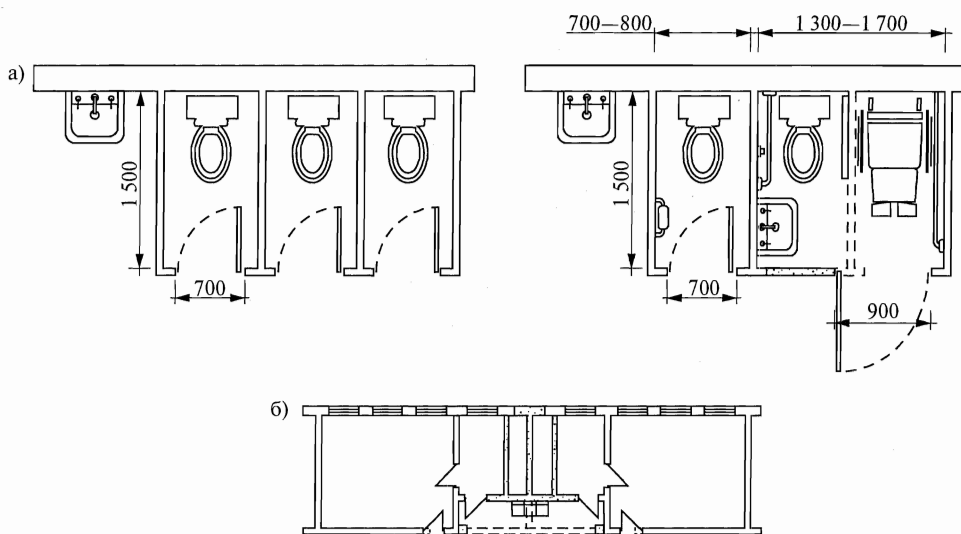


Рис. 1.23. Пример реконструкции санузлов: а — устройство одной специальной кабины на месте двух обычных; б — выделение мест отдыха и расширение площади помещений обслуживания с местами обслуживания людей с ограниченными возможностями

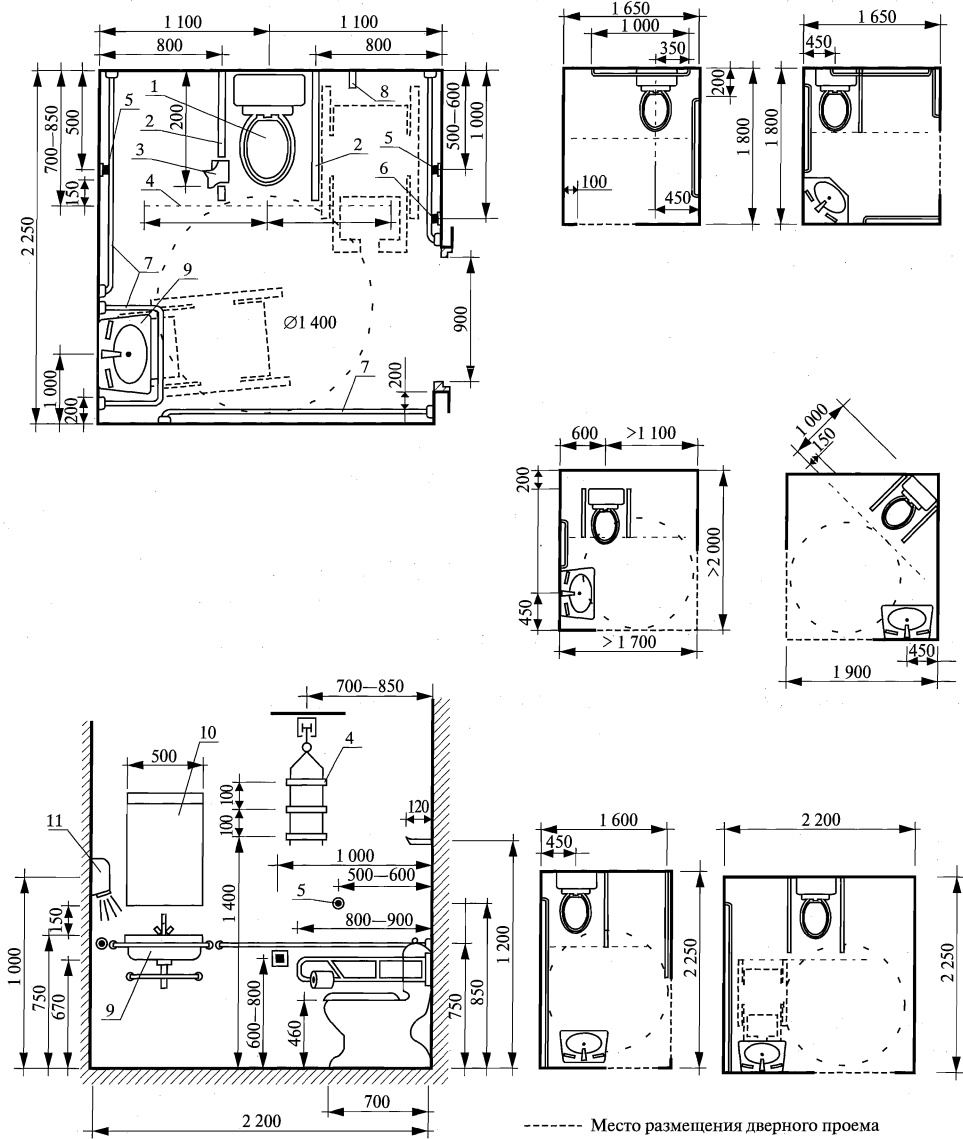


Рис. 1.24. Кабины общественного туалета: 1 — унитаз; 2 — откидывающаяся опора для рук; 3 — бумагодержатель; 4 — штанга с навесными ручьями; 5 — кнопка слива воды; 6 — кнопка сигнализации; 7 — горизонтальный поручень; 8 — крючок для одежды; 9 — раковина с туалетной полкой; 10 — зеркало; 11 — фен

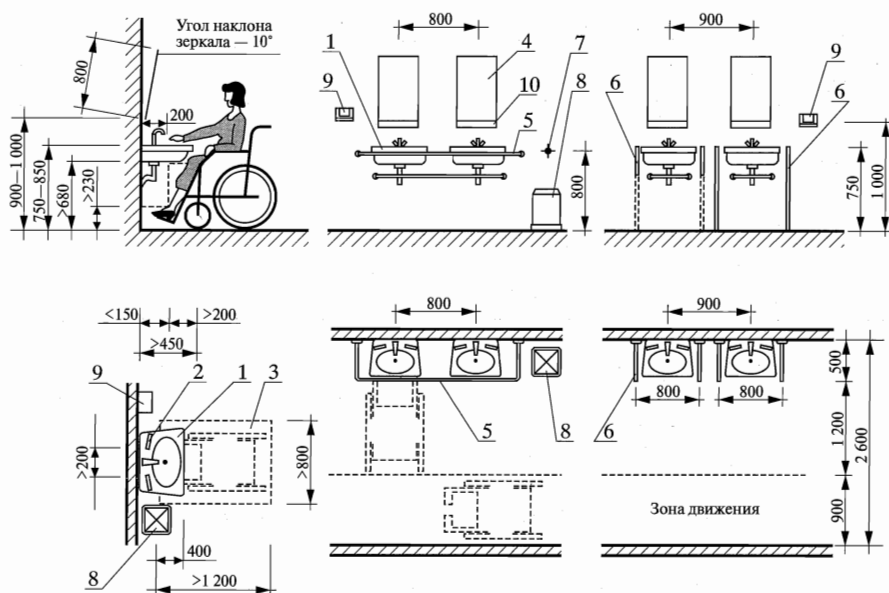


Рис. 1.25. Умывальники для людей с ограниченными возможностями: 1 — раковина умывальника; 2 — рычаги управления кранами (вариант); 3 — зона кресла-коляски; 4 — зеркало (при наклоне середина зеркала — на высоте 1 250 мм); 5 — горизонтальная опора; 6 — откидывающаяся опора-кронштейн; 7 — кнопка управления крышкой бачка; 8 — мусорный бачок; 9 — полотенце (фен); 10 — полка

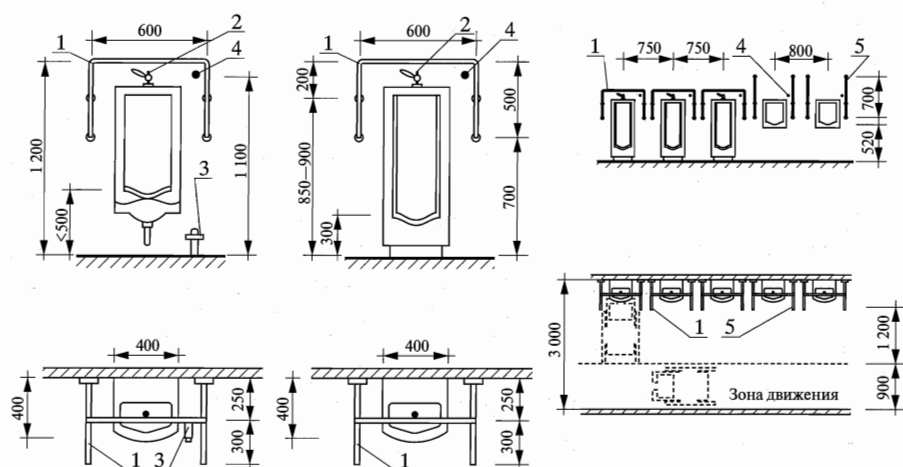


Рис. 1.26. Писсуары для людей с ограниченными возможностями: 1 — поручни опоры; 2 — смывной кран (ручной); 3 — смывной кран (ножной); 4 — кнопка управления смывом; 5 — опора вертикальная

Глава 2

Напорные трубные изделия для систем холодного и горячего водоснабжения

Основные требования к трубным изделиям для систем водоснабжения

Трубы, применяемые в системах водоснабжения общественных зданий, должны соответствовать современным требованиям экологичности, тепло- и звукоизоляции, противопожарной защиты, экономичности прокладки, простоты ремонта, надежной и безопасной эксплуатации и малозатратной утилизации.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения, согласно СНИП 2.04.01–85*, допускается применять трубы, прокладки и сальниковые уплотнители для арматуры системы горячего водоснабжения из материалов, разрешенных для применения Минздравсоцразвития России. Материалы, которые могут ухудшить качество горячей воды (запах, изменение цвета и др.), в данных сетях не используют. Трубы и соединительные детали из полимерных материалов, предназначенные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, имеют в маркировке слово «питьевая» или букву П [23].

Во всех сетях внутреннего водоснабжения допускается применять медные, бронзовые и латунные трубы и соединительные детали, а также стальные изделия с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии [16]. Такие элементы должны быть рассчитаны на следующее давление:

- пробное давление воды, превышающее рабочее давление в сети в 1,5 раза, но не менее 0,68 МПа, при постоянной температуре холодной воды 20 °С, а горячей — 75 °С;
- пробное давление воды, равное рабочему давлению в сети горячего водоснабжения, но не менее 0,45 МПа, при температуре воды (при испытаниях) 90 °С;
- постоянное давление воды, равное рабочему давлению воды в сети, но не менее 0,45 МПа, при постоянной температуре холодной воды 20 °С в течение 50-летнего расчетного периода эксплуатации, а при постоянной температуре горячей воды 75 °С в течение 25-летнего расчетного периода эксплуатации.

Для устройства внутренних трубопроводов холодного и горячего водоснабжения применяют также различные полимерные трубы и соединительные детали: полиэтиленовые, полипропиленовые, поливинилхлоридные, полибутеновые, металлополимерные, стеклопластиковые и т. д. Исключение составляет раздельная сеть противопожарного водоснабжения [23].

При выборе полимерных труб для систем холодного и горячего водоснабжения учитывают назначение и условия эксплуатации трубопроводов, температуру транспортируемой воды, а также срок службы трубопроводов, руководствуясь отдельными сводами правил на их проектирование и монтаж. Предпочтение, как правило, отдают полимерным трубным изделиям с долговременными показателями, согласно ГОСТ Р 52134–2003* «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия», в аналитической форме или в виде эталонных кривых (рис. 2.1).

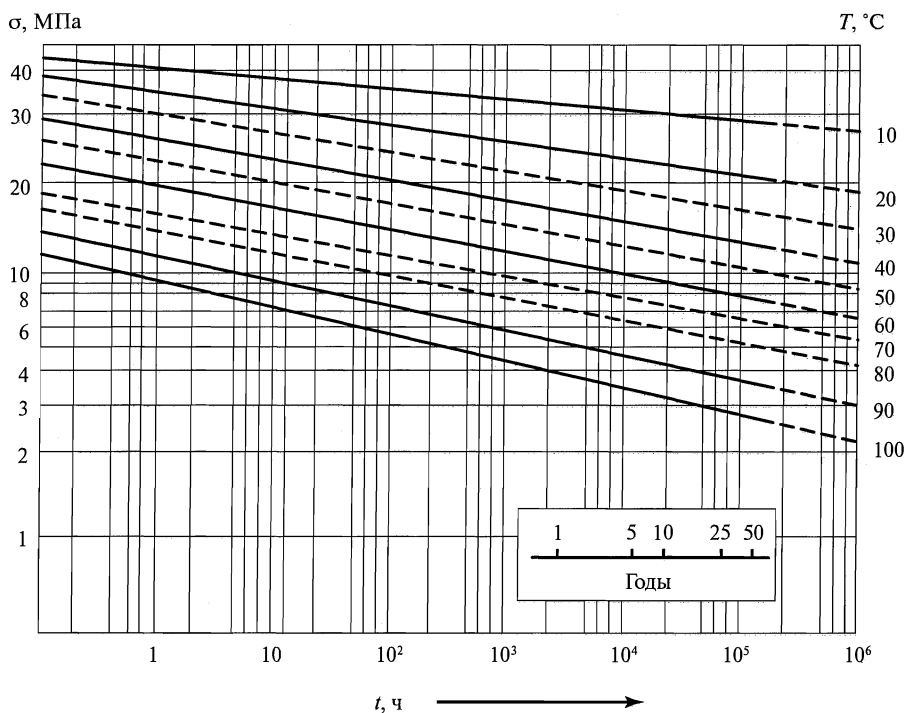


Рис. 2.1. Эталонные кривые для полимерных трубных изделий (σ — напряжение в стенке трубы, МПа; T — температура воды в трубе и вокруг трубы до разрушения трубы, °C; t — время до разрушения трубы, ч)

Для всех труб можно подобрать соединительные детали, необходимые для устройства разветвленной системы водоснабжения и подсоединения к ней арматуры и санитарно-технических приборов. При этом на трубные изделия отечественного производства распространяются технические условия, а на проектирование и монтаж системы водоснабжения, состоящей из этих труб, — своды правил.

Так, для стальных труб в основном применяют чугунные соединительные детали (резьба).

С медными трубами следует использовать медные соединительные детали (пайка или сварка). Кроме того, для данных труб иногда применяют бронзовые и латунные соединительные детали (компрессионное соединение).

Металлополимерные трубы соединяют с бронзовыми и латунными соединительными деталями (компрессионное соединение и опрессовка). То же относится и к трубам из сшитого полиэтилена, при условии что они совместимы по геометрии. Кроме того, с трубами из сшитого полиэтилена можно использовать соединительные детали из полисульфона (опрессовываемое соединение).

Для труб из полипропилена подходят соединительные детали из того же материала (раструбная и/или раструбно-стыковая сварка оплавлением). Чтобы присоединить к ним трубы и арматуру из других материалов, следует использовать полипропиленовые изделия с вплавленными в них металлическими вкладышами с внутренней резьбой.

Трубы из хлорированного поливинилхлорида склеивают между собой и с соединительными деталями из того же материала. Для склеивания используют зазорозаполняющие клеи.

Полибутеновые трубы применяют в комплекте с соединительными деталями как из металла, так и из полимерных материалов (сварка, как у труб из полипропилена, а также компрессионное и/или опрессовываемое соединение, аналогичное сборке металлополимерных труб).

Особенности стальных труб, соединительных деталей и способов их соединения

Стальные сварные трубы неоцинкованные и оцинкованные с нарезанной или накатанной цилиндрической резьбой и без резьбы производят по ГОСТ 3262–75* «Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия».

Основные размеры и масса труб приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1
Сортамент стальных сварных труб (ГОСТ 3262–75*)

Диаметр условного прохода Ду, мм	Наружный диаметр D, мм	Толщина стенки трубы е, мм			Масса, кг/м		
		легкой	обыкновенной	усиленной	легкой	обыкновенной	усиленной
15	21,3	2,50	2,8	3,2	1,16	1,28	1,43
20	26,8	2,35	—	—	1,42	—	—
20	26,8	2,50	2,8	3,2	1,50	1,66	1,86
25	33,5	2,80	3,2	4,0	2,12	2,39	2,91
32	42,3	2,80	3,2	4,0	2,73	3,09	3,78
40	48,0	3,00	3,5	4,0	3,33	3,84	4,34
50	60,0	3,00	3,5	4,5	4,22	4,88	6,16
65	75,5	3,20	4,0	4,5	5,71	7,05	7,88
80	88,5	3,50	4,0	4,5	7,34	8,34	9,32
90	101,3	3,50	4,0	4,5	8,44	9,60	10,74
100	114,0	4,00	4,5	5,0	10,85	12,15	13,44

Размеры и масса труб легкой серии, предназначенных под накатку резьбы, представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2
Сортамент стальных сварных труб легкой серии (ГОСТ 3262–75*)

Диаметр условного прохода Ду, мм	Наружный диаметр D, мм	Толщина стенки е, мм	Масса, кг/м
15	20	2,5	1,08
20	26	2,5	1,45
25	32	2,8	2,02
32	41	2,8	2,64

Окончание табл. 2.2

Диаметр условного прохода Ду, мм	Наружный диаметр D, мм	Толщина стенки е, мм	Масса, кг/м
40	47	3,0	3,26
50	59	3,0	4,14
65	74	3,2	5,59

Примечания к табл. 2.1 и 2.2:

1. Для резьбы, изготовленной методом накатки, на трубе допускается уменьшение ее внутреннего диаметра до 10 % по всей длине резьбы.

2. Масса 1 м труб подсчитана при плотности стали, равной 7,85 г/см³. Оцинкованные трубы тяжелее неоцинкованных на 3 %.

Механические свойства металла, из которого изготавливаются трубы, не нормируются. Однако трубы должны выдерживать гидравлическое давление: 2,4 МПа (25 кгс/см²) — обыкновенные и легкие; 3,1 МПа (32 кгс/см²) — усиленные, а по требованию потребителя — выдерживать гидравлическое давление 4,9 МПа (50 кгс/см²).

Отклонения диаметров и толщин стенок труб не должны превышать допустимых значений (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Предельные отклонения для стальных сварных труб (ГОСТ 3262–75*)

Параметр	Значение отклонения
Наружный диаметр с условным проходом труб до 40 мм включительно	+0,4* и –0,5 мм
То же свыше 40 мм	+0,8 и –1,0 %
Толщина стенки	–15 %
Масса	+8 %**
* Предельное отклонение в плюсовую сторону по толщине стенки ограничивается предельными отклонениями по массе труб.	
** По требованию потребителя предельные отклонения по массе не должны превышать +7,5 % для партии и +10 % для отдельной трубы.	

Параметры резьбы на трубах зависят от ее вида — короткая или длинная (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Параметры резьбы на стальных сварных трубах (ГОСТ 3262–75*)

Условный проход Ду, мм	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100
Число ниток, шт.	14	14	11	11	11	11	11	11	11	11
Длина резьбы, мм, до сбega:										
• длинной	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
• короткой	9	10,5	11	13	15	17	19,5	22	26	30

У труб под накатку резьбы в условном обозначении после слова «труба» должна быть указана буква Н, а у труб с длинной резьбой — буква Д.

Сталь для труб должна соответствовать ГОСТ 380–2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» и ГОСТ 1050–88* «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной

конструкционной стали. Общие технические условия». Механические свойства и химический состав не регламентируются.

Сборку трубопроводов холодного и горячего водоснабжения из стальных труб производят с использованием резьбовых (табл. 2.5, 2.6), сварных, фланцевых соединений и соединения с накладными гайками. Соединительные детали для металлических труб представлены на рис. 2.2.

Таблица 2.5
Номенклатура соединительных деталей для сборки труб на резьбе

Наименование	Размер условного прохода, мм
Контргайка, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50
Контргайка оцинкованная, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50
Крест, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 20, 32 × 15, 40 × 25
Крест оцинкованный, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15
Муфта, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 15, 32 × 20, 32 × 25, 40 × 15, 40 × 20, 40 × 25, 40 × 32, 50 × 25
Муфта оцинкованная, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 15, 32 × 20, 32 × 25, 40 × 15, 40 × 20, 40 × 25, 40 × 32, 50 × 25
Тройник, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 15, 32 × 20, 32 × 25, 40 × 15, 40 × 20, 40 × 25, 50 × 15, 50 × 20
Тройник оцинкованный, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 15, 32 × 20, 32 × 25, 40 × 15, 40 × 20, 40 × 25
Угольник, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 15, 32 × 20, 32 × 25, 40 × 25
Угольник оцинкованный, ковкий чугун	15, 20, 25, 32, 40, 50, 20 × 15, 25 × 15, 25 × 20, 32 × 15, 32 × 20, 32 × 25

Таблица 2.6
Технические характеристики стальных трубных изделий

Наименование	Диаметр условного прохода Ду, мм	Масса, кг
Резьба правая из водогазопроводной трубы по ГОСТ 3262, сталь и оцинкованная сталь	15	0,03
	20	0,04
	25	0,07
	32	0,07
	40	0,11
	50	0,19
Сгон из водогазопроводной трубы по ГОСТ 3262, сталь и оцинкованная сталь	15	0,13
	20	0,14
	25	0,23
	32	0,25
	40	0,39
	50	0,48

Окончание табл. 2.6

Наименование	Диаметр условного прохода Ду, мм	Масса, кг
Бочонок из водогазопроводной трубы по ГОСТ 3262, сталь и оцинкованная сталь	15	0,05
	20	0,07
	25	0,11
	32	0,15
	40	0,23
	50	0,36
Контргайка стальная по ГОСТ 8968, сталь	15	0,04
	20	0,04
	25	0,08
	32	0,11
	40	0,11
	50	0,17
Муфта стальная по ГОСТ 8966	15	0,06
	20	0,09
	25	0,16
	32	0,25
	40	0,29
	50	0,44

Соединение на фланцах — вид разъемного способа соединения трубопроводов, характеризующегося простотой конструкции, легкостью сборки и разборки, распространенностью фланцевой трубопроводной арматуры. Такое соединение при установке арматуры не допускается заделывать в строительные конструкции. Поскольку прокладка должна доходить до болтовых отверстий и не выступать внутрь трубы, внутренний диаметр прокладки не должен доходить до края трубы, а наружный диаметр — до болтов на 2—3 мм.

Соединение с накидными гайками используют как разъемные для труб небольшого диаметра.

Особенности медных труб, соединительных деталей и способов их соединения

Медные трубы могут быть использованы для устройства внутренних напорных систем, предназначенных для подачи воды с показателями, отвечающими требованиям СанПиН 2.1.4.1074—01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения», в строящихся и реконструируемых зданиях со сроком последующей эксплуатации не менее 50 лет [26].

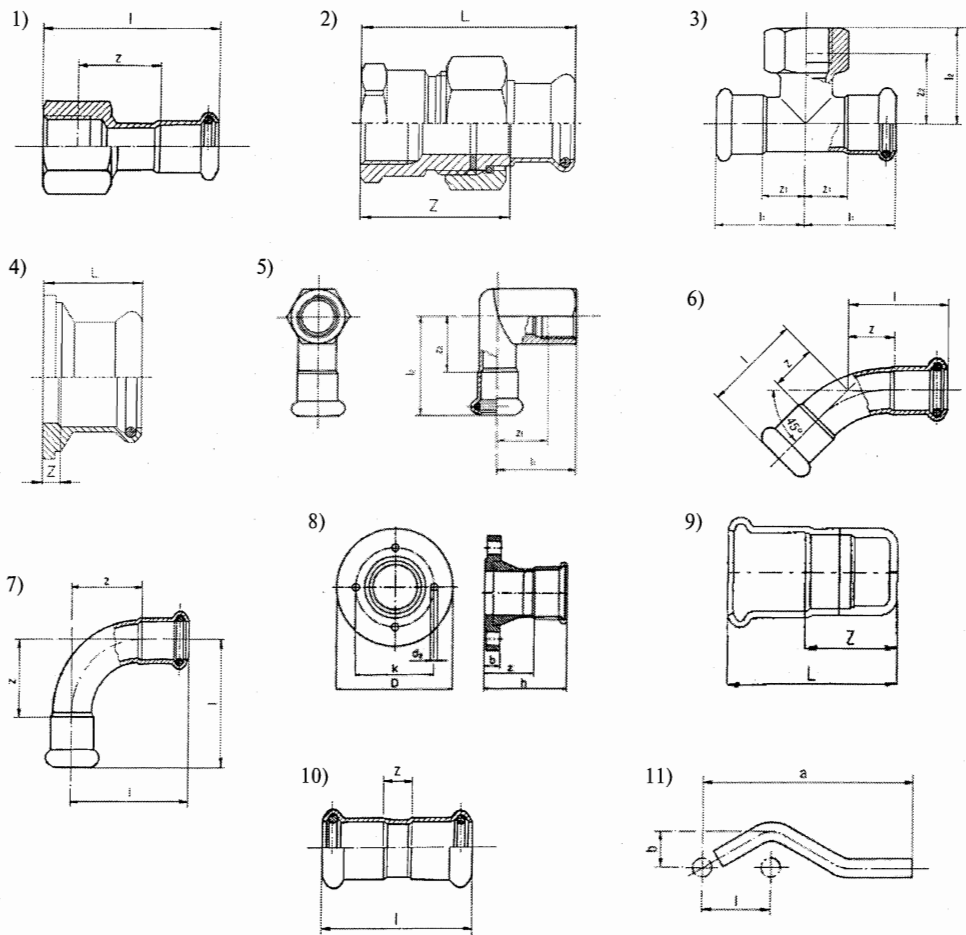


Рис. 2.2 Соединительные детали для металлических труб: 1 — соединитель Press с внутренней резьбой; 2 — соединитель Press разъемный с внутренней резьбой; 3 — тройник Press с внутренней резьбой; 4 — втулка Press фланцевая; 5 — отвод Press с внутренней резьбой; 6 — отвод Press 45°; 7 — отвод Press 90°; 8 — фланец Press; 9 — переходник Press ниппельный; 10 — муфта Press; 11 — отступ*

Для производства труб применяют медь марки Cu-DHP (CW024A) или М1Ф со следующими минимальными требованиями к химическому составу: содержание меди и серебра суммарно не менее 99,9 %; фосфора от 0,015 до 0,040 %.

Транспортируемая вода должна содержать менее 0,1 мг/л кислорода (только для отопления), не более 30 мг/л свободного остаточного хлора, иметь показатель pH в пределах 6,6—9,0.

Медные трубы, соединительные детали и припой должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение и сертификаты соответствия, выданные органами сертификации, аккредитованными Минздравсоцразвития России.

Существуют медные трубы с различной степенью (состоянием) твердости (табл. 2.7) и разными толщинами стенки (табл. 2.8).

* Рис. 2.2 предоставлен компанией ООО «КАН-Р».

Таблица 2.7
Физико-механические свойства медных труб

Показатель	Величина для трубы		
	мягкой — М	полутвердой — П	твердой — Т
Временное сопротивление, МПа	210—220	240—250	280—290
Относительное удлинение, %	40	20	3
Модуль упругости, 10^{-5} МПа	0,6—0,9	0,8—1,1	1,0—1,3
Коэффициент линейного удлинения, 10^5 °C ⁻¹	17		
Теплопроводность, Вт/(м • °C)	365		
Наружный диаметр, мм	12—22	12—267	12—267

Таблица 2.8
Сортамент медных труб (ГОСТ Р 52318—2005)

Номинальный наружный диаметр D, мм	Номинальная толщина стенки e, мм										
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
12,0	Р	Х	Р	—	Р	—	—	—	—	—	—
14,0	—	Х	Х	—	Х	—	—	—	—	—	—
15,0	—	Р	Р	—	Р	—	Х	Х	—	—	—
16,0	—	—	Х	—	Х	—	Х	—	—	—	—
18,0	Х	—	Р	—	Р	—	Х	Х	—	—	—
22,0	Х	—	Х	Р	Р	Х	Р	Р	—	—	—
25,0	—	—	—	—	Х	—	Х	Х	—	—	—
28,0	Х	—	Х	Р	Р	—	Р	Р	—	—	—
35,0	—	Х	Х	—	Х	Х	Р	Р	Х	—	—
40,0	—	—	—	—	Х	Х	—	—	—	—	—
42,0	—	—	Х	—	Х	—	Р	Р	Х	—	—
54,0	—	—	Х	Х	Х	—	Р	Р	Р	—	—
64,0	—	—	—	—	—	—	—	Х	Р	Х	—
66,7	—	—	—	—	Х	—	Р	Х	Х	Х	—
70,0	—	—	—	—	—	—	—	—	Х	Х	—
76,1	—	—	—	—	—	—	Х	Р	Р	Х	—
80,0	—	—	—	—	Х	—	—	—	Х	—	—
88,9	—	—	—	—	—	—	—	—	Р	Х	Х
108,0	—	—	—	—	—	—	Х	Р	Х	Р	Х
Р — используемые размеры труб; Х — допустимые размеры труб.											

Отдельные сведения о потребительских свойствах труб можно найти в маркировке, наносимой на все трубы диаметром от 12 до 54 мм включительно по всей длине с шагом между соседними надписями не более 600 мм и на обоих концах труб диаметром свыше 54 мм.

Маркировка содержит следующие сведения:

- обозначение стандарта (ГОСТ Р 52318 или EN 1057);
- номинальные размеры поперечного сечения (наружный диаметр, толщину стенки);
- марку и состояние материала;
- товарный знак или наименование и товарный знак изготовителя;
- сведения о производстве: год и номер партии.

На трубах может быть нанесена дополнительная информация, например страна изготовления, знак одобрения и сертификации, фирменные наименования и др.

Значения предельных отклонений наружного диаметра и толщин стенок указаны соответственно в табл. 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9
Предельные отклонения диаметров медных труб

Номинальный наружный диаметр <i>D</i> , мм	Значение отклонения, мм		
	среднего	наружного*	
		для состояний	
		любого	твердого
От 12,0 до 18,0 включительно	±0,04	±0,04	±0,09
Свыше 18,0 до 28,0 включительно	±0,05	±0,06	±0,10
Свыше 28,0 до 54,0 включительно	±0,06	±0,07	±0,11
Свыше 54,0 до 76,1 включительно	±0,07	±0,10	±0,15
Свыше 76,1 до 88,9 включительно	±0,07	±0,15	±0,20
Свыше 88,9 до 108,0 включительно	±0,07	±0,20	±0,30
* Включая овальность (отклонение от круглой формы).			

Таблица 2.10
Предельные отклонения толщин стенок медных труб

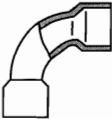
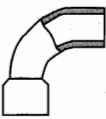
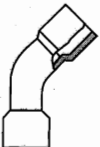
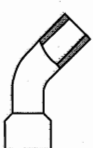
Номинальный наружный диаметр D , мм	Значение отклонения, мм, при номинальной толщине стенки e , мм										
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
12,0	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,13$	—	—	—	—	—	—
14,0	—	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,13$	—	—	—	—	—	—
15,0	—	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,13$	—	$\pm 0,16$	$\pm 0,20$	—	—	—
16,0	—	—	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,13$	—	$\pm 0,16$	—	—	—	—
18,0	$\pm 0,06$	—	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,15$	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	—	—	—
22,0	$\pm 0,06$	—	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,15$	$\pm 0,17$	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	—	—	—
25,0	—	—	—	—	$\pm 0,15$	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	—	—	—
28,0	$\pm 0,06$	—	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,15$	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	—	—	—
35,0	—	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,15$	$\pm 0,17$	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	—	—
40,0	—	—	—	—	$\pm 0,15$	$\pm 0,17$	—	—	—	—	—

Окончание табл. 2.10

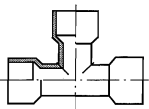
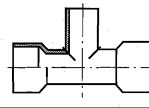
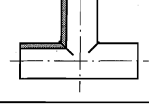
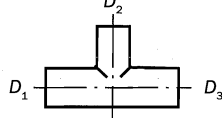
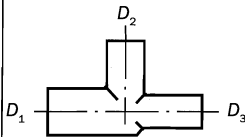
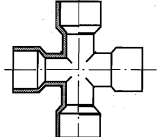
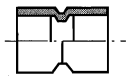
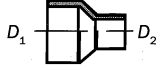
Номинальный наружный диаметр D , мм	Значение отклонения, мм, при номинальной толщине стенки e , мм										
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
42,0	—	—	$\pm 0,08$	—	$\pm 0,15$	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	—	—
54,0	—	—	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,15$	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	—	—
64,0	—	—	—	—	—	—	—	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	$\pm 0,38$	—
66,7	—	—	—	—	$\pm 0,15$	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	$\pm 0,38$	—
70,0	—	—	—	—	—	—	—	—	$\pm 0,30$	$\pm 0,38$	—
76,1	—	—	—	—	—	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	$\pm 0,38$	—
80,0	—	—	—	—	$\pm 0,15$	—	—	—	$\pm 0,30$	—	—
88,9	—	—	—	—	—	—	—	—	$\pm 0,30$	$\pm 0,38$	$\pm 0,45$
108,0	—	—	—	—	—	—	$\pm 0,18$	$\pm 0,23$	$\pm 0,30$	$\pm 0,38$	$\pm 0,45$

Ответвления и присоединения к арматуре изготавливают из медных соединительных деталей (табл. 2.11).

Таблица 2.11
Медные соединительные детали

Наименование	Вид	Наружный диаметр D , мм
Угольник Р—Р		8, 10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54
Угольник Р—Г		10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54
Отвод 45° Р—Р		8, 10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54, 64, 76, 89
Отвод 45° Р—Г		
Отвод 180° (разворот, калач, петля) Р—Р		10, 12, 15, 18, 22, 28

Окончание табл. 2.11

Наименование	Вид	Наружный диаметр D , мм
Тройник Р		8, 10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54
Тройник Р—Г—Р		10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54
Тройник Г		8, 10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54
Тройник однопереходной Г		$D_1 \times D_2$: 10 × 12, 10 × 15, 12 × 10, 12 × 15, 12 × 18, 18 × 12, 18 × 15, 18 × 22, 22 × 12, 22 × 15, 22 × 18, 22 × 28, 28 × 15, 22 × 18, 22 × 28, 22 × 35, 35 × 18, 35 × 22, 35 × 28, 42 × 18, 42 × 22, 42 × 28, 54 × 22, 54 × 28, 54 × 35, 54 × 42
Тройник двухпереходной Г		$D_1 \times D_2 \times D_3$: 15 × 12 × 12, 15 × 15 × 12, 18 × 12 × 15, 18 × 15 × 15, 18 × 18 × 15, 22 × 15 × 15, 22 × 15 × 18, 22 × 18 × 18, 22 × 22 × 15, 22 × 22 × 18, 28 × 15 × 15, 28 × 15 × 22, 28 × 18 × 22, 28 × 22 × 22, 28 × 28 × 22, 35 × 22 × 22, 35 × 22 × 28, 35 × 28 × 28, 42 × 28 × 35
Крестовина Р		15, 18, 22, 28
Муфта Р—Р		8, 10, 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54, 64, 76, 89, 108
Муфта переходная Р—Р		$D_1 \times D_2$: 10 × 12, 10 × 15, 12 × 8, 12 × 10, 15 × 10, 15 × 12, 18 × 10, 18 × 12, 18 × 15, 22 × 12, 22 × 15, 22 × 18, 28 × 12, 28 × 15, 28 × 18, 28 × 22, 35 × 15, 35 × 18, 35 × 22, 35 × 28, 42 × 18, 42 × 22, 42 × 28, 42 × 35, 54 × 22, 54 × 28, 54 × 35, 54 × 42, 64 × 35, 64 × 42, 64 × 54, 76 × 54, 89 × 76, 108 × 89
Муфта переходная Р—Г		$D_1 \times D_2$: 10 × 12, 10 × 15, 12 × 8, 12 × 10, 15 × 10, 15 × 12, 18 × 10, 18 × 12, 18 × 15, 22 × 12, 22 × 15, 22 × 18, 28 × 12, 28 × 15, 28 × 18, 28 × 22, 35 × 15, 35 × 18, 35 × 22, 35 × 28, 42 × 22, 42 × 28, 42 × 35, 54 × 22, 54 × 28, 54 × 35, 54 × 42, 64 × 35, 64 × 42, 64 × 54, 76 × 35, 76 × 42, 76 × 54, 76 × 64, 89 × 54, 89 × 64, 89 × 76, 108 × 76, 108 × 89

Способы соединения медных труб приведены в табл. 2.12.

Высокотемпературная пайка является самым распространенным способом, при котором припой под влиянием капиллярного натяжения заполняет зазор между сопряженными частями собираемых элементов.

Для сборки трубопроводов в труднодоступных местах или местах, где использование паяния огнеопасно, используют зажимные соединительные части.

Таблица 2.12
Виды соединений медных труб

Вид соединения	Соединительная деталь	Функциональная классификация		Примечание	Область применения
Сварка	Фитинг и без фитинга	Неразъемное	Необслуживаемое*	Свыше 108 мм	Без ограничений
Пайка-сварка	Без фитинга	Неразъемное	Необслуживаемое	При обосновании	Для перехода на сталь
Твердая пайка	Фитинг и без фитинга	Неразъемное	Необслуживаемое	От 32 до 267 мм	ГВС, ХВС, газ, отопление всех видов
Мягкая пайка	Фитинг и без фитинга	Неразъемное	Необслуживаемое	От 6 до 108 мм	ГВС, ХВС, центральное отопление
Прессовое	Фитинг	Неразъемное	Необслуживаемое	От 12 до 108 мм	ГВС, ХВС, газ, отопление всех видов
Компрессионное	Фитинг	Разъемное	Обслуживаемое**	От 6 до 54 мм	Подключение арматуры и приборов
Самофиксирующееся	Фитинг	Разъемное	Обслуживаемое	От 10 до 22 мм	Безнапорные и временные системы
Резьбовое	Фитинг-переходник	Разъемное	Обслуживаемое	От 1/4" до 133 мм	Подключение арматуры и приборов
Фланцевое	Готовый и сборный фитинг	Разъемное	Обслуживаемое	От 15 до 108 мм	Аналогично стали
				От 15 до 133 мм	
				От 15 до 200 мм	
Стяжная муфта	Фитинг	Разъемное	Временное	Аналогично стали	При аварии

* Необслуживаемые соединения отличаются надежностью и долговечностью и не требуют организации доступа к ним.

** К обслуживаемым соединениям необходимо обеспечить доступ для проведения проверки и при необходимости подтяжки соединений.

Особенности металлополимерных труб, соединительных деталей и способов их соединения

Металлополимерные трубы можно использовать для устройства систем внутреннего хозяйственно-питьевого холодного и горячего водоснабжения с давлением до 1 МПа и температурой воды до 75 °С.

Физико-механические показатели металлополимерных труб не должны быть ниже указанных в табл. 2.13.

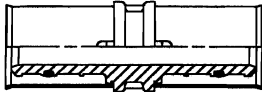
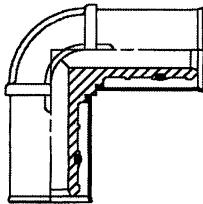
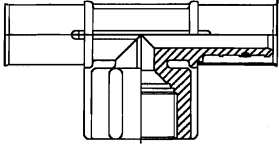
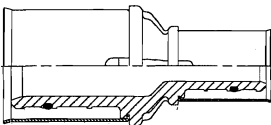
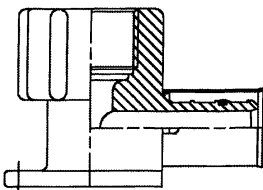
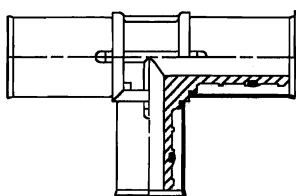
Таблица 2.13
Основные физико-механические показатели металлополимерных труб
(СП 40-103-98)

Показатель	Величина
Прочность, кН, кольцевых образцов труб при разрыве в поперечном направлении, не менее, для диаметров, мм: • 10—14 • 12—16 • 14—18 • 16—20 • 20—25	2,1 2,4 2,4 2,4 2,4
Стойкость при постоянном внутреннем давлении, МПа (без разрушений), при температуре, °С: • 20 — в течение 1 ч • 95 — в течение 1 ч • 95 — в течение 100 ч • 95 — в течение 1 000 ч	4,5 1,8 1,6 1,4
Коэффициент температурного линейного расширения, °С ⁻¹	2,5 • 10 ⁻⁵

Монтаж труб осуществляют согласно требованиям СП 40-103-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения с использованием металлополимерных труб».

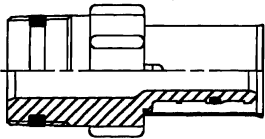
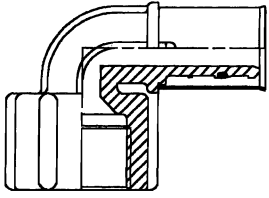
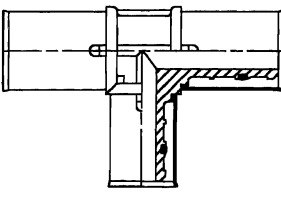
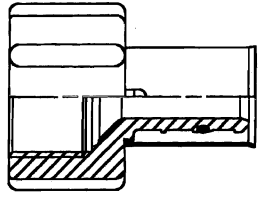
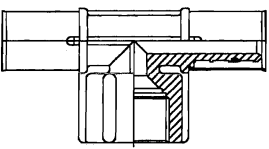
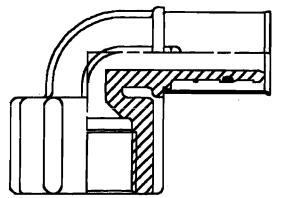
Ответвления и соединения с арматурой изготавливают из латунных и полифенилсульфоновых соединительных деталей (табл. 2.14).

Таблица 2.14
Полифенилсульфоновые фитинги*

Муфта	Угольник	Тройник
Штуцерные		
		
Переходная	С креплением	Переходной
		

* Рисунки для табл. 2.14 предоставлены компанией ООО «Вавин Рус».

Окончание табл. 2.14

Муфта	Угольник	Тройник
С наружной резьбой		
		
С внутренней резьбой		
		

Для сборки металлополимерных труб между собой, с арматурой, приборами и трубами из других материалов применяют механическое соединение (табл. 2.15) в виде зажимных муфт разной конструкции. Общим элементом всех способов механического соединения указанных труб является штуцер. На него надевается труба, а другой конец штуцера выполняется с резьбой для присоединения к арматуре, коллектору или прибору (рис. 2.3).

Таблица 2.15
Характеристики способов соединения металлополимерных труб
(ТУ 2248-001-29325094–97)

Соединение	Размеры (внутренний и наружный диаметры), мм
С обжимной гайкой	12 × 16 16 × 20 20 × 25
Переходное с обжимной гайкой и накладным кольцом	10 × 14 12 × 16 16 × 20

Способы соединения металлополимерных трубопроводов:

- неразъемное посредством конструкции со стальной опрессовываемой муфтой;
- с помощью насаживаемого на трубу фитинга с внутренним уплотнительным кольцом;
- механическое с накладной гайкой;
- с помощью фитингов (резьбовых фитингов (компрессионных) и пресс-фитингов).

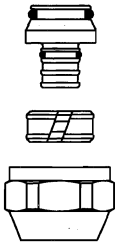


Рис. 2.3. Присоединительный набор со стяжным кольцом. Штуцер из устойчивой к выщелачиванию латуни, стяжное кольцо из латуни, накидная гайка из латуни, никелированная

К недостаткам резьбового соединения относят возможные ошибки при монтаже (недостаточно затянутая резьба) и большее, по сравнению с пресс-фитингами, количество деталей для сборки трубопровода. Пресс-соединение является неразъемным. Его не нужно регулярно отлаживать и контролировать при эксплуатации в отличие от резьбовых фитингов. Допускаются скрытая прокладка и заливка в бетон. Рабочее давление в местах соединения должно быть не более 1 МПа. Как правило, на пресс-фитинги распространяется гарантия до 50 лет.

В соединении труба — фитинг уплотнением является сама труба. Вследствие этого долговечность и надежность соединения ни-

как не связана с характеристиками материала уплотнения.

Металлополимерные трубы и детали, имеющие наружную резьбу, соединяют по сопрягаемым поверхностям деталей без уплотнения резьбовой гайки. В случае внутренней резьбы используют ниппель с уплотнением резьбовой части.

Для присоединения металлополимерных труб к приборам, имеющим внутреннюю резьбу, можно применять соединение с обжимной гайкой и обжимным кольцом с уплотнением резьбовой части.

Для определения прогнозных сроков службы трубопроводов из металлополимерных труб во внутренних системах холодного и горячего водоснабжения проводят экспериментальные и расчетные действия в следующем порядке:

1. Устанавливают опытным путем прочностные показатели алюминия — прочность σ_{Al} и модуль упругости E_{Al} при растяжении.

2. Устанавливают опытным путем при температурах нагружения 20 °С (для холодного водоснабжения), 75 °С (для горячего) и 90 °С (для отопления) кратковременные прочностные показатели сшитого полиэтилена — прочность $\sigma_{СПЭ}$ и модуль упругости $E_{СПЭ}$ при растяжении.

3. Определяют опытным путем значения кратковременных разрушающих внутренних давлений $P_{0раз}$ на образцах металлополимерных труб (объем выборки принимают с учетом требований соответствующих норм) для каждого конкретного диаметра и каждой температуры (20, 75 и 90 °С) отдельно.

4. Находят на аналогичных образцах и в тех же условиях, что в перечислении выше, значения времени τ_i , ч, разрушения при внутренних давлениях $P_{траз}$, бар: $0,9P_{0раз} — \tau_{i-1}$; $0,8P_{0раз} — \tau_{i-2}$ и $0,7P_{0раз} — \tau_{i-3}$. (Необходимость проведения дополнительных испытаний при других значениях $P_{траз}$ можно выявить при первых опытах.)

Перечисленные характеристики вместе с сортаментными показателями должны предоставляться изготовителем конкретных металлополимерных труб. Изготовитель указывает среднее время разрушения $\tau_{ср}$, ч, со средними квадратическими отклонениями и количеством испытанных образцов n для каждого испытательного внутреннего давления P_i , бар, диаметра и температуры испытаний. Эти данные впоследствии должны помочь проектировщику-расчетчику самостоятельно принять значения P_i и τ_i для каждой точки на

уровне требуемой надежности (для малоэтажного здания инженерная надежность может составлять 95 %, тогда как в случае высотного здания она достигает 99 %).

5. Определяют внутренние давления $P_{0\text{раз.Ал}}$, бар, воспринимаемые алюминиевыми слоями в модели металлополимерной трубы, по формуле

$$P_{0\text{раз.Ал}} = \frac{20\sigma_{\text{Ал}} e_{\text{Ал}}}{D - 3e_{\text{Ал}}}, \quad (2.1)$$

где $\sigma_{\text{Ал}}$ — прочность алюминия, МПа;

$e_{\text{Ал}}$ — толщина алюминиевого слоя, мм;

D — наружный диаметр металлополимерной трубы, мм.

6. Рассчитывают внутренние давления $P_{\text{раз.СПЭ}}$, бар, воспринимаемые полимерными слоями в модели металлополимерной трубы, для каждой временной точки: при $\tau_0 \sim 0,01$ ч (кратковременное нагружение) принимают равным $P_{\text{траз}}$, бар, а для $\tau_1 - \tau_3$ определяют по формуле

$$P_{\text{раз.СПЭ}} = P_{\text{траз}} - P_{0\text{раз.Ал}}. \quad (2.2)$$

7. Определяют часть давления, которая должна восприниматься алюминием в стенке металлополимерной трубы, $P_{\text{траб.Ал}}$, бар:

$$P_{\text{траб.Ал}} = P_{0\text{раз.Ал}} K_{\text{Ал}}, \quad (2.3)$$

где $K_{\text{Ал}}$ — коэффициент; принимают по данным заводов-изготовителей металлополимерных труб либо в соответствии с требованиями к алюминиевым трубам. Например, $K_{\text{Ал}} = 1,5$ для $\tau = 100\,000$ ч, при этом температура в диапазоне 20—90 °С практически не влияет на прочностные показатели алюминия [9].

8. Строят графики, для чего значения $P_{\text{раз.СПЭ}}$, бар, умножают на коэффициент $K_{\text{СПЭ}}$, величину которого принимают в соответствии с требованиями, установленными для труб из термопластов с учетом класса их использования [10].

9. Ставят точки в двойных логарифмических координатах для времен $\tau_0 - \tau_3$ и для соответствующих им внутренних давлений (см. перечисление выше).

10. Строят на построенных для полимера точках графическую кривую — экспоненциальную линию тренда.

11. Экстраполируют графическую кривую в перспективу на время до $\tau = 1\,000\,000$ ч.

12. Устанавливают часть рабочего давления, которая должна восприниматься полимером в стенке металлополимерной трубы, $P_{\text{раб.п}}$, бар, по формуле

$$P_{\text{раб.п}} = P_{\text{раб}} - P_{\text{траб.Ал}}, \quad (2.4)$$

где $P_{\text{раб}}$ — рабочее давление в водопроводе из металлополимерных труб, бар; определяют по методике свода правил СП 40-103-98.

В случаях когда $P_{\text{раб}} \leq P_{\text{траб,А}}$, полимерную составляющую не учитывают и считают конструктивным элементом. Срок службы такого трубопровода не ограничен.

13. Находят на графической кривой точку, например, $A(P_a, \tau_a)$ с координатами по оси ординат $P_{\text{раб,п}} = P_a$ и по оси абсцисс $\tau_a = \tau_{\text{раб}}$.

14. Для трубопроводов холодного водоснабжения полученное значение $\tau_{\text{раб}}$ будет соответствовать истинному сроку службы τ_z металлополимерного трубопровода.

15. Для трубопровода горячего водоснабжения полученное значение будет несколько занижено по сравнению с фактическим сроком его службы, поскольку такие трубопроводы ежегодно на незначительное время выводят из эксплуатации для профилактического ремонта и, кроме того, температура воды в них может отклоняться от заданного значения в 75 °С.

16. Для отопления полученное значение будет значительно меньшим по сравнению с фактическим сроком службы трубопровода, т. к. необходимо учитывать режим сезонного нагружения трубопровода рабочей температурой, который зависит от того, на какой территории России находится трубопровод.

Особенности полипропиленовых труб, соединительных деталей и способов их соединения

Трубы для устройства трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения изготавливают из полипропилена (ПП).

Нормативные размеры и масса труб приведены в табл. 2.16.

Таблица 2.16
Размеры и масса труб из полипропилена (СП 40-101-96)

Диаметр, мм			Толщина стенки e, мм				Масса, кг/м	
условного прохода Dy	наружный D		PN 10		PN 20			
	Номи- нальное значение	Допу- стимое отклоне- ние	Номи- нальное значение	Допу- стимое отклоне- ние	Номи- нальное значение	Допу- стимое отклоне- ние	PN 10	PN 10
10	16	+0,3	1,8	+0,4	2,7	+0,5	0,080	0,110
15	20	+0,3	1,9	+0,4	3,4	+0,6	0,107	0,172
20	25	+0,3	2,3	+0,4	4,2	+0,7	0,164	0,226
25	32	+0,3	3,0	+0,5	5,4	+0,8	0,267	0,434
32	40	+0,4	3,7	+0,6	6,7	+0,9	0,412	0,671
40	50	+0,5	4,6	+0,7	8,4	+1,1	0,638	1,050
50	63	+0,6	5,8	+0,8	10,5	+1,3	1,010	1,650
65	75	+0,7	6,9	+0,9	12,5	+1,5	1,420	2,340
80	90	+0,9	8,2	+1,1	15,0	+1,7	2,030	3,360

Основные физико-механические свойства полипропиленовых труб при температуре 20 °С приведены в табл. 2.17.

Таблица 2.17
Физико-механические свойства труб из полипропилена (СП 40-101-96)

Показатель	Значение	Стандарт, содержащий методику измерения
Плотность, г/см ³ , не менее	0,9	ISO/R 1183, ГОСТ 15139-69
Предел текучести при растяжении, Н/мм ²	22—23	ISO/R 527-2, ГОСТ 11262-80*
Предел прочности при разрыве, Н/мм ²	34—35	ISO/R 527, ГОСТ 11262-80*
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	500	ISO/R 527, ГОСТ 11262-80*
Средний коэффициент линейного теплового расширения, °C ⁻¹	$1,5 \cdot 10^{-1}$	ГОСТ 15173-70*
Температура плавления, °C, не менее	146	ГОСТ 21553-76

Рабочее давление в трубопроводе при транспортировании воды в зависимости от ее температуры, срока службы и типа трубы приведено в прил. 2 СП 40-101-96 «Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена “Рандом сополимер”».

Трубопроводы из полипропилена, используемые в системах холодного водоснабжения, рассчитаны на срок службы 50 лет (рис. 2.4), а в системах горячего водоснабжения (при температуре не более 75 °C) — не менее 25 лет.

Монтаж полипропиленовых труб осуществляют согласно требованиям СП 40-101-96. Применяют трубы, соединительные и крепежные детали и арматуру, либо указанные в своде правил, либо полностью соответствующие им по физико-механическим и геометрическим показателям. Основными способами соединения труб являются контактная сварка в раструб, резьбовое соединение с металлическими трубопроводами, соединение с накидной гайкой и на свободных фланцах.

При разъемном соединении полипропиленовых труб с металлическими трубами или арматурой используют накидные гайки и/или свободные фланцы.

Соединительные детали для ответвлений и присоединения труб к арматуре приведены на рис. 2.5.

Особенности труб из сшитого полиэтилена, соединительных деталей и способов их соединения

Трубы из сшитого полиэтилена (ПЭС) изготавливают методом непрерывной экструзии на основе полиэтилена высокой плотности с добавлением катализатора.

Размеры труб из сшитого полиэтилена различных серий приведены в табл. 2.18.

Трубы из сшитого полиэтилена, применяемые во внутренних напорных системах, должны иметь долговременную прочность, отвечающую требованиям ГОСТ Р 52134-2003* (рис. 2.6), и свойства не ниже указанных в табл. 2.19 [28].

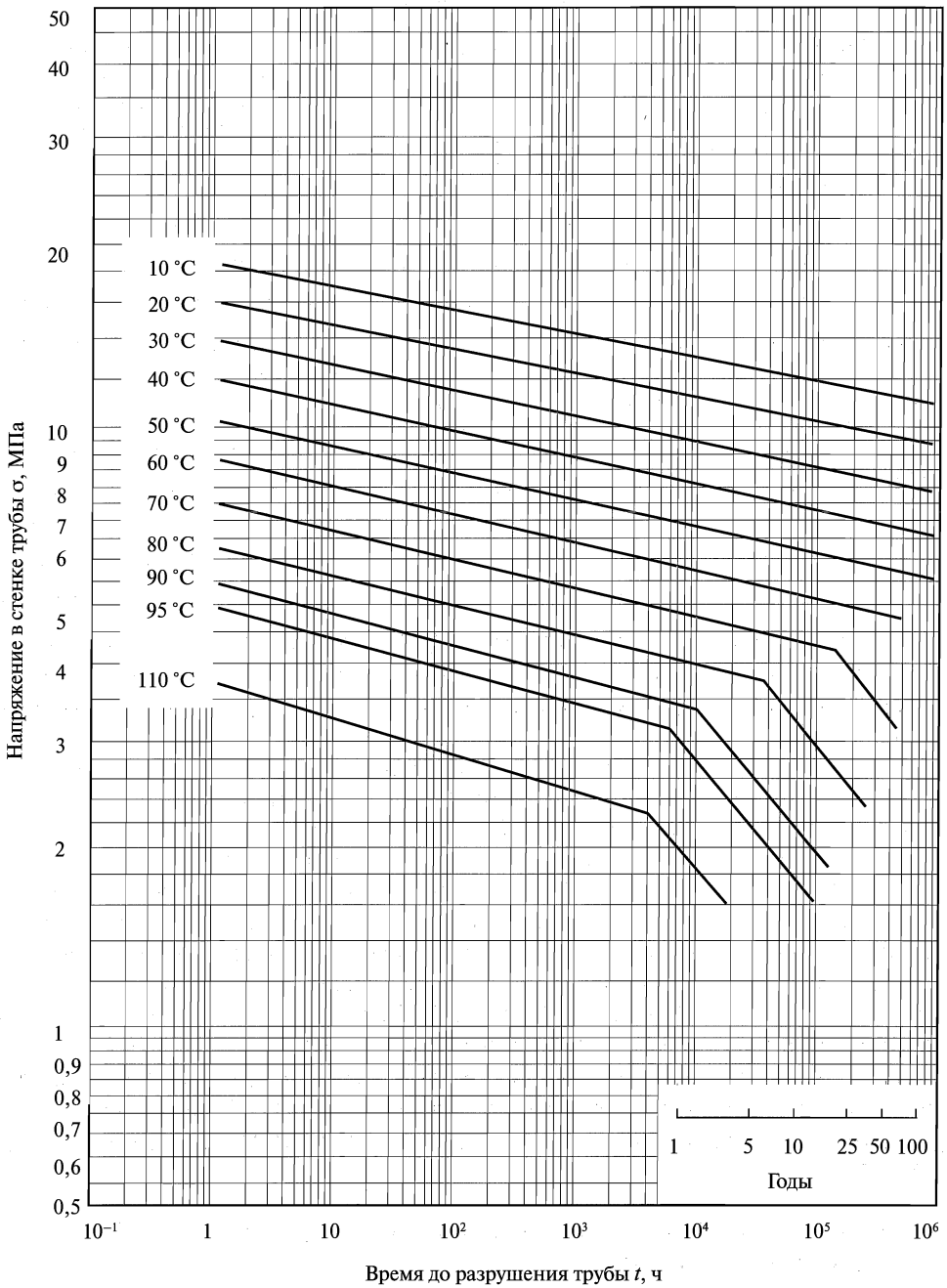


Рис. 2.4. Эталонные кривые длительной прочности труб из ППР-80:
левая часть ломаной:

$$\lg(t) = -55,725 - \frac{9\,484,1 \lg(\sigma)}{T} + \frac{25\,502,2}{T} + 6,39 \lg(\sigma);$$

правая часть ломаной:

$$\lg(t) = -19,98 + \frac{9\,507}{T} - 4,11 \lg(\sigma)$$

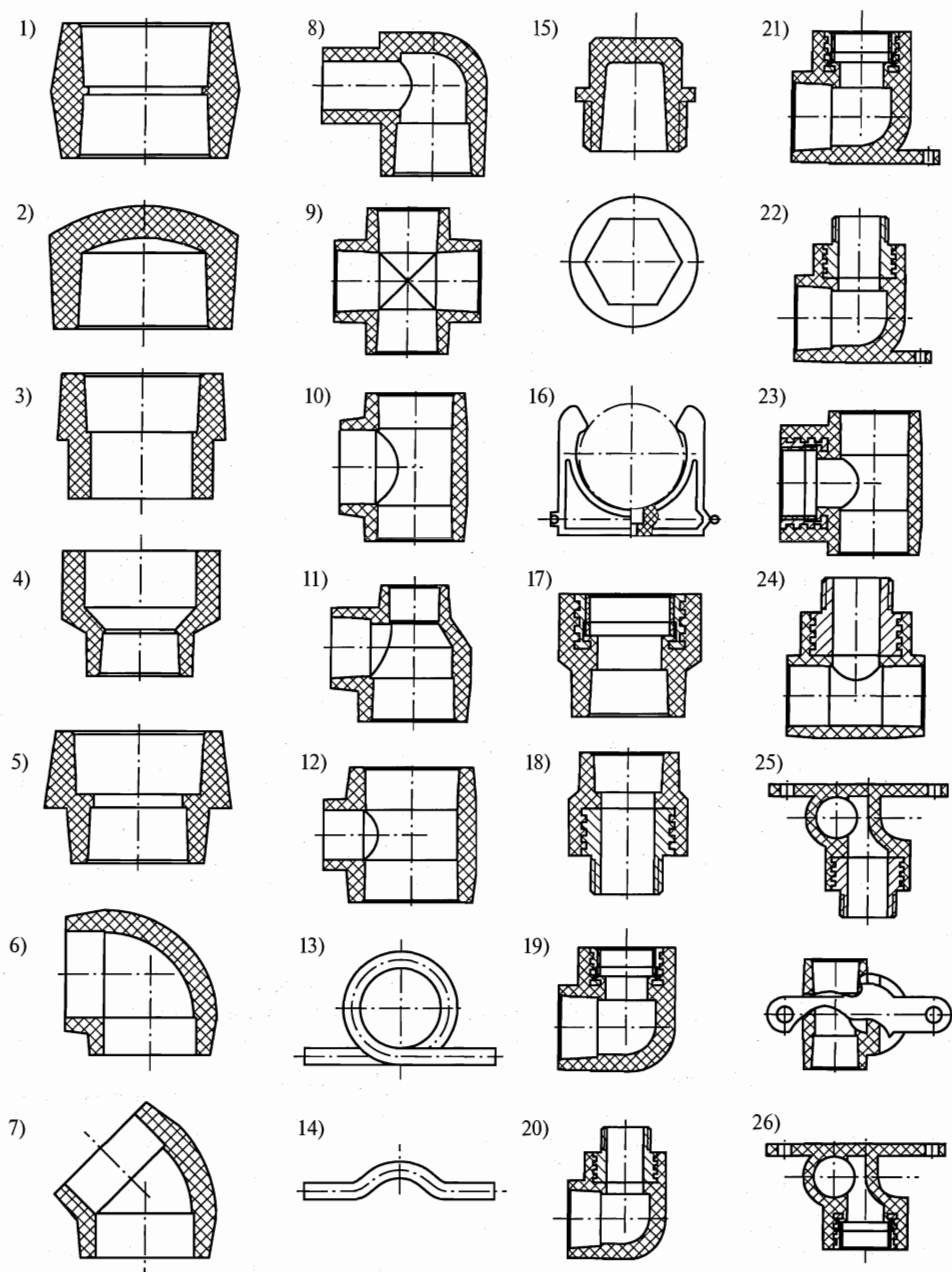


Рис. 2.5. Детали, используемые при монтаже трубопроводов из полипропилена: 1 — соединительная муфта для сварки труб внахлест; 2 — приварная раструбная заглушка; 3—5 — переходные муфты для сварки внахлест; 6 — отвод 90°; 7 — отвод 45°; 8 — отвод 90° (внутренний/наружный); 9 — крестовина; 10 — равнопроходной тройник; 11, 12 — разнопроходные тройники; 13 — гнутый петлевой компенсатор; 14 — гнутая скоба; 15 — резьбовая пробка-заглушка; 16 — крепежная опора.

Переходные соединительные детали с резьбовыми металлическими элементами: 17 — переходная муфта с внутренней резьбой; 18 — то же с наружной резьбой; 19 — переходной угольник с внутренней резьбой; 20 — то же с наружной резьбой; 21 — переходной угольник с крепежным фланцем с внутренней резьбой; 22 — то же с наружной резьбой; 23 — переходной тройник с внутренней резьбой; 24 — то же с наружной резьбой; 25 — переходной тройник с крепежным фланцем с наружной резьбой; 26 — то же с внутренней резьбой.

Таблица 2.18
Размеры, мм, труб из сшитого полиэтилена
(ТУ 2248-001-50151359–2000 и ТУ 2248-039-00284581–99)

Наружный диаметр <i>D</i>		Толщина стенки <i>e</i> для серии труб <i>S</i> /SDR									
		6,3/13,6		5/11		4/9		3,2/7,4		2,5/6	
Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
12	+0,3	—	—	1,3	+0,4	1,4	+0,4	1,7	+0,4	2,0	+0,4
15	+0,3	—	—	—	—	—	—	2,0	+0,5	2,5	+0,5
16	+0,3	1,3	+0,4	1,5	+0,4	1,8	+0,4	2,2	+0,5	2,7	+0,5
18	+0,3	—	—	1,7	+0,4	2,0	+0,4	2,5	+0,5	3,1	+0,6
20	+0,3	1,5	+0,4	1,9	+0,4	2,3	+0,5	2,8	+0,5	3,4	+0,6
22	+0,3	—	—	2,0	+0,5	2,5	+0,5	3,0	+0,6	3,8	+0,6
25	+0,3	1,9	+0,4	2,3	+0,5	2,8	+0,5	3,5	+0,6	4,2	+0,7
32	+0,3	2,4	+0,5	2,9	+0,5	3,6	+0,6	4,4	+0,7	5,4	+0,8
40	+0,4	3,0	+0,5	3,7	+0,6	4,5	+0,7	5,5	+0,8	6,7	+0,9
50	+0,5	3,7	+0,5	4,6	+0,7	5,6	+0,8	6,9	+0,9	8,3	+1,1
63	+0,6	4,7	+0,7	5,8	+0,8	7,1	+1,0	8,6	+1,1	10,5	+1,3
75	+0,7	5,6	+0,8	6,8	+0,9	8,4	+1,1	10,3	+1,2	12,5	+1,5
90	+0,9	6,7	+0,9	8,2	+1,1	10,1	+1,3	12,3	+1,5	15,0	+1,7
110	+1,0	8,1	+1,1	10,0	+1,2	12,3	+1,5	15,1	+1,8	18,3	+2,1

Таблица 2.19
Свойства труб из сшитого полиэтилена
(ТУ 2248-001-50151359–2000 и ТУ 2248-039-00284581–99)

Показатель	Значение	Стандарт, содержащий методику
Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	20	ГОСТ 11262–80*
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350	ГОСТ 11262–80*
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при температуре 20 °С, ч, не менее, при начальном напряжении в стенке трубы 12 МПа	1	ГОСТ 24157–80
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при температуре 95 °С, ч, не менее, при начальном напряжении в стенке трубы, МПа: • 4,8 • 4,6 • 4,4	1 165 1 000	ГОСТ 24157–80
Изменение длины труб после прогрева в воздушной среде при температуре 120 °С, %, не более	3,0	ГОСТ 27078–86
Степень сшивки, %, не менее	65	ГОСТ Р 52134–2003*

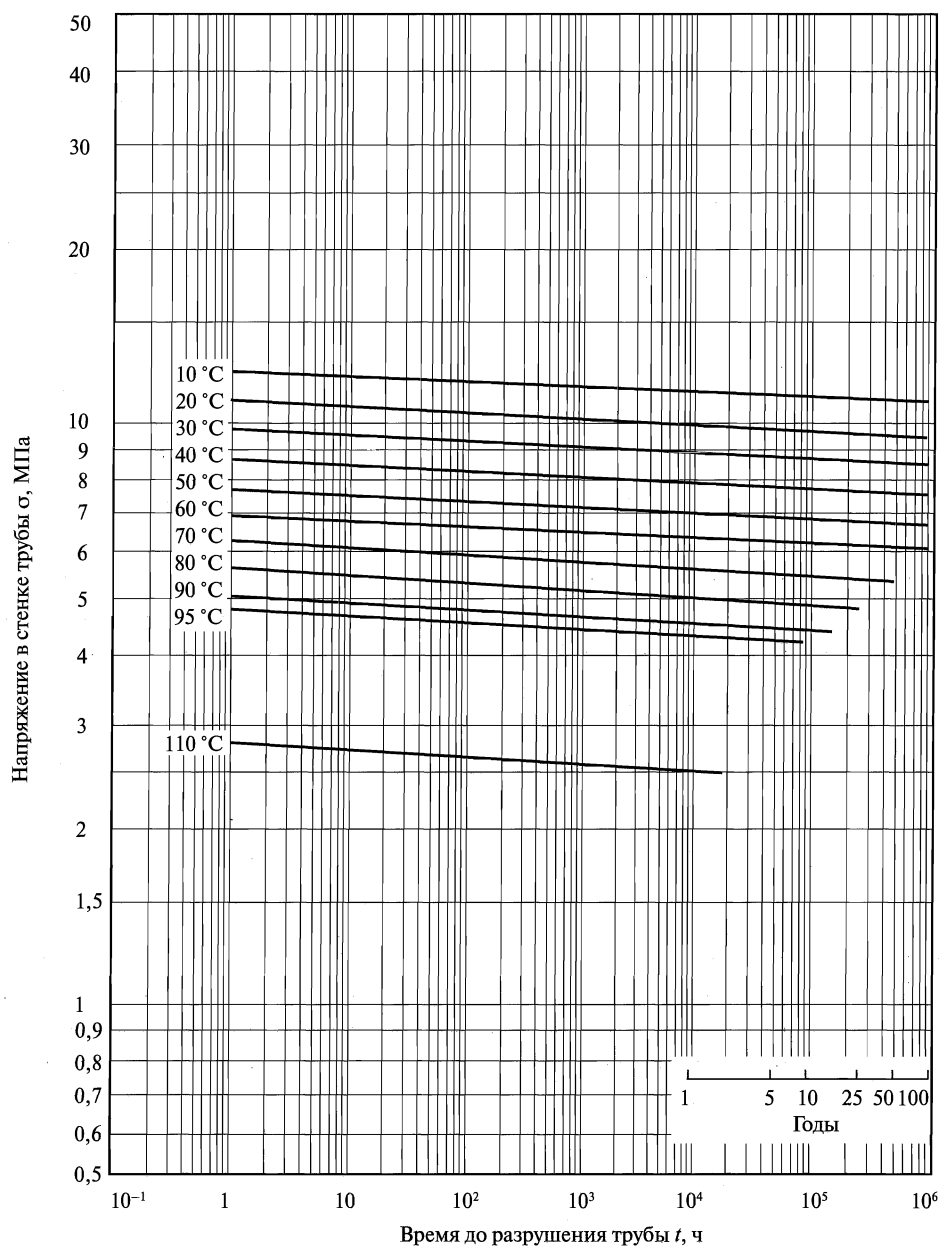


Рис. 2.6. Эталонные кривые длительной прочности труб из сшитого полиэтилена:

$$\lg(t) = -105,8618 - \frac{18\,506,151 \lg(\sigma)}{T} + \frac{57\,895,49}{T} - 24,79971 \lg(\sigma)$$

Монтаж труб из сшитого полиэтилена осуществляют согласно требованиям СП 41-109–2005 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из “сшитого” полиэтилена».

Трубы из сшитого полиэтилена и латунные соединительные детали компрессионного типа соединяют путем обжатия разрезным кольцом трубы ниппельной части детали с помощью накидной гайки. Для сборки труб со стальными или полимерными трубопроводами, запорно-регулирующей арматурой используют специальные латунные и полисульфоновые соединительные детали (табл. 2.20).

Таблица 2.20
Штуцерные соединительные детали из полисульфона

Наименование	Размер, мм
Соединитель	16 × 16, 20 × 20, 25 × 25, 32 × 32
Переходник	20 × 16, 25 × 16, 25 × 20, 32 × 25, 32 × 25, 40 × 32
Угольник	16 × 16, 20 × 20, 25 × 25, 32 × 32, 40 × 40
Тройник	16 × 16 × 16, 20 × 20 × 20, 25 × 25 × 25, 32 × 32 × 32, 40 × 40 × 40
Тройник редукционный	16 × 20 × 16, 20 × 16 × 16, 20 × 16 × 20, 20 × 20 × 16, 20 × 25 × 20, 25 × 16 × 16, 25 × 16 × 20, 25 × 16 × 25, 25 × 20 × 16, 25 × 20 × 20, 25 × 20 × 25, 32 × 20 × 25, 32 × 20 × 32, 32 × 25 × 25, 32 × 25 × 32, 32 × 40 × 32, 40 × 32 × 32, 40 × 32 × 40

Размеры пресс-фитингов в пластиковом корпусе (модифицированный полисульфон ПСН-М1) и с пресс-втулкой (гильзой) из тонкой нержавеющей стали приведены в табл. 2.21.

Таблица 2.21
Размеры пресс-фитингов с рабочим давлением не менее 10 атм
и длительной температурной нагрузкой 95 °С
(ТУ 2248-005-47621749–99 и ТУ 2248-006-88742502–2004)

Наименование	Размер	Единица измерения
Пресс-муфта	16 × 16, 20 × 20	мм
Пресс-муфта с переходом на резьбу	16 × $1/2$, 20 × $3/4$, 25 × 1, 26 × 1	мм × дюйм
Пресс-угольник	25 × 25, 26 × 26	мм
Пресс-угольник с переходом на резьбу	16 × $1/2$	мм × дюйм
Пресс-тройник	16 × 16 × 16, 20 × 20 × 20	мм

Допускается использование других, удовлетворяющих требованию типов соединения деталей с трубами.

Соединительные детали и прочность их соединения с трубой должны быть рассчитаны на номинальное давление не менее 1,5 МПа.

Трубы из сшитого полиэтилена и латунные детали компрессионного типа соединяют обжатием разрезным кольцом трубы на ниппельную часть детали с помощью накидной гайки.

Латунные детали прессового типа соединяют обжатием на ниппельной части детали, т. е. при надвигании неразрезного кольца.

При сборке труб между собой, с арматурой, приборами и трубами из других материалов применяют механическое соединение в виде зажимных муфт разной конструкции.

В России отсутствует регламентный документ по техническим требованиям к механическому соединению полимерных труб. Это обстоятельство накладывает на потребителя особую ответственность по выбору соединения из всего многообразия предлагаемых конструкций.

Общим элементом всех видов механического соединения указанных труб является штуцер. Один конец штуцера предназначен для надевания трубы, а другой — выполняется с резьбой для присоединения к арматуре, коллектору или прибору. Наружная поверхность штуцера имеет кольцевые выступы — для соединения труб из сшитого полиэтилена.

Подбор материалов для соединения с учетом их производственного назначения гарантирует высокую механическую прочность и хорошую антикоррозийную стойкость.

Переход с трубопроводов из сшитого полиэтилена на стальные, а также на полимерные и комбинированные трубопроводы, присоединение запорно-регулирующей арматуры, получение разъемного соединения выполняют специальными латунными соединительными деталями.

Особенности труб из хлорированного поливинилхлорида, соединительных деталей и способов их соединения

Для устройства системы внутренних напорных трубопроводов находят применение трубные изделия из дополнительно хлорированного поливинилхлорида (ХПВХ). По сравнению с другими термопластами, они обладают более высокой термостойкостью (рис. 2.7).

Трубы изготавливают диаметром 16—110 мм для давлений PN 20 и PN 25. Аббревиатура PN означает номинальное давление, бар (0,1 МПа), при котором срок эксплуатации трубопровода составляет 50 лет (при условии транспортирования воды с температурой 20 °С).

Размеры труб приведены в табл. 2.22.

Таблица 2.22
Размеры труб из хлорированного поливинилхлорида (DIN 8079)

Условный диаметр Ду, мм	Наружный диаметр D, мм	Толщина стенки e, мм	Длина L, м
12	16	2,0	3
15	20	2,5	3
20	25	2,5	3
25	32	3,5	3
32	40	4,0	6
40	50	5,0	6
50	63	6,5	6
65	75	5,0	6
80	90	5,0	6

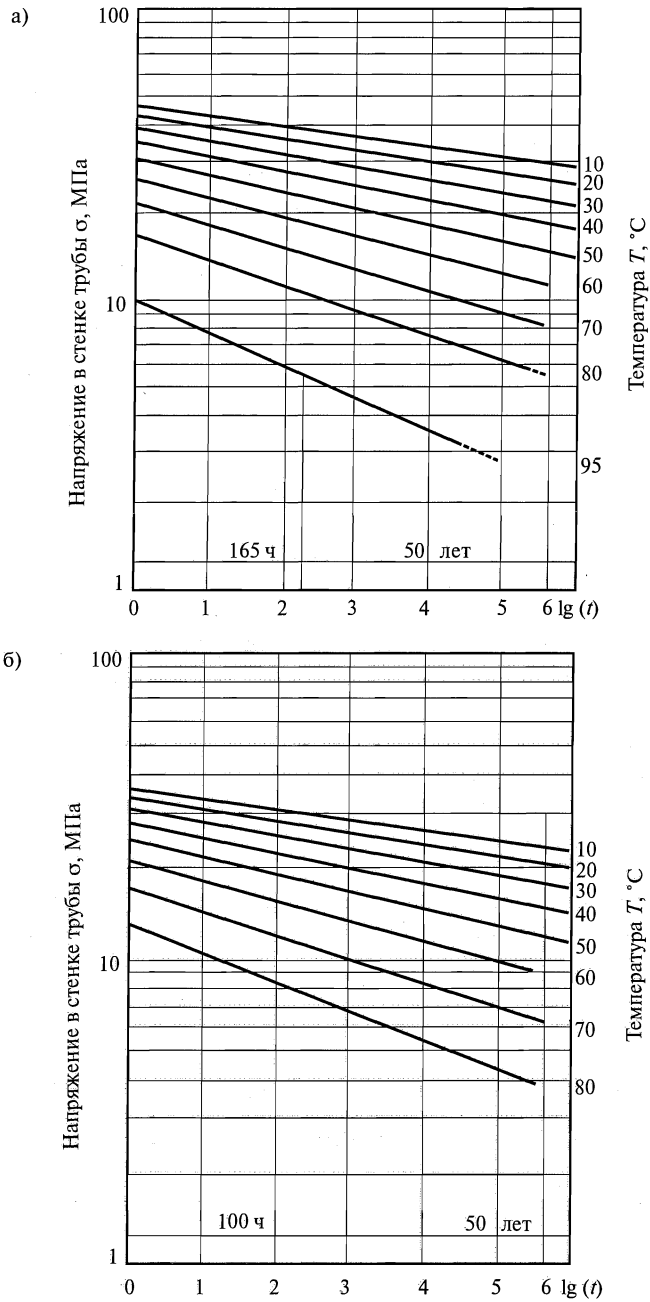


Рис. 2.7. Эталонные кривые длительной прочности трубных изделий из хлорированного поливинилхлорида:

а — труб:

$$\lg(t) = -109,95 - \frac{21\,897,4 \lg(\sigma)}{T} + \frac{43\,702,87}{T} + 50,74202 \lg(\sigma);$$

б — соединительных деталей:

$$\lg(t) = -121,699 - \frac{25\,985,1 \lg(\sigma)}{T} + \frac{47\,143,18}{T} + 63,03511 \lg(\sigma)$$

Для устройства разветвленной системы водоснабжения используют соединительные детали из того же материала (табл. 2.23).

Таблица 2.23
Соединительные детали из хлорированного поливинилхлорида (DIN 8079)

Заглушка															
d, мм	16	20	25	32	40	50	63								
PN, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5						
SDR	9	9	9	9	9	9	9	9	9						
Равнопроходные раструбные муфта, угольник, тройник															
d, мм	16	20	25	32	40	50	63	75	90						
PN, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,6	1,6						
SDR	9	9	9	9	9	9	9	13,6	13,6						
Неравнопроходной раструбный тройник															
d, мм	20 × 16 × 16	20 × 16 × 20	25 × 16 × 25	25 × 20 × 25	32 × 20 × 32	32 × 25 × 32	40 × 20 × 40	50 × 25 × 50	63 × 32 × 63	75 × 40 × 75	90 × 50 × 90				
PN, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,6	1,6				
SDR	9	9	9	9	9	9	9	9	9	13,6	13,6				
Переходник															
d, мм	20 × 16	25 × 16	25 × 20	32 × 20	32 × 25	40 × 25	40 × 32	50 × 32	50 × 40	63 × 40	63 × 50	75 × 50	75 × 63	90 × 63	90 × 75
PN, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6
SDR	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	13,6	13,6	13,6	13,6
Угольники равнопроходные с углом 45, 90° (раструб — гладкий конец) и 45° (раструбный)															
d, мм	16	20	25	32	40	50	63								
PN, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5						
SDR	9	9	9	9	9	9	9	9	9						
Переходной тройник (раструб — гладкие концы)															
d, мм	25 × 20 × 25														
PN, МПа	2,5														
SDR	9														

Для присоединения к арматуре и перехода на металлические трубы используют резьбовые и фланцевые соединительные детали.

Основным способом соединения данных труб является склеивание. Трубы склеивают при температуре от 5 до 40 °С. Если температура ниже 5 °С, клеевое соединение подогревают теплым воздухом, чтобы исключить вероятность появления влаги или росы на склеиваемых поверхностях. Среднее время, в течение которого соединение должно набрать определенную прочность, установлено в зависимости от окружающей температуры: до 10 °С — 2,5 мин, 10—25 °С — 1 мин и 25—40 °С — 0,5 мин. Клеевое соединение допускается нагружать давлением через 4 ч при температуре склеивания 5—15 °С и через 3 ч — при 15—30 °С.

На прочность клеевого соединения оказывает влияние влажность воздуха. Был проведен ряд технологических исследований с использованием зазорозаполняющих клеев на основе тетрагидрофурана. В ходе исследований также изучалось воздействие растворителей, входящих в состав клея, на материал труб.

Опыты показали, что при натягах и нулевом зазоре образцы разрушаются преимущественно по материалу трубы. При зазорах до 0,3 мм появляется некоторое количество разрушений на границе труба — раструб. При зазорах до 0,6 мм значительно уменьшается прочность, а образцы разрушаются преимущественно на границе труба — раструб (либо непосредственно по клеевому шву). Надежность этого соединения была признана недостаточной. При этом хорошая надежность была отмечена у соединения с зазором до 0,3 мм. При зазорах более 0,6 мм неудовлетворительные результаты были получены уже в кратковременных испытаниях.

Кроме того, было выявлено, что перхлорвиниловые клеи реагируют на относительную влажность воздуха. Так, уже при 80 % влажности нанесенная клеевая пленка приобретает молочно-белесоватый оттенок. Прочность склеивания при этом снижается. При влажности более 80 % клеевая пленка зазорозаполняющих клеев также приобретает беловатую окраску, однако никакого влияния на прочность при этом не обнаруживается.

Важной характеристикой клеевого соединения является его долговременная прочность. В эксперименте использовали клей со слабым растворителем. В этом случае существенным является температура, при которой он в составе трубопровода нагружается внутренним гидравлическим давлением (рис. 2.8).

Склеивание происходило без зазора при оптимальных технологических параметрах. Время отверждения составляло около месяца при нормальных условиях (температура 20 °С и относительная влажность воздуха 65 %). При температуре 20 °С клеевое соединение на формованных раструбах разуплотнилось в двух случаях из-за порообразования в клеевом шве. Прочность разрушений была близка к прочности труб. Испытания при температуре 60 °С привели к тому, что в двух случаях соединение разрушалось при напряжении 9,8 МПа. Во всех других слу-

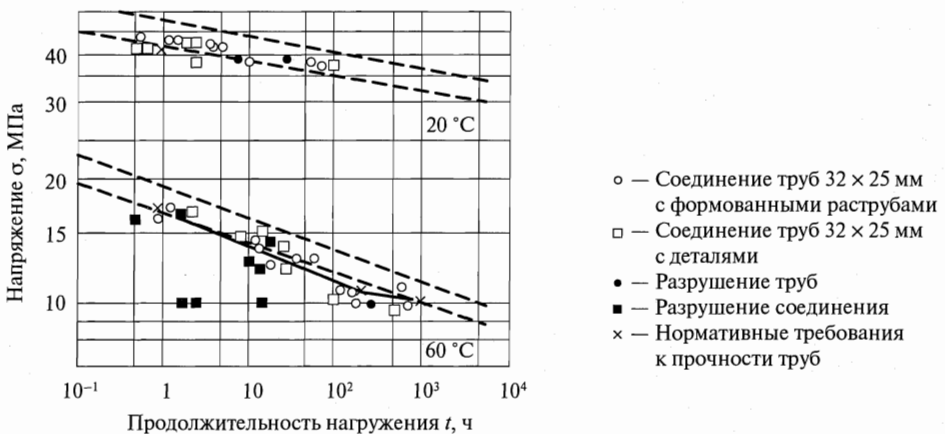


Рис. 2.8. Графики длительной прочности клеевого соединения труб из поливинилхлорида (линиями показана прочность труб)

чаях прочность соединения была не ниже прочности труб. Результаты длительных испытаний оказались менее благоприятны для склеенных соединительных деталей. При температуре 20 °С во всех случаях разрушились трубы, лишь в одном образце спустя 3 ч разрушился фитинг при напряжении 36,3 МПа. При температуре 60 °С, за исключением четырех образцов, разрушились в основном клеевые стыки. Оказалось, что прочность клевого соединения ниже прочности труб. При напряжении 9,8 МПа время до разрушения составило лишь 3 ч, тогда как в соответствии с нормами оно должно составлять 1 000 ч.

Наряду с образцами соединения труб из поливинилхлорида, склеенных перхлорвиниловыми клеями на метиленхлориде, долговременным испытаниям было подвергнуто соединение, выполненное на клеях трех композиций (рис. 2.9). Соединение, склеенное без зазора на клее с наименьшей вязкостью (первая композиция), оказалось прочнее (9,8 и 10,8 МПа), чем у соединения, склеенного перхлорвиниловым клеем (растворитель метиленхлорид). Прочность соединения, склеенного с использованием другой клеевой композиции, оказалась в основном выше прочности труб. Только два образца показали меньшую прочность (9,8 и 10,8 МПа), однако разрушение произошло не по клеевому шву, а по соединительной детали. В третьем случае прочность соединения оказалась идентичной показателям соединения, склеенного клеем первого состава.

Образцы соединения, склеенного без зазора и с зазорами 0,3 и 0,6 мм, после различных сроков выдержки (до 17 мес) были испытаны на сдвиг и внутренним давлением до разрушения (рис. 2.10б). Опыты показали, что при зазорах до 0,3 мм зазорозаполняющий клей можно использовать во всех случаях, а при зазорах до 0,6 мм нужно ограничить область его использования ремонтными работами. В последнем случае особенно тщательно следует выполнять все технологические процессы и контролировать геометрические размеры, в том числе длину сопряжения склеиваемых поверхностей гладкого конца одной трубы и раструба (муфты) другой трубы, поскольку именно они определяют длину клевого шва.

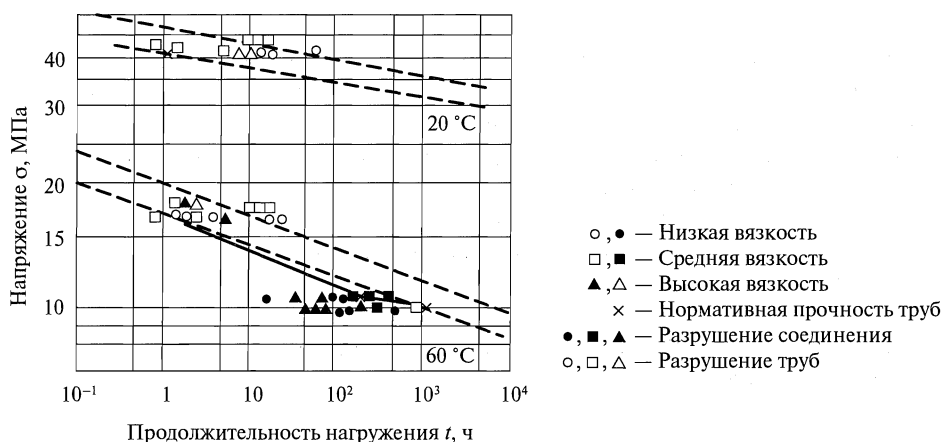


Рис. 2.9. Графики длительной прочности соединения труб из поливинилхлорида с использованием зазорозаполняющих клеев (линиями показана прочность труб)

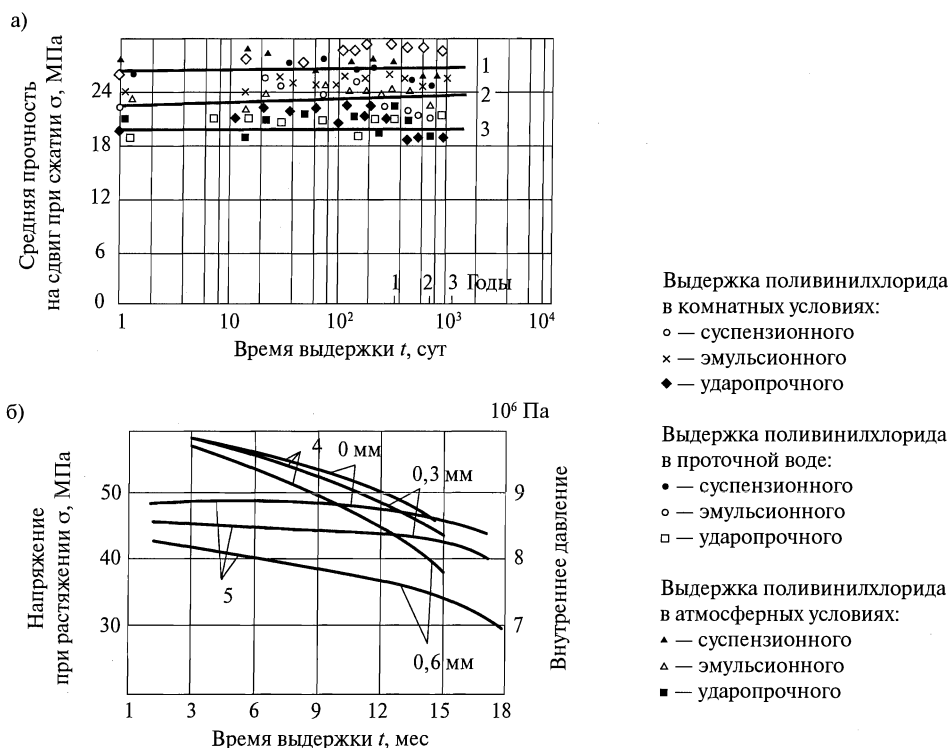


Рис. 2.10. Графики долговременной прочности клеевого соединения пластин без зазора из поливинилхлорида (а) и труб из суспензионного поливинилхлорида, склеенных зазоромзаполняющим клеем при зазорах 0; 0,3 и 0,6 мм (б): 1 — суспензионный поливинилхлорид; 2 — эмульсионный поливинилхлорид; 3 — ударопрочный поливинилхлорид; 4 — испытания на сдвиг при растяжении; 5 — испытания внутренним давлением до разрушения

Количественные показатели поведения разных видов соединения зависят от геометрических, температурных и временных факторов и для клея конкретного композиционного состава могут отличаться от рассмотренных. В то же время закономерности влияния указанных факторов на прочность клеевого соединения вряд ли будут иметь существенные различия с выявленными закономерностями.

На случай ремонта системы водоснабжения предусматривают разъемное соединение труб. Для его устройства используют сборку с резиновыми уплотнительными кольцами.

Особенности полибутеновых труб, соединительных деталей и способов их соединения

Полибутен (ПБ) обладает рядом свойств, не характерных для других полиолефинов. Например, характеристика ползучестойкости у полибутена гораздо выше, чем у других полиолефинов и находится в том же интервале, что и у гибких конструкционных пластиков типа ПА-11/12 и термопластичных полиуретанов (рис. 2.11). Несмотря на относительно низкую температуру плавления

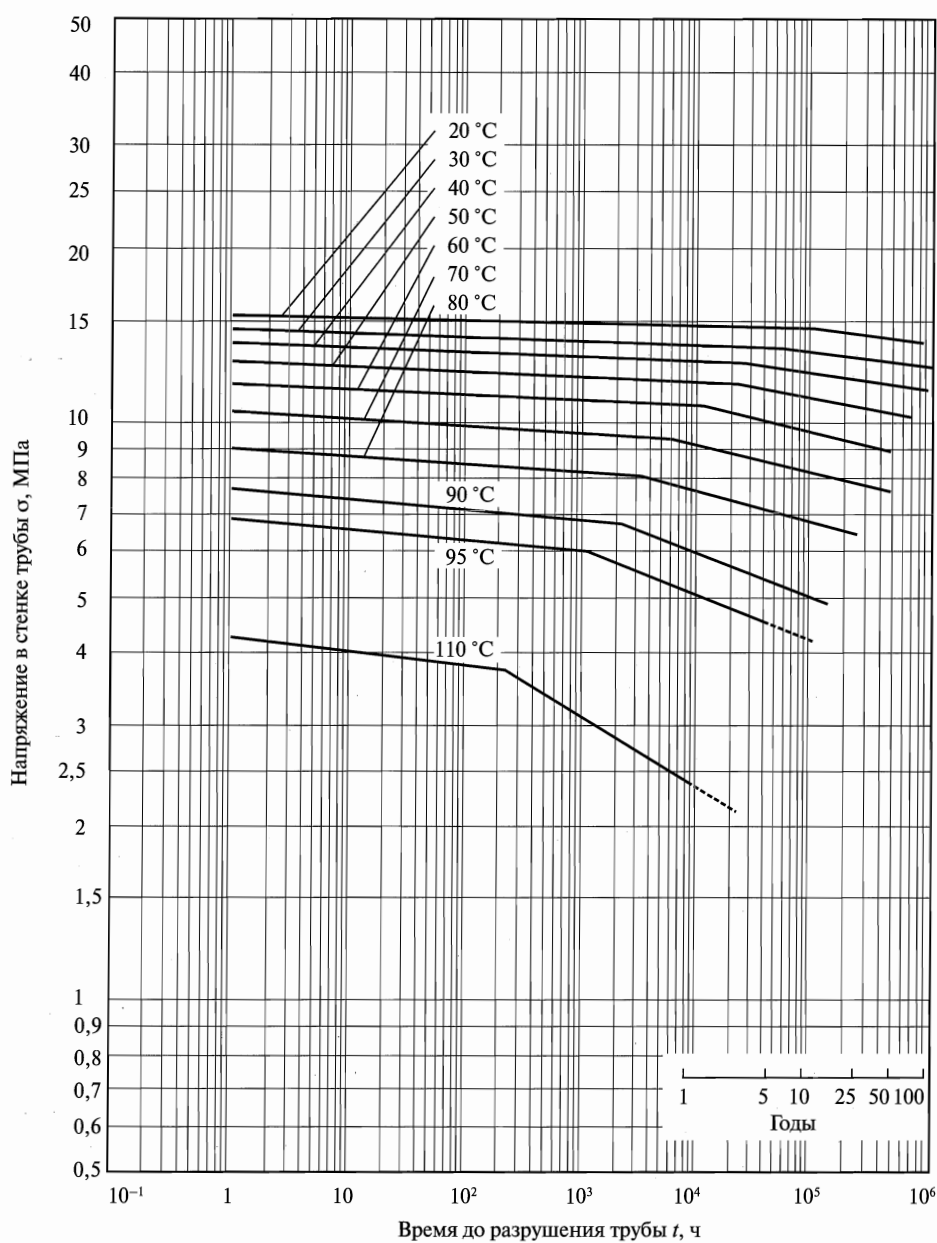


Рис. 2.11. Эталонные кривые длительной прочности труб из ПБ-125:
левая часть ломаной:

$$\lg(t) = -430,866 - \frac{125\,010 \lg(\sigma)}{T} + \frac{173\,892,7}{T} + 290,0569 \lg(\sigma);$$

правая часть ломаной:

$$\lg(t) = -129,895 - \frac{37\,262,7 \lg(\sigma)}{T} + \frac{52\,556,48}{T} + 88,567351 \lg(\sigma)$$

(около 130 °С), механическая прочность полибутена вблизи этой температуры практически не меняется. Кроме того, этот материал обладает хорошей гибкостью, высокой стойкостью к растрескиванию, хорошей химической стойкостью, легко сваривается и устойчив к механическому истиранию (по этому параметру полибутен сравним с полиэтиленом низкого давления ультравысокой молекулярной массы).

Размеры полибутиновых труб различных серий приведены в табл. 2.24.

Таблица 2.24
Размеры, мм, труб из ПБ-125 (ГОСТ Р 52134–2003*)

Наружный диаметр <i>D</i>	Толщина стенки <i>e</i> для серии труб S/SDR								
	3,2/7,4	4/9	5/11	6,3/13,6	8/17	10/21	12,5/26	16/33	20/41
12	1,7	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	—
16	2,2	1,8	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	—
20	2,8	2,3	1,9	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	—
25	3,5	2,8	2,3	1,9	1,5	1,3	1,3	1,3	—
32	4,4	3,6	2,9	2,4	1,9	1,6	1,3	1,3	—
40	5,5	4,5	3,7	3,0	2,4	1,9	1,6	1,3	—
50	6,9	5,6	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0	1,6	1,3
63	8,6	7,1	5,8	4,7	3,8	3,0	2,5	2,0	1,6
75	10,3	8,4	6,8	5,6	4,5	3,6	2,9	2,3	1,9
90	12,3	10,1	8,2	6,7	5,4	4,3	3,5	2,8	2,2
110	15,1	12,3	10,0	8,1	6,6	5,3	4,2	3,4	2,7

Для устройства горячего и холодного водоснабжения используют трубы с различными номинальными давлениями (табл. 2.25).

Таблица 2.25
Номинальное давление для труб из ПБ-125 (ГОСТ Р 52134–2003*)

SDR	41	33	26	21	17	13,6	11	9	7,4
S	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	3,2
PN, бар	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25

Полибутиновые трубы используют при внутренних давлениях с учетом класса эксплуатации (табл. 2.26).

Таблица 2.26
Внутреннее давление, МПа, для труб из ПБ-125 с учетом класса эксплуатации
(ГОСТ Р 52134–2003*)

Максимальное рабочее давление $P_{\text{макс}}$	Значение давления для класса эксплуатации									
	1		2		4		5		ХВ	
	σ_0	$S'_{\text{макс}}$	σ_0	$S'_{\text{макс}}$	σ_0	$S'_{\text{макс}}$	σ_0	$S'_{\text{макс}}$	σ_s	$S'_{\text{ХВ}}$
0,4	5,75	10,9	5,04	10,9	5,45	10,9	4,30	10,9	10,88	10,9
0,6		9,5		8,4		9,1		7,2		
0,8		7,1		6,3		6,8		5,4		
1,0		5,7		5,0		5,4		4,3		

Расчетную массу труб определяют по табл. 2.27.

Таблица 2.27
Расчетная масса полибутеновых труб (ГОСТ Р 52134–2003*)

Наружный диаметр D , мм	Значение массы, кг/м, для серии труб S/SDR					
	10/21	8/17	6,3/13,6	5/11	4/9	3,2/7,4
10	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,039
12	0,045	0,045	0,045	0,045	0,048	0,056
16	0,062	0,062	0,062	0,070	0,081	0,095
20	0,079	0,079	0,090	0,109	0,128	0,150
25	0,101	0,114	0,140	0,165	0,194	0,233
32	0,157	0,183	0,224	0,264	0,317	0,373
40	0,232	0,285	0,347	0,417	0,492	0,581
50	0,361	0,442	0,532	0,645	0,763	0,908
63	0,565	0,700	0,847	1,020	1,210	1,420
75	0,801	0,982	1,200	1,420	1,710	2,020
90	1,140	1,410	1,710	2,050	2,460	2,900
110	1,710	2,100	2,530	3,050	3,650	4,340

Трубы из полибутена характеризуют, с одной стороны, в зависимости от давления и температуры (табл. 2.28), с другой — с учетом области применения (табл. 2.29).

Таблица 2.28
Характеристики полибутеновых труб, рассчитанных на давление до 1 МПа
(температура 95 °С)

D_y , мм	8	12	15	16	18	25	32
e , мм	1,0	1,3	1,5	2,0	2,0	2,3	2,3
L , м	200 (букта)					4	4

Таблица 2.29
Характеристики полибутиновых труб с учетом области применения

Область применения	Наружный диаметр D , мм	Условный диаметр D_u , мм	Толщина стенки e , мм	Внутренний диаметр D_v , мм	Длина L , м
Система водоснабжения	16	12	2,2	11,6	100
	20	15	2,8	14,4	100
	25	20	2,3	20,4	100
	32	25	3,0	26,0	100
	40	32	3,7	32,6	100
	50	40	4,6	40,8	100
	63	50	5,8	51,4	100
	75	65	6,9	61,2	100
	90	80	8,2	73,6	100
	110	100	10,0	90,0	50
Система отопления	25	20	2,3	20,4	100
	32	25	3,0	26,0	100
	40	32	3,7	32,6	100
	50	40	4,6	40,8	100
	63	50	5,8	51,4	100
	75	65	6,9	61,2	100
Системы водоснабжения и отопления	90	80	8,2	73,6	100
	110	100	10,0	90,0	12

Для устройства разветвленной системы водоснабжения используют металлические и полимерные соединительные детали.

Сборку полибутиновых труб между собой и с соединительными деталями осуществляют как сваркой, аналогично полипропиленовым трубам, так и при помощи пресс- и резьбовых фитингов, аналогично металлополимерным трубам, с использованием специального инструмента.

При монтаже трубопровода в случае необходимости допускается изгибать трубы в холодную по радиусу не менее пяти наружных диаметров.

* * *

Выбор способа соединения полимерных труб зависит от материала труб, условий работы и прокладки трубопроводов (табл. 2.30).

Таблица 2.30
Способы соединения полимерных труб

Соединение	Материал	Область применения
Контактная сварка:		
• стыковая	Полиэтилен высокого и низкого давления, полипропилен	Трубопроводы диаметром 50 мм и более с толщиной стенки более 4 мм
• муфтовая	Полиэтилен низкого давления, полипропилен	Напорные трубопроводы диаметром до 140 мм с толщиной стенки менее 4 мм
• раструбная	Полиэтилен высокого давления, полипропилен	То же до 160 мм

Окончание табл. 2.30

Соединение	Материал	Область применения
Сварка нагретым газом с применением полимерной присадки	Полиэтилен высокого и низкого давления, полипропилен, непластифицированный поливинилхлорид	Безнапорные трубопроводы
Склеивание	Непластифицированный поливинилхлорид, хлорированный поливинилхлорид	Напорные и безнапорные трубопроводы диаметром до 225 мм
Раструбное с резиновым кольцом	Полиэтилен высокого и низкого давления, полипропилен, непластифицированный поливинилхлорид	Безнапорные трубопроводы внутренним диаметром до 160 мм
Фланцевое с отбортовкой	То же	Безнапорные и напорные трубопроводы при давлении до 2 МПа; присоединение к арматуре, металлическим соединительным деталям и трубам
Фланцевое с утолщенным буртом	Полиэтилен высокого и низкого давления, полипропилен	Напорные трубопроводы; присоединение к арматуре, металлическим соединительным деталям и трубам
С накладной гайкой	Полиэтилен высокого и низкого давления, полипропилен, непластифицированный поливинилхлорид, хлорированный поливинилхлорид	Напорные трубопроводы; присоединение к арматуре, металлическим деталям и санитарно-техническим приборам

Глава 3

Канализационные трубные изделия

Основные требования к канализационным трубным изделиям

Внутренние системы канализации общественных зданий должны включать в себя трубы и соединительные детали, отвечающие требованиям прочности, коррозионной стойкости, экономии расходуемых материалов, указанным в СНиП 2.04.01–85*.

Допускается применять трубы и фасонные соединительные детали из чугуна (серого и ковкого), непластифицированного поливинилхлорида, в том числе с внутренним слоем из акрилонитрилбутадиенстирола, полиэтилена низкого давления (в том числе наполненного) и полипропилена (в том числе наполненного).

Для всех труб можно подобрать соединительные детали, необходимые для устройства разветвленной внутренней системы канализации и подсоединения к ней санитарно-технических приборов. На канализационные трубные изделия отечественного производства распространяются технические условия, а на проектирование и монтаж системы канализации — своды правил.

Чугунные трубы и соединительные детали из серого чугуна собирают в трубопровод с помощью традиционных уплотнителей — смоляного и белого пенькового каната, а также расширяющегося цемента.

Для гладких труб и деталей из ковкого чугуна используют соединители, включающие в себя хомуты из нержавеющей стали и резиновые манжеты, а также скрепляемые болтами и гайками.

Практически все виды полимерных труб и соединительных деталей собирают раструбами с уплотнением резиновыми кольцами: трубные изделия из непластифицированного поливинилхлорида — круглыми; из полиэтилена низкого давления и полипропилена, в том числе наполненных — профилированными; из наполненного полипропилена — также резиновыми манжетами.

Трубные изделия из непластифицированного поливинилхлорида допускается склеивать, а из полиэтилена низкого давления и полипропилена — сваривать встык на муфтах с закладными электроспиральями.

В целях снижения шума в системе канализации используют утяжеленные трубные изделия.

Канализационные трубные изделия (трубопроводы, фасонные соединительные детали и их соединения) проектируют закрытыми, поэтому они должны быть водонепроницаемыми.

Соединительные детали трубопроводов должны соответствовать действующим государственным стандартам и техническим условиям.

Соединительные детали должны обеспечивать возможность изменять направление прокладки канализационного трубопровода и присоединять санитарно-технические приборы [79]. В набор обязательно включают отводы для устройства поворотов, косые крестовины и тройники для присоединения к стояку отводных трубопроводов, располагаемых под потолком помещений, в подвалах и технических подпольях, а также ревизии или прочистки для ликвидации засоров в канализации.

Условные проходы канализационных труб и соединительных деталей должны соответствовать номинальным наружным диаметрам труб и гладких концов деталей, например полиэтиленовых (табл. 3.1).

Таблица 3.1
Соотношение условных проходов и номинальных наружных диаметров
полиэтиленовых трубных изделий (ГОСТ 22689.1–89)

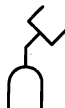
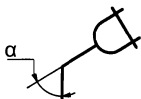
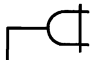
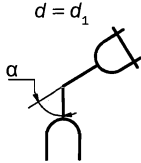
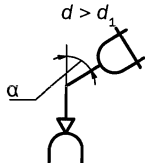
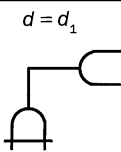
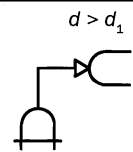
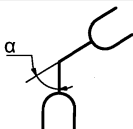
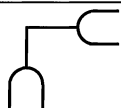
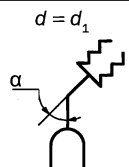
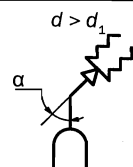
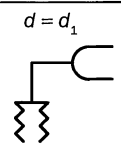
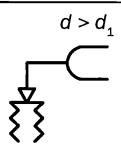
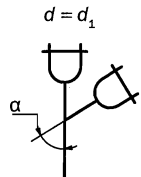
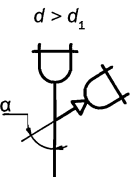
Номинальный наружный диаметр D , мм	Диаметр условного прохода D_y , мм
40	40
50	50
90	85
110	100

Для труб и соединительных деталей приняты буквенно-цифровые и графические обозначения, приведенные в табл. 3.2.

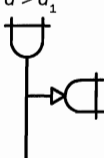
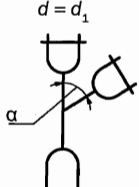
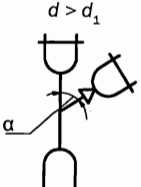
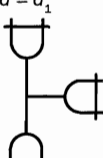
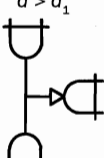
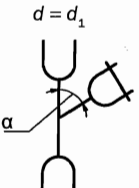
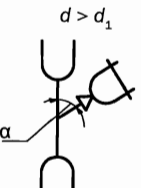
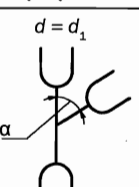
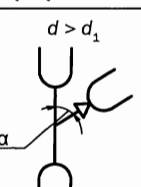
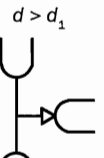
Таблица 3.2
Условные обозначения канализационных соединительных
деталей (ГОСТ 22689.1–89)

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Труба	—	TKd — ПНД (ПВД)	
Патрубок	Кс	ПдK × dC — ПНД (ПВД)	
	Кс	ПдK × dc — ПНД (ПВД)	
	Рс	ПдP × dc — ПНД (ПВД)	
	СР	ПдC × dP — ПНД (ПВД)	
Патрубок компенсационный	Кк	ПКdK × dk — ПНД (ПВД)	
	Кс	ПКdK × dc — ПНД (ПВД)	
	КС	ПКdK × dC — ПНД (ПВД)	
Патрубок переходной	кК	ППdk × d ₁ K — ПНД (ПВД)	
	сК	ППdc × d ₁ K — ПНД (ПВД)	
	сС	ППdc × d ₁ C — ПНД (ПВД)	
	сР	ППdc × d ₁ P — ПНД (ПВД)	
Патрубок приборный	Ук	ППру × dk — ПНД (ПВД)	
	УС	ППру × dC — ПНД (ПВД)	
Отвод приборный	Ук	ОПру × dk — ПНД (ПВД)	

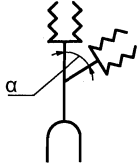
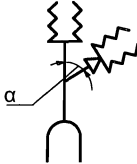
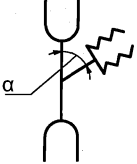
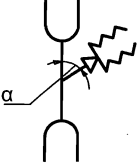
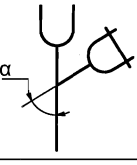
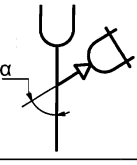
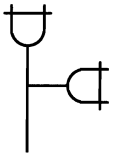
Продолжение табл. 3.2

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Отвод приборный	УС	Опру × dC — ПНД (ПВД)	
Отвод	Кк	ОадК × d ₁ К — ПНД (ПВД) α = 30, 45°	
		ОdК × d ₁ К — ПНД (ПВД)	
	СК	Оад ₁ С × dК — ПНД (ПВД) α = 30, 45°	 
		Оd ₁ С × dК — ПНД (ПВД)	 
	СС	ОадС × d ₁ С — ПНД (ПВД) α = 30, 45°	
		ОdС × d ₁ С — ПНД (ПВД)	
	СП	ОадС × d ₁ Р — ПНД (ПВД) α = 30, 45°	 
		ОdС × d ₁ С — ПНД (ПВД)	 
Тройник	КкК	ТадК × dк × d ₁ К — ПНД (ПВД) α = 45, 60° (для размера 110 × 110)	 

Продолжение табл. 3.2

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Тройник	КкК	$TdK \times dk \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
		$TadK \times dC \times d_1K$ — ПНД (ПВД) $\alpha = 45, 60^\circ$ (для размера 110×110)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
	КСК	$TdK \times dC \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
		$TadC \times dC \times d_1K$ — ПНД (ПВД) $\alpha = 45, 60^\circ$ (для размера 110×110)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
	ССК	$TdC \times dC \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
		$TadC \times dC \times d_1C$ — ПНД (ПВД) $\alpha = 45, 60^\circ$ (для размера 110×110)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
	ССС	$TdC \times dC \times d_1C$ — ПНД (ПВД)	$d = d_1$  $d > d_1$ 
		$TdC \times dC \times d_1C$ — ПНД (ПВД)	$d = d_1$  $d > d_1$ 

Продолжение табл. 3.2

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Тройник	РСР	$TadP \times dC \times d_1P$ — ПНД (ПВД) $\alpha = 45, 60^\circ$ (для размера 110×110)	$d = d_1$ 
		$TdP \times dC \times d_1P$ — ПНД (ПВД)	$d > d_1$ 
	ССР	$TadC \times dC \times d_1P$ — ПНД (ПВД) $\alpha = 45, 60^\circ$ (для размера 110×110)	$d = d_1$ 
		$TdC \times dC \times d_1P$ — ПНД (ПВД)	$d > d_1$ 
	СкК	$TadC \times dK \times d_1K$ — ПНД (ПВД) $\alpha = 45, 60^\circ$ (для размера 110×110)	$d = d_1$ 
		$TdC \times dK \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	$d > d_1$ 
	КудК	$TdKud \times dK \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	

Продолжение табл. 3.2

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Тройник	КкудК	$TdK \times d_{куд} \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
Крестовина	КкКК	$K60^\circ dK \times dK \times d_1K \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
		$KdK \times dK \times d_1K \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
	СкКК	$K45^\circ dC \times dK \times d_1K \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
		$KdC \times dK \times d_1K \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
	СССС	$K45^\circ dC \times dC \times d_1C \times d_1C$ — ПНД (ПВД)	
		$KdC \times dC \times d_1C \times d_1C$ — ПНД (ПВД)	
	СССП	$KdC \times dC \times dC \times d_1P$ — ПНД (ПВД)	

Продолжение табл. 3.2

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Крестовина	СССК	$KdC \times dC \times dC \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
	КкКК	$KсмdK \times dk \times dK \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
Крестовина со смещенными осями отводов	СкКК	$KсмdC \times dk \times dK \times d_1K$ — ПНД (ПВД)	
	КкКс	$ТунdK \times dk \times dK \times d_1C$ — Пр — ПНД (ПВД)	
Тройник универсальный	КкКс	$ТунdK \times dk \times dK \times d_1C$ — Л — ПНД (ПВД)	
	КкКсс	$ТунdK \times dk \times dK \times d_1C \times d_1C$ — ПНД (ПВД)	
	СССС	$ТунdC \times dC \times dC \times d_1C$ — Пр — ПНД (ПВД)	
	СССС	$ТунdC \times dC \times dC \times d_1C$ — Л — ПНД (ПВД)	

Окончание табл. 3.2

Изделие	Тип	Условное обозначение	
		Буквенно-цифровое	Графическое
Тройник универсальный	ССССС	ТундC × dC × dC × d ₁ C × d ₁ C — ПНД (ПВД)	
Муфта	КК	MdK × dK — ПНД (ПВД)	
	СС	MdC × dC — ПНД (ПВД)	
		MdC × d ₁ C — ПНД (ПВД)	
Ревизия	К	PdK — ПНД (ПВД)	
	С	PdC — ПНД (ПВД)	
Заглушка и крышка	—	Зd — ПНД (ПВД)	
	—	Kd — ПНД (ПВД)	
Гайка накидная	—	Gd — ПНД (ПВД)	

Буквенные и графические обозначения соединения раструбов и гладких концов соединительных деталей должны соответствовать указанным в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Условные обозначения раструбов и гладких концов на канализационных трубных изделиях (ГОСТ 22689.1–89)

Способ соединения раструбов и гладких концов	Условное обозначение	
	Буквенное	Графическое
С помощью резинового уплотнительного кольца	Кк	
Раструбно-стыковой сваркой нагретым инструментом	Сс	
С помощью накидной гайки с резиновой прокладкой	Рр	
С помощью резинового уплотнительного кольца для соединения с выпуском унитаза или чугунного трапа	Ук	
Примечание. Прописные буквы соответствуют раструбу, строчные — гладкому концу.		

Как правило, для устройства системы канализации применяют чугунные и полимерные (из непластифицированного поливинилхлорида, полипропилена

и полиэтиленов низкого и высокого давления) трубопроводы. На чугунные трубные изделия распространяется ГОСТ 6942–98 «Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним. Технические условия». Технические характеристики полимерных труб приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4
Технические характеристики полимерных канализационных труб

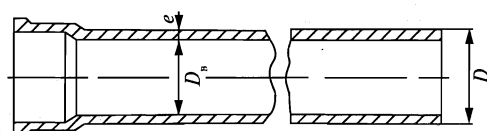
Материал	Наружный диаметр D , мм		Толщина стенки e , мм		Масса, кг/м	Нормативный документ, содержащий методику
	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение		
Непластифицированный поливинилхлорид	50 110	+0,2 +0,3	3,2 3,2	+0,5 +0,5	0,72 1,70	ТУ 6-19-307–86 ТУ 6-49-33–92
Полипропилен	50 110	+0,3 +0,4	1,8 2,7	+0,4 +0,5	0,40 0,60	ТУ 4926-010-42943419–97 ТУ 4926-010-41989945–98 ТУ 4926-003-33137731–2004
Полиэтилен низкого давления	50 110	+0,5 +1,0	3,0 3,5	+0,6 +0,6	0,63 0,73	ГОСТ 22689.0–89 ГОСТ 22689.2–89
То же Высокого	50	+0,5	3,0	+0,6	0,63	

Особенности труб из серого чугуна, соединительных деталей и способов их соединения

Чугунные канализационные трубы (рис. 3.1) изготавливают по ГОСТ 6942–98 с внутренним диаметром 50 (± 1), 100 ($\pm 1,5$) и 150 ($\pm 1,5$) мм.

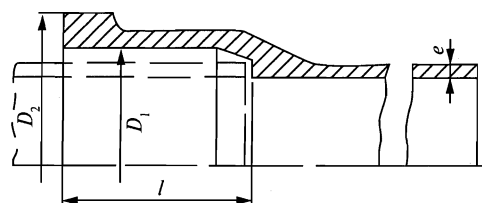
Канализационные трубы из серого чугуна производят длиной 2 м. Масса труб зависит от их диаметра (табл. 3.5).

а)



$D_{в}$	50	100	150
e	4	5	5
D	58	109	160

б)



D_1	70	121	174
D_2	90	145	200
l	60	70	75

Рис. 3.1. Канализационные трубы из серого чугуна: а — труба; б — раструб

Таблица 3.5
Масса канализационных труб из серого чугуна вместе с раструбом

D, мм	Значение массы, кг, при строительной длине трубы (без раструба) L, мм							
	250	500	750	1 000	1 250	1 500	1 750	2 000
50	2,4	3,8	5,2	6,6	8,0	9,3	10,7	12,1
100	—	8,4	11,5	14,5	17,6	20,6	23,7	26,8
150	—	13,8	18,9	24,0	29,1	34,1	39,2	44,4

Соединительные детали изготавливают также из серого чугуна (табл. 3.6).

Таблица 3.6
Чугунные соединительные детали

Наименование	Условный проход, мм		Стандарт, содержащий методику
	ствола	отвода	
Патрубок: • обычный • компенсационный • переходной	50, 100, 150 100, 150 50 × 100, 100 × 150	—	ГОСТ 6942.4–98 ГОСТ 6942.5–98 ГОСТ 6942.6–98
Колено: • обычное • низкое	50, 100, 150 100	—	ГОСТ 6942.7–98 ГОСТ 6942.8–98
Отвод: • 110 и 120° • 135° • 150°	50, 100 50, 100, 150 50, 100, 100Д, 150	—	ГОСТ 6942.9–98
Отвод — тройник приборный	100	50	ГОСТ 6942.10–98
Отступ	50, 100, 150	—	ГОСТ 6942.11–98
Тройник прямой: • обычный	50, 100 100 100 100 150 150 150	50 100 100К 100Д 50 100 150	ГОСТ 6942.12–98
• компенсационный	100, 150	50	ГОСТ 6942.13–98
• низкий	100	100	ГОСТ 6942.14–98
• переходной	100 × 50	100	ГОСТ 6942.15–98
• переходной низкий	100 × 50	100	ГОСТ 6942.16–98
Тройник косой (45 и 60°)	50, 100 100 150 150 150	50 100 50 100 150	ГОСТ 6942.17–98
Крестовина прямая: • обычная	50, 100 100, 150 150	50 100 50	ГОСТ 6942.18–98
• со смещенным отводом	100	50 × 100	ГОСТ 6942.19–98
Крестовина косая (45 и 60°)	50, 100 100, 150 150	50 100 50	ГОСТ 6942.20–98

Окончание табл. 3.6

Наименование	Условный проход, мм		Стандарт, содержащий методику
	ствола	отвода	
Крестовина двухплоскостная	100 150	100, 50 100, 50	ГОСТ 6942.21–98
Муфта: • обычная • подвижная	50, 100, 150 50, 100, 150	—	ГОСТ 6942.22–98 ГОСТ 6942.23–98
Ревизия	50, 100, 150	—	ГОСТ 6942.24–98
К — короткий; Д — длинный.			

Особенности труб из ковкого чугуна, соединительных деталей и способов их соединения

Канализационные трубы из ковкого чугуна (рис. 3.2) производят безраструбными по DIN EN 877 и DIN EN 19522. Технические характеристики труб приведены в табл. 3.7.

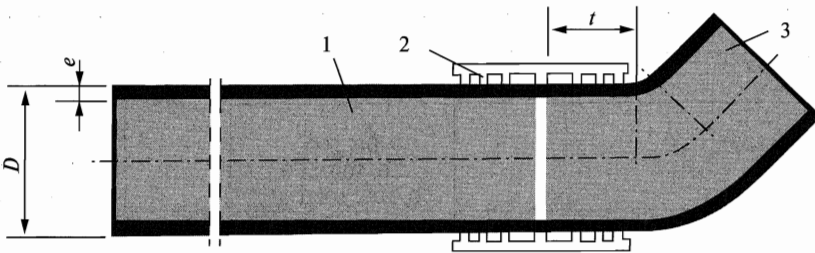
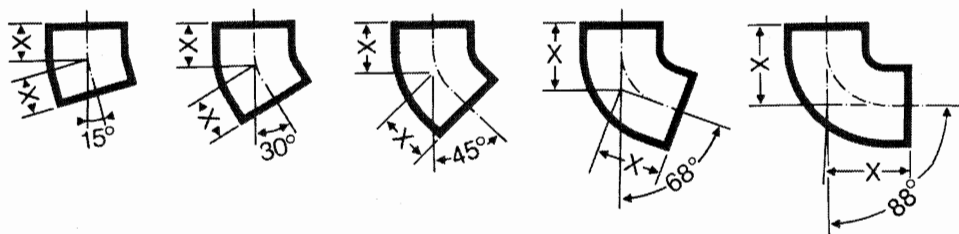


Рис. 3.2. Узел из трубы и отвода из ковкого чугуна: 1 — труба; 2 — соединитель; 3 — отвод

Таблица 3.7
Технические характеристики труб из ковкого чугуна
(DIN EN 877 и DIN EN 19522)

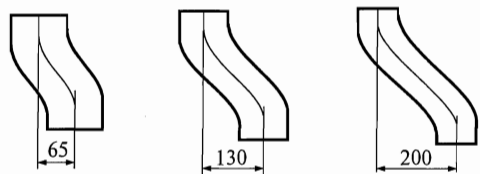
Диаметр, мм			Толщина стенки е, мм		Масса, кг/м
внутренний $D_{в}$	наружный D		Номинальное значение	Допустимое отклонение	
	Номинальное значение	Допустимое отклонение			
40	48	+2 (–1)	3,0	–0,5	3,1
60	58		3,5		4,3
70	78		3,5		5,9
80	83		3,5		6,1
100	110	+2	3,5		8,4
125	135		4,0		11,8
150	160	–2	4,0		14,1

Ответвления трубопроводов выполняют из безраструбных соединительных деталей из ковкого чугуна (рис. 3.3–3.12).



D	X для угла, град					Масса, кг, для угла, град				
	15	30	45	68	88	15	30	45	68	88
50	40	45	50	65	75	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7
80	45	50	60	80	95	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4
100	50	60	70	90	110	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1
125	60	70	80	105	125	1,7	2,2	2,3	2,9	3,2
150	65	80	90	120	145	2,5	3,3	3,5	4,3	4,9

Рис. 3.3. Отводы*



Вылет	65	130	200
Масса, кг	2,5	3,4	4,4

Рис. 3.4. Отступы диаметром 100 мм

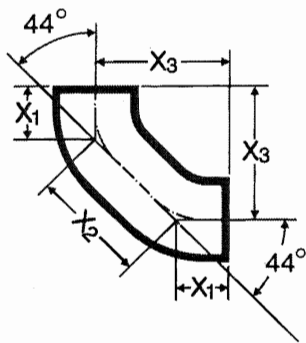


Рис. 3.5. Удлиненный отвод

Удлиненный короткий отвод					
D	50	80	100	125	150
X ₁	50	60	70	80	90
X ₂	100	120	140	160	180
X ₃	121	145	170	195	219
Масса, кг	1,2	2,0	3,2	4,6	7,0
Удлиненный длинный отвод					
D	50	80	100	125	150
X ₁	—	60	70	80	90
X ₂	—	301	312	322	334
X ₃	—	273	291	308	326
Масса, кг	—	3,2	4,8	6,8	9,6

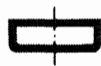
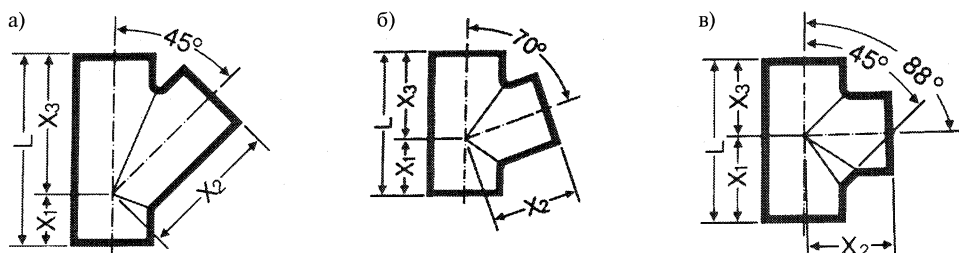


Рис. 3.6. Торцевая крышка (заглушка)

D	50	80	100	125	150
Масса, кг	0,2	0,5	0,5	1,1	1,7

* Рис. 3.3, 3.5—3.11 предоставлены компанией «Инрустрейд» — официальным дистрибьютером Saint-Gobain HES.



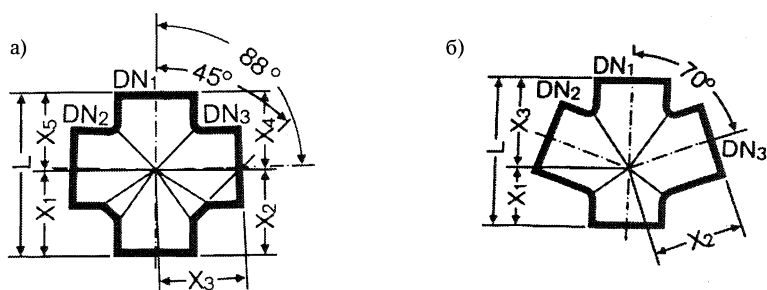
D	Масса, кг, тройника		
	равнопроходного косого 45°	равнопроходного косого 70°	равнопроходного прямого
50 × 50	1,4	1,0	0,9
80 × 50	1,8	1,8	1,6
80 × 80	2,4	2,4	1,9
100 × 50	2,5	1,9	2,1
100 × 80	3,3	3,5	2,6
100 × 100	4,2	2,9	2,9
125 × 50	3,4	3,4	3,0
125 × 80	4,4	4,6	3,4
125 × 100	5,2	4,0	4,0
125 × 125	6,4	6,4	6,4
150 × 80	5,9	5,9	5,1
150 × 100	6,8	5,2	5,5
150 × 125	8,0	8,0	6,2
150 × 150	9,2	9,2	6,9

Косой тройник 45°					
D	X ₁	X ₂	X ₃	L	Масса, кг
40 × 40	45	115	115	160	0,8
50 × 40	45	115	115	160	0,9
50 × 50	45 (50)	135	135	185	1,4
70 × 50	40	150	150	190	1,5
80 × 50	45	135	135	180	1,6
70 × 70	55	160	160	215	2,1
80 × 80	60	155	155	215	2,2
100 × 50	30 (35)	165	165	200	2,4
100 × 70	45 (50)	185	185	235	2,7
100 × 80	50	170	170	220	2,8
100 × 100	70	205	205	275	3,8
125 × 50	20	185	185	205	3,2
125 × 70	40	200	200	240	4,1

Рис. 3.7. Чугунные тройники: а, б — равнопроходной косой; в — равнопроходной прямой

Косой тройник 45°					
D	X ₁	X ₂	X ₃	L	Масса, кг
125 × 80	51	189	189	240	4,2
125 × 100	60	220	220	280	5,6
125 × 125	75 (80)	240	240	320	5,7
150 × 70	30	215	215	245	5,2
150 × 80	50	220	220	255	5,9
150 × 100	55	240	240	295	6,1
150 × 125	70	255	255	325	7,0
150 × 150	90	265	265	355	8,8
Косой тройник 70°					
50 × 50	55	80	80	135	1,0
70 × 50	55	90	90	145	1,3
70 × 70	70	100	100	170	1,7
100 × 100	85	130	130	215	2,9
125 × 100	85	145	140	225	4,0
Прямой тройник					
50 × 50	79	80	66	145	1,0
70 × 50	83	90	72	155	1,3
80 × 50	85	90	75	160	1,4
70 × 70	97	95	83	180	1,7
80 × 80	95	95	85	180	1,8
100 × 50	94	105	76	170	2,1
100 × 70	102	110	88	190	2,3
100 × 80	100	110	90	190	2,4
100 × 100	115	115	105	220	2,7
125 × 50	98	120	82	180	2,8
125 × 70	107	125	93	200	2,9
125 × 80	105	125	100	205	3,0
125 × 100	125	130	110	235	4,2
125 × 125	137	135	123	260	5,0
150 × 50	100	140	100	200	3,9
150 × 70	115	140	100	215	4,4
150 × 80	115	140	105	220	4,4
150 × 100	130	145	115	245	4,9
150 × 125	147	150	128	275	6,1
150 × 150	158	155	142	300	8,5

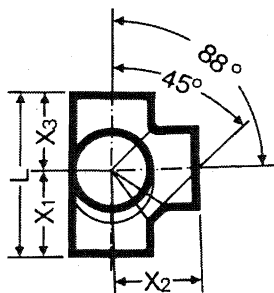
Рис. 3.7 (продолжение)



D	Масса, кг, крестовины			
	равнопроход- ной косой	равнопроход- ной прямой	комбини- рованной	двухплос- костной
100 × 50 × 50	—	2,2	—	—
100 × 80 × 80	—	2,8	3,5	2,8
100 × 100 × 100	3,6	3,2	4,0	3,4
125 × 100 × 100	4,6	5,0	—	5,0
150 × 100 × 100	—	6,1	—	7,1

Прямая крестовина							
D	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	L	Масса, кг
100 × 50 × 50	94	94	105	76	76	180	2,2
100 × 70 × 70	102	102	110	88	88	190	2,7
100 × 80 × 80	100	100	110	90	90	190	2,8
100 × 100 × 100	115	115	120	105	105	230	3,7
125 × 100 × 100	130	130	135	115	115	245	5,0
150 × 100 × 100	130	130	145	115	115	245	7,1
Косая крестовина							
D	X ₁	X ₂	X ₃	L	Масса, кг		
100 × 100 × 100	85	130	130	215	3,4		
125 × 100 × 100	85	145	145	225	4,5		

Рис. 3.8. Крестовины: а — прямая; б — косая



D	X ₁	X ₂	X ₃	L	Масса, кг
80 × 80 × 80	95	95	85	180	2,0
100 × 70 × 70	102	110	88	190	2,7
100 × 80 × 80	100	110	90	190	2,8
100 × 100 × 100	115	120	105	230	3,4
125 × 100 × 100	125	130	110	235	5,0
150 × 100 × 100	130	145	115	245	7,1

Рис. 3.9. Двухплоскостная крестовина

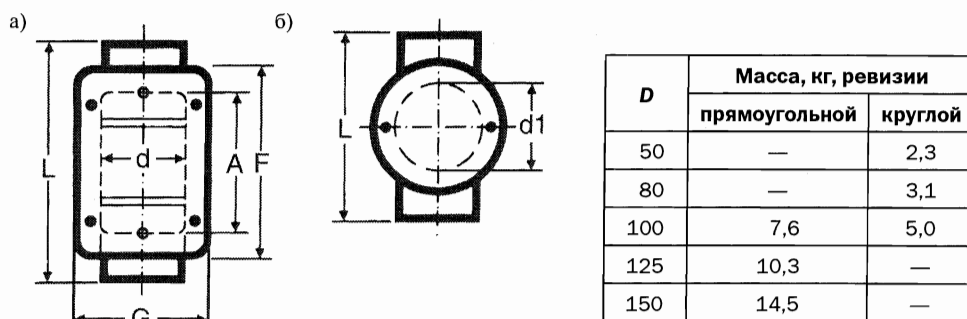


Рис. 3.10. Ревизии: а — прямоугольная; б — круглая

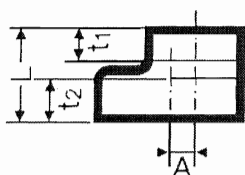


Рис. 3.11. Переходник эксцентрический

D	Масса, кг
80 × 50	0,7
100 × 50	0,9
100 × 80	1,1
125 × 50	1,4
125 × 80	1,7
125 × 100	1,5
150 × 50	2,0
150 × 80	2,3

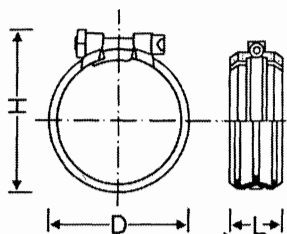


Рис. 3.12. Соединительный хомут

Для монтажа системы безраструбной чугунной канализации используют соединительные хомуты (рис. 3.12).

Особенности труб из непластифицированного поливинилхлорида, соединительных деталей и способов их соединения

Трубы из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ) должны соответствовать требованиям ТУ 6-19-307-86 «Трубы и патрубки из непластифицированного поливинилхлорида для канализации» с изменениями (табл. 3.8) и ТУ 2248-057-72311668-2007 «Трубы и патрубки из непластифицированного поливинилхлорида для канализации» (табл. 3.9) [23].

Согласно ТУ 6-19-307-86, трубы и патрубки кольцевого сечения изготавливают с раструбами, имеющими прямоугольный желобок для размещения в нем резинового кольца круглого поперечного сечения диаметром 6 (+0,4) ($D = 50$ мм), 7 (+0,4) ($D = 110$ мм) и 9,1 (+0,5) ($D = 160$ мм).

Таблица 3.8
Размеры, мм, труб и патрубков из непластифицированного поливинилхлорида
(ТУ 6-19-307–86)

Средний наружный диаметр трубы D: • номинальное значение • допустимое отклонение	50 +0,2	110 +0,3	160 +0,4
Толщина стенки трубы e: • номинальное значение • допустимое отклонение	1,8 +0,4	2,2 +0,5	3,6 (4,7) +0,5
Средний внутренний диаметр раструба d_1 : • номинальное значение • допустимое отклонение	50,3 +0,8	110,4 +0,5	160,5 +0,5
Средний внутренний диаметр желобка d_2^* : • номинальное значение • допустимое отклонение	59,6 +1,0	120,6 +0,7 (–0,3)	174,3 +0,7 (–0,5)
Минимальная толщина стенки: • раструба e_1^* • желобка e_2^*	1,6 1,0	2,0 1,3	3,2 (4,1) 2,7 (3,4)
Ширина желобка l, не менее	7,8	9,1	11,7
Часть раструба до желобка l_1 , не более	18	22	32
Длина раструба l_2 , не менее	38	54	74
* Размер является справочным.			

Длина труб составляет от 2 до 6 м, патрубков — от 0,5 до 1 м. Предельные отклонения на длину труб принимают равными $\pm 0,25$ мм, на длину патрубков — ± 5 мм. Физико-механические свойства труб приведены в табл. 3.10.

Условное обозначение труб и патрубков должно включать слова «труба» или «патрубок», наименование материала, например НПВХ, назначение изделия, наружный диаметр, толщину стенки, длину с раструбом или без, номер технических условий.

Трубы и патрубки изготавливают из композиции на основе суспензионного поливинилхлорида по ГОСТ 14332–78* «Поливинилхлорид суспензионный. Технические условия».

Таблица 3.9
Размеры, мм, канализационных труб из поливинилхлорида
(ТУ 2248-057-72311668–2007)

Наружный диаметр D		Толщина стенки e для труб с кольцевой жесткостью SN, кПа					
		2		4		8	
Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
110	+0,4	—	—	3,0	+0,5	—	—
110	+0,4	—	—	3,2	+0,6	3,2	+0,6
160	+0,5	3,2	+0,6	4,0	+0,6	4,7	+0,7

Физико-механические свойства труб из непластифицированного поливинилхлорида приведены в табл. 3.10.

Таблица 3.10
Физико-механические свойства труб
из непластифицированного поливинилхлорида

Показатель	Значение	Стандарт, содержащий методику измерения
Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	44,1	ГОСТ 11262–80*
Модуль упругости при растяжении, МПа	3 000	ГОСТ 11262–80*
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	25	—
Коэффициент линейного расширения, $10^5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0,8	—

Соединительные детали производят по ТУ 6-49-33–92 «Части фасонные из непластифицированного поливинилхлорида для канализационных труб» (табл. 3.11, 3.12).

Таблица 3.11
Диаметры соединительных деталей из непластифицированного
поливинилхлорида (ТУ 6-49-33–92)

Наименование	Номинальный наружный диаметр d , мм	Наименование	Номинальный наружный диаметр d , мм
Отвод		Переход	110 × 50
• 87°30'	50, 110	Крестовина 45°	110 × 110 × 110
• 45°	50, 110	Крестовина двухплоскостная	
• 30°	50, 110	• правая	110 × 110 × 50
Тройник		• левая	110 × 110 × 50
• 87°30'	50 × 50, 110 × 110, 110 × 50	Ревизия	50, 110
• 45°	50 × 50, 110 × 110	Крышка ревизии	50, 110
Муфта надвижная	110, 160, 200	Заглушка	50, 110
Патрубок компенсационный	50, 110	Отвод приборный	110

Таблица 3.12
Сортамент соединительных деталей из непластифицированного
поливинилхлорида, мм

Наименование	$d (d_1)$	$L (l)$	I_1^*	I_2^*	$I_{\text{мин}} (I_{\text{1мин}})$
Отвод 87°30'	50	—	76,0	82,0	37
	110	—	118,0	124,0	51
Отвод 45°	50	—	58,5	64,5	37
	110	—	84,0	91,0	51
Отвод 30°	50	—	53,5	59,5	37
	110	—	75,0	81,0	51
Тройник 87°30'	50 (50)	152,0	76,5	76,5	37 (37)
	110 (110)	239,0	121,0	121,0	51 (51)

Окончание табл. 3.12

Наименование	$d (d_1)$	$L (l)$	l_1^*	l_2^*	$l_{\text{мин}} (l_{1\text{мин}})$
Тройник 45°	50	165,0	106,5	—	37
	110	286,0	202,0	—	51
Муфта подвижная	110	—	—	—	145
	160	—	—	—	172
Патрубок компенсационный	50	260,0 (202,0)	184,0	—	—
	110	280,0 (208,0)	184,0	—	—
Ревизия	50 (63 × 3)	152,0	50,0	—	37
	110 (125 × 6)	237,0	96,0	—	51
Крышка ревизии	50 (63 × 3)	20,0	—	—	—
	110 (125 × 6)	33,5	—	—	—
Заглушка	50	51,5 (44,5)	—	—	—
	110	64,5 (57,5)	—	—	—
* Размер является справочным.					

Трубы и патрубки с использованием раструбов с прямоугольным желобком соединяют по ТУ 6-19-307–86 (табл. 3.13).

Таблица 3.13
Размеры, мм, раструба для соединения с прямоугольным желобком
(ТУ 6-19-307–86)

Средний наружный диаметр трубы D : • номинальное значение • предельное отклонение	50 +0,2	110 +0,3	160 +0,4
Диаметр кольца D_k : • номинальное значение • предельное отклонение	6,0 +0,4	7,0 +0,4	10,1 +0,5
Средний внутренний диаметр раструба d_1 : • номинальное значение • предельное отклонение	50,3 +0,8	110,4 +0,5	160,5 +0,5
Средний внутренний диаметр желобка d_2^* : • номинальное значение • предельное отклонение	59,6 +1,0	120,6 +0,7 (–0,3)	174,3 +0,7 (–0,5)
Толщина стенки, не менее: • раструба e_1^* • желобка e_2^*	1,6 1,4	2,0 1,3	3,2 2,7
Ширина желобка l , не менее	7,8	9,1	11,7
Часть раструба до желобка l_1 , не более	14	22	32
Длина раструба l_2 , не менее	38	54	74
* Размер является справочным.			

Трубы и патрубки с использованием раструбов с эластичным уплотнительным кольцом (Р) соединяют по ТУ 2248-057-72311668–2007 (табл. 3.14).

Таблица 3.14
Размеры, мм, раструба для соединения с уплотнительным кольцом (Р)
(ТУ 2248-057-72311668–2007)

Номинальный наружный диаметр трубы D	110	160
Внутренний диаметр раструба d_1 : • номинальное значение • предельное отклонение	110,8 +0,9	161,0 +1,1
Внутренний диаметр раструба в зоне установки уплотнительного кольца d_2 : • номинальное значение • предельное отклонение	132,5 +0,9	186,0 +1,0
Номинальная толщина стенки трубы e_1^* , не менее, для труб с SN, кПа: • 2 • 4 • 8	— 3,2 3,2	3,2 4,0 4,7
Длина раструба до желобка под уплотнительное кольцо l_1 , не менее	17	22
Длина раструба l^*	116,0	134,5
Длина фаски α , не менее	10	14
* Размер является справочным.		

Трубы с использованием раструбов с эластичным уплотнительным кольцом (К) соединяют по ТУ 2248-057-72311668–2007 (табл. 3.15).

Таблица 3.15
Размеры, мм, раструба для соединения с уплотнительным кольцом (К)
(ТУ 2248-057-72311668–2007)

Номинальный наружный диаметр трубы D	110	160
Толщина стенки e для труб с SN, кПа: • 2 • 4 • 8	— 3,2 (+0,6) 3,2 (+0,6)	3,2 (+0,6) 4,0 (+0,6) 4,7 (+0,7)
Средний внутренний диаметр раструба d_1	110,4	160,5
Внутренний диаметр раструба в зоне установки уплотнительного кольца d_2	120,3	173,8
Номинальная толщина стенки раструба e_1^* , не менее, для труб с SN, кПа: • 2 • 4 • 8	— 3,2 3,2	3,2 4,0 4,7
Ширина канавки под кольцо l : • $l_{\min}$ • $l_{\max}$	9,1 11,1	11,7 14,1
Удаленность канавки от торца раструба максимальная l_1	26	32
Длина раструба l_2^* , не менее	58	74
Длина фаски α , не менее	10	14
* Размер является справочным.		

Трубы под склеивание с гладким раструбом (Г) изготавливают по ТУ 2248-057-72311668–2007 (табл. 3.16).

Таблица 3.16
Размеры, мм, гладкого раструба (Г) для склеивания
(ТУ 2248-057-72311668–2007)

Средний наружный диаметр трубы D		Толщина стенки e для труб с SN, кПа			Средний внутренний диаметр раструба d_1		Длина раструба l^* , не менее	Длина фаски α , не менее
Номинальное значение	Предельное отклонение	2	4	8	Номинальное значение	Предельное отклонение		
110	+0,3	—	3,2	3,2	110,4	+0,5	54	10
160	+0,4	3,2	4,0	4,7	160,5	+0,5	74	14
* Размер является справочным.								

Для герметичной сборки труб между собой и с соединительными деталями используют резиновые кольца, имеющие фигурный профиль либо круглое поперечное сечение (табл. 3.17).

Таблица 3.17
Размеры, мм, резиновых колец круглого поперечного сечения
для сборки труб с раструбами, имеющими желобок

Наружный диаметр трубы D	Диаметр поперечного сечения		Внутренний диаметр $D_{\text{в}}$
	Номинальное значение	Предельное отклонение	
50	6,0	—	49
110	9,1	+0,05	109
160	11,7	+0,05	158

Резины, используемые в изготовлении уплотнительных колец, должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 3.18.

Таблица 3.18
Основные характеристики резин для изготовления уплотнительных колец
(ТУ 38-105-1818–88)

Показатель	Значение
Условный модуль упругости при растяжении, МПа	10
Твердость резины, Шор А, ед.	40 (± 5)
Относительное удлинение при разрыве, %	1 000
Диапазон температур монтажа, °С	–20...60
Диапазон температур эксплуатации, °С	До 95

При сборке труб кольца располагают между наружной поверхностью трубы (в желобке раструба) и наружной поверхностью гладкого конца.

Особенности толстостенных труб из поливинилхлорида, соединительных деталей и способов их соединения

Толстостенные канализационные поливинилхлоридные трубы и соединительные детали к ним проектируют по DIN EN 12056 и DIN 1986-100. Требования по шумоизоляции для этих труб приведены в DIN 4109/VDI 4100, противопожарные требования — в DIN 4102.

Для обеспечения требований по шумоизоляции используют двухслойные трубы с увеличенной толщиной стенки фасонных соединительных деталей.

Трубные изделия изготавливают из сополимера стирола (соединительные детали и внутренний слой), поливинилхлорида с добавлением минералов (наружный слой). Плотность для соединительных деталей и внутреннего слоя составляет 1,3 г/см³, наружного слоя — 1,5 г/см³. Температурная стойкость — 95 °С (кратковременно) и 90 °С (продолжительно). Коэффициент температурного расширения равен 0,08 мм/(м • °С). Кислотность/щелочность — от pH 2 до 12. Противопожарные свойства труб соответствуют требованиям DIN 4102 (B2 — материал самозатухающий, гасящий пламя, некапающий).

Элементы системы соединяют, как правило, при помощи двойных муфт или деталей с раструбом. Отдельные элементы могут быть также склеены. Противодействие внутреннему давлению составляет 0,05 МПа (при соединении труб на резиновых уплотнителях) и 0,3 МПа (при склеивании).

Технические характеристики толстостенных трубы и соединительных деталей приведены в табл. 3.19.

Таблица 3.19
Технические характеристики толстостенных труб и соединительных деталей с гладкими концами

D, мм	d ₁ , мм	e, мм	Длина трубы L, мм	Масса, кг/м
50	52	2,8	2 000	0,65
70	78	4,9	3 000	1,75
100	110	5,3	3 000	2,65
125	135	5,6	3 000	3,44
150	160	6,3	3 000	4,59

Ответвления трубопроводов производят из стандартных и специальных соединительных деталей (рис. 3.13—3.41).

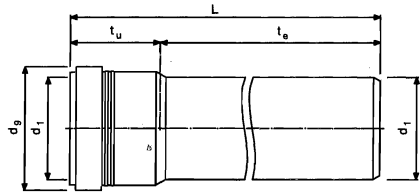


Рис. 3.13. Переходной патрубок с раструбом*

D	50	70	100	125	150
d ₁	52	78	110	135	160
d ₂	63	97	132	159	187
t _u	48	54	60	65	71
t _e	150 (250)	250	250	250	250
l	198 (298)	304	310	315	321
х, не более	100 (200)	178	172	167	160

* Рис. 3.13—3.32, 3.34—3.41 предоставлены компанией ООО «Глинвед Раша».

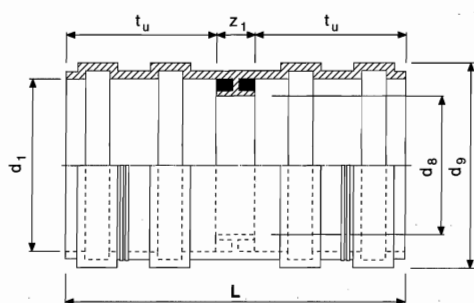


Рис. 3.14. Двойная муфта

D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₈	42,5	64,0	95,0	119,0	142,0
d₉	63	97	132	159	187
z₁	13	13	14	14	14
t_u	46,0	54,0	61,5	68,0	78,0
l	105	121	137	150	170

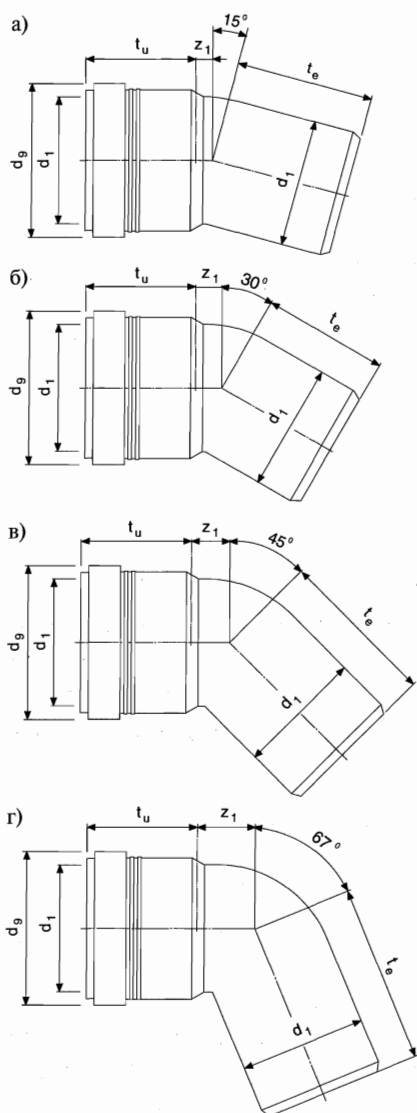


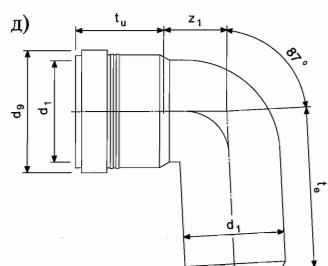
Рис. 3.15. Отводы

D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₉	63	97	132	159	187
z₁	7	11	14	15	19
t_u	48	54	60	65	71
t_e	57	62	72	80	93

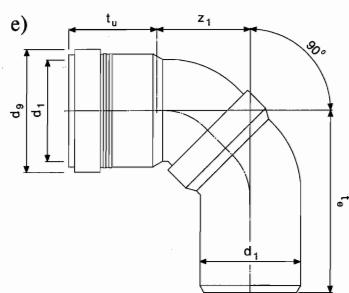
D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₉	63	97	132	159	187
z₁	11	15	21	23	30
t_u	48	54	60	65	71
t_e	61	67	80	89	104

D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₉	63	97	132	159	187
z₁	16	21	29	33	42
t_u	48	54	60	65	71
t_e	66	73	88	98	116

D	50	70	100
d₁	52	78	110
d₉	63	97	132
z₁	24	36	49
t_u	48	54	60
t_e	74	88	107

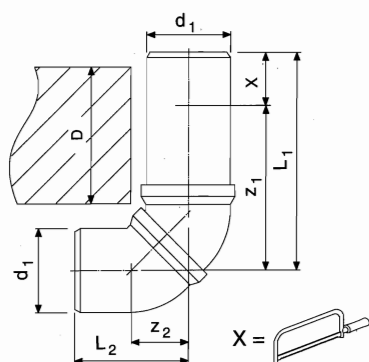


D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₉	63	97	132	159	187
z₁	33	43	61	70	89
t_u	48	54	60	65	71
t_e	83	95	120	135	163



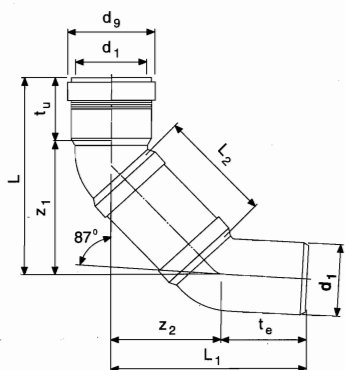
D	50	70	100
d₁	52	78	110
d₉	63	97	132
z₁	49	69	86
t_u	47	52	58
t_e	99	119	144

Рис. 3.15 (продолжение)



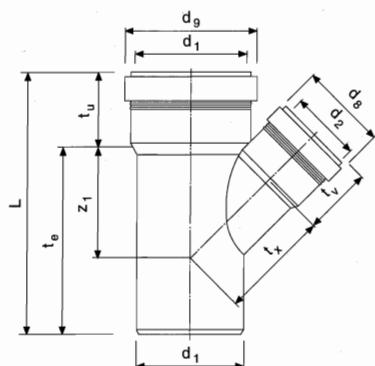
D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
z₁	106,0	148,0	170,0	204,5	237,0
z₂	32	46	56	66	73
x	165	132	120	88	60
l₁	294	276	285	292	296
l₂	98	119	144	164	189
d	100— 270	130— 270	145— 270	185— 270	220— 270

Рис. 3.16. Крутозагнутый узел для стояков из труб высотой менее 10 м



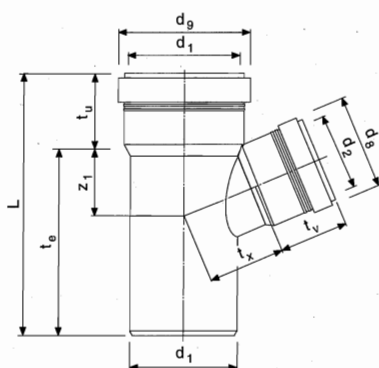
D	70	100	125	150
d₁	78	110	135	160
d₉	97	132	159	187
z₁	248	266	277	295
z₂	202	213	218	230
t_u	54	60	65	71
t_e	73	88	98	116
l	297	320	337	361
l₁	275	301	316	346
l₂	250	250	250	250

Рис. 3.17. Пологий узел для стояков из труб высотой более 10 м



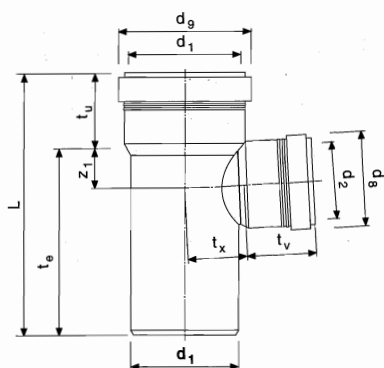
D	50 × 50	70 × 50	70 × 70	100 × 50	100 × 70	100 × 100	125 × 70	125 × 100	125 × 125	150 × 100	150 × 125	150 × 150
d₁	52	78	78	110	110	110	135	135	135	160	160	160
d₂	52	52	78	52	78	110	78	110	135	110	135	160
d₈	63	63	97	63	97	132	97	132	159	132	159	187
d₉	63	97	97	132	132	132	159	159	159	187	187	187
z₁	64	77	91	93	109	134	122	144	162	159	174	194
t_u	48	54	54	60	60	60	65	65	65	71	71	71
t_e	130	138	165	146	174	223	186	232	261	240	266	310
t_v	48	48	54	48	54	60	54	60	65	60	65	71
t_x	64	79	91	101	116	134	132	149	162	168	181	194
l	178	192	219	206	234	283	251	297	326	311	337	381

Рис. 3.18. Косой тройник 45°



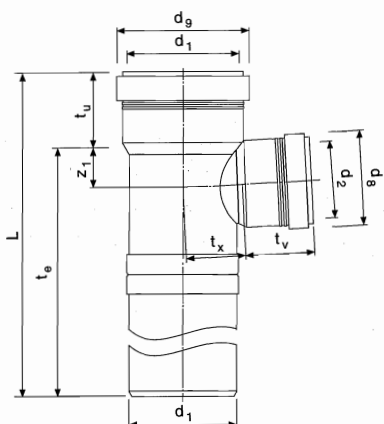
D	50 × 50	70 × 70	100 × 70	100 × 100
d₁	52	78	110	110
d₂	52	78	78	110
d₈	63	97	97	132
d₉	63	97	132	132
z₁	40	58	65	81
t_u	48	54	60	60
t_e	115	113	155	188
t_v	48	54	54	60
t_x	40	58	75	81
l	163	167	215	248

Рис. 3.19. Косой тройник 67°



D	50 × 50	70 × 50	70 × 70	100 × 50	100 × 70	100 × 100	125 × 70	125 × 100	125 × 125	150 × 100	150 × 125	150 × 150
d₁	52	78	78	110	110	110	135	135	135	160	160	160
d₂	52	52	78	52	78	110	78	110	135	110	135	160
d₈	63	63	97	63	97	132	97	132	159	132	159	187
d₉	63	97	97	132	132	132	159	159	159	187	187	187
z₁	29	31	43	32	45	62	45	63	75	64	76	89
t_u	48	54	54	60	60	60	65	65	65	71	71	71
t_e	113	123	139	133	149	183	156	191	215	202	227	252
t_v	48	48	54	48	54	60	54	60	65	60	65	71
t_x	29	40	43	56	60	62	72	74	75	86	87	89
l	161	177	193	193	209	243	221	256	280	273	298	323

Рис. 3.20. Прямой тройник 87°



D	100 × 50	100 × 70	100 × 100
d₁	110	110	110
d₂	52	78	110
d₈	63	97	132
d₉	132	132	132
z₁	32	45	62
t_u	60	60	60
t_e	483	499	532
t_v	48	54	60
t_x	56	60	62
l	543	559	592

Рис. 3.21. Прямой удлиненный тройник 87°

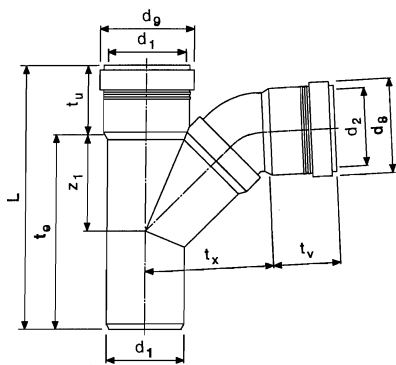


Рис. 3.22. Узел тройник — отвод 87°

<i>D</i>	70 × 70	100 × 100
<i>d</i> ₁	78	110
<i>d</i> ₂	78	110
<i>d</i> ₈	97	132
<i>d</i> ₉	97	132
<i>z</i> ₁	91	134
<i>t</i> _u	54	60
<i>t</i> _e	165	223
<i>t</i> _v	54	60
<i>t</i> _x	116	155
<i>l</i>	219	283

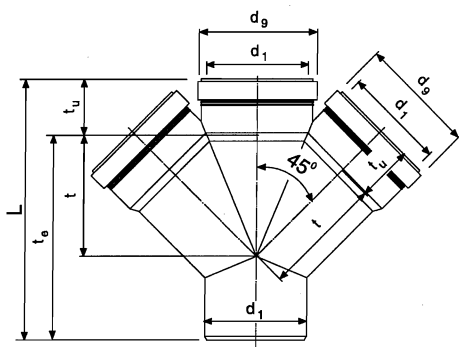


Рис. 3.23. Косая крестовина 45°

<i>D</i>	100 × 100 × 100
<i>d</i> ₁	110
<i>d</i> ₉	132
<i>t</i>	130
<i>t</i> _e	223
<i>t</i> _u	60
<i>l</i>	283

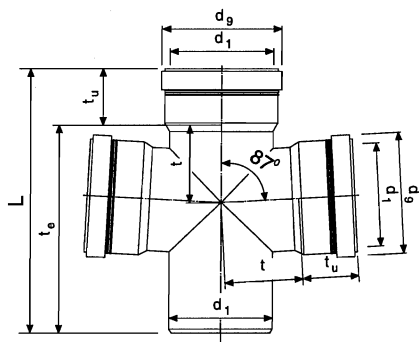
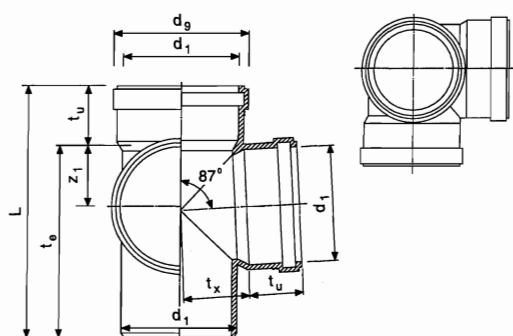


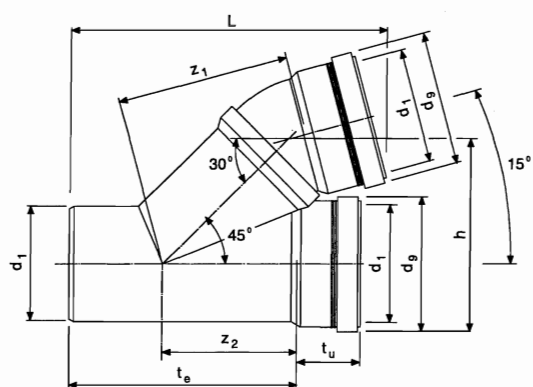
Рис. 3.24. Прямая крестовина 87°

<i>D</i>	100 × 100 × 100
<i>d</i> ₁	110
<i>d</i> ₉	132
<i>t</i>	62
<i>t</i> _e	183
<i>t</i> _u	60
<i>l</i>	243



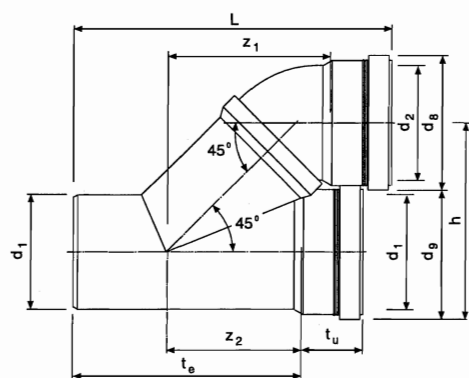
D	100 × 100 × 100
d₁	110
d₉	132
z₁	59
t_e	185
t_u	60
t_x	77
l	245

Рис. 3.25. Двухплоскостная крестовина 87°



D	100 × 100
d₁	110
d₉	132
z₁	167
z₂	134
t_u	60
t_e	223
h	169
l	302

Рис. 3.26. Узел тройник — отвод 15° для подсоединения унитаза



D	70 × 50	100 × 50	100 × 100
d₁	78	110	110
d₂	52	52	110
d₈	63	63	132
d₉	97	132	132
z₁	95	113	157
z₂	77	93	134
t_u	54	60	60
t_e	138	146	223
h	127	163	185
l	202	212	305

Рис. 3.27. Узел тройник — отвод 0°

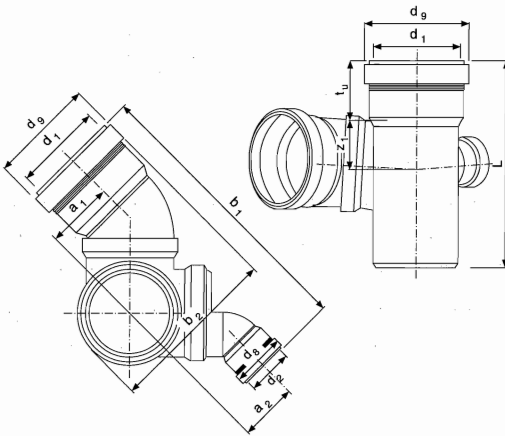


Рис. 3.28. Узел левая двухплоскостная крестовина — отводы

D	100 × 50	100 × 70
d₁	110	110
d₂	52	78
d₈	63	97
d₉	132	132
z₁	32	32
t_u	60	60
a₁	83	83
a₂	75	86
b₁	344	348
b₂	211	211
l	243	243

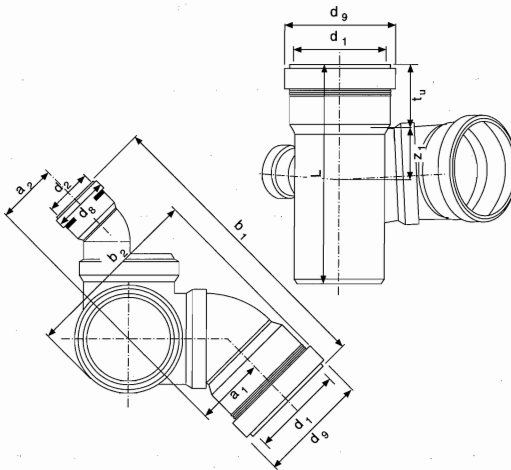


Рис. 3.29. Узел правая двухплоскостная крестовина — отводы

D	100 × 50	100 × 70
d₁	110	110
d₂	52	78
d₈	63	97
d₉	132	132
z₁	32	32
t_u	60	60
a₁	83	83
a₂	75	86
b₁	344	348
b₂	211	211
l	243	243

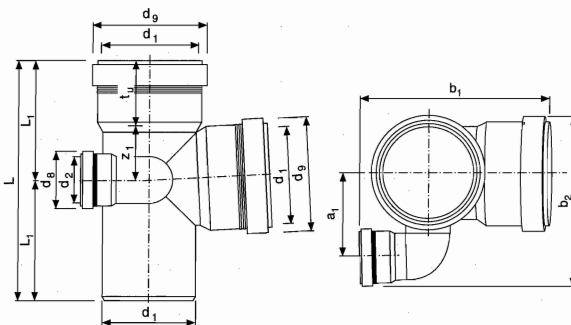
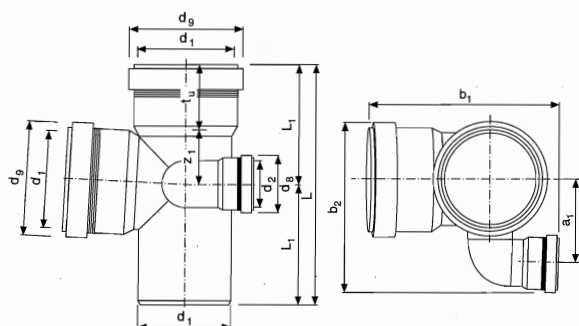


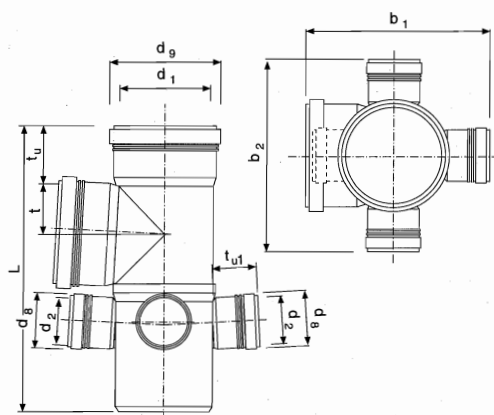
Рис. 3.30. Левая переходная двухплоскостная крестовина

D	100 × 100 × 50
d₁	110
d₂	52
d₈	63
d₉	132
z₁	32
t_u	60
a₁	93
a₂	200
b₁	187
b₂	240
l	120



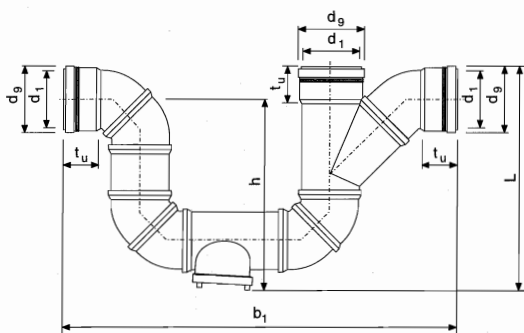
D	100 × 100 × 50
d₁	110
d₂	52
d₈	63
d₉	132
z₁	32
t_u	60
a₁	93
b₁	200
b₂	187
l	240
l₁	120

Рис. 3.31. Правая переходная двухплоскостная крестовина



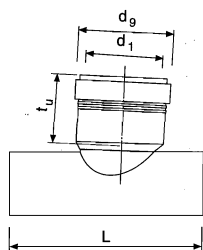
D	100 × 100 × 50 × 50 × 50 × 50
d₁	110
d₂	52
d₈	63
d₉	132
t	62
t_u	60
t_{u1}	48
b₁	243
b₂	235
l	320

Рис. 3.32. Узел — двойная крестовина



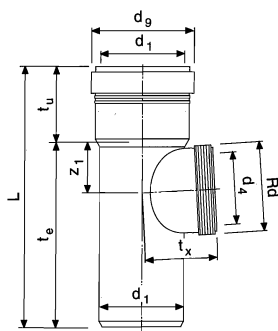
D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₉	63	97	132	159	187
t_u	48	54	60	65	71
h	225	270	345	415	480
b₁	400	525	670	745	900
l	250	320	415	480	560

Рис. 3.33. Гидрозатвор



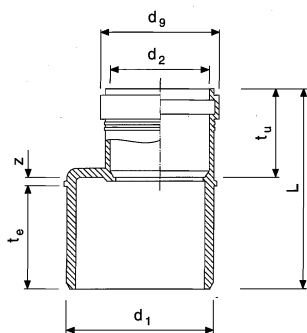
D	100	100
d₁	52	78
d₉	63	97
t_u	48	54
l	140	160

Рис. 3.34. Седловая накладка 87°



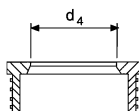
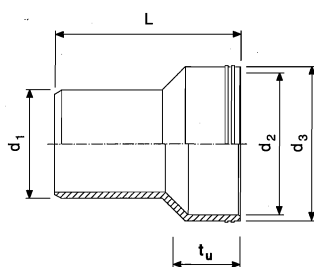
D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d₄	43	71	93	93	93
d₉	63	97	132	159	187
R_d	55 × 1/8	79 × 1/6	110 × 1/6	110 × 1/6	110 × 1/6
z₁	29	43	62	75	89
t_u	48	54	60	65	71
t_e	112	138	182	215	252
t_x	45,5	64	80	97,5	110
l	160	192	242	280	323

Рис. 3.35. Ревизия



D	70 × 50	100 × 50	100 × 70	125 × 100	150 × 100	150 × 125
d₁	78	110	110	135	160	160
d₂	52	52	78	110	110	135
d₉	63	63	97	132	132	159
t_u	48	48	54	60	60	65
t_e	55	63	63	70	80	80
z	4,5	4	4	4,5	4	4
l	107,5	115	121	134,5	144	149

Рис. 3.36. Переход



D	50
d₁	52
d₂	68
d₃	74
d₄	50
t_u	33
l	88

Рис. 3.37. Соединитель с резиновым ниппелем для писсуара

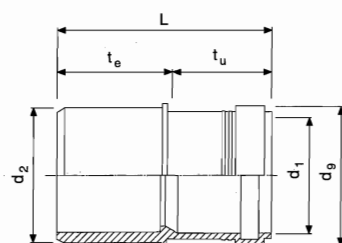


Рис. 3.38. Муфта

D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d_g	63	97	132	159	187
t	51,5	54,5	62,5	69,0	79,0
l	103	109	125	138	158

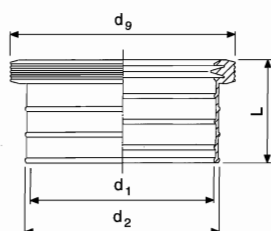


Рис. 3.39. Раструб к коротким отводам

D	50	70	100	125	150
d₁	52	78	110	135	160
d_g	63	97	132	159	187
t_u	48	54	60	65	71
t	20	25	32	35	42
l	71	82	95	103	117

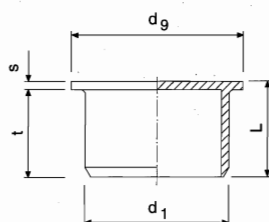


Рис. 3.40. Заглушка

D	50	70	100
d₁	52	78	110
d_g	62	88	120
t	31,5	31,5	32,0
s	3	5	5
l	34,5	36,5	41,5

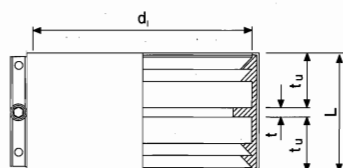


Рис. 3.41. Резиновая манжета для стяжки

D	70	100	125	150
d₁	77,5	109,5	134,5	159,7
l	56	56	68	68
t	4	4	4	4
t_u	54	54	66	66

Особенности полиэтиленовых труб, соединительных деталей и способов их соединения

Трубы из полиэтилена низкого и высокого давления выполняют по ГОСТ 22689.0—89 и ГОСТ 22689.2—89 с внутренними диаметрами 50 и 110 мм, без раструбов [73]. Для труб предусмотрены патрубки с раструбами. Их соединяют с помощью сварки, которую выполняют в условиях трубозаготовительного производства.

Согласно ТУ 10 РФ 13.02—92, гладкие трубы изготавливают диаметром 50 мм. В качестве соединительных деталей из полиэтилена низкого давления используют детали такого же диаметра, что у труб, с раструбами с обеих сторон (компенсационный патрубок, ревизия, переход, двухраструбная муфта).

Стандартные длины труб и патрубков в зависимости от материала (поливинилхлорид, полипропилен, полиэтилен низкого или высокого давления) составляют от 0,345 до 8 м.

Для сборки канализационных труб и фасонных соединительных деталей между собой используют раструбное соединение, уплотняемое резиновыми кольцами. Данное соединение может воспринимать температурные изменения длины трубопровода. Кроме того, обеспечивается легкая разборка и ремонт стыков, а также возможность взаимного поворота деталей на угол 1—2° без нарушения герметичности соединения, что позволяет компенсировать возможные неточности монтажа строительных элементов.

Трубы поставляются в комплекте с соединительными деталями к ним (табл. 3.20).

Таблица 3.20
Соединительные детали из полиэтилена

Наименование	Наружный диаметр ответных труб d, мм
Отвод: • 87°30'; 45, 30° • приборный	50, 110 110
Тройник: • 87°30' • 60° • 45° • 87°30'	50 × 50, 110 × 50, 110 × 110 110 × 110 50 × 50, 110 × 110, 110 × 50 100 × 50 × 50, 110 × 110 × 110
Крестовина двухплоскостная правая и левая	110 × 110 × 50
Ревизия	50, 110
Переход	110 × 50
Муфта надвижная	50, 110
Патрубок компенсационный	50, 110
Заглушка	50, 110
Приборный патрубок	50, 110

Особенности труб из наполненного полиэтилена, соединительных деталей и способов их соединения

Трубы и соединительные детали из полиэтилена высокой плотности с добавлением минеральной крошки, за счет чего увеличивается их масса по сравнению с обычными полиэтиленовыми трубами, обеспечивают лучшую шумоизоляцию.

Виды соединительных деталей из наполненного полиэтилена приведены в табл. 3.21.

Таблица 3.21
Соединительные детали из наполненного полиэтилена

Наименование	Диаметр, мм
Равнопроходной прямой тройник	110
Равнопроходной параллельный тройник	110
Неравнопроходной косой тройник 45°	110 × 50
Ревизия	110
Отвод 45°	110
Муфта	110
Переход	110 × 50

Трубы соединяют следующими способами: сваркой встык, сваркой на муфте с закладной электроспиралью, раструбным соединением с резиновым уплотнительным кольцом; резьбовым соединением; с использованием компенсационной муфты; фланцевым соединением; термоусаживаемой манжетой; хомутовым соединением. Используя различные способы соединения, можно придавать дополнительную гибкость и технологичность канализационным трубопроводам (рис. 3.42—3.44).

Для дополнительной защиты от шума, возникающего при изменении направления потока, на отводах и тройниках имеется оребрение (армирование).

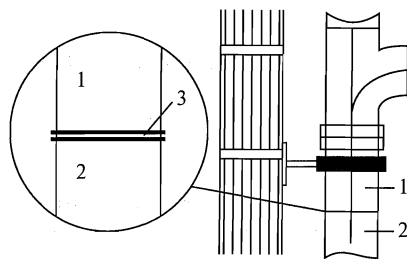


Рис. 3.42. Фрагмент канализационного стояка, соединенного сваркой встык, с повышенными шумозащитными свойствами: 1, 2 — труба; 3 — сварной шов

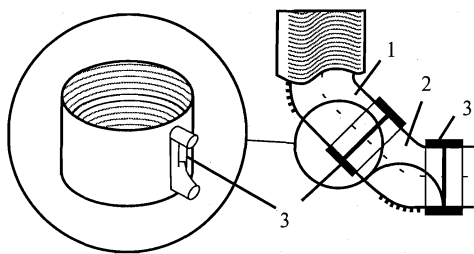


Рис. 3.43. Фрагмент соединения литых отводов с повышенными шумозащитными свойствами, выполненного сваркой с использованием муфты с закладной электроспиралью: 1, 2 — отвод 45°; 3 — муфта с закладной электроспиралью

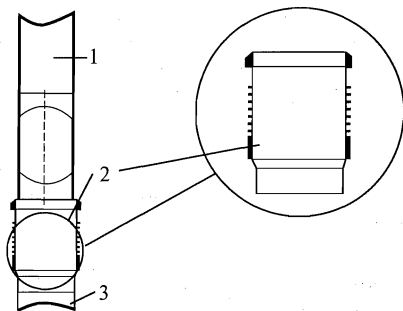


Рис. 3.44. Фрагмент соединения труб с повышенными шумозащитными свойствами, выполненного с использованием компенсационного раструба и резинового уплотнительного кольца: 1, 3 — труба; 2 — компенсационный раструб

Особенности полипропиленовых труб, соединительных деталей и способов их соединения

Размеры труб и соединительных деталей из полипропилена с раструбным на резиновых кольцах соединением приведены на рис. 3.45 и в табл. 3.22–3.33.

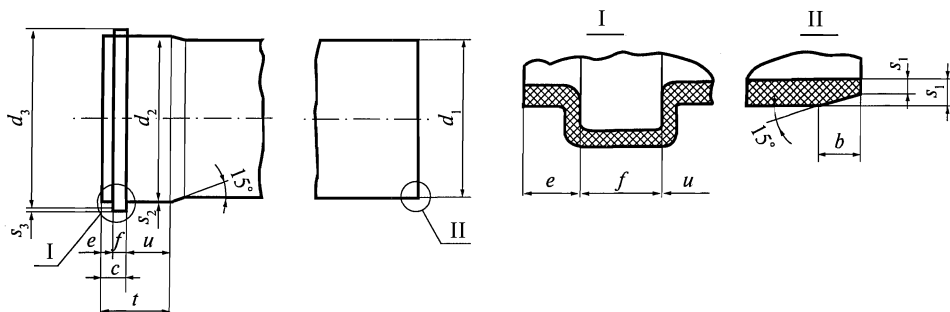


Рис. 3.45. Раструбные и хвостовые части труб и соединительных деталей

Таблица 3.22
Раструбные части труб и соединительных деталей, мм

d_1	d_2		d_3		s_2	s_3	e	u	f		t	c
	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Не менее				Номинальное значение	Предельное отклонение	Не более	Не более
50	50,3	+0,8	59,6	+1,0	1,6	1,0	5,0	30	7,8	+1,8	53	18
110	110,4	+0,9	120,6	+1,8	2,4	1,6	6,0	36	9,1	+2,0	72	22
160	160,5	+1,0	174,3	+1,8	3,5	2,6	9,0	41	11,7	+2,4	94	32

Таблица 3.23
Хвостовые части труб и соединительных деталей, мм

d_1		s_1		s^*	b^*
Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение		
50	+0,3	1,8	+0,4	0,9	3,5
110	+0,4	2,7	+0,5	1,1	4,5
160	+0,5	3,9	+0,6	1,6	6,0
* Размер является справочным.					

Таблица 3.24
Отвод

d_1	α												t_e , не менее
	15°		30°		45°		67°30'		80°		87°30'		
	z_1^*	z_2^*	z_1^*	z_2^*	z_1^*	z_2^*	z_1^*	z_2^*	z_1^*	z_2^*	z_1^*	z_2^*	
50	5	9	9	12	12	16	20	23	24	28	28	31	48
110	9	14	17	21	25	29	40	44	50	54	57	61	58
160	13	19	24	30	36	42	58	64	73	79	83	89	73
* Размер является справочным.													

Таблица 3.25
Тройник

d_1	d_2	α									t_e, He менее
		45°			$67^\circ 30'$			$87^\circ 30'$			
		z_1^*	z_2^*	z_3^*	z_1^*	z_2^*	z_3^*	z_1^*	z_2^*	z_3^*	
50	50	12	61	61	20	41	41	28	30	30	48
110	50	17	104	91	8	73	54	28	60	32	58
110	110	25	134	134	40	86	86	57	62	62	58
160	110	1	168	159	31	112	96	58	86	64	73
160	160	36	194	194	58	123	123	83	89	89	73
* Размер является справочным.											

Таблица 3.26
Крестовина

d_1	d_2	α									t_e , не менее
		45°			67° 30'			87° 30'			
		z_1^*	z_2^*	z_3^*	z_1^*	z_2^*	z_3^*	z_1^*	z_2^*	z_3^*	
50	50	12	61	61	20	41	41	28	30	30	48
110	50	17	104	91	8	73	54	28	60	32	58
110	110	25	134	134	40	86	86	57	62	62	58
160	110	1	168	159	31	112	96	58	86	64	73
160	160	36	194	194	58	123	123	83	89	89	73
* Размер является справочным.											

Таблица 3.27
Крестовина двухплоскостная (правое исполнение)

d_1	d_2	d_3	$\alpha = \beta$						$t_{\text{в, не менее}}$
			$67^{\circ}30'$			$87^{\circ}30'$			
			z_1^*	z_2^*	z_3^*	z_1^*	z_2^*	z_3^*	
50	50	50	20	41	41	28	30	30	48
110	50	50	8	73	54	28	60	32	58
110	110	50	40	86	86	57	62	62	58
110	110	110	40	86	86	57	62	62	58
* Размер является справочным.									

Таблица 3.28
Соединительная муфта

d_1^*	50	110	160
l , не менее	105	128	162

* Размер является справочным.

Таблица 3.29
Ремонтная муфта

d_1^*	50	110	160
l , не менее	103	125	158

* Размер является справочным.

Таблица 3.30
Ревизия

d_1	50	110	160
d_2 , не менее	45	98	98
z_1^*	28	57	83
z_3^*	30	62	89
t_o , не менее	48	58	73

* Размер является справочным.

Таблица 3.31
Переходной патрубков

d_1	50	110	160
d_2	40	50	110
z_1^*	12	40	34
t_o , не менее	48	58	73

* Размер является справочным.

Таблица 3.32
Компенсационный патрубок

d_1	50	110	160
l , не менее	60	72	82
t_o , не менее	48	58	73

Таблица 3.33
Заглушка

d_1	50	110	160
l , не менее	28	32	42

Особенности труб из наполненного полипропилена, соединительных деталей и способов их соединения

Размеры труб и соединительных деталей из полипропилена, модифицированного минеральными добавками, например, с плотностью до $1,9 \text{ г/см}^3$ [25], стойки к долговременным стокам с температурой до 90°C и к залповым сбросам до 95°C приведены в таблицах 3.34—3.57.

Для сборки труб между собой и с соединительными деталями используют раструбы (муфты) с уплотнением резиновыми профилированными кольцами либо манжетами. Такие трубопроводы обладают повышенными шумозащитными свойствами.

Таблица 3.34
Труба без раструба

D	50	70	90	90	100	125	150
d_y	58	78	90	90	110	135	160
e	4,0	4,5	4,5	4,5	5,3	5,3	5,3
l₁	3 000	3 000	2 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Масса, кг/м	1,40	2,10	2,30	2,30	3,55	4,40	5,15

Таблица 3.35
Раструб

D	50	70	90	100	125	150
d_y	58	78	90	110	135	160
d_u	75	96	110	132	161	181
l₂	54	56	55	61	64	66
e	4,0	4,5	4,5	5,3	5,3	5,3

Таблица 3.36
Труба с раструбом

D	d_y	d_u	e	l	l₁	l₂	Масса, кг	D	d_y	d_u	e	l	l₁	l₂	Масса, кг
50	58	75	4,0	150	201	54	0,30	90	90	110	4,5	250	305	55	0,73
50	58	75	4,0	250	201	54	0,45	90	90	110	4,5	500	555	55	1,31
50	58	75	4,0	500	551	54	0,80	90	90	110	4,5	1 000	1 055	55	2,46
50	58	75	4,0	1 000	1 051	54	1,50	90	90	110	4,5	2 000	2 055	55	4,76
50	58	75	4,0	2 000	2 051	54	2,90	100	110	132	5,3	150	208	61	1,05
70	78	96	4,5	150	203	56	0,30	100	110	132	5,3	250	308	61	1,40
70	78	96	4,5	250	303	56	0,45	100	110	132	5,3	500	558	61	2,30
70	78	96	4,5	500	553	56	0,80	100	110	132	5,3	1 000	1 058	61	4,10
70	78	96	4,5	1 000	1 053	56	1,50	100	110	132	5,3	2 000	2 058	61	7,60
70	78	96	4,5	2 000	2 053	56	2,90	125	135	161	5,3	150	214	64	1,40
90	90	110	4,5	150	205	55	0,50	150	160	181	5,3	150	216	66	1,50

Таблица 3.37
Патрубок компенсационный

D	100
d_y	110
d_u	132
l₂	127
l	74
l₁	210
Масса, кг	0,8

Таблица 3.38
Муфта ремонтная

D	50	70	100	125	150
d_y	58	78	110	135	160
d_u	75	96	132	161	181
l₁	52,5	53,5	58,5	62,0	71,5
Масса, кг	0,18	0,26	0,43	0,56	0,62

Таблица 3.39
Муфта компенсационная

D	50	70	90	100	125	150
d_y	58	78	90	110	135	160
d_u	75	96	110	132	161	181
d₁	72	84	104	116	141	166
t	49	48	47	48	63	63
t₁	5	6	6	6	6	6
t₂	15	16	16	16	16	16
l	126	119	123	124	132	144
Масса, кг	0,20	0,30	0,30	0,49	0,66	0,75

Таблица 3.40
Отвод 15°

D	50	70	90	100	125	150
d_y	58	78	90	110	135	160
d_u	75	96	110	132	161	181
l₂	66	76	—	81	—	87
z₁	19	26	19	27	29	13
z₂	8	10	8	15	16	19
Масса, кг	0,22	0,33	0,33	0,61	0,81	0,89

Таблица 3.41
Отвод 30°

D	50	70	90	100	125	150
d_y	58	78	90	110	135	160
d_u	75	96	110	132	161	181
l₂	66	76	—	81	—	87
z₁	24	30	15	37	38	36
z₂	16	17	14	19	45	42
Масса, кг	0,21	0,37	0,35	0,65	0,91	1,00

Таблица 3.42
Отвод 45°

D	50	70	90	100	125	150
d_y	58	78	90	110	135	160
d_u	75	96	110	132	161	181
l₂	66	76	—	81	—	87
z₁	28	37	22	44	50	36
z₂	17	21	20	28	34	42
Масса, кг	0,22	0,39	0,36	0,71	0,98	1,10

Таблица 3.43
Отвод 67°

D	50	70	100
d_y	58	78	110
d_u	75	96	132
l₂	61	76	81
z₁	43	48	60
z₂	21	31	44
Масса, кг	0,23	0,42	0,74

Таблица 3.44
Отвод 45°

D	100
d_y	110
d_u	132
l₂	250
z₁	24
z₂	28
Масса, кг	1,3

Таблица 3.45
Отвод 87°

D	50	70	90	100	125	150
d_y	58	78	90	110	135	160
d_u	75	96	110	132	161	181
l₂	66	76	78	81	83	87
z₁	47	62	49	78	96	83
z₂	32	42	42	58	102	89
Масса, кг	0,25	0,46	0,41	0,89	1,37	1,77

Таблица 3.46
Тройник 45°

D	50	70	70	90	90	100	100	100	125	125	150	150
d_y	58	78	78	90	90	110	110	110	135	135	160	160
d_{y1}	58	58	78	58	90	58	78	110	110	135	110	160
d_u	75	96	96	110	110	132	132	132	161	161	181	181
l₁	222	377	269	—	—	240	278	322	—	—	314	383
z₁	74	79	99	84	106	97	115	136	152	169	159	194
z₂	74	83	99	97	113	110	122	136	155	169	168	194
z₃	28	17	38	33	19	31	21	44	31	49	—	36
Масса, кг	0,43	0,58	0,75	0,70	0,70	0,94	1,22	1,50	1,79	2,04	1,80	2,20

Таблица 3.47
Тройник 67°

D	50	70	70	100	100	100
d_y	58	78	78	110	110	110
d_{y1}	58	58	78	58	78	110
d_u	75	96	96	132	132	132
l₁	—	162	239	—	218	284
z₁	45	28	60	52	67	84
z₂	74	54	62	75	81	58
z₃	36	31	47	24	40	84
Масса, кг	0,38	0,51	0,64	0,82	1,00	1,20

Таблица 3.48
Тройник 87°

D	50	70	70	90	90	90	100	100	100	125	125
d_y	58	78	78	90	90	90	110	110	110	135	135
d_{y1}	58	58	78	58	78	90	58	78	110	110	135
d_u	75	96	96	110	110	110	132	132	132	161	161
l₁	222	197	237	—	—	—	216	245	278	—	—
z₁	219	48	62	32	43	72	47	60	78	78	90
z₂	32	42	43	48	49	72	61	61	58	73	72
z₃	32	28	43	31	40	37	27	43	58	59	72
Масса, кг	0,37	0,51	0,59	0,7	0,69	0,79	0,78	0,94	1,1	1,39	1,56

Таблица 3.49
Тройник параллельный

D	100
d_y	110
d_y	110
z₁	44
z₂	136
z₃	136
z₄	44
z₅	28
a	129
b	19,5
l	320
Масса, кг	1,93

Таблица 3.50
Крестовина
одноплоскостная 87°

D	100
d_y	110
d_{y1}	110
d_u	132
z₁	78
z₂	58
z₃	58
l₁	278
Масса, кг	1,4

Таблица 3.51
Крестовина
двухплоскостная 87°

D	100
d_y	110
d_{y1}	110
d_u	132
z₁	78
z₂	58
z₃	58
l₁	278
Масса, кг	1,58

Таблица 3.52
Эксцентрисический переходник

D_y	58	78	78	90	90	110	110	110	135	160	160
d_{y1}	40	50	58	58	78	58	78	90	110	110	135
d_u	—	—	75	75	96	75	96	110	132	132	161
z_1	18	28	28	-32	-29	10	-10	-35	-13	44	33
l	60	76	76	84	82	87	87	87	90	115	125
Масса, кг	0,03	0,05	0,2	0,3	0,4	0,45	0,47	0,47	0,63	0,98	1,00

Таблица 3.53
Переходник 125 мм на 110 мм

D	125
d_y	135
l	163
l_1	245
l_2	82
Масса, кг	1,34

Таблица 3.54
Ревизия круглая

D	50	70	90
d_y	58	78	90
d_u	75	96	110
f_1	80	131	—
f_2	63	65	—
l_1	195	202	148
l_2	66	76	—
Масса, кг	0,30	0,87	1,93

Таблица 3.55
Ревизия прямоугольная

D	100	125	150
d_y	110	135	160
d_u	132	161	181
f_1	207	—	113
l_1	298	380	420
l_2	81	—	87
Масса, кг	1,12	1,46	3,52

Таблица 3.56
Переходник

D	50	75
d_y	58	78
d_{y1}	50	75
l_1	50	130
l_2	—	77
Масса, кг	0,04	0,07

Таблица 3.57
Заглушка

<i>D</i>	50	70	90	100	125	150
<i>d_y</i>	58	78	90	110	135	160
<i>l₁</i>	49	52	40	57	60	49
Масса, кг	0,11	0,20	0,18	0,37	0,51	0,54

Глава 4

Выбор типоразмеров труб для устройства систем холодного и горячего водоснабжения

Основные требования к системам внутреннего водоснабжения

Высокое качество системы водоснабжения общественных зданий главным образом обусловлено полнотой соответствия предъявляемым к водопроводам требованиям, правильным определением расчетных расходов, оптимальным выбором труб на основании гидравлических расчетов с обязательным учетом не только материала труб, но и гидравлических сопротивлений в соединительных деталях и соединениях.

Нормативные расходы определяют в соответствии со СНиП 2.04.01–85* и СТО 024947335.2-01–2006.

Для учета местных сопротивлений тройников, угольников и других фитингов, а также установления значений эквивалентных длин, учитывающих местные сопротивления различных соединений (сварных, резьбовых, клеевых, паячных) труб из разных материалов (стальных, медных, полимерных, металлополимерных), используют формулы для определения коэффициентов местного сопротивления.

Выбор труб осуществляют с учетом специфики систем холодного и горячего водоснабжения на основании гидравлического расчета.

Гидравлический расчет водоснабжения производят по формулам, а также номограммам (на выровненных точках и сетчатые) с точностью измерения до 15–20 %, и гидравлическим таблицам с точностью до 5 % (за счет интерполяции и экстраполяции смежных значений гидравлических показателей).

Согласно СНиП 2.04.01–85*, внутренний водопровод — это система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию, обслуживающая одно здание или группу зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия.

В соответствии с социальной значимостью, водопровод можно определить как систему жизнеобеспечения человека и производства, предназначенную для подачи потребителям необходимого количества воды требуемого качества бесперебойно в течение всего срока эксплуатации при минимальных ущербах здоровью населения и окружающей среде. В этой связи основным критерием работы системы водоснабжения является обеспечение потребителя водой в количестве, равном его потребности, $q_{\text{потр}}$ [67]. С точки зрения экологии второй критерий — количество воды, изъятая из природных ресурсов, $q_{\text{прир}}$. Данную величину вычисляют из уравнения водного баланса:

$$q_{\text{прир}} = q_{\text{потр}} + q_{\text{пот}}, \quad (4.1)$$

где $q_{\text{пот}}$ — потери воды, л.

Соотношение $q_{\text{прир}}$ и $q_{\text{потр}}$ характеризует рациональность использования природного ресурса, т. е. дает комплексную оценку эффективности системы водоснабжения в условиях интенсивного развития народного хозяйства, экономии природных ресурсов и внесения наименьших изменений в окружающую среду:

$$K_{\text{рац}}^{\text{во}} = \frac{q_{\text{прир}}}{q_{\text{потр}}} \quad (4.2)$$

При уменьшении потерь воды $K_{\text{рац}}^{\text{во}}$ будет уменьшаться, стремясь к величине потребности в воде. При этом уменьшение потерь воды потребует создания системы, в том числе внутреннего водоснабжения, с высокой надежностью по герметичности $P_{\text{герм}}$. Такая система должна состоять из высококачественных материалов, сложных регулирующих водомерных устройств, что увеличивает общественные затраты на эксплуатацию и создание системы водоснабжения и требует привлечения дополнительных сырьевых и энергетических ресурсов. Эти затраты могут быть учтены общим коэффициентом:

$$K = aK_{\text{рац}}^{\text{во}} + bK_{\text{обор}} + cK_{\text{энер}} + dK_{\text{труд}}, \quad (4.3)$$

где a, b, c, d — коэффициенты, характеризующие важность или дефицитность для общества отдельных видов ресурсов;

$K_{\text{обор}}, K_{\text{энер}}, K_{\text{труд}}$ — коэффициенты рационального использования соответственно оборудования, энергии и трудовых ресурсов.

Стоимостная оценка рациональности использования воды и энергии, широко применяемая на высших уровнях управления, не должна заменять натурального выражения коэффициента рациональности использования во избежание искажения картины фактического водопотребления. Такой способ оценки, а также финансовая политика государства и ведомств в настоящее время не стимулируют экономию воды, доля стоимости которой ничтожно мала в себестоимости продукции (0,1—1,0 %). Поэтому ведомствам и предприятиям проще разнести убытки от перерасхода воды, чем заниматься трудоемкими и финансово невыгодными мероприятиями по экономии воды. Это позволяет скрывать и балансировать затраты, связанные с потерями воды, направлять ресурсы на строительство новых объектов, а не на восстановление эксплуатируемых и изношенных трубопроводов. Исправить сложившуюся ситуацию можно только заменив оценку воды по себестоимости на оценку по потребительской стоимости воды как ресурса, необходимого любому продукту и технологическому процессу. Такой подход будет регулировать потребление воды в зависимости от ее качества, дефицита и рациональной (оптимальной) потребности. Экономический механизм будет работать, если стоимостная оценка базируется на нормативах, отражающих фактическое водопотребление и результаты воздействия на него экономического механизма.

Внутренние водопроводы как неотъемлемая часть общественных зданий обеспечивают выполнение требований безопасности, гигиенических требований, требований комфорта, экономии энергии, к размеру туалетов и оборудованию (санитарно-техническим и водозаборным приборам). В связи с этим требования к хозяйственно-питьевым трубопроводам системы водоснабжения должны формироваться системно на основе требований к общественным зданиям и с учетом

потребности в воде других инженерных систем (вентиляции, отопления, мусороудаления и т. д.).

Основные требования для внутреннего водоснабжения сводятся к следующему.

По трубопроводам должна бесперебойно в течение всего срока эксплуатации конкретного общественного здания поступать вода питьевого качества при минимальных ущербах здоровью населения и окружающей среде. Необходимо обеспечивать потребителей нормативными (секундными, часовыми, суточными) расходами, которые определяются степенью благоустройства общественного здания (количеством и типом санитарно-технического оборудования) и особенностями потребителя, с бесперебойностью, обеспечивающей минимальные ущербы у потребителя. Качество воды должно соответствовать СанПиН 2.1.4.1074–01. Температура холодной воды не должна быть ниже 2 °С и выше 25 °С, а горячей воды — не ниже 50 °С и не выше 75 °С. Рабочее давление в трубопроводах должно быть не более 0,6 МПа (60 м вод. ст.) и не менее 0,05 МПа (5 м вод. ст.). Коэффициент водосбережения составляет не более 1,5.

Система внутреннего водоснабжения должна соответствовать требованиям пожароэлектробезопасности и другим требованиям безопасности труда. Гидропневматические баки и другие установки, работающие под давлением, должны отвечать требованиям Ростехнадзора. Система должна быть безопасна для здоровья человека. Материалы, используемые для монтажа и эксплуатации трубопроводов системы водоснабжения, должны удовлетворять требованиям Госсанэпиднадзора, в частности не выделять в воду веществ, ухудшающих ее качество. Конструкция системы должна исключать возможность попадания из окружающей среды загрязнений, ухудшающих качество воды. Требования к уровню шума, возникающего при работе системы и ее элементов, приведены в СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Конструкция водопровода должна исключать возможность ожога пользователя.

В системе внутреннего водоснабжения необходимо исключить возможность повреждения имущества и строительных конструкций здания, затопления, длительного увлажнения, повреждения строительных конструкций и предметов, находящихся в помещении. Водопровод должен надежно работать в процессе эксплуатации. Снижение расхода у потребителя от максимального секундного расчетного не должно быть более 10 %. Допускается повышение или снижение температуры до потребителя (на выходе из излива водозаборной арматуры) не более 1 °С. Средняя продолжительность снижения расхода или температуры должна быть не более 2 с. Суммарная продолжительность снижения температуры или расхода в час максимального водопотребления составляет не более 10 с. Долговечность системы определяется сроком службы здания, его капитальностью, при этом срок службы до капитального ремонта должен быть не менее 25 лет. В процессе эксплуатации системы суммарный параметр потока отказов по водопроницаемости для трубопроводов не должен превышать 0,01 1/(пог. м · год), для водозаборной арматуры — 4,0 1/(арм. · год), для трубопроводной арматуры — 0,05 1/(арм. · год).

Узлы и элементы системы должны быть ремонтпригодны, допускать возможность демонтажа и повторного монтажа без нарушения целостности строительных конструкций. Трубопроводы следует проектировать взаимозаменяемыми, с максимальным использованием типовых деталей, узлов блоков и установок с учетом промышленных методов их изготовления и монтажа. Должна обеспечиваться

совместимость со строительными конструкциями и другими инженерными системами. Система должна отвечать требованиям ресурсосбережения. Материалоемкость составляет не более 10 дм на потребителя, металлоемкость — не более 5 мг на потребителя. Допустимое энергопотребление составляет не более 0,1 кВт · ч на потребителя. Установленная мощность не должна превышать 0,1 кВт на потребителя. Трудоемкость монтажа должна составлять не более 0,1 чел. · ч на потребителя, а затраты на эксплуатацию — не более 1 чел. · ч на потребителя в год.

Трубопроводы внутреннего водоснабжения должны отвечать требованиям эргономики, не нарушать архитектурного замысла и сочетаться с интерьером туалетов.

Должно быть обеспечено рациональное потребление воды из природных источников. Исключаются утечки воды в грунт или помещения и не допускается сброс низкокачественной воды после промывки и ремонта в почву и на прилегающую территорию.

Методики определения расходов в системе внутреннего водоснабжения

В соответствии с концепцией бесперебойного обеспечения потребителя водой при минимальных строительных затратах, системы рассчитывают только на предельные режимы работы (часы максимального водопотребления), продолжительность которых крайне незначительна по сравнению с длительным периодом эксплуатации трубопроводов системы водоснабжения (25—50 лет).

Важные эксплуатационные параметры (нормы расхода холодной и горячей воды) даны в СНиП 2.04.01—85* как справочные (не расчетные) для технико-экономической оценки проектов. Они соответствуют осредненным условиям эксплуатации и включают потери воды (25 %), которые определяются сложившимися условиями эксплуатации, конструкцией и качеством серийной водоразборной арматуры (смесителей, поплавковых клапанов смывных бачков и т. д.).

Такой подход к проектированию сформировался во время интенсивного развития строительства, требовавшего быстрых и дешевых технических решений, главным критерием совершенства которых являлись минимальные материалоемкость и сметная стоимость. В результате стали повсеместно применяться системы внутреннего водоснабжения с оборудованием низкого качества и, соответственно, со значительными потерями воды, а прогрессивные водосберегающие системы до сих пор находятся на стадии экспериментального проектирования [85].

Методика определения расчетных расходов, отвечающая современной концепции, должна выделять технологическую потребность (полезные расходы) и потери воды, которые складываются из утечек, нерациональных расходов и сливов [66]. Логическая (качественная) оценка процесса фактического водопотребления показывает, что технологическая потребность во внутреннем водоснабжении является случайной величиной, зависящей от количества потребителей U , режима работы (жизни), числа приборов N и вида санитарно-технического оборудования, частоты и продолжительности пользования оборудованием, секундного q_0 , часового $q_{0ч}$, суточного $q_{0сут}$ расходов, необходимых для удовлетворения хозяйственных и гигиенических процедур, требований к бесперебойности подачи воды (обеспеченности P). Технологическая потребность неравномерна в течение суток. Она реализуется через включение водоразборных точек (приборов) внутреннего водоснабжения в определенные периоды суток (рис. 4.1а).

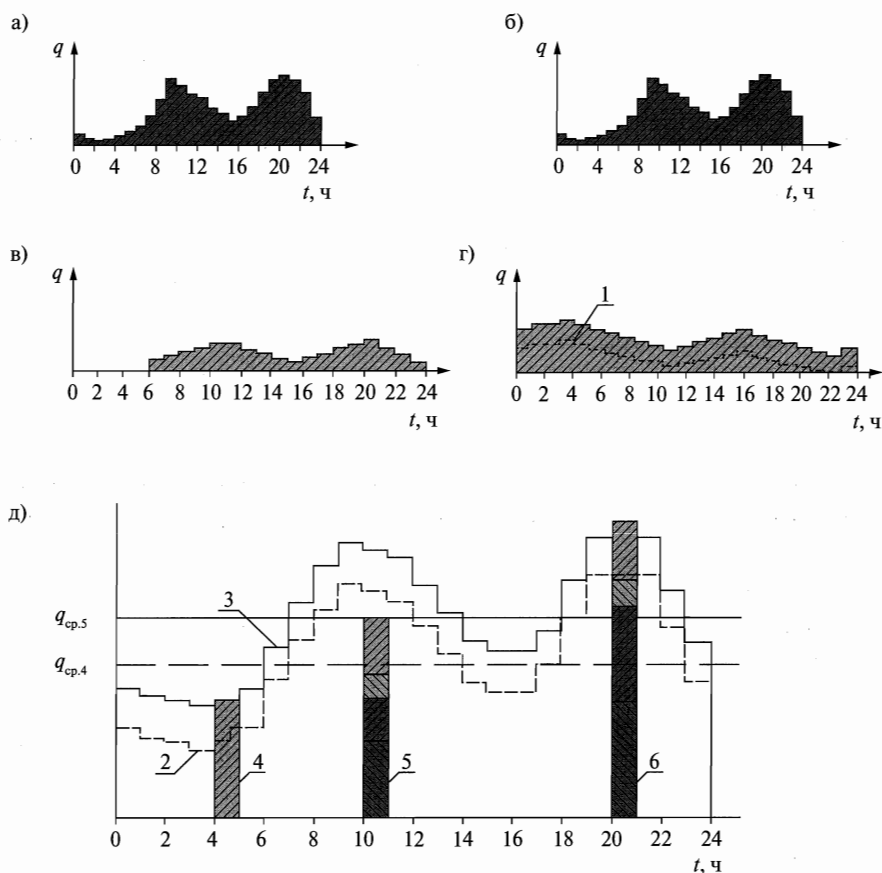


Рис. 4.1. Суточные (осредненные) графики водопотребления: а — холодная вода; б — горячая вода; в — нерациональные расходы; г — утечки; д — общее водопотребление; 1 — утечки; 2 — водопотребление в начале эксплуатации; 3 — водопотребление в конце эксплуатации; 4—6 — структура расхода воды (потребления) соответственно в часы минимального, среднего, максимального водопотребления

В системах внутреннего водоснабжения технологическая потребность проявляется в виде определенных расходов, которые должны проходить по расчетным сечениям трубопроводов. Как любая случайная величина, она изменяется в интервале около среднего значения q . Величина отклонения от среднего, обусловленная случайной составляющей процесса, зависит от числа приборов (потребителей), расхода одного прибора q_0 , относительной продолжительности пользования прибором — вероятности его действия P . При малом числе приборов случайная составляющая (отклонение) значительно больше среднего значения. При увеличении числа приборов доля случайной составляющей уменьшается, а доля среднего значения увеличивается. При бесконечно большом числе потребителей случайная составляющая будет равна нулю.

Расход одного прибора может изменяться в пределах от 0,07 до 1,6 л/с в зависимости от назначения и вида санитарно-технического прибора. При одном потребителе технологический расход равен расходу прибора. При большем числе потребителей из всех установленных на системе приборов N в определенный

момент включается только их часть m , т. к. потребность в воде у различных потребителей не совпадает во времени. Поэтому технологические расходы меньше, чем сумма расходов отдельных приборов. При увеличении числа приборов относительное количество включенных приборов уменьшается и влияние секундного расхода сокращается. Увеличение продолжительности использования ведет к возрастанию числа одновременных пользований и, соответственно, к увеличению технологических расходов в системе.

В общественных зданиях с централизованным горячим водоснабжением технологическая потребность формируется трубопроводами для холодной и горячей воды (рис. 4.1а, б). В связи с тем что потребитель пользуется смешанной водой определенной температуры, технологическое потребление холодной и горячей воды тесно связано. Соотношение расходов холодной и горячей воды зависит в основном от температуры горячей. В процессе эксплуатации количество потребителей и санитарно-технических приборов не изменяется, поэтому технологическую потребность в воде в санузлах можно считать постоянной.

Утечки — это потери, обусловленные продолжительным истечением воды через места с нарушенной герметичностью в элементах системы (поплавковых клапанах, смесителях, трубах, соединениях и т. д.). Величина утечек зависит от количества мест повреждений, их сечения, давления перед местом утечки. Количество (и сечение) мест повреждений определяется надежностью (вероятность безотказной работы) и числом элементов. Повреждения элементов, зависящие от износа санитарно-технических приборов, труб и соединений, могут не проявляться в течение нескольких лет. Поэтому в суточном водопотреблении изменение величины утечек очень незначительно и число поврежденных элементов может быть принято постоянным, а не случайным в данный момент времени.

На величину утечек значительное влияние оказывает давление. В часы минимального водопотребления, когда давление в системе максимально (область 4), утечки увеличиваются, а в часы максимального водопотребления, когда давление снижено, — уменьшаются (область 6). Суточный график утечек (рис. 4.1г) имеет форму, обратную графику технологического водопотребления (рис. 4.1в). В процессе длительной или плохой эксплуатации величина утечек возрастает, что связано с износом оборудования и элементов системы.

Нерациональные расходы воды возникают, когда из труб подается больше воды, чем требуется для технологических процедур. Нерациональные расходы зависят от характеристик водоразборной арматуры (подача воды только в те периоды, когда она необходима), избыточного давления перед арматурой. Во времени они совпадают с технологическим водопотреблением и изменяются незначительно в процессе эксплуатации.

Сливы воды возникают при нарушении качественных показателей воды: снижение температуры горячей воды, увеличение цветности, появление запаха, привкуса и т. п. Они обусловлены нарушением технологических режимов нагрева, подготовки, хранения воды и предшествуют по времени проведению технологических процедур. Соотношение составляющих водопотребления значительно изменяется в течение суток: в часы максимального водопотребления преобладает технологическое водопотребление (область 6), в часы минимального (область 4) — потери. В среднем суточном водопотреблении (область 5) величина потерь значительно выше, чем в часы максимума. В процессе эксплуатации системы расходы в часы максимального водопотребления будут изменяться незначительно (кривые 2, 3), в то время как средние расходы могут сильно возрасти

при нерегулярной профилактике санитарно-технических приборов и арматуры, а также при повышении давления в трубах.

Общее водопотребление санузлами общественных зданий зависит от целого ряда факторов. Главными из них являются количество и группа потребителей, требования к бесперебойности подачи воды, число и тип санитарно-технических приборов, режим и нормы водопотребления, давление в трубопроводах, надежность водоразборной арматуры, срок эксплуатации системы и уровень ее обслуживания, определяющие величину потерь.

Часовые отклонения расходов от средних значений, а следовательно, и дисперсию общего водопотребления D определяют, как правило, режимом технологического (полезного) водопотребления, имеющего резко выраженные «пики» и «провалы» в соответствии с режимом использования воды в санузлах конкретного общественного здания.

Эта качественная модель водопотребления выделяет полезные расходы (технологические расходы), необходимые потребителю, и потери воды, которые должны быть сведены к минимуму уже на стадии проектирования, особенно на первом этапе — определении расчетных расходов (нагрузок).

Существует несколько зарекомендовавших себя на практике методик определения расходов. Одна из них, подтвержденная многолетним опытом проектирования систем водоснабжения, разработана НИИ санитарной техники [86, 87], ЦНИИЭП инженерного оборудования [88], МосжилНИИпроектом [61, 62] и МРГСИ [74]. Эта методика основана на большом экспериментальном материале (более 250 объектов), учитывает более 15 факторов и хорошо согласуется с данными отечественных и зарубежных исследований. В данной модели водопотребление в период максимальной нагрузки и в остальные часы суток связано в единое целое коэффициентом часовой неравномерности $K_{\text{ч}}$.

Для периода максимальной нагрузки выведены основные закономерности случайного процесса водопотребления. На начальных участках он дискретен (рис. 4.2, кривая 3).

По мере увеличения числа потребителей водопотребление превращается в непрерывный процесс (рис. 4.2, кривые 3—5), который описывается законом нормального распределения. На основании исходных данных (q_i , t_i , P_i , N_i) и законов распределения, наиболее близких к фактическому процессу водопотребления, модель позволяет определять расчетные расходы с заданной обеспеченностью (рис. 4.2а). Получается, что при одном потребителе расход в системе равен расходу прибора q_0 , случайная составляющая (относительно средней) максимальна. Увеличение числа приборов (потребителей) ведет к уменьшению доли случайной составляющей. При среднем числе приборов (от 100 до 10 000) расход зависит от вероятности действия и количества приборов. Если число приборов превышает 100 000, происходит значительное осреднение расходов и средние расходы составляют основную часть (80—90 %) расчетных расходов.

Нерациональные расходы в системе могут быть оценены в зависимости от давления в трубопроводах. Утечки воды являются постоянной величиной в час наибольшего водопотребления и включают в себя также средний расход, что еще больше увеличивает их долю в расчетных расходах. Утечки определяют в зависимости от давления в системе и срока службы арматуры. Модель дает возможность определить расчетные расходы в зависимости от давления (этажности) здания и секундного расхода одного прибора [86]. Водопотребление в течение суток в этой модели представлено ранжированными [87] и интегральными графиками

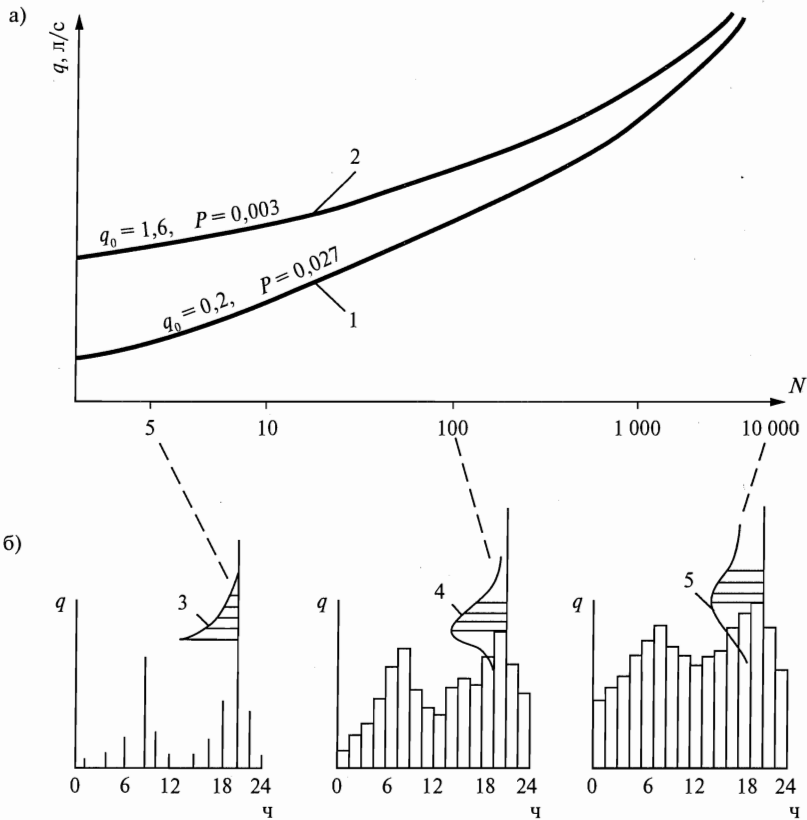


Рис. 4.2. Расходы в часы максимального водопотребления: а — максимальные расходы; б — суточные (осредненные) графики водопотребления; 1 — наименьший секундный расход; 2 — наибольший секундный расход; 3—5 — распределение случайных отклонений расходов в час наибольшего водопотребления

водопотребления. Их использование дает возможность определять утечки и сливы воды при водопотреблении [62, 74].

Преимуществами этой методики являются:

- универсальность;
- большое количество учитываемых факторов;
- возможность выделить составляющие процесса водопотребления, в том числе потери воды;
- возможность оценивать новые водосберегающие технические решения, что позволяет проектировщику осуществлять многовариантный расчет для выбора наиболее оптимального по затратам водо- и энергоресурсов варианта.

К ее недостаткам следует отнести:

- отсутствие зависимостей по сливу недогретой или остывшей воды при регулированной циркуляции горячего водоснабжения;
- использование осредненного давления (на вводе в здание);

- невозможность табулирования всех многовариантных расчетов (вторая сторона преимущества), ведущая к их усложнению.

Для возможности использования модели в практике проектирования была предложена упрощенная модель, которая положена в основу СНиП 2.04.01–85*. В данной модели количество факторов уменьшено до пяти, а остальные приняты постоянными для средних по стране условий водопользования: среднее давление p , обеспеченность P — от 0,992 до 0,983. Это позволило сократить возможности модели и решить основную проектную задачу: определять максимальные (расчетные) секундные и часовые расходы, по которым будут в дальнейшем подбираться диаметры труб, типы соединительных деталей, способы их соединения и виды санитарно-технических приборов и оборудования. Номограммы [16] и расчетные таблицы [65] обеспечили возможность определения величин расходов с минимальными затратами времени без проведения дополнительных вычислений.

Другая практическая методика разработана в МосводоканалНИИпроекте [58, 80]. Она базируется на статистической обработке общих графиков водопотребления, измеренных на водопроводных вводах. Предполагается рассматривать общее водопотребление (технологическое и потери) как сумму двух процессов, двух составляющих: детерминированной, учитывающей периодический характер измерения расходов в соответствии с ритмом деятельности потребителей (осредненный график водопотребления), и случайной, учитывающей случайные отклонения от детерминированного расхода. Исходными данными (параметрами) приняты удельный средний за год расход воды q и количество потребителей (приборов) U . При разработке методики была получена эмпирическая зависимость между величиной дисперсии расхода (отклонением от среднего значения) и исходными данными для различных временных интервалов на основе обработки экспериментальных данных. С учетом нормального закона распределения вероятностей случайных расходов (а на начальных участках — усеченный нормальный) определены функции распределения расходов при рассчитанной дисперсии D . Из этих функций по заданной обеспеченности находят в дальнейшем расчетные расходы для временных интервалов различной продолжительности (сутки, час и менее). Поскольку для любого набора исходных данных методика однозначно определяет дисперсию и связанный с ней коэффициент неравномерности, для проектирования водопроводов была предложена таблица [80].

Достоинствами данной методики являются:

- универсальность;
- небольшое количество исходных данных;
- простота исполнения, сопоставимая с номограммами СНиП 2.04.01–85* и таблицами [80].

Универсальность методики, по мнению авторов, заключается в том, что позволяет определить расчетные расходы во всех типах зданий, наружной и внутренней системах водоснабжения, а также потери давления и затраты электроэнергии.

К недостаткам модели относится следующее:

- Основным параметр данной методики (удельный средний расход за год) включает значительные потери воды (см. рис. 4.1, область 5) [86], которые

невозможно отделить от полезного расхода. Поэтому данную методику можно использовать только для описания сложившегося водопотребления. Оценить новые технические решения по экономии воды с ее помощью принципиально невозможно.

- Принятое авторами положение об однозначной связи дисперсии и удельного расхода противоречит фактическому процессу водопотребления. Например, среднему расходу $5,5 \text{ л/}(\text{чел.} \cdot \text{ч})$ ($135 \text{ л/}(\text{чел.} \cdot \text{сут})$) могут соответствовать потери от $0,5$ до $15 \text{ л/}(\text{чел.} \cdot \text{ч})$ (утечка через один смывной бачок), а суммарные расходы будут изменяться от $6,0$ до $25,5 \text{ л/}(\text{чел.} \cdot \text{ч})$, т. е. более чем в 4 раза. При этом дисперсия, определяемая в основном технологическим расходом, практически не изменится. Более того, может быть и обратная ситуация: одному расходу ($5,5 \text{ л/}(\text{чел.} \cdot \text{ч})$) соответствуют различные дисперсии — коэффициенты часовой неравномерности: в жилых зданиях — $1,5$ — $2,0$, в общественных — $2,0$ — $2,5$, а в бытовых помещениях промышленных предприятий — $2,5$ — $3,0$.
- Вызывает сомнение универсальность математической модели и методики, т. к. экспериментальные материалы, положенные в их основу, в подавляющем большинстве (80 %) относятся к жилым зданиям (наиболее изученным). Поэтому достоверность методики и возможность ее использования для описания водопотребления обоснованы только для этого вида зданий или других зданий, имеющих аналогичные санитарно-техническое оборудование и режим эксплуатации. Для других типов зданий (их более 40 наименований), с существенно отличающимися режимами работы и характеристиками оборудования, потребуются дополнительные обширные исследования процесса водопотребления для выявления зависимости дисперсий от удельного расхода в каждом типе зданий.

Отмеченные недостатки вместе с минимальным количеством учитываемых факторов (два) привели к значительному огрублению модели и снижению точности описания процесса до такой степени, что на начальных участках расчетные расходы получились меньше расхода одного прибора (рис. 4.3, кривая 4), что противоречит фактическому водопотреблению.

Кроме того, занижение расчетных расходов на этих участках может привести к нарушению гидравлической устойчивости системы, особенно в зданиях с централизованной системой горячего водоснабжения. При этом будет происходить резкое снижение давления перед водоразборной арматурой при открытии дополнительных приборов, что приведет к резким колебаниям расхода и температуры воды, выходящей из смесителей. Для устранения этого недостатка авторы предлагают прибавлять к вычисленному значению секундный расход прибора, что является искусственным приемом приближения модели к фактическому процессу, снижает точность расчетов и экономичность проектов.

При большом числе потребителей, когда процесс требуется описывать теми же законами, что и в методике СНиПа, наблюдается завышение расходов. Это происходит потому, что в расчетные расходы включены потери воды, возрастающие из-за повышения среднего давления в сетях водоснабжения, протяженность которых увеличивается с ростом числа потребителей. Наличие значительных потерь воды в удельных средних за год расходах приводит к повышенным расходам в трубопроводе холодного водоснабжения (рис. 4.3, кривая 4), в котором имеются большие утечки через поплавковые клапаны. Однако такой подход «узаконивания» потерь воды (вместо их устранения) не может быть принят.

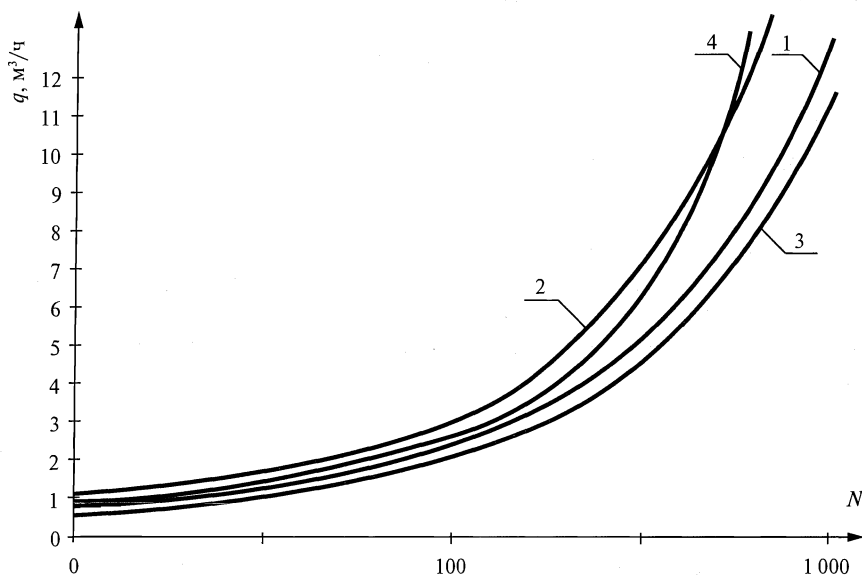


Рис. 4.3. Сравнение расчетных расходов, вычисленных по различным методикам: 1 — методика СНиП 2.04.01–85*; 2 — расширенная методика СНиП 2.04.01–85* при давлении в сети 0,65 МПа и сроке эксплуатации 10 лет; 3 — расширенная методика СНиП 2.04.01–85* при давлении в сети 0,32 МПа и сроке эксплуатации 1 год; 4 — методика МосводоканалНИИпроекта

Еще одна методика, разработанная НИИКВОВ АКХ [71], позволяет вычислить суточные расходы (на вводах в здание) в зависимости от степени благоустройства зданий, величины удельного часового ночного расхода для средней заселенности квартир. В методике произведена качественная оценка процесса водопотребления, выделены основные факторы, определяющие водопотребление, и на основе статистической обработки суточных графиков водопотребления (457 объектов) определены коэффициенты регрессии для каждого из вышеперечисленных факторов. На основе данных исследований разработаны рекомендации по установлению эксплуатационных норм [72].

Преимуществами данной методики являются:

- выделение полезных расходов и потерь;
- возможность оценки осредненного полезного водопотребления и потерь, качества эксплуатации систем и эффективности различных проектных решений.

К ее существенным недостаткам следует отнести:

- невысокую точность определения расходов;
- отсутствие данных отдельно по холодной и горячей воде;
- невозможность применения к зданиям других типов;
- отсутствие учета динамики водопотребления при износе системы и в зависимости от качества санитарно-технического оборудования.

Определение нормативных расходов по СНиП 2.04.01–85*

Расходы воды, подаваемой системами внутреннего холодного и горячего водоснабжения, должны соответствовать расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов N_i .

Секундный расход воды q_0 (q_0^{tot} , q_0^h , q_0^c), л/с, водоразборной арматурой (прибором), отнесенный к одному прибору, определяют:

- отдельным прибором (табл. 4.1);
- различными приборами, обслуживающими одинаковых водопотребителей на участках тупиковой сети (табл. 4.2);
- различными приборами, обслуживающими разных водопотребителей, по формуле

$$q_0 = \frac{\sum_i N_i P_i q_{0,i}}{\sum_i N_i P_i}, \quad (4.4)$$

где P_i — вероятность действия санитарно-технических приборов, определенная для каждой группы водопотребителей;

$q_{0,i}$ — секундный расход воды (общий, горячей, холодной) водоразборной арматурой (прибором), л/с; принимают по табл. 4.2 для каждой группы водопотребителей.

Таблица 4.1
Расходы воды санитарно-техническими приборами

Санитарно-технический прибор	Расход воды, л						Свободный напор H_f , м	Диаметр подв. док, мм, не более
	секундный			часовой				
	общий q_0^{tot}	холод-ной q_0^c	горя-чей q_0^h	общий $q_{0,\text{hr}}^{\text{tot}}$	холод-ной $q_{0,\text{hr}}^c$	горячей $q_{0,\text{hr}}^h$		
Умывальник, руко- мойник с водораз-борным краном	0,10	0,10	—	30	30	—	2	10
То же со смесите-лем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2	10
Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном и колонка лабораторная водоразборная	0,15	0,15	—	50	50	—	2	10
Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2	10
Мойка (для пред-приятий обще-ственного питания) со смесителем	0,30	0,20	0,20	500	220	280	2	15

Окончание табл. 4.1

Санитарно-технический прибор	Расход воды, л						Свободный напор H , м	Диаметр подв-док, мм, не более
	секундный			часовой				
	общий q_0^{tot}	холод-ной q_0^c	горя-чей q_0^h	общий $q_{0,\text{hr}}^{\text{tot}}$	холод-ной $q_{0,\text{hr}}^c$	горячей $q_{0,\text{hr}}^h$		
Ванна со смесите-лем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3	10
Ванна с водо-грейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	—	300	300	—	3	15
Ванна медицин-ская со смеси-телем условным диаметром, мм:								
• 20	0,40	0,30	0,30	700	460	460	5	20
• 25	0,60	0,40	0,40	750	500	500	5	25
• 32	1,40	1,00	1,00	1 060	710	710	5	32
Ванна ножная со смесителем	0,10	0,07	0,07	220	165	165	3	10
Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смеси-телем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3	10
Душевая каби-на с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3	10
Душ в групповой установке со сме-сителем	0,20	0,14	0,14	500	270	230	3	10
Гигиенический душ (биде) со смесите-лем и аэратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	5	10
Нижний восходя-щий душ	0,30	0,20	0,20	650	430	430	5	15
Колонка в мыльне с водоразборным краном холодной или горячей воды	0,40	0,40	—	1 000	1 000	—	2	20
Унитаз со смывным бачком	0,10	0,10	—	83	83	—	2	8
Унитаз со смывным краном	1,40	1,40	—	81	81	—	4	—
Писсуар	0,035	0,035	—	36	36	—	2	10
Писсуар с полу-автоматическим смывным краном	0,20	0,20	—	36	36	—	3	15
Питьевой фонтан-чик	0,04	0,04	—	72	72	—	2	10
Поливочный кран	0,30	0,30	0,20	1 080	1 080	720	2	15

Таблица 4.2
Расход воды потребителями

Водопотребитель	Единица измерения	Расход воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления			
		общий $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общий q_u^{tot}	горячей q_u^h	общий $q_{h,r,u}^{tot}$	горячей $q_{h,r,u}^h$	общий q_o^{tot} ($q_{o,h,r}^{tot}$)	холодной или горячей q_o^c, q_o^h ($q_{o,h,r}^c, q_{o,h,r}^h$)
Общешития: • с общими душевыми • с душами при всех жилых комнатах • с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания	Один житель	85,0 110,0 140,0	50,0 60,0 80,0	100,0 120,0 160,0	60,0 70,0 90,0	10,4 12,5 12,0	6,3 8,2 7,5	0,20 (100) 0,12—0,20 (100) 0,20 (100)	0,14 (60)
Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами	То же	120,0	70,0	120,0	70,0	12,5	8,2	0,30 (300)	0,20 (200)
Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах	»	230,0	140,0	230,0	140,0	19,0	12,0	0,20 (115)	0,14 (80)
Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, % от общего числа номеров: • до 25 • до 75 • до 100	»	200,0 250,0 300,0	100,0 150,0 180,0	200,0 250,0 300,0	100,0 150,0 180,0	22,4 28,0 30,0	10,4 15,0 16,0	0,30 (250) 0,30 (280) 0,30 (300)	0,20 (180) 0,20 (190) 0,20 (200)
Больницы: • с общими ваннами и душевыми • с санитарными узлами, приближенными к палатам • инфекционные	Одна койка	115,0 200,0	75,0 90,0	115,0 200,0	75,0 90,0	8,4 12,0	5,4 7,7	0,20 (100) 0,30 (300)	0,14 (60) 0,20 (200)
Санатории и дома отдыха: • с ваннами при всех жилых комнатах • с душами при всех жилых комнатах	То же	200,0 150,0	120,0 75,0	200,0 150,0	120,0 75,0	10,0 12,5	4,9 8,2	0,30 (300) 0,20 (100)	0,20 (200) 0,14 (60)
Поликлиники и амбулатории	Один больной в смену	13,0	5,2	15,0	6,0	2,6	1,2	0,20 (80)	0,14 (60)

Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей: • со столовыми, работающими на полуфабрикатах • со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	Один ребенок	21,5	11,5	30,0	16,0	9,5	4,5	0,14 (100)	0,10 (60)
		75,0	25,0	105,0	35,0	18,0	8,0	0,20 (100)	0,14 (60)
То же с круглосуточным пребыванием детей: • со столовыми, работающими на полуфабрикатах • со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными стиральными машинами	То же	39,0	21,4	55,0	30,0	10,0	4,5	0,14 (100)	0,10 (60)
		93,0	28,5	130,0	40,0	18,0	8,0	0,20 (100)	0,14 (60)
Пионерские лагеря (в том числе круглогодичного действия): • со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами • со столовыми, работающими на полуфабрикатах, и стиркой белья в централизованных прачечных	Одно место	130,0	40,0	130,0	40,0	18,0	8,0	0,20 (100)	0,14 (60)
		55,0	30,0	55,0	30,0	10,0	4,5	0,14 (100)	0,10 (60)
Прачечные: • механизированные • немеханизированные	1 кг сухого белья	75,0	25,0	75,0	25,0	75,0	25,0	По технологическим данным 0,30 (300)	0,20 (200)
		40,0	15,0	40,0	15,0	40,0	15,0		
Административные здания	Один работающий	12,0	5,0	16,0	7,0	4,0	2,0	0,14 (80)	0,10 (60)
Учебные заведения (в том числе высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	Один учащийся и один преподаватель	17,2	6,0	20,0	8,0	2,7	1,2	0,14 (100)	0,10 (60)
Лаборатории высших и средних специальных учебных заведений	Один прибор в смену	224,0	112,0	260,0	130,0	43,2	21,6	0,20 (200)	0,20 (200)

Продолжение табл. 4.2

Водопотребитель	Единица измерения	Расход воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления			
		общий $q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общий q_u^{tot}	горячей q_u^h	общий $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$	общий q_0^{tot} (q_0^{tot}, hr)	холодной или горячей q_0^c, q_0^h (q_0^c, hr, q_0^h, hr)
Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	Один учащийся и один преподаватель в смену	10,0	3,0	11,5	3,5	3,1	1,0	0,14 (100)	0,10 (60)
	То же с продленным днем	12,0	3,4,0	14,0	4,0	3,1	1,0	0,14 (100)	0,10 (60)
Профессионально-технические училища с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	»	20,0	8,0	23,0	9,0	3,5	1,4	0,14 (100)	0,10 (60)
	Школы-интернаты: • с учебными (с душевыми при гимнастических залах) • со спальными	9,0 70,0	2,7 30,0	10,5 70,0	3,2 30,0	3,1 9,0	1,0 6,0	0,14 (100)	0,10 (60)
НИИ и лаборатории: • химического профиля • биологического профиля • физического профиля • естественных наук	Один работающий	460,0 310,0 125,0 12,0	60,0 55,0 15,0 5,0	570,0 370,0 155,0 16,0	80,0 75,0 20,0 7,0	55,6 32,0 12,9 3,5	8,0 8,2 1,7 1,7	0,20 (300) 0,20 (300) 0,20 (300) 0,14 (80)	0,20 (200) 0,20 (200) 0,20 (200) 0,10 (60)
	Аптеки: • торговый зал и подсобные помещения • лаборатория приготовления лекарств	12,0 310,0	5,0 55,0	16,0 370,0	7,0 75,0	4,0 32,0	2,0 8,2	0,14 (60) 0,20 (300)	0,10 (40) 0,20 (200)
Предприятия общественного питания для приготовления пищи: • реализуемой в обеденном зале • продаваемой на дом	Одно условное блюдо	16,0 14,0	12,7 11,2	16,0 14,0	12,7 11,2	16,0 14,0	12,7 11,2	0,30 (300)	0,20 (200)

Предприятия общественного питания, выпускающие полуфабрикаты:	1 т	—	—	—	—	—	—	—	—	0,30 (300)	0,20 (200)
• мясные • рыбные • овощные • кулинарные											
Магазины:											
• продовольственные	Один работающий в смену (20 м² торгового зала)	250,0	65,0	250,0	65,0	37,0	9,6	0,30 (300)	0,20 (200)		
• промтоварные	Один работающий в смену	12,0	5,0	16,0	7,0	4,0	2,0	0,14 (80)	0,10 (60)		
Парикмахерские	Одно рабочее место в смену	56,0	33,0	60,0	35,0	9,0	4,7	0,14 (60)	0,10 (40)		
Кинотеатры	Одно место	4,0	1,5	4,0	1,5	0,5	0,2	0,14 (80)	0,10 (50)		
Клубы	То же	8,6	2,6	10,0	3,0	0,9	0,4	0,14 (80)	0,10 (50)		
Театры:											
• для зрителей	Одно место	10,0	5,0	10,0	5,0	0,9	0,3	0,14 (60)	0,10 (40)		
• для артистов	Один артист	40,0	25,0	40,0	25,0	3,4	2,2	0,14 (80)	0,10 (50)		
Стадионы и спортзалы:											
• для зрителей	Одно место	3,0	1,0	3,0	1,0	0,3	0,1	0,14 (60)	0,10 (40)		
• для физкультурников (с учетом приема душа)	Один физкультурник	50,0	30,0	50,0	30,0	4,5	2,5	0,20 (80)	0,14 (50)		
• для спортсменов	Один спортсмен	100,0	60,0	100,0	60,0	9,0	5,0	0,20 (80)	0,14 (50)		
Плавательные бассейны:											
• пополнение бассейна	% вместимости бассейна в сутки	10,0	—	—	—	—	—	—	—		
• для зрителей	Одно место	3,0	1,0	3,0	1,0	0,3	0,1	0,14 (60)	0,10 (40)		
• для спортсменов (с учетом приема душа)	Один спортсмен (один физкультурник)	100,0	60,0	100,0	60,0	9,0	5,0	0,20 (80)	0,14 (50)		

Окончание табл. 4.2

Водопотребитель	Единица измерения	Расход воды, л					Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления				
		общий $q_{\text{в.ср}}^{\text{tot}}$	горячей $q_{\text{в.ср}}^{\text{h}}$	общий $q_{\text{в}}^{\text{tot}}$	горячей $q_{\text{в}}^{\text{h}}$	общий $q_{\text{в.п.д}}^{\text{tot}}$	горячей $q_{\text{в.п.д}}^{\text{h}}$	холодной или горячей $q_{\text{в.п.д}}^{\text{tot}}$ ($q_{\text{в.п.д}}^{\text{h}}$, $q_{\text{в.п.д}}^{\text{h}}$)
Бани:	Один посетитель	—	—	180,0	120,0	180,0	120,0	0,40 (180)
• для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе				290,0	190,0	290,0	190,0	0,40 (190)
• то же с приемом оздоровительных процедур:				360,0	240,0	360,0	240,0	0,14 (240)
• душевая кабина				540,0	360,0	540,0	360,0	0,20 (360)
• ванная кабина								

Примечания:

- Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживающего персонала, посетителями, на уборку помещений и т. п.).
- Потребление воды в групповых душевых, на стирку белья в прачечных и приготовление пищи на предприятиях общественного питания, а также на процедуры в водолечебных учреждениях, входящих в состав больниц, санаториев и поликлиник, учитывают дополнительно.
- Приведенные требования не распространяются на потребителей, для которых установлены нормы водопотребления, включающие расход воды на указанные нужды.
- Нормы расхода воды в средние сутки приведены для выполнения технико-экономических сравнений вариантов.
- Для общественных зданий, не указанных в таблице, нормы расхода воды принимают для установленных аналогичных водопотребителей.
- При неавтоматизированных стиральных машинах в прачечных и при стирке белья со специфическими загрязнениями норму расхода горячей воды на стирку 1 кг сухого белья допускается увеличивать до 30 %.
- При оборудовании трубопроводов холодного водоснабжения зданий или сооружений смывными кранами вместо смывных бачков принимают расход воды санитарно-техническим прибором $q_{\text{в}}^{\text{с}} = 1,4$ л/с; общий расход воды $q_{\text{в}}^{\text{с}}$ зданиями и сооружениями определяют согласно п. 3.2 СНиП 2.04.01–85*.
- На предприятиях общественного питания количество реализуемых блюд U в час определяют по формуле

$$U = 2,2m,$$

(4.5)

где n — количество посадочных мест;
 m — количество посадок; принимают для столовых открытого типа и кафе равным 2; для столовых при промышленных предприятиях и студенческих столовых — 3; для ресторанов — 1,5.

Нормы расхода воды включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживающего персонала, посетителями, на уборку помещений и т. д.).

Время работы предприятий общественного питания с учетом приготовления пищи и мытья оборудования определяется технологической частью проекта. В предприятиях общественного питания, где приготовление пищи не предусмотрено (буфеты, бутербродные и т. п.), нормы расхода воды принимают как разницу между нормами в предприятиях, предоставляющих и реализующих пищу в обеденном зале, и продающих на дом.

Норма расхода воды на 1 т продукции определяется технологической частью проекта.

При устройстве кольцевой сети расход воды q_0 определяют для сети в целом и принимают одинаковым для всех участков.

В общественных зданиях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать $q_0^{\text{tot}} = 0,3$ л/с; $q_0^h = q_0^c = 0,2$ л/с.

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

$$q = 5q_0\alpha, \quad (4.6)$$

где q_0 (q_0^{tot} , q_0^h , q_0^c) — секундный расход воды, л/с;

α — коэффициент, определяемый с учетом общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P ; при $P > 0,1$ и $N \leq 200$ используют данные табл. 4.3; в других случаях — табл. 4.4.

Таблица 4.3
Коэффициент α ($\alpha_{\text{нр}}$) при $P (P_{\text{нр}}) > 0,1$ и $N \leq 200$

Число приборов N	Значение коэффициента при вероятности действия $P (P_{\text{нр}})$									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
4	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80
6	0,72	0,78	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,20
8	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,39	1,50	1,58	1,59
10	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
12	1,05	1,15	1,28	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11	2,29	2,36
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,40	2,63	2,75
16	1,25	1,37	1,53	1,71	1,92	2,15	2,41	2,69	2,96	3,14
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,60	3,92
22	1,49	1,67	1,88	2,13	2,41	2,74	3,11	3,51	3,94	4,33
24	1,57	1,77	2,00	2,26	2,57	2,93	3,33	3,78	4,27	4,70
26	1,64	1,86	2,11	2,39	2,73	3,11	3,55	4,04	4,60	5,11
28	1,72	1,95	2,21	2,52	2,88	3,30	3,77	4,3	4,94	5,51
30	1,80	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
32	1,87	2,13	2,43	2,77	3,18	3,66	4,20	4,82	5,60	6,24
34	1,94	2,21	2,53	2,90	3,33	3,84	4,42	5,08	5,92	6,65
36	2,02	2,30	2,63	3,02	3,48	4,02	4,63	5,33	6,23	7,02
38	2,09	2,38	2,73	3,14	3,62	4,20	4,84	5,58	6,60	7,43
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	4,38	5,05	5,83	6,91	7,84
45	2,33	2,67	3,08	3,53	4,12	4,78	5,55	6,45	7,72	8,80

Окончание табл. 4.3

Число приборов N	Значение коэффициента при вероятности действия $P(P_{hr})$									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
50	2,50	2,88	3,32	3,80	4,47	5,18	6,05	7,07	8,52	9,90
55	2,66	3,07	3,56	4,07	4,82	5,58	6,55	7,69	9,40	10,80
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,20	11,80
65	2,99	3,46	4,02	4,61	5,50	6,38	7,55	8,93	11,00	12,70
70	3,14	3,65	4,25	4,88	5,83	6,78	8,05	9,55	11,70	13,70
75	3,30	3,84	4,48	5,15	6,16	7,18	8,55	10,17	12,50	14,70
80	3,45	4,02	4,70	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,40	15,70
85	3,60	4,20	4,92	5,69	6,82	7,98	9,57	11,41	14,20	16,80
90	3,75	4,38	5,14	5,96	7,15	8,38	10,08	12,04	14,90	17,70
95	3,90	4,56	5,36	6,23	7,48	8,78	10,59	12,67	15,60	18,60
100	4,05	4,74	5,58	6,50	7,81	9,18	11,10	13,30	16,50	19,60
105	4,20	4,92	5,80	6,77	8,14	9,58	11,61	13,93	17,20	20,60
110	4,35	5,10	6,02	7,04	8,47	9,99	12,12	14,56	18,00	21,60
115	4,50	5,28	6,24	7,31	8,80	10,40	12,63	15,19	18,80	22,60
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,50	23,60
125	4,80	5,64	6,68	7,85	9,46	11,22	13,65	16,45	20,20	24,60
130	4,95	5,82	6,90	8,12	9,79	11,63	14,16	17,08	21,00	25,50
135	5,10	6,00	7,12	8,39	10,12	12,04	14,67	17,71	21,90	26,50
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,70	27,50
145	5,39	6,36	7,56	8,93	10,77	12,86	15,69	18,97	23,40	28,40
150	5,53	6,54	7,78	9,20	11,09	13,27	16,20	19,60	24,20	29,40
155	5,67	6,72	8,00	9,47	11,41	13,68	16,71	20,23	25,00	30,40
160	5,81	6,90	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,60	31,30
165	5,95	7,07	8,44	10,01	12,05	14,50	17,73	21,49	26,40	32,50
170	6,09	7,23	8,66	10,28	12,37	14,91	18,24	22,12	27,10	33,60
175	6,23	7,39	8,88	10,55	12,69	15,32	18,75	22,75	27,90	34,70
180	6,37	7,55	9,10	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,50	35,40
185	6,50	7,71	9,32	11,09	13,33	16,14	19,77	24,01	29,40	36,60
190	6,63	7,87	9,54	11,36	13,65	16,55	20,28	24,64	30,10	37,60
195	6,76	8,03	9,75	11,63	13,97	16,96	20,79	25,27	30,90	38,30
200	6,89	8,19	9,96	11,90	14,30	17,40	21,30	25,90	31,80	39,50

Таблица 4.4
Коэффициент α (α_{hr}) при $P(P_{hr}) \leq 0,1$ и любом числе N ,
а также при $P(P_{hr}) > 0,1$ и числе $N > 200$

$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$	$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$	$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$	$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$
< 0,015	0,200	0,052	0,276	0,165	0,415	0,50	0,678
0,015	0,202	0,054	0,280	0,170	0,420	0,52	0,692
0,016	0,205	0,056	0,283	0,175	0,425	0,54	0,704
0,017	0,207	0,058	0,286	0,180	0,430	0,56	0,717
0,018	0,210	0,060	0,289	0,185	0,435	0,58	0,730
0,019	0,212	0,062	0,292	0,190	0,439	0,60	0,742
0,020	0,215	0,064	0,295	0,195	0,444	0,62	0,755
0,021	0,217	0,065	0,298	0,200	0,449	0,64	0,767
0,022	0,219	0,068	0,301	0,210	0,458	0,66	0,779
0,023	0,222	0,070	0,304	0,220	0,467	0,68	0,791
0,024	0,224	0,072	0,307	0,230	0,476	0,70	0,803
0,025	0,226	0,074	0,309	0,240	0,485	0,72	0,815
0,026	0,228	0,076	0,312	0,250	0,493	0,74	0,826
0,027	0,230	0,078	0,315	0,260	0,502	0,76	0,838
0,028	0,233	0,080	0,318	0,270	0,510	0,78	0,849
0,029	0,235	0,082	0,320	0,280	0,518	0,80	0,860
0,030	0,237	0,084	0,323	0,290	0,526	0,82	0,872
0,031	0,239	0,086	0,326	0,300	0,534	0,84	0,883
0,032	0,241	0,088	0,328	0,310	0,542	0,86	0,894
0,033	0,243	0,090	0,331	0,320	0,550	0,88	0,905
0,034	0,245	0,092	0,333	0,330	0,558	0,90	0,916
0,035	0,247	0,094	0,336	0,340	0,565	0,92	0,927
0,036	0,249	0,096	0,338	0,350	0,573	0,94	0,937
0,037	0,250	0,098	0,341	0,360	0,580	0,96	0,948
0,038	0,252	0,100	0,343	0,370	0,588	0,98	0,959
0,039	0,254	0,105	0,349	0,380	0,595	1,00	0,969
0,040	0,256	0,110	0,355	0,390	0,602	1,05	0,995
0,041	0,258	0,115	0,361	0,400	0,610	1,10	1,021
0,042	0,259	0,120	0,367	0,410	0,617	1,15	1,046
0,043	0,261	0,125	0,373	0,420	0,624	1,20	1,071
0,044	0,263	0,130	0,378	0,430	0,631	1,25	1,096
0,045	0,265	0,135	0,384	0,440	0,638	1,30	1,120
0,046	0,266	0,140	0,389	0,450	0,645	1,35	1,144
0,047	0,268	0,145	0,394	0,460	0,652	1,40	1,168
0,048	0,270	0,150	0,399	0,470	0,658	1,45	1,191
0,049	0,271	0,155	0,405	0,480	0,665	1,50	1,215
0,050	0,273	0,160	0,410	0,490	0,672	1,55	1,238

Продолжение табл. 4.4

$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$	$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$	$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$	$NP(NP_{hr})$	$\alpha(\alpha_{hr})$
1,60	1,261	5,1	2,592	9,0	3,828	15,8	5,767
1,65	1,283	5,2	2,626	9,1	3,858	16,0	5,821
1,70	1,306	5,3	2,660	9,2	3,888	16,2	5,876
1,75	1,328	5,4	2,693	9,3	3,918	16,4	5,930
1,80	1,350	5,5	2,726	9,4	3,948	16,6	5,984
1,85	1,372	5,6	2,760	9,5	3,978	16,8	6,039
1,90	1,394	5,7	2,793	9,6	4,008	17,0	6,093
1,95	1,416	5,8	2,826	9,7	4,037	17,2	6,147
2,00	1,437	5,9	2,858	9,8	4,067	17,4	6,201
2,10	1,479	6,0	2,891	9,9	4,097	17,6	6,254
2,20	1,521	6,1	2,924	10,0	4,126	17,8	6,308
2,30	1,563	6,2	2,956	10,2	4,185	18,0	6,362
2,40	1,604	6,3	2,989	10,4	4,244	18,2	6,415
2,50	1,644	6,4	3,021	10,6	4,302	18,4	6,469
2,60	1,684	6,5	3,053	10,8	4,361	18,6	6,522
2,70	1,724	6,6	3,085	11,0	4,419	18,8	6,575
2,80	1,763	6,7	3,117	11,2	4,477	19,0	6,629
2,90	1,802	6,8	3,149	11,4	4,534	19,2	6,682
3,00	1,840	6,9	3,181	11,6	4,592	19,4	6,734
3,10	1,879	7,0	3,212	11,8	4,649	19,6	6,788
3,20	1,917	7,1	3,244	12,0	4,707	19,8	6,840
3,30	1,954	7,2	3,275	12,2	4,764	20,0	6,893
3,40	1,991	7,3	3,307	12,4	4,820	20,5	7,025
3,50	2,029	7,4	3,338	12,6	4,877	21,0	7,156
3,60	2,065	7,5	3,369	12,8	4,934	21,5	7,287
3,70	2,102	7,6	3,400	13,0	4,990	22,0	7,417
3,80	2,138	7,7	3,431	13,2	5,047	22,5	7,547
3,90	2,174	7,8	3,462	13,4	5,103	23,0	7,677
4,00	2,210	7,9	3,493	13,6	5,159	23,5	7,806
4,10	2,246	8,0	3,524	13,8	5,215	24,0	7,935
4,20	2,281	8,1	3,555	14,0	5,270	24,5	8,064
4,30	2,317	8,2	3,585	14,2	5,326	25,0	8,192
4,40	2,352	8,3	3,616	14,4	5,382	25,5	8,320
4,50	2,386	8,4	3,646	14,6	5,437	26,0	8,447
4,60	2,421	8,5	3,677	14,8	5,492	26,5	8,575
4,70	2,456	8,6	3,707	15,0	5,547	27,0	8,701
4,80	2,490	8,7	3,738	15,2	5,602	27,5	8,828
4,90	2,524	8,8	3,768	15,4	5,657	28,0	8,955
5,00	2,558	8,9	3,798	15,6	5,712	28,5	9,081

Продолжение табл. 4.4

$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$	$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$	$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$	$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$
29,0	9,207	48,5	13,97	86	22,71	150	37,21
29,5	9,332	49,0	14,09	87	22,94	152	37,66
30,0	9,457	49,5	14,20	88	23,17	154	38,11
30,5	9,583	50,0	14,32	89	23,39	156	38,56
31,0	9,707	51,0	14,56	90	23,62	158	39,01
31,5	9,832	52,0	14,80	91	23,85	160	39,46
32,0	9,957	53,0	15,04	92	24,08	162	39,91
32,5	10,080	54,0	15,27	93	24,31	164	40,35
33,0	10,200	55,0	15,51	94	24,54	166	40,80
33,5	10,330	56,0	15,74	95	24,77	168	41,25
34,0	10,450	57,0	15,98	96	24,99	170	41,70
34,5	10,580	58,0	16,22	97	25,22	172	42,15
35,0	10,700	59,0	16,45	98	25,45	174	42,60
35,5	10,820	60,0	16,69	99	25,68	176	43,05
36,0	10,940	61,0	16,92	100	25,91	178	43,50
36,5	11,070	62,0	17,15	102	26,36	180	43,95
37,0	11,190	63,0	17,39	104	26,82	182	44,40
37,5	11,310	64,0	17,62	106	27,27	184	44,84
38,0	11,430	65,0	17,85	108	27,72	186	45,29
38,5	11,560	66,0	18,09	110	28,18	188	45,74
39,0	11,680	67,0	18,32	112	28,63	190	46,19
39,5	11,800	68,0	18,55	114	29,09	192	46,64
40,0	11,920	69,0	18,79	116	29,54	194	47,09
40,5	12,040	70,0	19,02	118	29,89	196	47,54
41,0	12,160	71,0	19,25	120	30,44	198	47,99
41,5	12,280	72,0	19,48	122	30,90	200	48,43
42,0	12,410	73,0	19,71	124	31,35	205	49,49
42,5	12,530	74,0	19,94	126	31,80	210	50,59
43,0	12,650	75,0	20,18	128	32,25	215	51,70
43,5	12,770	76,0	20,41	130	32,70	225	53,90
44,0	12,890	77,0	20,64	132	33,15	230	55,00
44,5	13,010	78,0	20,87	134	33,60	235	56,10
45,0	13,130	79,0	21,10	136	34,06	240	57,19
45,5	13,250	80,0	21,33	138	34,51	245	58,29
46,0	13,370	81,0	21,56	140	34,96	250	59,38
46,5	13,490	82,0	21,69	142	35,41	255	60,48
47,0	13,610	83,0	22,02	144	35,86	260	61,57
47,5	13,730	84,0	22,25	146	36,31	265	62,66
48,0	13,850	85,0	22,48	148	36,76	270	63,75

Окончание табл. 4.4

$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$	$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$	$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$	$NP (NP_{hr})$	$\alpha (\alpha_{hr})$
275	64,85	435	99,41	595	133,54	755	167,39
280	65,94	440	100,49	600	134,60	760	168,44
285	67,03	445	101,56	605	135,66	765	169,50
290	68,12	450	102,63	610	136,72	770	170,55
295	69,20	455	103,70	615	137,78	775	171,60
300	70,29	460	104,77	620	138,84	785	173,71
305	71,38	465	105,84	625	139,90	790	174,76
310	72,46	470	106,91	630	140,96	795	175,82
315	73,55	475	107,98	635	142,02	800	176,87
320	74,63	480	109,05	645	144,14	810	178,98
325	75,72	485	110,11	650	145,20	820	181,08
330	76,80	490	111,18	655	146,25	830	183,19
335	77,88	495	112,25	660	147,31	840	185,29
340	78,96	505	114,38	665	148,37	850	187,39
345	80,04	510	115,45	670	149,43	860	189,49
350	81,12	515	116,52	675	150,49	950	208,39
355	82,20	520	117,58	680	151,55	870	191,60
365	84,36	525	118,65	685	152,6	880	193,70
370	85,44	530	119,71	690	153,66	890	195,70
375	86,52	535	120,78	695	154,72	900	197,90
380	87,60	540	121,84	700	155,77	910	200,00
385	88,67	545	122,91	705	156,83	920	202,10
390	89,75	550	123,97	710	157,89	930	204,20
395	90,82	555	125,04	715	158,94	940	206,30
400	91,90	560	126,10	720	160,00	960	210,49
405	92,97	565	127,16	725	161,06	970	212,59
410	94,05	570	128,22	730	162,11	980	214,68
415	95,12	575	129,29	735	163,17	990	216,78
420	96,20	580	130,35	740	164,22	1000	218,87
425	97,27	585	131,41	745	165,28	1600	343,90
430	98,34	590	132,47	750	166,33	2000	426,80

При известных расчетных величинах P , N и значениях $q_0 = 0,10; 0,14; 0,20; 0,30$ л/с для вычисления максимального секундного расхода воды допускается пользоваться номограммами (рис. 4.4—4.7).

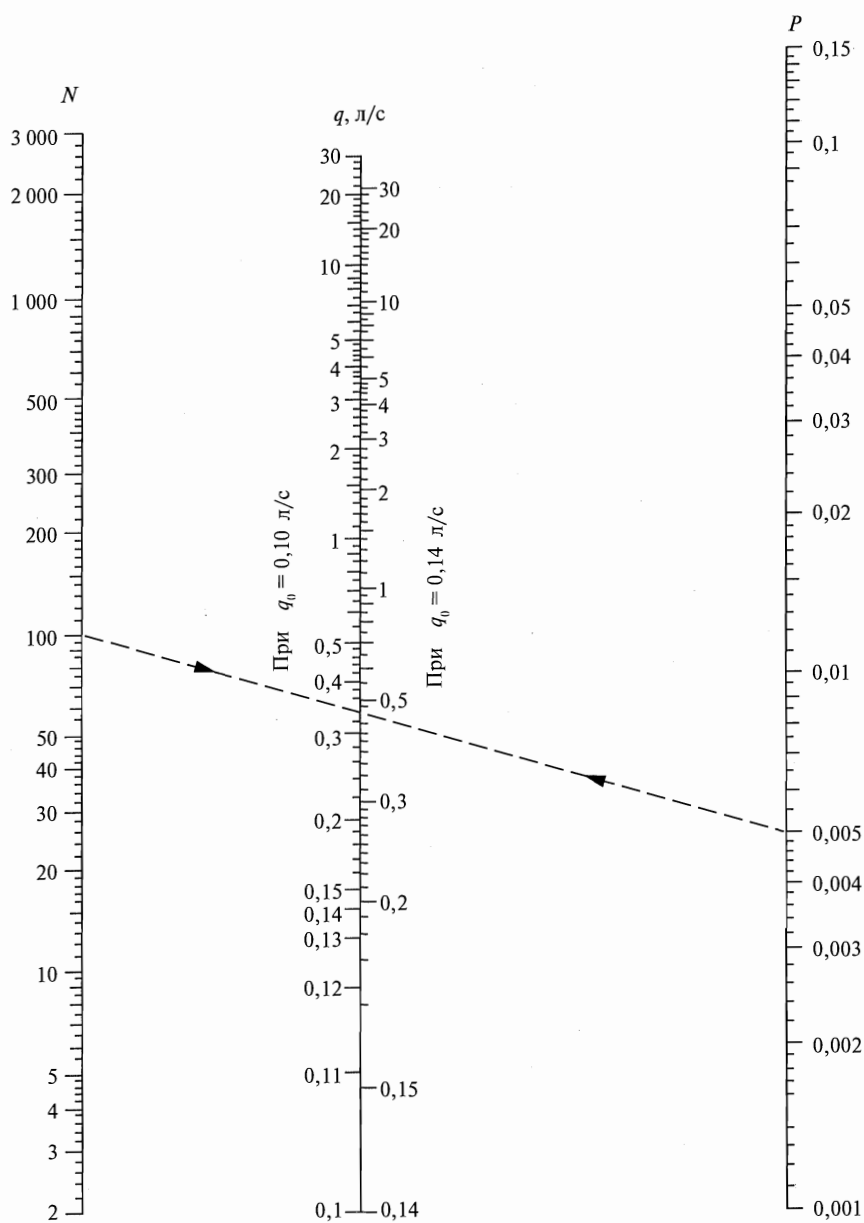


Рис. 4.4. Номограмма для определения секундных расходов воды q при $q_0 = 0,10$ и $0,14$ л/с и $P \leq 0,15$

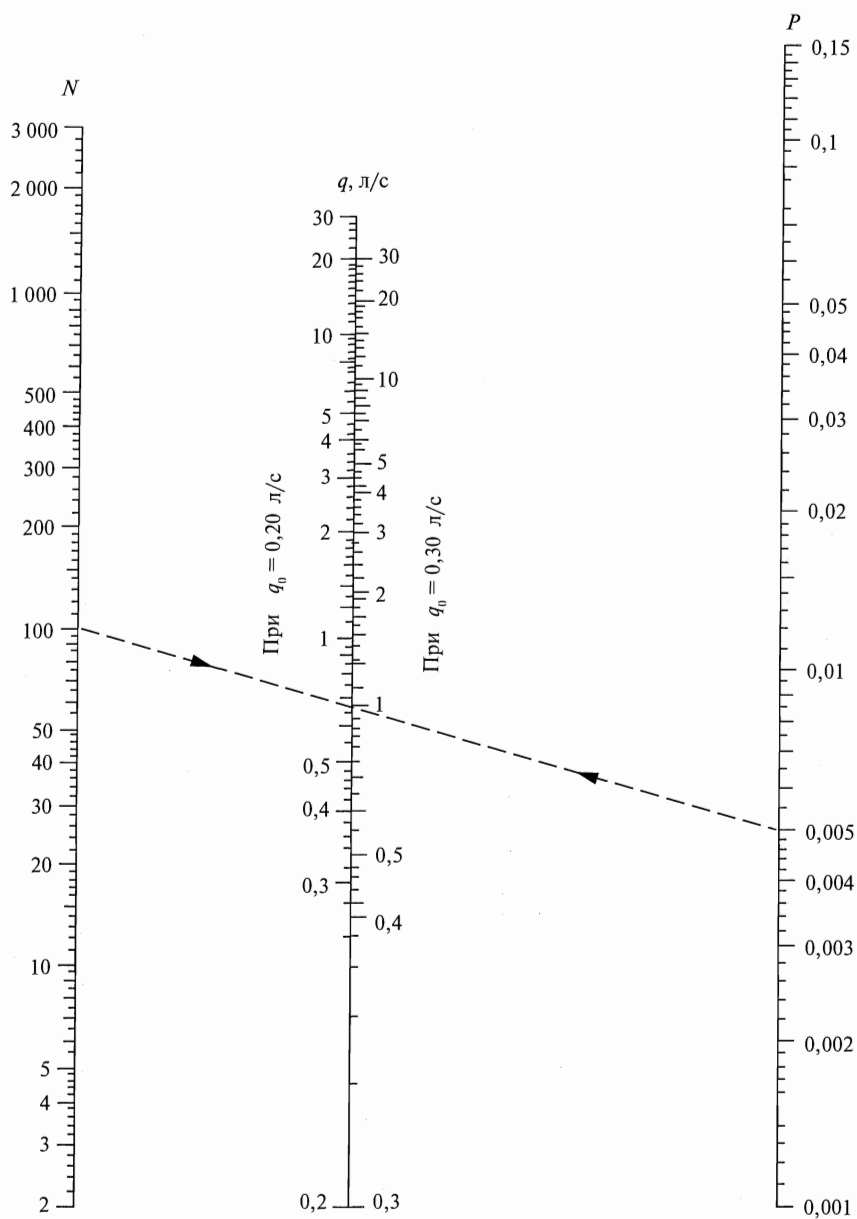


Рис. 4.5. Номограмма для определения секундных расходов воды q при $q_0 = 0,20$ и $0,30$ л/с и $P \leq 0,15$

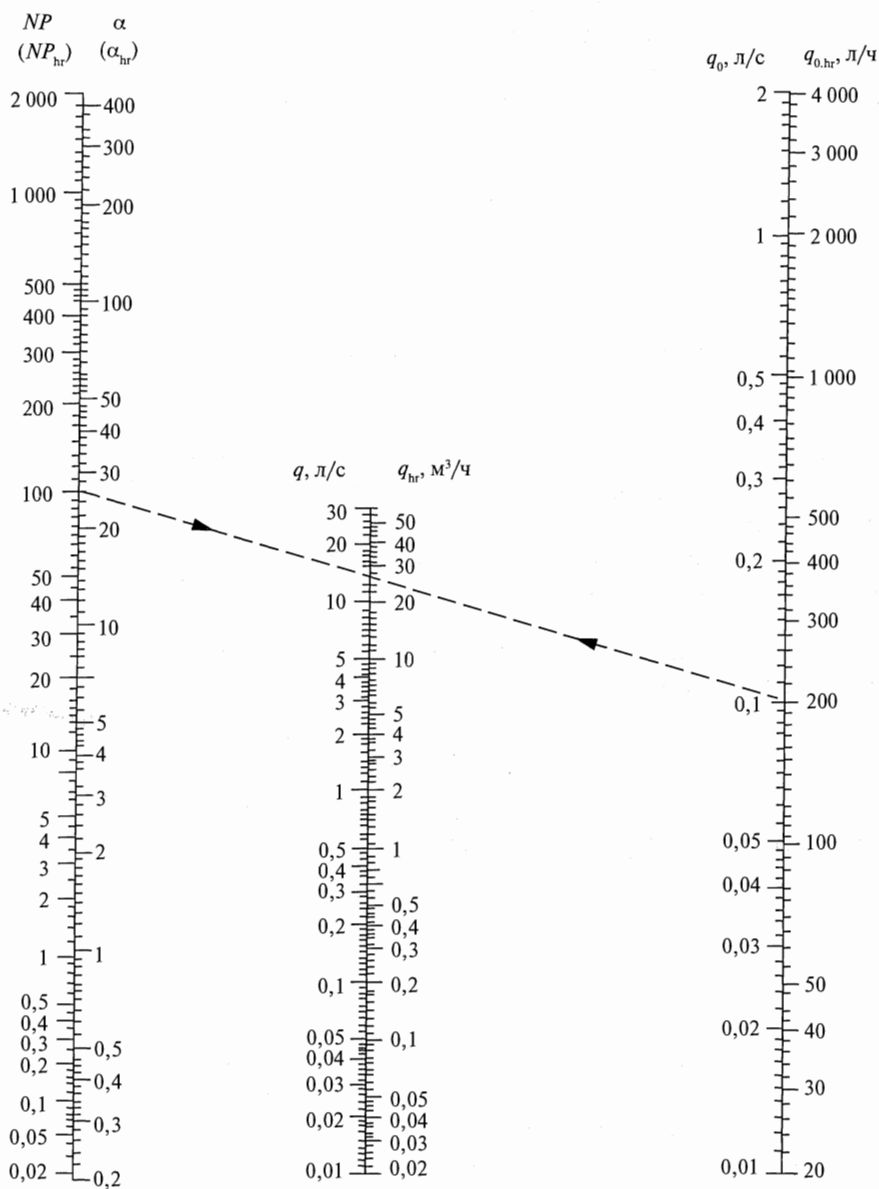


Рис. 4.6. Номограмма для определения секундных q и часовых q_{hr} расходов воды в зависимости от NP (NP_{hr}) при различных значениях q_0 , л/с, и $q_{0,hr}$, л/ч

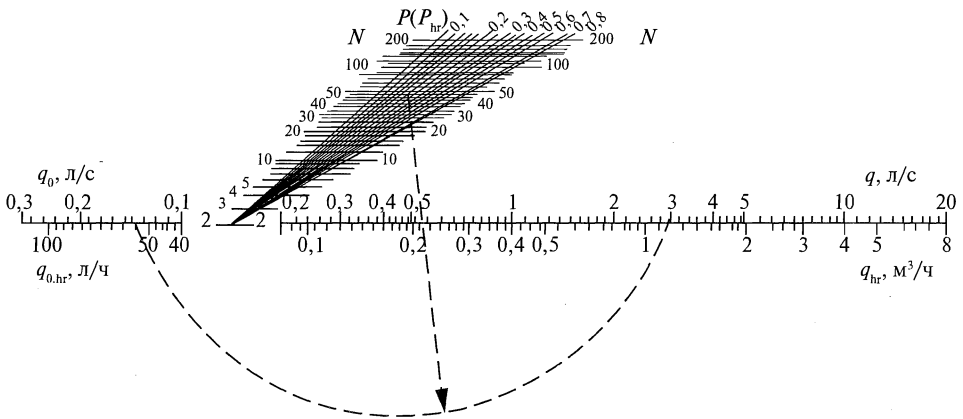


Рис. 4.7. Номограмма для определения секундных и часовых расходов воды q при $q_0 \leq 0,3$ л/с, $N \leq 200$ и $P > 0,1$

Расход воды на концевых участках сети принимают по расчету, но не менее максимального секундного расхода воды одним из установленных санитарно-технических приборов.

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

- при одинаковых водопотребителях в общественном здании (зданиях) без учета изменения соотношения U/N :

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{q_0 N \cdot 3600}; \quad (4.7)$$

- при отличающихся группах водопотребителей в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) различного назначения

$$P = \frac{\sum_i N_i P_i}{\sum_i N_i}. \quad (4.8)$$

Если число санитарно-технических приборов не известно, значение P вычисляют по формулам (4.7) и (4.8), принимая N (N_i) равным нулю.

Часовой расход воды санитарно-техническим прибором $q_{0,hr}$ ($q_{0,hr}^{tot}$, $q_{0,hr}^h$, $q_{0,hr}^c$), л/ч, определяют:

- при одинаковых типах водопотребителей согласно прил. 3 СНиП 2.04.01–85*;
- при разных типах водопотребителей по формуле

$$q_{0,hr} = \frac{\sum_i N_i P_{hr,i} q_{0,hr,i}}{\sum_i N_i P_{hr,i}}. \quad (4.9)$$

При отсутствии сведений о числе и технических характеристиках санитарно-технических приборов принимают $q_{0,hr}^{tot} = 300$ л/ч, $q_{0,hr}^h = q_{0,hr}^c = 200$ л/ч.

Вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом P_{hr} определяют по формуле

$$P_{hr} = \frac{3\ 600 P q_0}{q_{0,hr}}. \quad (4.10)$$

Максимальный часовой расход воды q_{hr} (q_{hr}^{tot} , q_{hr}^h , q_{hr}^c), м³/ч, находят по формуле

$$q_{hr} = 0,005\ q_{0,hr}\ \alpha_{hr}, \quad (4.11)$$

где α_{hr} — то же, что в формуле (4.6).

Средний часовой расход воды за период (сутки) максимального водопотребления q_T (q_T^{tot} , q_T^h , q_T^c), м³/ч, определяют по формуле

$$q_T = \frac{\sum_1^i q_{ui} U_i}{1\ 000 t}, \quad (4.12)$$

где t — период максимального водопотребления, ч.

Суточный расход воды равен сумме расходов воды всех потребителей и расхода воды на поливку.

Определение нормативных расходов по СТО 024947335.2-01–2006

В СТО 024947335.2-01–2006, в отличие от СНиП 2.04.01–85*, содержится другое определение понятия «внутренний водопроводов»; взамен нормы водопотребления введено понятие «удельный средний суточный (за год) расход воды».

В стандарте приведена новая методика определения расчетных расходов воды, в которую включены новые позиции, например, касающиеся проектирования горячего водоснабжения.

Для гидравлического расчета трубопроводов внутреннего водоснабжения и подбора оборудования необходимо знать следующие расходы воды (общий, горячей и холодной воды):

- расчетные средние суточные расходы за расчетное время потребления воды, м³/сут;
- расчетные максимальные суточные расходы, м³/сут;
- расчетные максимальные часовые расходы, м³/ч;
- расчетные средние часовые расходы, м³/ч;
- расчетные минимальные часовые расходы, м³/ч;
- расчетные максимальные секундные расходы, л/с.

Расчетные средние суточные расходы воды для j -го расчетного участка трубопровода Q_{Tj} , м³/сут, определяют по формулам:

- холодной воды

$$Q_{Tj}^c = \sum_i Q_{Ti}^c; \quad (4.13)$$

- горячей воды

$$Q_{Tj}^h = \sum_i Q_{Ti}^h; \quad (4.14)$$

- общий

$$Q_{Tj}^{\text{tot}} = \sum_i Q_{Ti}^{\text{tot}}. \quad (4.15)$$

Здесь Q_{Tj}^c , Q_{Tj}^h , Q_{Tj}^{tot} — расчетные средние суточные расходы воды (холодной, горячей, общий), поступающие по j -му расчетному участку трубопровода внутреннего водоснабжения к конкретным санитарно-техническим приборам, л/сут;

i — потребители, к которым вода поступает по j -му расчетному участку трубопровода внутреннего водоснабжения к различным санитарно-техническим приборам; подается требуемый расход воды (табл. 4.5);

Q_{Ti}^c , Q_{Ti}^h , Q_{Ti}^{tot} — расчетные средние суточные расходы воды (холодной, горячей, общий) для различных видов потребителей, л/сут; определяют по табл. 4.6.

Для каждой группы однородных (одинаковых) потребителей в формулах (4.13)—(4.15) суммирование заменяют умножением величин расчетных средних суточных расходов для одного потребителя на число потребителей.

Таблица 4.5
Расчетные (средние часовые) расходы воды для различных видов санитарно-технических приборов

Санитарно-технический прибор	Значения q , л/ч					
	Баня, прачечная	Учебное заведение, школа, административное здание, НИИ	Лечебное учреждение, дом отдыха, санаторий, ясли-сад, промтоварный магазин	Гостиница, общежитие, школьный интернат, пионерский лагерь	Предприятие общественного питания, продовольственный магазин	Спортсооружение, театр, кинотеатр
Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем (в том числе на гибком шланге)	4 + 6*	8 + 12	8 + 12	6 + 9	125 + 125	125 + 125
То же с аэратором и регулятором расхода воды	3 + 5	6 + 9	6 + 9	5 + 7	120 + 120	120 + 120
Мойка с краном горячей и холодной воды	—	—	50 + 50	50 + 50	150 + 150	150 + 150

Окончание табл. 4.5

Санитарно-технический прибор	Значения q , л/ч					
	Баня, прачечная	Учебное заведение, школа, административное здание, НИИ	Лечебное учреждение, дом отдыха, санаторий, ясли-сад, промтоварный магазин	Гостиница, общежитие, школьный интернат, пионерский лагерь	Предприятие общественного питания, продовольственный магазин	Спортсооружение, театр, кинотеатр
Душ индивидуального пользования	150 + 150	—	—	12 + 13	—	12 + 13
Сидячая ванна	100 + 100	—	160 + 160	11 + 17	—	11 + 17
Ванна длиной 1 500—1 700 мм	125 + 125	—	160 + 160	11 + 17	—	11 + 17
Гигиенический душ (биде)	0,5 + 0,5	0,5 + 0,5	0,5 + 0,5	0,5 + 0,5	0,5 + 0,5	0,5 + 0,5
Унитаз со смывным бачком	12**	14	12	12	12	90
Унитаз со смывным краном	12	14	12	12	12	90
Ножная ванна со смесителем	100 + 100	—	100 + 100	25 + 25	25 + 25	25 + 25
Писсуар	10	10	10	10	10	20
Умывальник со смесителем	10 + 10	2 + 3	5 + 7	4 + 6	20 + 20	20 + 20
Ванна медицинская, $D_y = 20$ мм	—	—	250 + 200	—	—	—
То же со смесителем, $D_y = 25$ мм	—	—	300 + 250	—	—	—
То же со смесителем, $D_y = 32$ мм	—	—	330 + 270	—	—	—
Субаквальная ванна	—	—	200 + 200	—	—	—
Ванна с подводным массажем	—	—	300 + 200	—	—	—
Контрастная ванна	—	—	200 + 200	—	—	—
Раковина лабораторная, водоразборная колонка	20	20	20	20	—	—
Раковина со смесителем	8 + 12	8 + 12	8 + 12	8 + 12	—	—
* Расход холодной воды (первое число), расход горячей воды (второе число), общий расход воды — сумма расходов холодной и горячей воды.						
** Расход холодной воды.						

Таблица 4.6
Расчетные средние суточные расходы воды на потребителя

Объект	Потребитель	Значение расхода $Q_{т.г}$, л/сут		Продолжительность водоразбора t_p , ч
		общий	в том числе горячей воды	
Общежитие: • с общими душевыми • с душами при всех жилых комнатах	Один житель	90 140	50 80	24
Гостиница, пансионат и мотель: • с общими ваннами и душами • с душами во всех номерах • с ванными во всех номерах	Один житель	120 230 300	70 140 180	24
Лечебное учреждение: • с общими ваннами и душами • с санитарными узлами, приближенными к палатам • инфекционное	Одна койка	120 200 240	75 90 110	24
Санаторий и дом отдыха: • с общими душами • с душами при всех жилых комнатах • с ваннами при всех жилых комнатах	Одна койка	130 150 200	65 75 100	24
Детский оздоровительный лагерь: • со столовыми на полуфабрикатах, без стирки белья • со столовыми, работающими на сырье и прачечными	Одно место	60 200	30 100	24
Детские ясли-сад и школа-интернат с дневным пребыванием детей: • со столовыми на полуфабрикатах • со столовыми, работающими на сырье и прачечными	Один ребенок	40	20	10
То же с круглосуточным пребыванием детей: • со столовыми на полуфабрикатах • со столовыми, работающими на сырье и прачечными	Один ребенок	60 120	30 40	24
Учебное заведение с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	Один учащийся и один преподаватель	20	8	8
Административное здание	Один работающий	15	6	8
Предприятие общественного питания для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале	Одно блюдо	12	4	—
Магазин: • продовольственный (без холодильных установок) • промтоварный	Один работник в смену или 20 м торгового зала Один работник в смену	250 20	65 8	8
Поликлиника и амбулатория	Один больной Один работающий в смену	10 30	4 12	10 10

Окончание табл. 4.6

Объект	Потребитель	Значение расхода $Q_{T,j}$, л/сут		Продолжительность водоразбора t_j , ч
		общий	в том числе горячей воды	
Аптека: • торговый зал и подсобные помещения • лаборатория приготовления лекарств	Один работающий	30 310	12 55	12 12
Парикмахерская	Одно рабочее место в смену	56	33	12
Кинотеатр, клуб и театр: • для зрителей • для артистов	Одно посещение Один человек	8 40	3 25	4 8
Стадион и спортзал: • для зрителей • для физкультурников с учетом приема душа • для спортсменов с учетом приема душа	Одно место	3	1	4
	Один человек	50	30	11
	Один человек	100	60	11
Плавательный бассейн: • для зрителей • для спортсменов (физкультурников)	Одно место	3	1	6
	Один человек	100	60	8
То же с учетом приема душа на пополнение бассейна	% вместимости бассейна	10	—	8
Баня: • для мытья в мыльной и с ополаскиванием в душе • то же с приемом оздоровительных процедур • душевая кабина • ванная кабина	Один посетитель	180	120	3
		290	190	
		360	240	
		540	360	
Прачечная: • немеханизированная • механизированная	1 кг сухого белья	40 75	15 25	— —
		Примечание. В других случаях расход воды принимают по потребителям, аналогичным по характеру водопотребления.		

Расчетные средние часовые расходы воды $q_{T,j}$ ($q_{T,j}^c$, $q_{T,j}^h$, $q_{T,j}^{tot}$), м³/ч, для j -го расчетного участка трубопроводов внутреннего водоснабжения определяют по формулам:

- холодной воды

$$q_{T,j}^c = \sum_i q_{T,i}^c; \quad (4.16)$$

- горячей воды

$$q_{T,j}^h = \sum_i q_{T,i}^h; \quad (4.17)$$

• общий

$$q_{Tj}^{\text{tot}} = \sum_i q_{Ti}^{\text{tot}}, \quad (4.18)$$

где q_{Ti}^c , q_{Ti}^h , q_{Ti}^{tot} — расчетные средние часовые расходы воды, л/ч; для i -го потребителя (санитарно-технического прибора) принимают по табл. 4.5, для различных потребителей — Q_{Ti}/t_i (см. табл. 4.6).

Для каждой группы однородных (одинаковых) потребителей (приборов) в формулах (4.16)—(4.18) суммирование заменяют умножением величин расчетных средних часовых расходов для одного потребителя на число потребителей.

Расчетные максимальные часовые, м³/ч, и секундные, л/с, расходы воды для расчетных участков трубопровода внутреннего холодного и горячего водоснабжения определяют в зависимости от средних часовых расходов и количества приборов (табл. 4.7 и 4.8).

Средний расчетный часовой расход воды $q_{\text{нр}}^h$, $q_{\text{нр}}^c$ или $q_{\text{нр}}^{\text{tot}}$, л/ч, находят как частное от деления расчетного среднего часового расхода на расчетном участке сети на общее число санитарно-технических приборов N или потребителей U , к которым подается вода.

Число санитарно-технических приборов (потребителей воды) N определяют для системы водоснабжения в целом и для отдельных участков расчетной схемы сети.

Таблица 4.7
Расчетные максимальные расходы воды в зависимости
от средних часовых расходов и количества приборов

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	23
1	горячей (общий)	л/с	0,22	0,28	0,33	0,39	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,71
		м ³ /ч	0,12	0,15	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36
	холодной	л/с	0,17	0,21	0,26	0,30	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50	0,55
		м ³ /ч	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
2	горячей (общий)	л/с	0,23	0,29	0,34	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,66	0,73
		м ³ /ч	0,18	0,21	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,53
	холодной	л/с	0,18	0,22	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,56
		м ³ /ч	0,13	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41
3	горячей (общий)	л/с	0,25	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,76
		м ³ /ч	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42	0,47	0,52	0,57	0,61	0,66
	холодной	л/с	0,19	0,23	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,59
		м ³ /ч	0,17	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,52
4	горячей (общий)	л/с	0,26	0,32	0,38	0,44	0,51	0,57	0,62	0,68	0,73	0,80
		м ³ /ч	0,26	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	0,78
	холодной	л/с	0,20	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,62
		м ³ /ч	0,20	0,24	0,29	0,33	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,61

Продолжение табл. 4.7

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	23
5	горячей (общий)	л/с	0,27	0,33	0,40	0,46	0,53	0,59	0,65	0,71	0,76	0,83
		м³/ч	0,30	0,36	0,42	0,49	0,56	0,63	0,69	0,75	0,81	0,88
	холодной	л/с	0,21	0,26	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,65
		м³/ч	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,70
6	горячей (общий)	л/с	0,29	0,35	0,41	0,48	0,55	0,62	0,68	0,74	0,79	0,87
		м³/ч	0,33	0,40	0,47	0,55	0,62	0,70	0,77	0,83	0,90	0,98
	холодной	л/с	0,22	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	0,68
		м³/ч	0,25	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,66	0,71	0,77
7	горячей (общий)	л/с	0,30	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,90
		м³/ч	0,36	0,43	0,51	0,60	0,68	0,76	0,84	0,91	0,98	1,07
	холодной	л/с	0,23	0,28	0,33	0,39	0,44	0,50	0,55	0,60	0,64	0,70
		м³/ч	0,28	0,33	0,40	0,46	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,85
8	горячей (общий)	л/с	0,31	0,38	0,45	0,52	0,59	0,66	0,73	0,79	0,85	0,93
		м³/ч	0,39	0,47	0,56	0,64	0,73	0,82	0,91	0,98	1,06	1,16
	холодной	л/с	0,24	0,29	0,35	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,66	0,73
		м³/ч	0,30	0,36	0,43	0,50	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84	0,92
9	горячей (общий)	л/с	0,33	0,39	0,46	0,54	0,61	0,68	0,75	0,82	0,88	0,96
		м³/ч	0,42	0,50	0,60	0,69	0,79	0,88	0,97	1,05	1,03	1,24
	холодной	л/с	0,25	0,30	0,36	0,42	0,48	0,53	0,59	0,64	0,69	0,75
		м³/ч	0,32	0,39	0,46	0,54	0,62	0,69	0,77	0,83	0,90	0,99
10	горячей (общий)	л/с	0,34	0,40	0,48	0,55	0,63	0,71	0,78	0,84	0,91	0,99
		м³/ч	0,45	0,54	0,63	0,73	0,84	0,94	1,03	1,12	1,21	1,32
	холодной	л/с	0,26	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	0,78
		м³/ч	0,34	0,41	0,49	0,58	0,66	0,74	0,82	0,89	0,96	1,05
12	горячей (общий)	л/с	0,36	0,43	0,51	0,59	0,67	0,75	0,82	0,89	0,96	1,05
		м³/ч	0,51	0,60	0,71	0,82	0,93	1,04	1,15	1,25	1,34	1,47
	холодной	л/с	0,28	0,33	0,39	0,46	0,52	0,58	0,64	0,70	0,75	0,82
		м³/ч	0,39	0,47	0,55	0,64	0,74	0,82	0,91	0,99	1,07	1,18
14	горячей (общий)	л/с	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70	0,78	0,86	0,94	1,01	1,10
		м³/ч	0,56	0,66	0,78	0,90	1,02	1,14	1,26	1,37	1,47	1,61
	холодной	л/с	0,29	0,35	0,42	0,48	0,55	0,61	0,68	0,73	0,79	0,86
		м³/ч	0,43	0,51	0,61	0,71	0,81	0,91	1,00	1,09	1,18	1,30
16	горячей (общий)	л/с	0,40	0,48	0,56	0,65	0,74	0,82	0,90	0,98	1,05	1,15
		м³/ч	0,61	0,72	0,84	0,98	1,11	1,24	1,36	1,48	1,60	1,75
	холодной	л/с	0,31	0,37	0,44	0,51	0,58	0,64	0,71	0,77	0,83	0,91
		м³/ч	0,47	0,56	0,66	0,77	0,88	0,99	1,09	1,19	1,28	1,41

Продолжение табл. 4.7

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	23
18	горячей (общий)	л/с	0,42	0,50	0,59	0,68	0,77	0,86	0,94	1,02	1,10	1,20
		м³/ч	0,66	0,78	0,91	1,05	1,19	1,33	1,47	1,59	1,72	1,88
	холодной	л/с	0,33	0,39	0,46	0,53	0,60	0,67	0,74	0,80	0,86	0,95
		м³/ч	0,51	0,60	0,72	0,83	0,95	1,06	1,17	1,28	1,38	1,52
20	горячей (общий)	л/с	0,45	0,52	0,61	0,70	0,80	0,89	0,98	1,06	1,14	1,24
		м³/ч	0,71	0,83	0,97	1,12	1,27	1,42	1,56	1,70	1,83	2,01
	холодной	л/с	0,34	0,41	0,48	0,55	0,63	0,70	0,77	0,84	0,90	0,98
		м³/ч	0,54	0,65	0,77	0,89	1,01	1,14	1,26	1,37	1,48	1,63
22	горячей (общий)	л/с	0,47	0,55	0,64	0,73	0,83	0,92	1,01	1,10	1,18	1,29
		м³/ч	0,76	0,89	1,03	1,19	1,35	1,51	1,66	1,80	1,94	2,13
	холодной	л/с	0,36	0,42	0,50	0,57	0,65	0,73	0,80	0,87	0,93	1,02
		м³/ч	0,58	0,69	0,82	0,95	1,08	1,21	1,34	1,46	1,57	1,73
24	горячей (общий)	л/с	0,48	0,57	0,66	0,76	0,86	0,95	1,05	1,14	1,22	1,33
		м³/ч	0,81	0,94	1,09	1,26	1,43	1,59	1,75	1,90	2,05	2,25
	холодной	л/с	0,37	0,44	0,52	0,59	0,67	0,75	0,83	0,90	0,97	1,06
		м³/ч	0,62	0,73	0,86	1,00	1,14	1,28	1,41	1,54	1,66	1,84
26	горячей (общий)	л/с	0,50	0,59	0,68	0,78	0,88	0,98	1,08	1,17	1,26	1,37
		м³/ч	0,85	0,99	1,15	1,32	1,50	1,67	1,84	2,00	2,16	2,37
	холодной	л/с	0,39	0,46	0,53	0,62	0,70	0,78	0,85	0,93	1,00	1,09
		м³/ч	0,65	0,77	0,91	1,06	1,20	1,35	1,49	1,63	1,75	1,93
28	горячей (общий)	л/с	0,52	0,61	0,71	0,81	0,91	1,01	1,11	1,21	1,30	1,42
		м³/ч	0,90	1,04	1,21	1,39	1,57	1,75	1,93	2,10	2,26	2,48
	холодной	л/с	0,40	0,47	0,55	0,64	0,72	0,80	0,88	0,96	1,03	1,13
		м³/ч	0,69	0,82	0,96	1,11	1,26	1,42	1,56	1,71	1,84	2,03
30	горячей (общий)	л/с	0,54	0,63	0,73	0,83	0,94	1,04	1,15	1,24	1,33	1,46
		м³/ч	0,94	1,09	1,27	1,45	1,64	1,83	2,02	2,19	2,36	2,59
	холодной	л/с	0,42	0,49	0,57	0,66	0,74	0,83	0,91	0,99	1,06	1,16
		м³/ч	0,72	0,86	1,01	1,16	1,32	1,48	1,64	1,79	1,93	2,13
40	горячей (общий)	л/с	0,63	0,73	0,83	0,95	1,07	1,18	1,36	1,40	1,51	1,65
		м³/ч	1,16	1,33	1,54	1,76	1,99	2,21	2,43	2,64	2,85	3,13
	холодной	л/с	0,49	0,57	0,66	0,75	0,85	0,94	1,03	1,12	1,21	1,32
		м³/ч	0,89	1,05	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,17	2,34	2,59
50	горячей (общий)	л/с	0,72	0,82	0,93	1,06	1,19	1,31	1,44	1,56	1,67	1,82
		м³/ч	1,38	1,57	1,80	2,05	2,31	2,57	2,82	3,07	3,30	3,63
	холодной	л/с	0,55	0,64	0,74	0,84	0,95	1,05	1,15	1,25	1,34	1,47
		м³/ч	1,06	1,24	1,44	1,66	1,88	2,11	2,32	2,53	2,74	3,03

Продолжение табл. 4.7

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	23
60	горячей (общий)	л/с	0,80	0,90	1,03	1,16	1,30	1,44	1,57	1,70	1,82	1,99
		м³/ч	1,58	1,79	2,05	2,33	2,62	2,91	3,20	3,47	3,74	4,11
	холод-ной	л/с	0,62	0,71	0,81	0,93	1,04	1,15	1,26	1,37	1,47	1,62
		м³/ч	1,22	1,42	1,65	1,90	2,15	2,40	2,65	2,89	3,12	3,45
70	горячей (общий)	л/с	0,88	0,99	1,12	1,26	1,41	1,56	1,70	1,84	1,97	2,15
		м³/ч	1,79	2,01	2,29	2,60	2,92	3,24	3,56	3,87	4,16	4,58
	холод-ной	л/с	0,68	0,78	0,89	1,01	1,13	1,25	1,37	1,49	1,60	1,75
		м³/ч	1,38	1,60	1,85	2,12	2,40	2,68	2,96	3,23	3,49	3,86
80	горячей (общий)	л/с	0,95	1,07	1,21	1,36	1,52	1,67	1,82	1,97	2,11	2,31
		м³/ч	1,99	2,23	2,53	2,87	3,22	3,57	3,91	4,25	4,57	5,03
	холод-ной	л/с	0,74	0,84	0,96	1,09	1,22	1,35	1,48	1,60	1,72	1,89
		м³/ч	1,53	1,77	2,05	2,35	2,65	2,96	3,26	3,56	3,85	4,26
90	горячей (общий)	л/с	1,03	1,15	1,30	1,46	1,62	1,78	1,94	2,10	2,25	2,46
		м³/ч	2,18	2,44	2,77	3,13	3,51	3,88	4,26	4,62	4,97	5,48
	холод-ной	л/с	0,79	0,91	1,03	1,17	1,31	1,44	1,58	1,71	1,84	2,02
		м³/ч	1,68	1,94	2,24	2,57	2,90	3,23	3,56	3,89	4,20	4,65
100	горячей (общий)	л/с	1,10	1,23	1,38	1,55	1,72	1,89	2,06	2,23	2,39	2,61
		м³/ч	2,38	2,65	3,00	3,39	3,79	4,19	4,60	4,99	5,37	5,92
	холод-ной	л/с	0,85	0,97	1,10	1,24	1,39	1,54	1,68	1,82	1,96	2,15
		м³/ч	1,83	2,11	2,44	2,78	3,14	3,50	3,86	4,21	4,55	5,04
150	горячей (общий)	л/с	1,45	1,60	1,79	1,99	2,20	2,41	2,62	2,83	3,03	3,31
		м³/ч	3,32	3,66	4,12	4,62	5,16	5,69	6,23	6,76	7,27	8,02
	холод-ной	л/с	1,12	1,27	1,43	1,61	1,79	1,98	2,16	2,34	2,51	2,76
		м³/ч	2,57	2,93	3,37	3,84	4,32	4,80	5,29	5,76	6,23	6,91
200	горячей (общий)	л/с	1,78	1,95	2,17	2,40	2,65	2,90	3,15	3,39	3,63	3,98
		м³/ч	4,23	4,63	5,19	5,81	6,47	7,13	7,79	8,45	9,10	10,00
	холод-ной	л/с	1,38	1,55	1,75	1,96	2,18	2,39	2,61	2,83	3,04	3,34
		м³/ч	3,27	3,72	4,27	4,85	5,45	6,06	6,66	7,26	7,85	8,71
300	горячей (общий)	л/с	2,41	2,61	2,89	3,19	3,51	3,83	4,15	4,47	4,78	5,24
		м³/ч	6,00	6,52	7,27	8,11	8,99	9,90	10,80	11,70	12,60	13,90
	холод-ной	л/с	1,86	2,08	2,34	2,62	2,90	3,19	3,48	3,76	4,04	4,45
		м³/ч	4,64	5,26	6,01	6,81	7,64	8,48	9,33	10,20	11,00	12,20
400	горячей (общий)	л/с	3,00	3,24	3,57	3,93	4,32	4,71	5,10	5,49	5,88	6,45
		м³/ч	7,70	8,33	9,27	10,30	11,40	12,60	13,70	14,90	16,00	17,70
	холод-ной	л/с	2,32	2,59	2,91	3,25	3,60	3,99	4,31	4,66	5,01	5,53
		м³/ч	5,96	6,74	7,69	8,71	9,77	10,80	11,90	13,00	14,10	15,60

Окончание табл. 4.7

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	23
500	горячей (общий)	л/с	3,56	3,84	4,22	4,65	5,10	5,56	6,03	6,49	6,95	7,62
		м³/ч	9,36	10,10	11,20	12,50	13,80	15,20	16,60	18,00	19,40	21,40
	холодной	л/с	2,76	3,07	3,45	3,85	4,27	4,69	5,12	5,54	5,96	6,57
		м³/ч	7,25	8,19	9,34	10,60	11,90	13,20	14,50	15,80	17,10	19,00
600	горячей (общий)	л/с	4,11	4,24	4,86	5,35	5,87	6,40	6,93	7,46	7,99	8,77
		м³/ч	11,00	11,80	13,20	14,60	16,20	17,80	19,40	21,00	22,70	25,10
	холодной	л/с	3,18	3,55	3,98	4,45	4,93	5,42	5,91	6,39	6,88	7,60
		м³/ч	8,52	9,61	11,00	12,40	13,90	15,40	17,00	1,85	20,00	22,30
700	горячей (общий)	л/с	4,64	4,99	5,48	6,04	6,62	7,21	7,81	8,41	9,01	9,90
		м³/ч	12,60	13,60	15,00	16,70	18,50	20,40	22,20	24,10	25,90	28,70
	холодной	л/с	3,60	4,01	4,50	5,03	5,57	6,13	6,68	7,24	7,79	8,61
		м³/ч	9,76	11,00	12,60	14,20	16,00	17,70	19,50	21,20	23,00	25,60
800	горячей (общий)	л/с	5,16	5,54	6,09	6,71	7,35	8,02	8,68	9,35	10,00	11,00
		м³/ч	14,20	15,20	16,90	18,80	20,80	22,90	25,00	27,10	29,20	32,30
	холодной	л/с	4,00	4,46	5,01	5,60	6,21	6,83	7,45	8,07	8,69	9,61
		м³/ч	11,00	12,40	14,10	16,00	18,00	20,00	21,90	23,90	25,90	28,90
900	горячей (общий)	л/с	5,67	6,09	6,69	7,37	8,08	8,81	9,54	10,30	11,00	12,10
		м³/ч	15,70	16,90	18,80	20,90	23,10	25,40	27,70	30,00	32,40	35,80
	холодной	л/с	4,40	4,90	5,51	6,16	6,84	7,52	8,21	8,89	9,58	10,60
		м³/ч	12,20	13,80	15,70	17,80	20,00	22,20	24,40	26,60	28,80	32,10
1 000	горячей (общий)	л/с	6,17	6,62	7,28	8,02	8,79	9,59	10,40	11,20	12,00	—
		м³/ч	17,20	18,60	20,60	22,90	25,40	27,90	30,40	33,00	35,50	—
	холодной	л/с	4,78	5,34	6,00	6,72	7,45	8,20	8,96	9,71	10,50	—
		м³/ч	13,40	15,10	17,30	19,60	22,00	24,40	26,10	29,30	31,70	—
1 500	горячей (общий)	л/с	8,56	9,19	10,10	11,20	12,30	13,40	14,50	—	—	—
		м³/ч	24,70	26,60	29,50	32,90	36,40	40,10	43,80	—	—	—
	холодной	л/с	6,65	7,44	8,39	9,42	10,50	11,50	12,60	—	—	—
		м³/ч	19,20	21,70	24,90	28,20	31,70	35,30	38,80	—	—	—
2 000	горячей (общий)	л/с	10,80	11,60	12,80	14,20	15,60	—	—	—	—	—
		м³/ч	31,90	34,40	38,20	42,60	47,20	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	8,43	9,45	10,70	12,00	13,40	—	—	—	—	—
		м³/ч	24,80	28,20	32,30	36,70	41,30	—	—	—	—	—
2 500	горячей (общий)	л/с	13,00	14,00	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	38,90	42,00	—	—	—	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	10,10	11,40	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	30,30	34,50	—	—	—	—	—	—	—	—
3 000	горячей (общий)	л/с	15,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	45,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	11,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	35,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 4.8
Расчетные максимальные расходы воды в зависимости
от средних часовых расходов и количества приборов

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			26	30	35	40	45	50	55	60	70	80
1	горячей (общий)	л/с	0,76	0,81	0,86	0,90	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
		м³/ч	0,39	0,42	0,44	0,46	0,47	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52
	холод-ной	л/с	0,59	0,63	0,67	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77
		м³/ч	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42
2	горячей (общий)	л/с	0,78	0,84	0,89	0,93	0,96	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02
		м³/ч	0,57	0,61	0,65	0,68	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,79
	холод-ной	л/с	0,60	0,65	0,69	0,72	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80
		м³/ч	0,44	0,48	0,51	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64
3	горячей (общий)	л/с	0,82	0,88	0,93	0,97	1,00	1,03	1,04	1,05	1,07	1,09
		м³/ч	0,71	0,76	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,95	0,98	1,01
	холод-ной	л/с	0,63	0,68	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85
		м³/ч	0,56	0,60	0,64	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,80	0,83
4	горячей (общий)	л/с	0,86	0,92	0,98	1,02	1,05	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15
		м³/ч	0,84	0,90	0,96	1,01	1,05	1,08	1,11	1,13	1,18	1,22
	холод-ной	л/с	0,67	0,72	0,76	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,91
		м³/ч	0,66	0,71	0,76	0,81	0,84	0,87	0,90	0,92	0,97	1,01
5	горячей (общий)	л/с	0,89	0,96	1,02	1,07	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21
		м³/ч	0,95	1,02	1,10	1,15	1,20	1,24	1,27	1,30	1,35	1,41
	холод-ной	л/с	0,70	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96
		м³/ч	0,75	0,81	0,87	0,92	0,97	1,00	1,04	1,06	1,12	1,17
6	горячей (общий)	л/с	0,93	1,00	1,07	1,12	1,15	1,18	1,20	1,22	1,25	1,27
		м³/ч	1,05	1,14	1,22	1,28	1,34	1,38	1,42	1,46	1,52	1,59
	холод-ной	л/с	0,73	0,78	0,83	0,87	0,91	0,93	0,95	0,96	0,99	1,01
		м³/ч	0,84	0,90	0,98	1,03	1,08	1,13	1,16	1,20	1,27	1,33
7	горячей (общий)	л/с	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,23	1,25	1,27	1,30	1,33
		м³/ч	1,15	1,24	1,34	1,41	1,47	1,52	1,57	1,61	1,68	1,76
	холод-ной	л/с	0,75	0,81	0,87	0,91	0,94	0,97	0,99	1,01	1,04	1,06
		м³/ч	0,92	0,99	1,07	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,41	1,48
8	горячей (общий)	л/с	1,00	1,07	1,15	1,20	1,24	1,28	1,30	1,32	1,36	1,39
		м³/ч	1,25	1,35	1,45	1,53	1,59	1,65	1,70	1,75	1,84	1,92
	холод-ной	л/с	0,78	0,84	0,90	0,95	0,98	1,01	1,03	1,05	1,08	1,11
		м³/ч	0,99	1,08	1,17	1,24	1,30	1,36	1,41	1,45	1,54	1,63
9	горячей (общий)	л/с	1,03	1,11	1,19	1,24	1,29	1,32	1,35	1,37	1,41	1,45
		м³/ч	1,34	1,44	1,55	1,64	1,71	1,78	1,84	1,89	1,99	2,08
	холод-ной	л/с	0,81	0,87	0,93	0,98	1,02	1,05	1,07	1,09	1,13	1,16
		м³/ч	1,07	1,16	1,25	1,33	1,40	1,46	1,52	1,57	1,67	1,77

Продолжение табл. 4.8

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			26	30	35	40	45	50	55	60	70	80
10	горячей (общий)	л/с	1,06	1,14	1,22	1,28	1,33	1,36	1,39	1,42	1,46	1,50
		м³/ч	1,42	1,54	1,65	1,75	1,83	1,90	1,97	2,02	2,13	2,24
	холод-ной	л/с	0,83	0,90	0,96	1,01	1,05	1,08	1,11	1,13	1,17	1,21
		м³/ч	1,14	1,24	1,34	1,43	1,50	1,57	1,63	1,69	1,80	1,91
12	горячей (общий)	л/с	1,12	1,21	1,29	1,36	1,41	1,45	1,48	1,51	1,56	1,61
		м³/ч	1,59	1,72	1,85	1,96	2,06	2,14	2,21	2,28	2,42	2,55
	холод-ной	л/с	0,88	0,95	1,02	1,08	1,12	1,16	1,19	1,21	1,26	1,30
		м³/ч	1,28	1,39	1,51	1,61	1,69	1,77	1,85	1,92	2,05	2,18
14	горячей (общий)	л/с	1,18	1,27	1,36	1,43	1,48	1,53	1,57	1,60	1,66	1,71
		м³/ч	1,74	1,88	2,04	2,16	2,27	2,36	2,45	2,53	2,69	2,84
	холод-ной	л/с	0,93	1,00	1,08	1,14	1,18	1,22	1,26	1,29	1,34	1,39
		м³/ч	1,41	1,53	1,66	1,78	1,88	1,97	2,05	2,14	2,29	2,44
16	горячей (общий)	л/с	1,23	1,33	1,42	1,50	1,56	1,61	1,65	1,69	1,75	1,81
		м³/ч	1,89	2,05	2,21	2,35	2,47	2,58	2,68	2,77	2,95	3,13
	холод-ной	л/с	0,97	1,05	1,13	1,19	1,25	1,29	1,33	1,36	1,42	1,48
		м³/ч	1,53	1,67	1,82	1,94	2,06	2,16	2,26	2,35	2,53	2,70
18	горячей (общий)	л/с	1,29	1,39	1,49	1,57	1,63	1,68	1,73	1,77	1,84	1,91
		м³/ч	2,03	2,20	2,38	2,54	2,67	2,79	2,90	3,01	3,21	3,41
	холод-ной	л/с	1,02	1,10	1,18	1,25	1,31	1,35	1,39	1,43	1,50	1,57
		м³/ч	1,65	1,80	1,96	2,10	2,23	2,34	2,45	2,56	2,75	2,95
20	горячей (общий)	л/с	1,34	1,44	1,55	1,63	1,70	1,75	1,80	1,85	1,93	2,00
		м³/ч	2,17	2,35	2,55	2,72	2,86	3,00	3,12	3,24	3,46	3,68
	холод-ной	л/с	1,06	1,15	1,23	1,31	1,36	1,42	1,46	1,50	1,58	1,65
		м³/ч	1,77	1,93	2,11	2,26	2,40	2,52	2,64	2,76	2,98	3,20
22	горячей (общий)	л/с	1,38	1,49	1,60	1,69	1,76	1,82	1,88	1,93	2,01	2,10
		м³/ч	2,30	2,50	2,71	2,89	3,05	3,20	3,33	3,46	3,71	3,95
	холод-ной	л/с	1,10	1,19	1,28	1,36	1,42	1,48	1,52	1,57	1,65	1,73
		м³/ч	1,88	2,05	2,25	2,41	2,56	2,70	2,83	2,96	3,20	3,44
24	горячей (общий)	л/с	1,43	1,54	1,66	1,75	1,83	1,89	1,95	2,00	2,10	2,19
		м³/ч	2,43	2,64	2,87	3,06	3,24	3,39	3,54	3,68	3,95	4,22
	холод-ной	л/с	1,14	1,23	1,33	1,41	1,48	1,54	1,59	1,64	1,73	1,81
		м³/ч	1,99	2,18	2,38	2,56	2,72	2,87	3,02	3,16	3,42	3,68
26	горячей (общий)	л/с	1,48	1,59	1,71	1,81	1,89	1,96	2,02	2,08	2,18	2,28
		м³/ч	2,56	2,78	3,02	3,23	3,42	3,59	3,74	3,90	4,19	4,48
	холод-ной	л/с	1,18	1,28	1,38	1,46	1,53	1,59	1,65	1,70	1,80	1,89
		м³/ч	2,10	2,30	2,52	2,71	2,88	3,05	3,20	3,35	3,64	3,92
28	горячей (общий)	л/с	1,52	1,64	1,77	1,87	1,95	2,03	2,09	2,15	2,26	2,37
		м³/ч	2,68	2,92	3,17	3,40	3,59	3,78	3,95	4,11	4,43	4,74
	холод-ной	л/с	1,21	1,32	1,42	1,51	1,58	1,65	1,71	1,77	1,87	1,97
		м³/ч	2,21	2,42	2,65	2,85	3,04	3,21	3,38	3,54	3,85	4,16

Продолжение табл. 4.8

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			26	30	35	40	45	50	55	60	70	80
30	горячей (общий)	л/с	1,57	1,69	1,82	1,93	2,02	2,09	2,16	2,22	2,34	2,46
		м³/ч	2,80	3,05	3,32	3,56	3,77	3,96	4,15	4,32	4,66	5,00
	холодной	л/с	1,25	1,36	1,47	1,56	1,64	1,71	1,77	1,83	1,94	2,05
		м³/ч	2,31	2,53	2,78	3,00	3,19	3,38	3,56	3,73	4,07	4,40
40	горячей (общий)	л/с	1,77	1,92	2,07	2,20	2,31	2,40	2,49	2,57	2,73	2,88
		м³/ч	3,39	3,70	4,04	4,34	4,61	4,87	5,11	5,34	5,80	6,26
	холодной	л/с	1,43	1,55	1,68	1,79	1,89	1,98	2,06	2,14	2,28	2,43
		м³/ч	2,82	3,09	3,40	3,68	3,94	4,19	4,42	4,65	5,10	5,55
50	горячей (общий)	л/с	1,96	2,13	2,30	2,45	2,58	2,70	2,80	2,90	3,10	3,29
		м³/ч	3,94	4,30	4,71	5,08	5,41	5,73	6,03	6,33	6,91	7,48
	холодной	л/с	1,59	1,73	1,88	2,01	2,13	2,23	2,33	2,43	2,61	2,79
		м³/ч	3,30	3,63	4,00	4,34	4,66	4,97	5,26	5,55	6,11	6,67
60	горячей (общий)	л/с	2,15	2,33	2,52	2,69	2,84	2,98	3,10	3,22	3,46	3,69
		м³/ч	4,46	4,88	5,36	5,79	6,19	6,57	6,93	7,29	7,99	8,68
	холодной	л/с	1,75	1,90	2,07	2,22	2,36	2,48	2,60	2,71	2,93	3,15
		м³/ч	3,76	4,14	4,58	4,98	5,36	5,72	6,08	6,42	7,10	7,78
70	горячей (общий)	л/с	2,32	2,52	2,74	2,93	3,09	3,25	3,39	3,54	3,81	4,08
		м³/ч	4,97	5,45	5,99	6,48	6,95	7,38	7,81	8,22	9,04	9,86
	холодной	л/с	1,90	2,07	2,26	2,43	2,58	2,72	2,86	2,99	3,25	3,50
		м³/ч	4,21	4,64	5,14	5,61	6,05	6,47	6,88	7,28	8,08	8,87
80	горячей (общий)	л/с	2,49	2,71	2,94	3,15	3,34	3,51	3,68	3,84	4,15	4,46
		м³/ч	5,47	6,00	6,61	7,16	7,69	8,19	8,67	9,15	10,10	11,00
	холодной	л/с	2,04	2,23	2,44	2,63	2,80	2,96	3,11	3,26	3,56	3,85
		м³/ч	4,65	5,13	5,70	6,22	6,72	7,20	7,67	8,13	9,04	9,95
90	горячей (общий)	л/с	2,65	2,89	3,14	3,37	3,58	3,77	3,96	4,14	4,49	4,84
		м³/ч	5,95	6,54	7,21	7,83	8,42	8,98	9,52	10,10	11,10	12,20
	холодной	л/с	2,19	2,39	2,62	2,82	3,01	3,19	3,36	3,53	3,86	4,19
		м³/ч	5,08	5,62	6,24	6,82	7,38	7,92	8,45	8,97	10,00	11,00
100	горячей (общий)	л/с	2,81	3,06	3,34	3,34	3,59	3,82	4,03	4,23	4,82	5,21
		м³/ч	6,43	7,07	7,81	8,49	9,14	9,76	10,40	11,00	12,10	13,30
	холодной	л/с	2,33	2,54	2,79	3,02	3,22	3,42	3,61	3,80	4,16	4,52
		м³/ч	5,50	6,09	6,78	7,42	8,04	8,64	9,22	9,80	10,90	12,10
150	горячей (общий)	л/с	3,58	3,91	4,28	4,63	4,95	5,26	5,56	5,85	6,44	7,02
		м³/ч	8,73	9,63	10,70	11,70	12,60	13,60	14,50	15,40	17,20	19,00
	холодной	л/с	2,99	3,29	3,63	3,94	4,24	4,53	4,81	5,08	5,63	6,17
		м³/ч	7,56	8,40	9,38	10,30	11,20	12,10	13,00	13,90	15,60	17,30
200	горячей (общий)	л/с	4,30	4,71	5,18	5,62	6,04	6,44	6,83	7,22	8,00	8,77
		м³/ч	10,90	12,10	13,50	14,80	16,00	17,30	18,50	19,70	22,10	24,50
	холодной	л/с	3,63	4,00	4,43	4,83	5,22	5,59	5,96	6,33	7,05	7,78
		м³/ч	9,55	10,60	11,90	13,20	14,40	15,50	16,70	17,90	20,20	22,50

Окончание табл. 4.8

Количество приборов N	Расход воды	Единица измерения	Значение максимального расхода при среднем часовом расходе, л/ч									
			26	30	35	40	45	50	55	60	70	80
150	горячей (общий)	л/с	3,58	3,91	4,28	4,63	4,95	5,26	5,56	5,85	6,44	7,02
		м³/ч	8,73	9,63	10,70	11,70	12,60	13,60	14,50	15,40	17,20	19,00
	холодной	л/с	2,99	3,29	3,63	3,94	4,24	4,53	4,81	5,08	5,63	6,17
		м³/ч	7,56	8,40	9,38	10,30	11,20	12,10	13,00	13,90	15,60	17,30
200	горячей (общий)	л/с	4,30	4,71	5,18	5,62	6,04	6,44	6,83	7,22	8,00	8,77
		м³/ч	10,90	12,10	13,50	14,80	16,00	17,30	18,50	19,70	22,10	24,50
	холодной	л/с	3,63	4,00	4,43	4,83	5,22	5,59	5,96	6,33	7,05	7,78
		м³/ч	9,55	10,60	11,90	13,20	14,40	15,50	16,70	17,90	20,20	22,50
300	горячей (общий)	л/с	5,67	6,23	6,89	7,52	8,12	8,71	9,30	9,87	11,00	12,20
		м³/ч	15,20	16,90	18,80	20,80	22,60	24,50	26,30	28,10	31,80	35,40
	холодной	л/с	4,85	5,36	5,96	6,54	7,11	7,66	8,21	8,75	9,83	10,90
		м³/ч	13,40	15,00	16,80	18,70	20,50	22,20	24,00	25,70	29,20	32,70
400	горячей (общий)	л/с	6,99	7,70	8,54	9,35	10,10	10,90	11,70	12,40	14,00	15,50
		м³/ч	19,40	21,50	24,10	26,60	29,10	31,60	34,00	36,40	41,30	46,20
	холодной	л/с	6,03	6,67	7,45	8,21	8,94	9,67	10,40	11,10	12,50	14,00
		м³/ч	17,20	19,20	21,70	24,10	26,50	28,80	31,20	33,50	38,20	42,80
500	горячей (общий)	л/с	8,28	9,12	10,10	11,10	12,10	13,10	—	—	—	—
		м³/ч	23,40	26,00	29,30	32,40	35,50	38,50	—	—	—	—
	холодной	л/с	7,18	7,96	8,91	9,84	10,70	11,60	—	—	—	—
		м³/ч	20,90	23,40	26,40	29,40	32,40	35,30	—	—	—	—
600	горячей (общий)	л/с	9,53	10,50	11,70	12,90	14,10	—	—	—	—	—
		м³/ч	27,40	30,60	34,40	38,10	41,80	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	8,30	9,22	10,30	11,40	12,50	—	—	—	—	—
		м³/ч	24,60	27,50	31,20	34,70	38,30	—	—	—	—	—
700	горячей (общий)	л/с	10,80	11,90	13,30	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	31,40	35,00	39,40	—	—	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	9,42	10,50	11,80	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	28,20	31,60	35,80	—	—	—	—	—	—	—
800	горячей (общий)	л/с	12,00	13,30	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	35,40	39,40	—	—	—	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	10,50	11,70	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	31,80	35,70	—	—	—	—	—	—	—	—
900	горячей (общий)	л/с	13,20	14,60	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	39,30	43,80	—	—	—	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	11,60	12,90	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	35,40	39,80	—	—	—	—	—	—	—	—
1 000	горячей (общий)	л/с	14,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	43,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	холодной	л/с	12,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		м³/ч	39,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Расчетные расходы воды в сетях горячего водоснабжения определяют:

- для режима максимального водоразбора аналогично расходам холодной воды с добавлением остаточного циркуляционного расхода на участках сети от точки нагрева до первой точки водоразбора;
- для режима циркуляции с учетом указаний разд. 8 СТО 024947335.2-01—2006.

Расчетные минимальные часовые расходы холодной и горячей воды $q_{\text{г.мин}}$ ($q_{\text{г.мин}}^c$, $q_{\text{г.мин}}^h$, $q_{\text{г.мин}}^{\text{tot}}$), м³/ч, вычисляют по формуле

$$q_{\text{г.мин}} = q_T K_{\text{мин}}, \quad (4.19)$$

где q_T соответствует q_T^c , q_T^h или q_T^{tot} ;

$K_{\text{мин}}$ принимают в зависимости от величины $K_{\text{макс}}$ (табл. 4.9).

Таблица 4.9
Значения коэффициентов $K_{\text{макс}}$ и $K_{\text{мин}}$

$K_{\text{макс}}$	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
$K_{\text{мин}}$	1,00	0,74	0,54	0,40	0,29	0,21	0,14	0,10	0,07	0,04

Расчетные максимальные суточные расходы воды, м³/сут, в системах внутреннего холодного и горячего водоснабжения принимают равными произведению расчетных средних суточных расходов воды и коэффициентов максимальной суточной неравномерности (табл. 4.10).

Таблица 4.10
Коэффициент максимальной суточной неравномерности в зависимости от величины средних часовых расходов (холодной и горячей воды) и числа приборов

Число приборов N	Значение K_d при $q_{\text{г.л}} \text{ л/ч}$					
	< 10	10—15	15	20	30—80	> 80
< 50	1,77	1,61	1,53	1,41	1,17	1,10
50—200	1,53	1,44	1,36	1,28	1,13	1,10
201—500	1,53	1,38	1,31	1,24	1,13	1,10
501—1 000	1,51	1,36	1,27	1,22	1,12	1,10
1 001—3 000	1,47	1,32	1,26	1,20	1,12	—

Обоснование выбора методики для гидравлического расчета трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения

При выборе методики гидравлического расчета учитывались следующие основные критерии:

- возможность использования для расчета внутренних напорных трубопроводных систем (как холодного и горячего водоснабжения, так и водяного отопления);
- возможность использования для расчета металлических и полимерных (включая металлополимерные) трубопроводов;

- надежность методики, проверенная практикой проведения гидравлических расчетов трубопроводов.

К сожалению, до сих пор не выработано общего подхода к определению гидравлических показателей указанных систем. Как правило, проекты на них разрабатываются раздельно («Водоснабжение и водоотведение» (рис. 4.8) и «Отопление, вентиляция и кондиционирование» (рис. 4.9)).

Кроме того, отсутствуют достаточные сведения для выбора труб из материалов, оптимально учитывающих их монтажно-технологические и эксплуатацион-

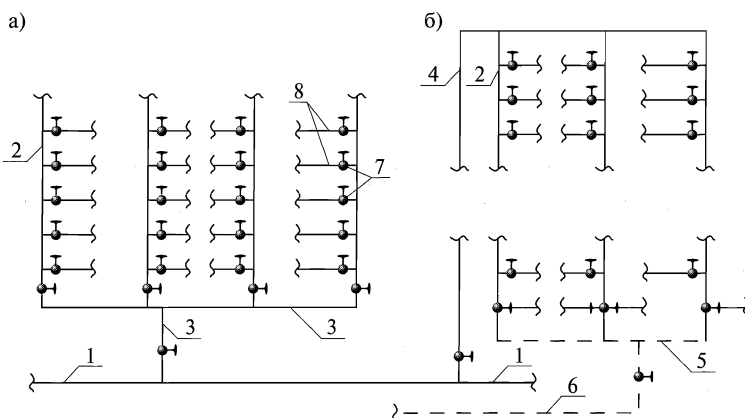


Рис. 4.8. Варианты схем системы горячего водоснабжения: а — при нижней разводке; б — при верхней разводке; 1 — подающий трубопровод; 2 — водоразборные стояки; 3 — разводящий трубопровод здания; 4 — главный стояк; 5 — сборный циркуляционный трубопровод; 6 — циркуляционная магистраль; 7 — запорная арматура (вентили, шаровые краны); 8 — подводки к водоразборной арматуре (кранам и смесителям холодной и горячей воды)

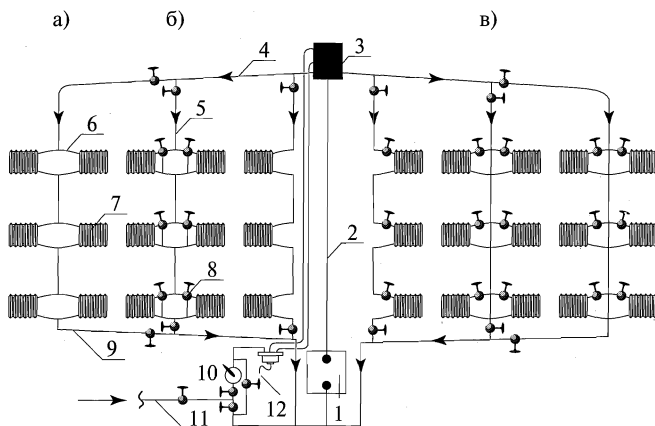


Рис. 4.9. Варианты схем гравитационной проточной системы отопления: а — без кранов; б — с трехходовыми кранами; в — с замыкающими участками и регулировочными кранами; 1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительный бак; 4 — подающий трубопровод; 5 — стояк; 6 — разводка; 7 — нагревательный прибор (радиатор, конвектор); 8 — трехходовой кран; 9 — обратный трубопровод; 10 — ручной насос; 11 — подвод трубопровода холодного водоснабжения; 12 — сброс в канализацию

ные преимущества и недостатки. В СНиП 2.04.01–85* и СНиП 41-01–2003, содержащих требования к трубопроводам соответственно систем водоснабжения и отопления, методики гидравлического расчета не представлены. Только в СНиП 2.04.05–91* имеются краткие сведения по отдельным гидравлическим показателям металлических (из стали, меди и латуни), полимерных (из сшитого полиэтилена, дополнительно хлорированного поливинилхлорида, полипропилена) и металлополимерных труб.

Анализ гидравлических закономерностей течения воды по круглым трубопроводам показывает, что трубы из данных материалов с диаметрами, подходящими для устройства внутренних систем водоснабжения общественных зданий, работают во всех областях гидравлического сопротивления гладких и шероховатых труб:

- гладкая область: например, подводка горячей воды из сшитого полиэтилена, имеющая наружный диаметр $D = 12$ мм, толщину стенки $e = 2$ мм, внутренний диаметр (расчетный для определения гидравлических показателей [23]) $d = 8$ мм, коэффициент эквивалентной шероховатости $K_s = 0,006$ мм, температуру воды $t = 55$ °С, коэффициент кинематической вязкости $\nu = 0,52 \cdot 10^6$ м²/с, скорость движения воды $v = 0,1$ м/с, число Рейнольдса $Re = 1\,450$, отношение $d/K_s = 1\,333$;
- переходная область;
- область квадратичного сопротивления: например, главный стояк водяного отопления из стальной трубы с $D = 108$ мм, $e = 4$ мм, $d = 100$ мм, $K_s = 0,2$ мм, $\nu = 0,36 \cdot 10^6$ м²/с, $v = 2,5$ м/с, $Re = 7 \cdot 10^5$, $d/K_s = 500$ (рис. 4.10).

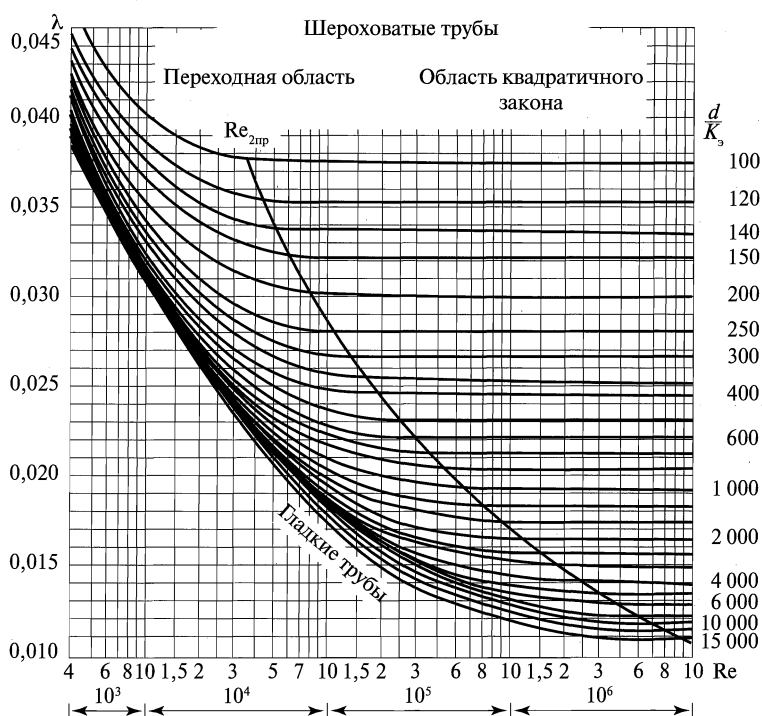


Рис. 4.10. Графики зависимости коэффициента гидравлического сопротивления λ от числа Рейнольдса Re , коэффициента эквивалентной шероховатости материала труб K_s с различными расчетными диаметрами d [23]

Для определения гидравлических показателей элементов трубопроводных систем (полимерных и металлических) различного функционального назначения за рубежом широко применяют формулу Прандтля — Кольбука:

$$\frac{1}{\lambda^{0,5}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{\text{Re} \lambda^{0,5}} + \frac{K_s}{3,71d} \right). \quad (4.20)$$

Эта формула, теоретически обоснованная ученым В. Н. Евреиновым, аппроксимирует гидравлическое сопротивление трубопроводов круглого поперечного сечения во всех областях (см. рис. 4.10). Коэффициент гидравлического сопротивления трению по длине трубопровода λ представлен в неявном виде, т. е. находится под знаком логарифма. Вычислить его возможно либо графоаналитически, либо методом последовательных приближений. Это, на взгляд авторов, является одним из сдерживающих факторов ее применения для определения гидравлических показателей элементов систем водоснабжения и водяного отопления. Хотя, учитывая широкое использование соответствующих компьютерных программ, это не может служить серьезным препятствием. И отказ российских проектировщиков от использования этой формулы объясняется, скорее, инерцией.

В СП 40-102-2000 содержатся правила выполнения гидравлических расчетов систем из полимерных труб. В основе этих расчетов лежит формула А. Я. Добрымыслова, которая получена путем аппроксимации формулы (4.20) с использованием экспериментальных данных. Впервые формула была приведена в СН 478-80 «Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб» и с тех пор используется проектными организациями, чем подтвердила свою надежность.

В формуле коэффициент λ выражен в явном виде:

$$\lambda = 0,25 \left(\frac{\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \lg \frac{3,7d}{K_s}}{\lg \text{Re}_\phi - 1}}{\lg \frac{3,7d}{K_s}} \right)^2, \quad (4.21)$$

где b — число подобия режимов течения воды (при $b > 2$ принимают $b = 2$); определяют по формуле

$$b = 1 + \frac{\lg \text{Re}_\phi}{\lg \text{Re}_{\text{KB}}}, \quad (4.22)$$

где Re_ϕ и Re_{KB} — фактическое и квадратичное числа Рейнольдса; определяют соответственно по формулам

$$\text{Re}_\phi = \frac{vd}{\nu}; \quad (4.23)$$

$$\text{Re}_{\text{KB}} = \frac{500d}{K_s}. \quad (4.24)$$

Формула (4.21) также охватывает все области гидравлического сопротивления трубопроводов (см. рис. 4.10).

Это позволило использовать методику СП 40-102–2000 и для определения гидравлических показателей элементов трубопроводов из металлополимерных [24, 27] и медных [26] труб внутренних систем водоснабжения и водяного отопления.

Таким образом, действие этих правил можно также распространить и на определение гидравлических показателей элементов систем независимо от материала труб.

Основными параметрами для определения гидравлических показателей внутренних напорных систем, в том числе водопроводных, будут являться расчетные диаметры труб d , мм, и коэффициенты абсолютной гидравлической шероховатости K_s .

Основными гидравлическими показателями трубопроводов являются:

- для водяного отопления: падение давления ΔP , Па/м, при пропуске теплоносителя (горячей воды, тосола и т. п.) с расходом G , кг/ч (распространяется на системы с температурой теплоносителя не более 90 °С и рабочим давлением до 1,0 МПа);
- для холодного (горячего) водоснабжения: удельные потери напора на единицу длины i_T , м/м, при пропуске расчетного расхода холодной (горячей) воды q , м³/с.

Целью определения гидравлических показателей трубопроводов (различных диаметров и материалов с разными значениями K_s) может стать минимизация значений d , ΔP и i_T при условии пропуск по ним одинаковых расчетных расходов (G — для отопления и q — для водоснабжения).

В СНиП 41-01–2003 приведены только рекомендации по применению коэффициентов шероховатости K_s : для труб стальных $K_s \geq 0,2$ мм, медных $K_s \geq 0,11$, полимерных $K_s \geq 0,01$ мм.

Чтобы выполнить гидравлический расчет трубопроводов систем водяного отопления, необходимо так подобрать диаметры труб, чтобы по ним проходил расчетный расход теплоносителя при соответствующем общем падении давления ΔP , Па.

Расход теплоносителя (масса) G , кг/ч, находят по формуле

$$G = Q\rho, \quad (4.25)$$

где Q — расход (объем), м³/с;

ρ — плотность воды (теплоносителя) при соответствующей температуре, кг/м³; например, $\rho = 999,73; 983,24$ и $971,83$ кг/м³ при расчетных температурах соответственно 10, 60 и 80 °С.

Внутренний диаметр труб d , мм, определяют по формуле

$$d = 2 \left(\frac{Q}{\pi v} \right)^{0,5}, \quad (4.26)$$

где v — средняя по сечению трубы скорость движения воды (теплоносителя), м/с.

Общее падение давления складывается из падения давления на трение по длине трубопровода $\Delta P_{\text{дт}}$ и падения давления на местных сопротивлениях $\Delta P_{\text{мс}}$.

Падение давления на трение по длине трубопровода определяют по формуле

$$\Delta P_{\text{дт}} = lR, \quad (4.27)$$

где l — длина трубопровода, м;

R — падение давления вследствие трения теплоносителя (воды) о стенки трубы, Па/м; определяют по формуле

$$R = \frac{0,5\lambda v^2 \rho}{d}, \quad (4.28)$$

где λ — коэффициент гидравлического трения, определяющий в долях динамического давления линейную потерю давления на длине трубопровода, равной его внутреннему диаметру (безразмерная величина); рассчитывают по формуле (4.21);

ρ — плотность воды, кг/м³.

В общем случае необходимый для подачи воды потребителю напор $H_{\text{тр}}$, м, определяют по формуле

$$H_{\text{тр}} = \sum i_{\text{T}} l + \sum h_{\text{мс}} + h_{\text{геом}} + h_{\text{св}}, \quad (4.29)$$

где i_{T} — удельные потери напора при температуре воды T , °C (потери напора на единицу длины трубопровода), м/м;

l — длина участка трубопровода, м;

$h_{\text{мс}}$ — потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях, м;

$h_{\text{геом}}$ — геометрическая высота (отметка самой высокой точки расчетного участка трубопровода), м;

$h_{\text{св}}$ — свободный напор на изливе из трубопровода, м; для санитарно-технических приборов принимается по прил. 2 СНиП 2.04.01–85*.

Потери напора на единицу длины трубопровода i_{T} , м/м, без учета гидравлического сопротивления стыковых соединений вычисляют по формуле

$$i_{\text{T}} = \frac{\lambda v^2}{2gd}. \quad (4.30)$$

Перейти от потерь напора на единицу длины трубопровода системы водоснабжения i_{T} к падению давления вследствие трения теплоносителя о стенки трубы R , Па/м, можно по формуле

$$R = i_{\text{T}} \rho g. \quad (4.31)$$

Для полимерных трубопроводов систем водоснабжения потери напора в стыковых соединениях труб и в местных сопротивлениях допускается принимать от 20 до 30 % от потерь напора на трение по длине трубопровода.

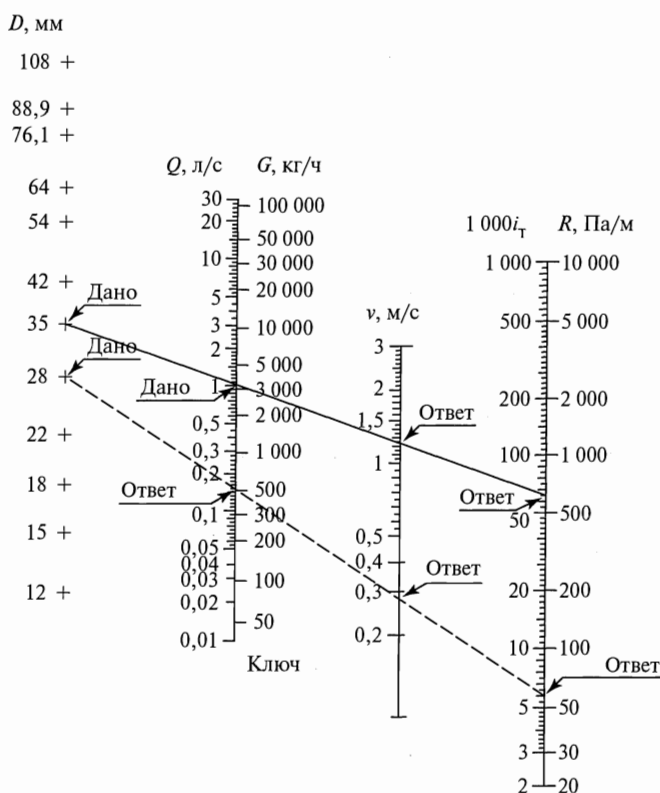


Рис. 4.11. Номограмма для гидравлического расчета медных трубопроводов (толщина стенки 1,0; 1,2; 1,5; 2,0 и 2,5 мм для труб с наружными диаметрами соответственно 12—28; 35—54; 76,1; 64; 88,9 и 108 мм) систем горячего водоснабжения (ключ — сплошная линия) и водяного отопления (ключ — пунктирная линия) при подаче воды (теплоносителя) с температурой 60 °С ($K_s = 0,11$ мм; $\nu = 0,47 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $\rho = 983,2$ кг/м³)

С помощью номограммы (рис. 4.11) определяют гидравлические потери напора в трубопроводах систем горячего водоснабжения и падение давления.

При выборе расчетного диаметра труб из различных материалов применяют разные подходы.

Расчетный диаметр трубопроводов d , мм, из полимерных и металлополимерных труб принимают, согласно [27], с учетом допусков на наружный диаметр и толщину стенки по формуле

$$d = 0,5(2D + \Delta D - 4e - 2\Delta e), \quad (4.32)$$

где D — номинальный наружный диаметр, мм;

$\Delta D, \Delta e$ — допуски на диаметр и толщину стенки, мм;

e — толщина стенки, мм.

Расчетный диаметр стальных трубопроводов принимают с учетом уменьшения внутреннего диаметра новых труб в процессе эксплуатации из-за нарастания на внутренних стенках коррозионных отложений.

В соответствии со СНиП 2.04.01–85*, удельные потери напора i_T для систем горячего водоснабжения с учетом зарастания труб следует принимать по сетчатой номограмме (рис. 4.12). Возможность использования номограммы ограничивает тот факт, что неизвестно, какое зарастание имеется в виду и по каким формулам она рассчитана. Для систем, в которых не требуется учитывать зарастание труб, рекомендаций по выбору гидравлических формул и номограмм не приводится.

В работе [59] для гидравлического расчета трубопроводов горячего водоснабжения рекомендуются номограммы на выровненных точках (рис. 4.13).

Потери напора i , определенные по рис. 4.13, отличаются от получаемых по рис. 4.12 для стальных труб того же диаметра. Для расчета диаметра d из значения внутреннего диаметра для соответствующего условного прохода выбранной стальной трубы вычитают значения зарастания, указанного для закрытых систем теплоснабжения (табл. 4.11).

Имеющиеся в настоящее время фактические данные о величинах зарастаний трубопроводов горячего водоснабжения при закрытых системах теплоснабжения весьма малочисленны и отрывочны, поэтому в работе [59] были использова-

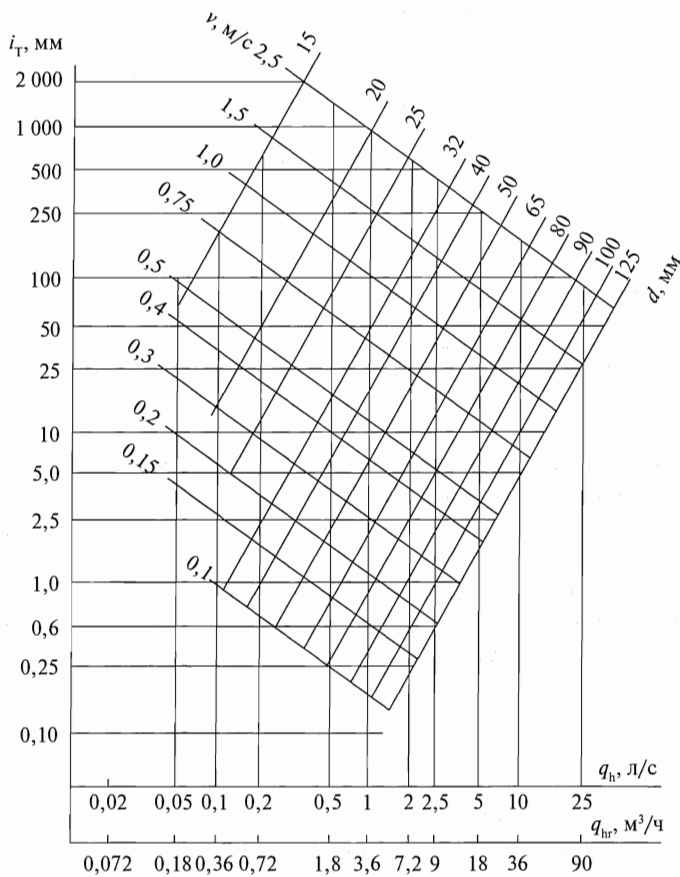


Рис. 4.12. Номограмма для гидравлического расчета стальных труб с учетом зарастания в процессе эксплуатации для систем горячего водоснабжения (СНиП 2.04.01–85*)

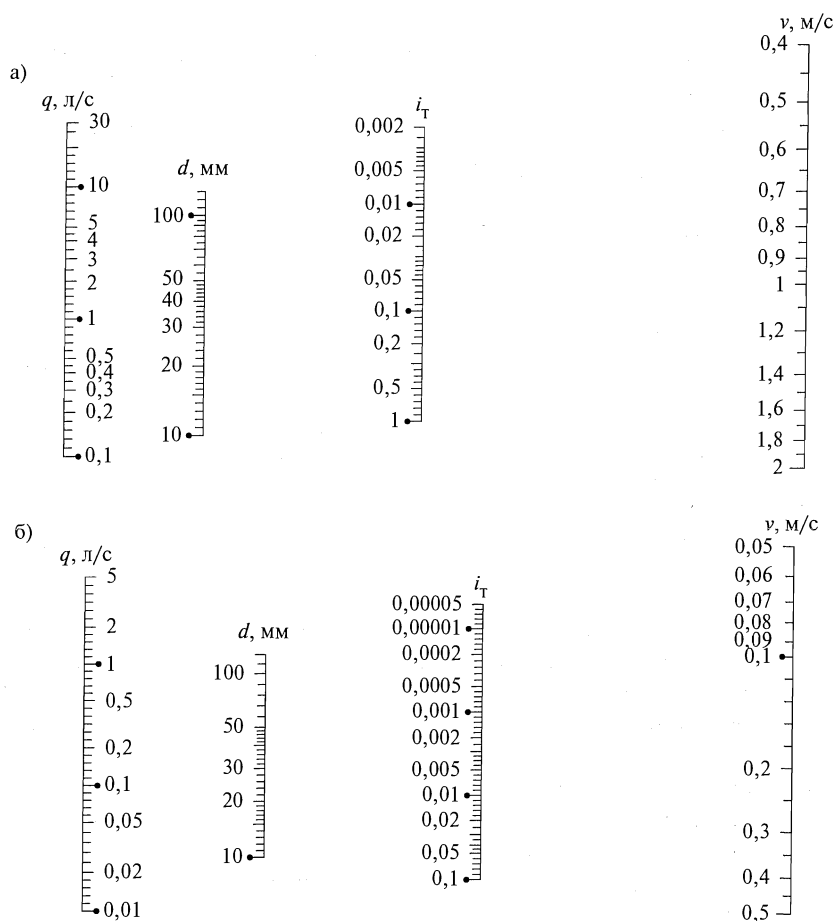


Рис. 4.13. Номограммы для гидравлического расчета стальных труб системы горячего водоснабжения при режиме гидравлического сопротивления: а — квадратичном; б — переходном

ны результаты исследований для Москвы [60]. В условиях эксплуатации, отличных от принятых, величины, приведенные в табл. 4.11, могут оказаться иными, поэтому этими данными авторы рекомендуют пользоваться тогда, когда фактические показатели зарастания стальных труб отсутствуют.

Относительно внутренних диаметров медных трубопроводов мнения расходятся. В одних источниках утверждается, что на стенках медных труб не возникает сколько-нибудь значимых наслоений. В других — поскольку существует опасение, что горячая вода будет слишком коррозионно-активна, приводится рекомендация уменьшать внутренний диаметр на 1 мм и принимать его в качестве расчетного при определении гидравлических показателей трубопроводов.

При отсутствии достаточно точных сведений по агрессивности горячей воды для проектируемых систем водоснабжения при определении их гидравлических показателей (до накопления достаточного опыта по использованию в системах горячего водоснабжения и водяного отопления полимерных и медных труб) на данном этапе целесообразнее всего пользоваться данными, обеспечивающими некоторый запас в значениях i_T и ΔP .

Таблица 4.11

Расчетные величины внутренних диаметров стальных труб для гидравлического расчета трубопроводов горячего водоснабжения (ГОСТ 3262–75*)

Условный проход, мм	Внутренний диаметр (при толщине стенки для обыкновенных труб), мм	Величина зарастания при закрытой системе теплоснабжения, мм	Расчетный внутренний диаметр при закрытой системе теплоснабжения	Расчетный внутренний диаметр при открытой системе теплоснабжения ($\Delta d = 1$ мм)
15	15,7	2,1	13,6	14,7
20	21,2	2,2	19,0	20,2
25	27,1	2,4	24,7	26,1
32	35,9	2,6	33,3	34,9
40	41,0	2,9	38,1	40,0
50	53,1	3,3	49,7	52,0
65	67,5	4,0	63,5	66,5
80	80,5	4,3	76,2	79,5
90	93,3	4,7	88,6	92,3
100	105,0	5,1	99,9	104,0

Точно так же нет точных данных о значениях коэффициентов абсолютной шероховатости труб K_z . В особенности для полимерных трубопроводов в разных источниках значения могут отличаться до 100 раз. В этой связи, пока не получены более точные данные по каждому материалу, рекомендуется принимать $K_z = 0,02$ мм [64].

Подсчитанные с учетом рассмотренных положений гидравлические показатели в трубопроводах горячего водоснабжения из разных труб приведены в табл. 4.12. Согласно таблице, наилучшими гидравлическими показателями обладают медные трубы. Так, например, наружный диаметр медных труб меньше примерно на 22 % наружного диаметра стальных, а потери напора меньше практически в 7 раз.

Таблица 4.12

Гидравлические показатели трубопроводов горячего водоснабжения из разных труб

Материал трубы	Диаметр трубы, мм		Толщина стенки, мм	Коэффициент шероховатости K_z , мм [29]	Расход воды q , л/с	Скорость v , м/с	Потери напора i_T , мм/м
	наружный D	внутренний d					
Сталь	26,8	19,0	2,8	7,50	0,2	0,57	195,5
Медь	22,0	20,0	1,0	0,015	0,2	0,64	28,1
Металлополимер	25,0	20,0	2,5	0,02	0,2	0,64	31,9
Хлорированный поливинилхлорид	25,0	19,4	2,8	0,02	0,2	0,68	37,0
PPR-80-GF	25,0	18,0	3,5	0,02	0,2	0,79	53,3
Рандом сополимер	25,0	15,0	5,0	0,02	0,2	1,13	130,5

Примечание. Данные приведены по [21, 24], ТР 125–02 «Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб» и ВСН 47–96 «Ведомственные строительные нормы по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения из полипропиленовых труб «Рандом сополимер» (PPRC)».

Более точно гидравлические потери напора i_{mc} (водоснабжение) и падение давления R_{mc} (отопление) на местных сопротивлениях определяют по формулам

$$i_{mc} = \frac{0,5v^2 \sum \xi_i}{gl}; \quad (4.33)$$

$$R_{mc} = \frac{0,5v^2 \rho \sum \xi_i}{gl}, \quad (4.34)$$

где $\sum \xi_i$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений i -х элементов трубопроводов.

Особенности гидравлического сопротивления соединительных деталей

Согласно СНиП 2.04.01–85*, допускается принимать потери напора на местных сопротивлениях в размере 30 % от потерь напора на трение на всей длине трубопровода. Там же приведена формула, которая позволяет учитывать потери напора на каждом i -м элементе трубопроводной системы. Но при этом отсутствуют необходимые для этой формулы значения коэффициентов местного сопротивления ξ_i . Нет этих значений и в СНиП 41-01–2003.

В СП 41-102–98 для соединения металлополимерных труб (рис. 4.14) диаметром 16 мм приведен коэффициент $\xi_i = 1,5$.

Потери напора при данном соединении эквивалентны потерям напора на трение по длине металлополимерного трубопровода длиной 0,75 м, т. е. эквивалентная длина данного соединения $L_g = 0,75$ м.

Гидравлическое сопротивление соединения в основном зависит от следующих факторов:

- внезапных расширений и сужений сечения;
- плавности перехода от одного сечения к другому (конусность и округления);
- выступов, создающих в трубопроводе диафрагмы.

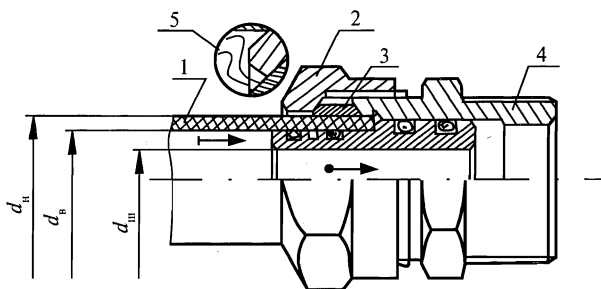


Рис. 4.14. Схема соединения металлополимерных труб: 1 — металлополимерная труба; 2 — гайка; 3 — штуцер; 4 — переходной элемент; 5 — линии тока воды (теплоносителя) у места сужения; d_n и d_b — наружный и внутренний диаметры трубы; $d_{шт}$ — внутренний диаметр штуцера; $\bullet \rightarrow$ — направление движения воды (теплоносителя); $\dashrightarrow$ — место изменения потока

Коэффициенты местного сопротивления мест сужения $\xi_{ш.с}$ и расширения $\xi_{ш.р}$ определяют соответственно по формулам [82]

$$\xi_{ш.с} = 0,5 \left(1 - \left(\frac{d_{ш}}{d_{в}} \right)^2 \right); \quad (4.35)$$

$$\xi_{ш.р} = 0,5 \left(\left(\frac{d_{в}}{d_{ш}} \right)^2 - 1 \right). \quad (4.36)$$

Влияния конусности (округлений) оценивают с помощью графиков рис. 3.7 и 3.8 из [82]. С их помощью получают значения корректирующих множителей: K_j к $\xi_{ш.с}$ (4.35) и K_m к $\xi_{ш.р}$ (4.36).

Полное сопротивление соединения $\xi_{ш}$ в этом случае составит

$$\xi_{ш} = K_j \xi_{ш.с} + K_m \xi_{ш.р}. \quad (4.37)$$

Значения коэффициента местного сопротивления соединения с выступами, образующими диафрагму, $\xi_{с.д}$, полученных интерполяцией и экстраполяцией данных для конкретных значений $d_{ш}$ и $d_{в}$, приведены в табл. 4.13 [69].

Таблица 4.13
Значения коэффициента местного сопротивления соединения с выступами, образующими диафрагму

$\frac{d_{ш}}{d_{в}}$	0,632	0,707	0,775	0,894
$\xi_{с.д}$	8,8	4,4	2,34	0,55

Для соединения, представленного на рис. 4.15, расчетным путем получены меньшие, чем для соединения на рис. 4.14, значения эквивалентных длин.

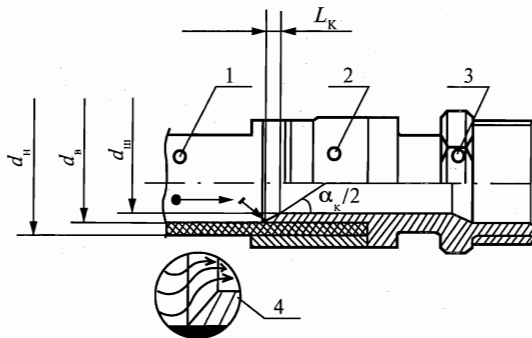


Рис. 4.15. Схема соединения с натяжной латунной (из сшитого полиэтилена) муфтой: 1 — металлополимерная труба (из сшитого полимера); 2 — муфта; 3 — штуцер; 4 — линии тока воды (теплоносителя); α_k и L_k — угол и длина конусности

Значения местных сопротивлений соединений с соединительными частями из полисульфона марки PPSU для сборки труб из металлополимера и марки PSU для сборки труб из сшитого полиэтилена, использованные при расчетах, приведены в табл. 4.14.

Таблица 4.14
Характеристики соединений деталей из PPSU и PSU

Показатель	Значение для PPSU при d_n , мм			Значение для PSU при d_n , мм		
	16	16	20	25	25	32
d_B , мм	12,0	14,3	18,0	22,5	20,0	26,0
$d_{ш}$, мм	8,0	9,3	12,0	16,7	13,0	18,5
$\xi_{ш.с}$	0,280	0,290	0,275	0,225	0,290	0,250
$\xi_{ш.р}$	1,560	1,880	1,563	0,689	1,880	0,980
α_K , град	120					
L_K , мм	2,0	2,3	2,5	2,5	3,0	3,0
K_j	0,30	0,30	0,32	0,35	0,31	0,34
K_m	0,30	0,30	0,32	0,35	0,31	0,34
$\xi_{ш}$	0,552	0,651	0,518	0,234	0,635	0,330
$L_э$, м	0,28	0,33	0,28	0,22	0,60	0,34

Потеря давления в местных сопротивлениях зависит от геометрической формы препятствий на пути потока жидкости (5, рис. 4.14 и 4, рис. 4.15). Сужение и расширение определяют характер распределения скорости в сечении потока при входе и выходе из соединения.

Распределение скорости также зависит от расстояния между входом и выходом потока. Вследствие этого суммарные потери давления от близко расположенных сужения и расширения скорее всего не будут равны арифметической сумме этих сопротивлений, определенных выше по отдельности. Полученные значения коэффициентов местных сопротивлений рассмотренных соединений несколько завышены, что является недостатком приведенных расчетов.

На данном этапе разработанности проблемы определить, на сколько полученные величины $L_э$ (табл. 4.14) будут отличаться от фактических значений для используемых соединений, не представляется возможным. Точные значения гидравлических сопротивлений соединений внутренних напорных трубопроводов можно вычислить только опытным путем. Тем не менее, используя аналогичный подход, все же можно с определенной долей уверенности оценить гидравлическое сопротивление соединений, наиболее часто используемых при монтаже систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения и отопления.

Для сборки труб из сшитого полиэтилена и металлополимеров используют соединения, которые отличаются друг от друга геометрическими характеристиками (см. рис. 4.14 и 4.15), размерными соотношениями (табл. 4.14), а также материалом, из которого они изготовлены (например, латунь, бронза, нержавеющая сталь, полимер и т. д.).

Полученные ориентировочные значения эквивалентных длин для соединений (рис. 4.14—4.20) приведены в табл. 4.15.

Таблица 4.15
Местные сопротивления соединений труб

Рисунок	4.14	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20
$L_{\Sigma}, \text{м}$	0,75	См. табл. 4.14	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0

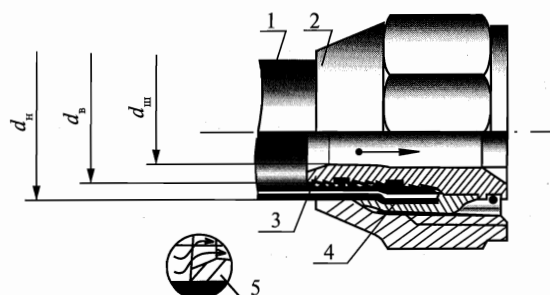


Рис. 4.16. Схема соединения с неразрезным уплотнительным кольцом: 1 — труба; 2 — накидная гайка; 3 — штуцер; 4 — неразрезное кольцо; 5 — линии тока воды (теплоносителя)

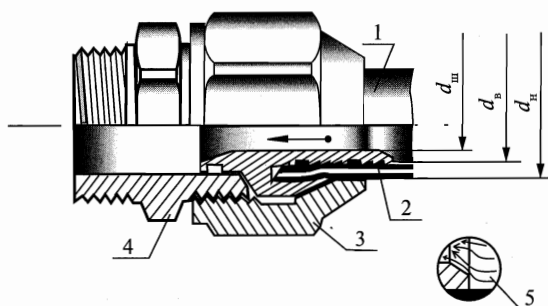


Рис. 4.17. Схема соединения: 1 — труба; 2 — штуцер; 3 — накидная гайка; 4 — переходной элемент; 5 — линии тока воды (теплоносителя)

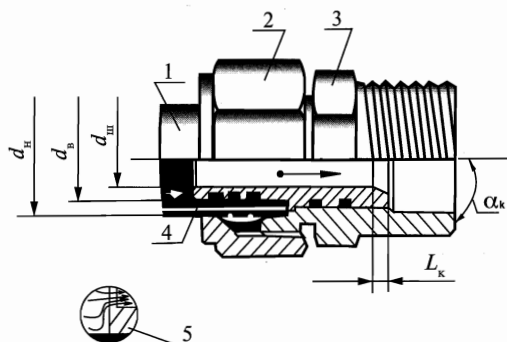


Рис. 4.18. Схема соединения с разрезным кольцом: 1 — труба; 2 — накидная гайка; 3 — переходной элемент; 4 — штуцер; 5 — линии тока воды (теплоносителя)

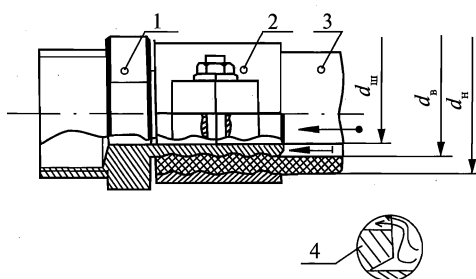


Рис. 4.19. Схема соединения с обжимным хомутом: 1 — штуцер; 2 — хомут; 3 — труба; 4 — линии тока воды (теплоносителя)

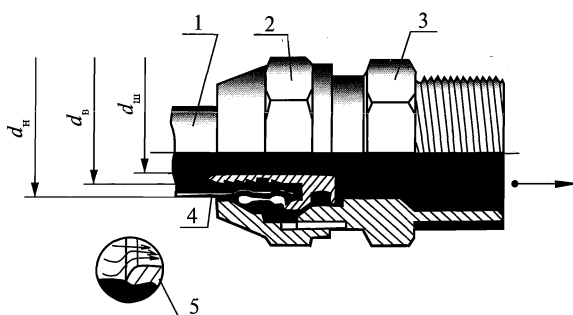


Рис. 4.20. Схема соединения типа евроконуса: 1 — труба; 2 — накидная гайка; 3 — переходной элемент; 4 — штуцер; 5 — линии тока воды (теплоносителя)

Значение гидравлического сопротивления того или иного соединения должно быть указано в сопроводительной документации фирм-изготовителей.

Если соединения получаются в процессе монтажа, указать значения их гидравлических сопротивлений возможно только в определенных пределах. Эти пределы будут обуславливаться качеством выполнения монтажных работ.

Наиболее частым способом соединения стальных трубопроводов является сварка (рис. 4.21).

При надлежащем выполнении стыковой сварки со снятием фасок и без (рис. 4.21а, б) сопротивление сварных соединений можно не учитывать. При низкокачественной сварке (смещении кромок, искривлении, завышенном расстоянии между трубами) принимают $L_3 \approx 0,05-0,10$ м.

В случае сварки внахлест с полным введением трубы в «стаканчик» (рис. 4.21в) сопротивлением сварного соединения также можно пренебречь. При использовании «стаканчика» в качестве компенсатора монтажных отклонений трубозаготовки принимают $L_3 \approx 0,1-1,0$ м.

Такой же подход используют для учета гидравлического сопротивления соединений стальных труб, выполненных магнитной пайкой (рис. 4.22).

Для стальных труб, собираемых с применением стандартных короткой (рис. 4.23а) и длинной (рис. 4.23б) трубных резьб при расстоянии 2—3 мм между трубами, принимают $L_3 = 0,05$ м.

При большем расстоянии (когда используют сгоны с удлиненными муфтами в качестве компенсаторов монтажных отклонений трубозаготовки) $L_3 \approx 0,2-0,3$ м.

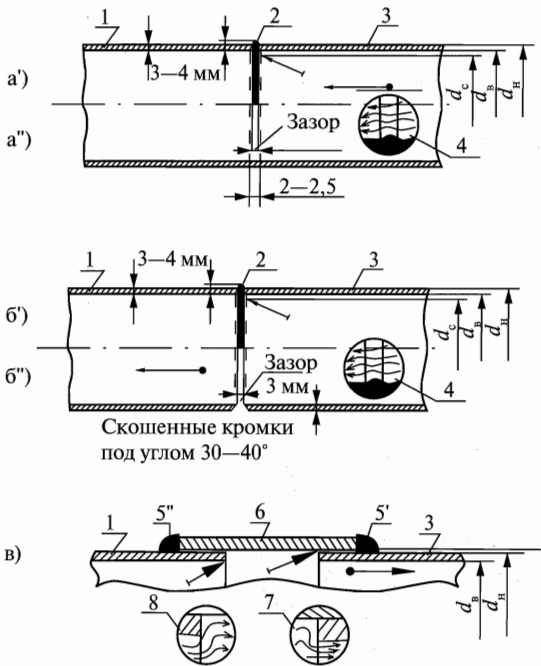


Рис. 4.21. Схемы сварного соединения стальных труб встык: а — без снятия фасок; б — со снятием фасок (а' и б' — до сварки, а'' и б'' — после сварки); в — внахлест с использованием «стаканчика»; 1, 3 — трубы; 2 — сварной шов; 4 — линии тока воды (теплоносителя); 5', 5'' — сварные швы, полученные соответственно в заготовительной мастерской и в условиях монтажа; 6 — «стаканчик»; 7, 8 — линии тока воды (теплоносителя) соответственно в местах сужения и расширения

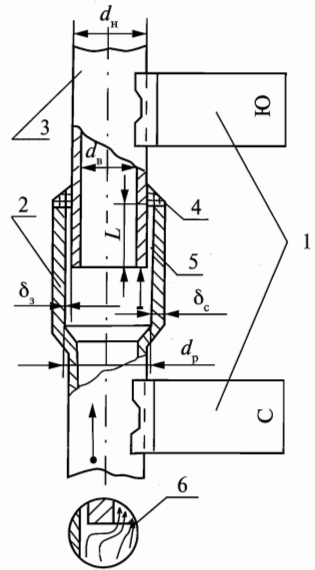


Рис. 4.22. Схема соединения, выполненного магнитной пайкой: 1 — магнит; 2 — раструб («стаканчик»); 3 — труба; 4 — припой; 5 — железный порошок; 6 — линии тока воды (теплоносителя); δ_c — толщина стенки трубы (раструба); δ_3 — зазор; d_p — диаметр раструба; L — длина паяющего шва

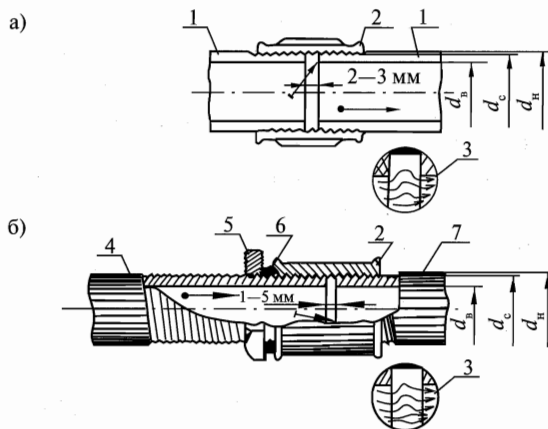


Рис. 4.23. Схемы соединения стальных труб на резьбе: а — короткой; б — короткой и длинной (сгон); 1 — труба; 2 — муфта; 3 — линии тока воды (теплоносителя); 4 — труба с длинной резьбой; 5 — контргайка; 6 — уплотнение; 7 — труба с короткой резьбой; d'_c — внутренний диаметр муфты по резьбе

Медные трубопроводы с неразъемным соединением собирают с помощью капиллярной пайки (рис. 4.24а).

Качество выполнения капиллярной пайки практически не зависит от техники монтажа, поскольку зазор между трубой 1 (рис. 4.24а) и раструбом 2 не может превысить 0,5 мм, и, следовательно, гидравлическим сопротивлением таких соединений можно пренебречь. При неразъемном опрессовываемом (рис. 4.24б) и разъемном резьбовом (рис. 4.24в) способе соединения из-за тонкостенности медных труб и гладкости втулок их гидравлические сопротивления даже в случаях максимальных отклонений в режимах сборки не превысят $L_3 \approx 0,1$ м.

Такое же значение сопротивления можно принять в качестве максимального при низкачественно собранном клеевом соединении трубопроводов из непластифицированного (хлорированного) поливинилхлорида (рис. 4.25).

Трубы из полипропилена соединяют сваркой в раструб (рис. 4.26). Внутри сваренных деталей всегда присутствует сварочный грат.

При сварке деталей с нормированными размерными допусками принимают $L_3 \approx 0,1$ м.

При сварке деталей с завышенными размерами происходит снятие со свариваемых деталей оплавленного слоя полипропилена значительной толщины. В связи с этим внутри соединения может образоваться валик, перекрывающий сечение трубопровода на 30—40 %. При этом L_3 может составить более 1 м.

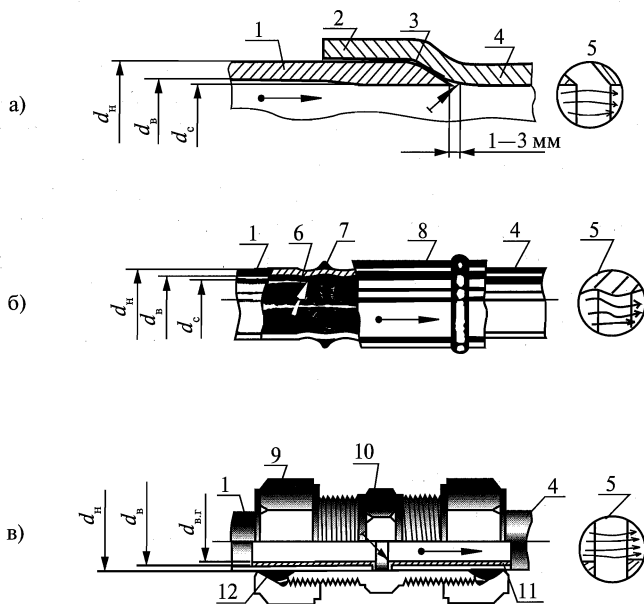


Рис. 4.24. Схемы неразъемного и разъемного соединения медных труб: а — неразъемное паяное; б — неразъемное опрессованное; в — разъемное резьбовое; 1, 4 — труба; 2 — раструб; 3 — паяный шов; 5 — линии тока воды (теплоносителя); 6 — зажатое сечение; 7 — выступающая стенка в сечении; 8 — муфта; 9 — накидная гайка; 10 — втулка с наружными резьбами; 11 — гладкая втулка; 12 — уплотнитель; d_c — внутренний диаметр в месте вытекшего припоя (а) и обжатой стенки трубы (б); $d_{в.г}$ — внутренний диаметр гладкой втулки

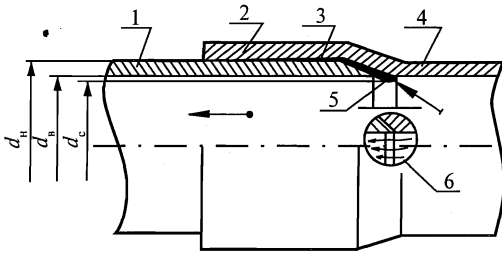


Рис. 4.25. Схема клевого соединения труб из непластифицированного (хлорированного) поливинилхлорида: 1, 4 — труба; 2 — раструб; 3 — клеевой шов; 5 — выдавленный клей; 6 — линии тока воды (теплоносителя); d_c — внутренний диаметр в месте выдавленного клея

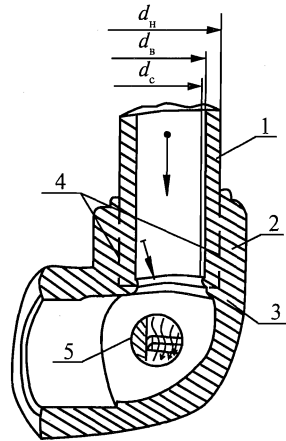


Рис. 4.26. Схема раструбного соединения трубы и угольника из полипропилена: 1 — труба; 2 — раструб; 3 — выдавленный сварочный грат; 4 — сварной шов; 5 — линии тока воды (теплоносителя)

Местные гидравлические сопротивления штуцерных фитингов оценены теоретически.

Фитинг в системе внутреннего водоснабжения располагают так, чтобы внутренние диаметры трубы D_b и фитинга d_b совпадали либо диаметр детали был меньше диаметра трубы. Внутренний диаметр фитинга определяют толщиной стенки e штуцера, которая, в свою очередь, зависит от его конфигурации и практически не изменяется при опрессовке соединения. При прохождении воды по фитингу его сопротивление складывается из местных сопротивлений, которые возникают на входе в фитинг $\xi_{вх}$, в теле фитинга $\xi_{тел}$ и на выходе из фитинга $\xi_{вых}$. Местное сопротивление на входе в фитинг $\xi_{вх}$ определяют так же, как для внезапного сужения потока:

$$\xi_{вх} = 0,5 \left(1 - \frac{\omega_{\phi}}{\omega_T} \right), \quad (4.38)$$

где ω_{ϕ} — живое сечение фитинга (по штуцеру);

ω_T — живое сечение полимерной трубы.

Местное сопротивление на выходе $\xi_{вых}$ определяют для условий внезапного расширения потока по формуле

$$\xi_{вых} = \left(\frac{\omega_T}{\omega_{\phi}} - 1 \right)^2. \quad (4.39)$$

По формулам (4.38) и (4.39) оценивают местные сопротивления для переходов с прямыми углами. Наличие скруглений в фитинге учитывают соответствующим коэффициентом ξ_{ϕ} в зависимости от угла скругления ϕ , град (табл. 4.16).

Таблица 4.16
Значения коэффициента ξ_ϕ

ϕ , град	10	20	30	40
ξ_ϕ	0,17	0,41	0,71	0,90

Местное сопротивление тела фитинга $\xi_{\text{тел}}$, например стандартного тройника на проход, зависит от отношения расходов воды, уходящей в ответвление, q_o , к расходу, проходящему по фитингу, q_ϕ (табл. 4.17).

Таблица 4.17
Значения коэффициента $\xi_{\text{тел}}$ для стандартного тройника

$\frac{q_o}{q_\phi}$	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\xi_{\text{тел}}$	0,7	0,7	0,8	0,9	1,2	1,7	3,0	6,1	6,7	8,2

При определении потерь напора по формуле Вейсбаха в местном сопротивлении фитинга следует также учитывать изменение скорости движения по фитингу соответствующим коэффициентом (табл. 4.18), определяемым по формуле

$$K_v = \left(\frac{D_B}{d_B} \right)^4. \quad (4.40)$$

Таблица 4.18
Значения коэффициента K_v при $D_B = 20$ мм

d_B , мм	17	16	15	14
K_v	1,9	2,5	3,2	4,2

Суммарные потери напора тройника ΔH_ϕ определяют по формуле

$$\Delta H_\phi = (\xi_{\text{вх}} + K_v \xi_{\text{тел}} + \xi_{\text{вых}}) \frac{v_T^2}{2g}, \quad (4.41)$$

где v_T — скорость движения воды по трубе при пропуске расчетного расхода q_ϕ , м/с.

Выборочный анализ некоторых проектов показал, что расход холодной воды, уходящей в ответвления, составляет от 5 до 18 %, а горячей воды — от 2,5 до 15,0 %, причем наибольший отбор воды имеет место на последних этажах, в которых скорость течения наименьшая.

С учетом этих показателей принимают наибольшее значение местного сопротивления тела тройников для отношения $q_o/q_\phi = 0,2$; $\xi_{\text{тел}} = 0,8$.

Значение $\xi_{\text{вх}}$ (табл. 4.19) определяют для D_B и d_B , указанных в табл. 4.17, по формуле

$$\xi_{\text{вх}} = 0,5 \left(1 - \left(\frac{d_B}{D_B} \right)^2 \right). \quad (4.42)$$

Таблица 4.19
Значения коэффициента местного сопротивления на входе $\xi_{\text{вх}}$ тройников с внутренним диаметром $D_B = 20$ мм

d_B	17	16	15	14
$\frac{D_B}{d_B}$	0,85	0,8	0,75	0,7
$\left(\frac{D_B}{d_B}\right)^2$	0,7225	0,6400	0,5625	0,4900
$1 - \left(\frac{d_B}{D_B}\right)^2$	0,2775	0,3600	0,4375	0,5100
$\xi_{\text{вх}}$	0,14	0,18	0,22	0,26

Значение $\xi_{\text{вых}}$ (табл. 4.20) определяют по формуле

$$\xi_{\text{вых}} = \left(\left(\frac{D_B}{d_B} \right)^2 - 1 \right)^2. \quad (4.43)$$

Таблица 4.20
Значения коэффициента местного сопротивления на выходе $\xi_{\text{вых}}$ тройников с $D_B = 20$ мм

d_B	17	16	15	14
$\frac{D_B}{d_B}$	1,18	1,25	1,33	1,43
$\left(\frac{D_B}{d_B}\right)^2$	1,39	1,56	1,77	2,05
$\left(\frac{D_B}{d_B}\right)^2 - 1$	0,39	0,56	0,77	1,05
$\xi_{\text{вых}}$	0,15	0,31	0,59	1,10
$0,9\xi_{\text{вых}}^*$	0,14	0,28	0,53	0,99

* При угле внутренней фаски на фитинге 20° ($\alpha = 40^\circ$) используют понижающий коэффициент — 0,9.

Суммарное сопротивление тройников $\xi_{\text{тр}}$ (табл. 4.21) определяют по формуле

$$\xi_{\text{тр}} = (\xi_{\text{вх}} + K_v \xi_{\text{тел}} + \xi_{\text{вых}}). \quad (4.44)$$

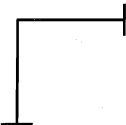
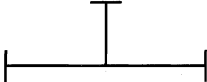
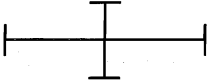
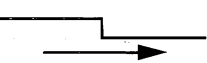
Таблица 4.21
Значения коэффициентов гидравлического сопротивления тройников с $D_b = 20$ мм

d_b	17	16	15	14
$0,9\xi_{вх}^*$	0,126	0,162	0,198	0,234
K_v	1,9	2,5	3,2	4,2
$\xi_{тел}$	0,8	0,8	0,8	0,8
$K_v\xi_{тел}$	1,5	2,0	2,6	3,4
$0,9\xi_{вых}^*$	0,14	0,28	0,53	0,99
$\xi_{тр}$	1,77	2,44	3,33	4,62

* При угле внутренней фаски на фитинге 20° ($\alpha = 40^\circ$) используют понижающий коэффициент — 0,9.

Полученные значения коэффициентов гидравлического сопротивления тройников отличаются от установленных, например, в СП 40-103-98 (табл. 4.22).

Таблица 4.22
Значения коэффициента местного сопротивления (СП 40-103-98)

Деталь	Схема	Значение коэффициента
Угольник 90°		2,0
Тройник		1,5
Крестовина		3,0
Отступ		0,5
Обход		1,0
Внезапное изменение сечения: • расширение		1,0
• сужение		0,5

Особенности расчета трубопроводов холодного водоснабжения

Гидравлический расчет трубопроводов холодного водоснабжения производят по максимальным секундным расходам воды [16, 48].
Кольцевые сети водоснабжения рассчитывают без исключения каких-либо участков сети, стояков или оборудования.

Выбор насосного оборудования производят при условии обеспечения необходимых напоров воды у водоразборной арматуры, расположенной наиболее высоко и в наибольшем удалении от ввода.

Диаметры труб назначают из условия наибольшего использования гарантированного напора воды в наружной водопроводной сети. Диаметры трубопроводов кольцующих переемы принимают не менее наибольшего диаметра водоразборного стояка.

Скорость движения воды в трубопроводах внутренних сетей не должна превышать 1,5 м/с.

Диаметры трубопроводов водопроводных стояков в водоразборном узле выбирают по величине расчетного максимального секундного расхода воды в стояке с коэффициентом 0,7.

Потери напора на участках трубопроводов внутреннего холодного водоснабжения H , м, согласно требованиям СНиП 2.04.01–85*, определяют по формуле

$$H = il(1 + k_1), \quad (4.45)$$

где i — гидравлический уклон;

l — длина трубопровода, м;

k_1 — коэффициент, учитывающий местные сопротивления; принимают $k_1 = 0,3$ в сетях хозяйственно-питьевого водоснабжения общественных зданий; $k_1 = 0,2$ в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных трубопроводов общественных зданий.

При объединении стояков в секционные узлы потери напора в узлах определяют по формуле

$$H = \frac{f \sum il(1 + k_1)}{m}, \quad (4.46)$$

где f — коэффициент, учитывающий характер водоразбора в системе; принимают равным для систем хозяйственного водоснабжения — 0,5; для систем хозяйственно-противопожарного — 0,3;

m — число стояков в узле.

Требуемый напор $H_{тр}$, в соответствии с нормами [48], определяют с учетом потерь напора на трение H_1 , в местных сопротивлениях H_i , в водоизмерительных устройствах H_c , геометрической высоты подъема воды $H_{геом}$, свободного напора перед арматурой $H_{св}$ и гарантийного напора H_r :

$$H_{тр} = H_{геом} + (H_1 + H_i + H_c + H_{св}) - H_r. \quad (4.47)$$

Свободный напор перед водоразборной арматурой в этом случае принимают равным не менее 7,5 м вод. ст.

Потери напора на трение на участках трубопроводов систем холодного водоснабжения, в том числе при объединении стояков в водопроводные узлы, определяют по формулам, учитывающим шероховатость материала труб и вязкость воды [23].

Потери напора на единицу длины трубопровода i без учета гидравлического сопротивления соединений находят по формуле

$$i = \frac{\lambda v^2}{2gd} \quad (4.48)$$

Коэффициент гидравлического сопротивления λ определяют по формуле

$$\lambda^{0,5} = \frac{0,5 \left(\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \lg \frac{3,7d}{K_s}}{\lg Re_\phi - 1} \right)}{\lg \frac{3,7d}{K_s}} \quad (4.49)$$

Среднюю скорость течения воды v , м/с, определяют по формуле

$$v = 1,27 \frac{Q}{d^2} \quad (4.50)$$

При проведении предварительных гидравлических расчетов с целью выбора труб значения удельных потерь напора на единицу длины трубопровода (с учетом потерь напора на местных сопротивлениях, равных 20 %) могут приниматься (с точностью до 15 %) по номограммам на выровненных точках, аналогичным приведенным на рис. 4.27—4.29, а также сетчатым номограммам (рис. 4.30—4.32).

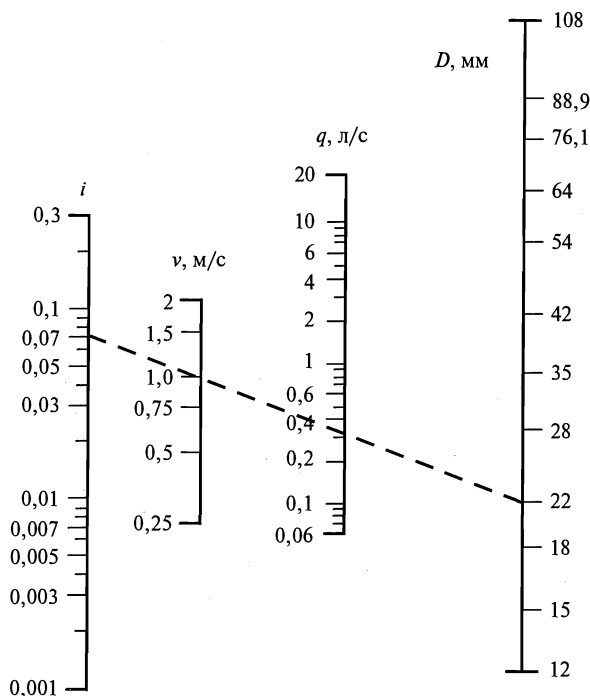


Рис. 4.27. Номограмма для гидравлического расчета медного трубопровода холодного водоснабжения: i — гидравлический уклон (потери напора на единицу длины трубопровода); v — скорость, м/с; q — расчетный расход воды, л/с; D — наружный диаметр, мм

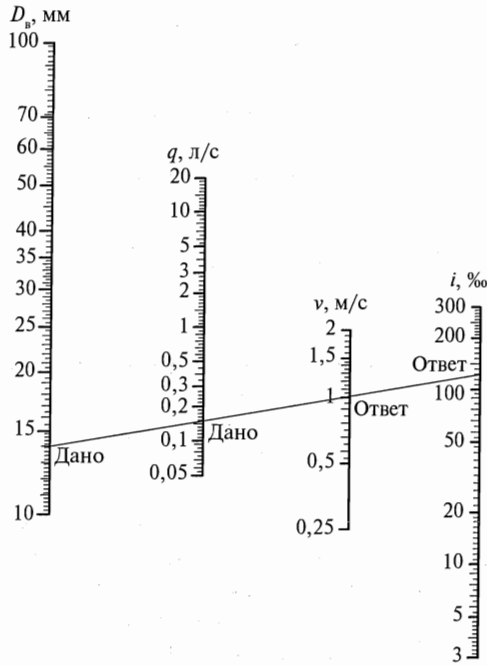


Рис. 4.28. Номограмма для гидравлического расчета полимерных трубопроводов холодного водоснабжения: D_v — внутренний диаметр, мм; v — средняя по сечению скорость движения воды, м/с; i — гидравлический уклон, ‰

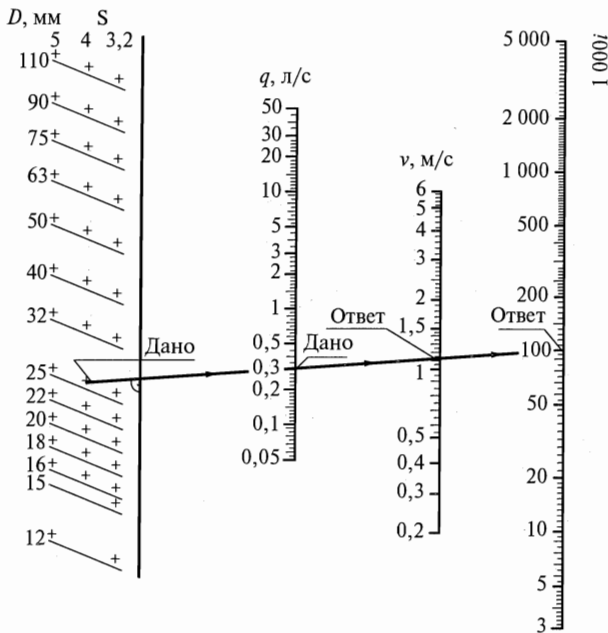


Рис. 4.29. Номограмма для гидравлического расчета трубопроводов холодного водоснабжения из сшитого полиэтилена (СП 41-109-2005): S — серия труб

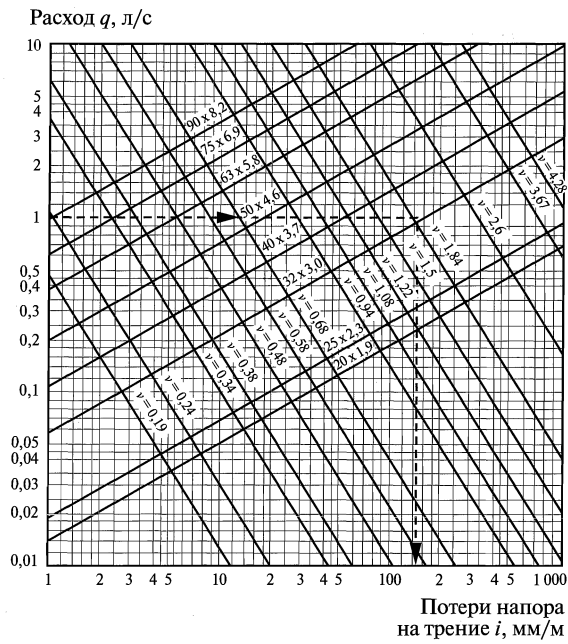


Рис. 4.30. Номограмма для гидравлического расчета холодного водопровода из труб полипропилена «Рандом сополимер» (PN 10)

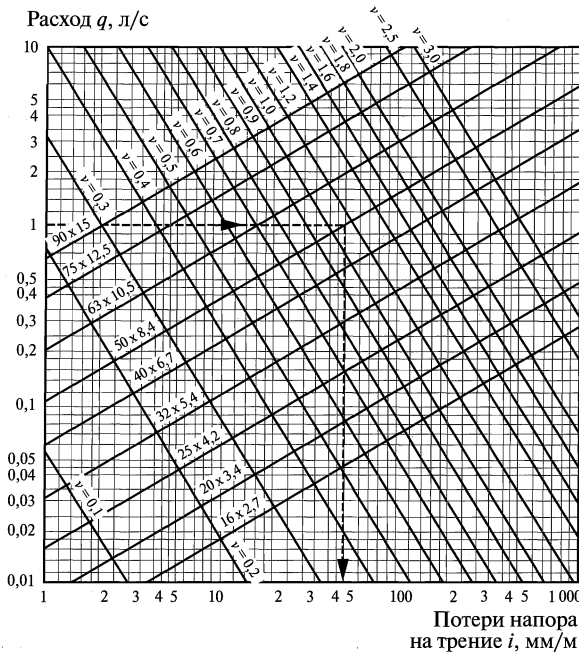


Рис. 4.31. Номограмма для гидравлического расчета трубопровода холодного водоснабжения из полипропилена «Рандом сополимер» (PN 20)

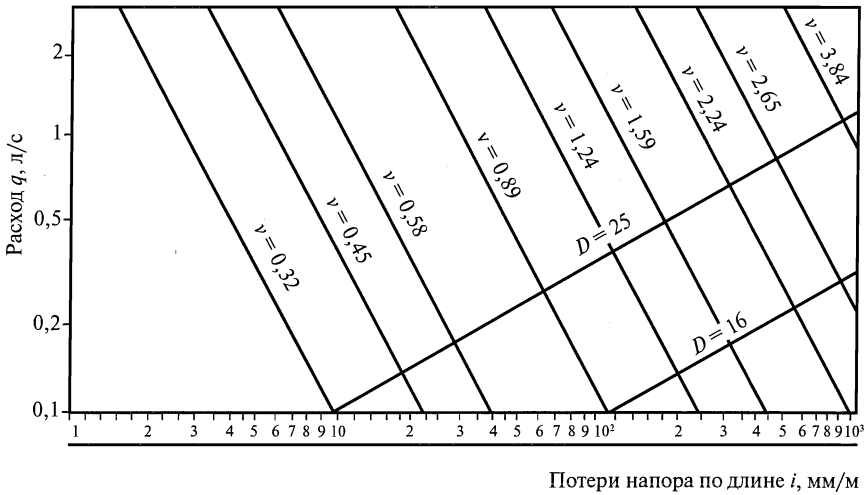


Рис. 4.32. Номограмма для гидравлического расчета металлополимерных трубопроводов холодного водоснабжения (ТУ 2248-001-07629379–96)

Более точные (до 5 %) значения (с использованием прямолинейных интерполяции между крайними величинами и экстраполяции за интервал рассматриваемых величин) можно получить по гидравлическим таблицам, фрагменты которых в модифицированном виде представлены в табл. 4.23—4.25.

Таблица 4.23

Таблица для гидравлического расчета металлополимерных трубопроводов холодного водоснабжения (ТУ 2248-001-07629379–96 (СП 40-103–98))

Расход q , л/с	Диаметр D , мм			
	16		25	
	v , м/с	$1\,000i$	v , м/с	$1\,000i$
0,02	0,18	7,72	0,06	0,66
0,04	0,35	23,43	0,13	2,25
0,06	0,53	47,79	0,19	4,21
0,08	0,71	79,60	0,26	7,21
0,10	0,89	117,62	0,32	10,44
0,14	1,24	213,41	0,45	18,49
0,18	1,59	331,74	0,58	28,73
0,30	—	—	0,96	69,58
0,50	—	—	1,60	175,59
0,70	—	—	2,24	320,70

Таблица 4.24

Таблица для гидравлического расчета металлополимерных трубопроводов
холодного водоснабжения (ТУ 2248-001-29325094–97 (СП 40-103–98))

Расход q , л/с	Диаметр D , мм									
	14		16		18		20		25	
	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>
0,02	0,26	18,75	0,18	7,90	0,13	3,73	0,11	2,48	0,064	0,717
0,04	0,53	63,00	0,36	25,20	0,27	12,60	0,22	7,77	0,130	2,250
0,06	0,79	125,91	0,55	52,20	0,40	24,52	0,33	15,40	0,190	4,210
0,08	1,06	207,75	0,73	85,66	0,63	39,92	0,43	24,18	0,260	7,200
0,10	1,32	309,73	0,91	125,20	0,67	59,79	0,54	35,78	0,320	10,160
0,14	1,85	561,81	1,28	231,55	0,93	107,54	0,76	65,68	0,450	18,500
0,18	—	—	1,64	359,43	1,20	168,46	0,98	102,55	0,580	28,730
0,30	—	—	—	—	2,00	419,15	1,63	253,51	0,960	69,580
0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	1,600	176,200

Таблица 4.25

Таблица для гидравлического расчета металлополимерных трубопроводов
холодного водоснабжения (СП 40-103–98)

Рас- ход q , л/с	Диаметр D , мм											
	16		20		26		32		40		50	
	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>
0,02	0,194	9,43	0,114	2,73	0,064	0,72	0,038	0,22	0,024	0,08	0,016	0,03
0,04	0,389	30,09	0,228	8,53	0,128	2,21	0,076	0,66	0,043	0,23	0,032	0,09
0,06	0,583	60,34	0,342	16,94	0,192	4,33	0,114	1,28	0,073	0,45	0,048	0,17
0,08	0,777	99,53	0,456	27,75	0,256	7,04	0,153	2,07	0,097	0,71	0,064	0,27
0,10	0,972	147,27	0,570	40,85	0,320	10,31	0,191	3,02	0,121	1,04	0,080	0,39
0,14	1,360	267,31	0,798	73,62	0,448	18,43	0,267	5,36	0,169	1,83	0,112	0,69
0,18	1,749	418,95	1,026	114,80	0,576	28,58	0,343	8,27	0,218	2,80	0,144	1,05
0,30	—	—	1,710	286,10	0,960	70,46	0,572	20,19	0,363	6,78	0,239	2,52
0,50	—	—	—	—	1,600	176,00	0,953	49,98	0,605	16,66	0,399	6,13
0,70	—	—	—	—	—	—	1,334	91,44	0,847	30,32	0,559	11,10
0,90	—	—	—	—	—	—	1,716	144,10	1,089	47,59	0,718	17,37
1,20	—	—	—	—	—	—	—	—	1,452	80,01	0,958	29,09
1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	1,815	120,00	1,197	43,51
1,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,437	60,55
2,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,756	87,24
2,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,075	118,40

Особенности расчета трубопроводов горячего водоснабжения

Гидравлический расчет сетей горячего водоснабжения, согласно [48], производят для двух режимов подачи воды — режима водоразбора и режима циркуляции. При расчете определяют:

- расчетные расходы воды для участков сетей водоснабжения, диаметры подающих трубопроводов и потери напора в подающих трубопроводах в режиме максимального водоразбора;
- требуемый циркуляционный расход воды, диаметры циркуляционных трубопроводов и потери напора систем горячего водоснабжения в режиме циркуляции.

Потери напора H , м, на расчетном участке трубопровода длиной l , м, системы горячего водоснабжения определяют по формуле

$$H = il_{\text{ст}}(1 + k_1), \quad (4.51)$$

где i — удельные потери напора на трение, м/м;

k_1 — коэффициент, учитывающий зарастание труб; принимают для водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков $k_1 = 0,1$; для подающих и циркуляционных трубопроводов $k_1 = 0,2$; для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для водоразборных стояков с полотенцесушителями $k_1 = 0,5$; для систем без учета зарастания труб $k_1 = 0$.

При объединении стояков в водоразборные узлы потери напора в узле в режиме водоразбора вычисляют:

- для систем с нижней разводкой по формуле (4.51):

i — удельные потери напора при расчетном максимальном секундном расходе воды в стояке с коэффициентом 0,7;

$l_{\text{ст}}$ — длина водоразборного стояка, включая участки нижней кольцующей перемычки, при подключении водоразборного узла к водоразборной магистрали одним трубопроводом;

- для систем с верхней разводкой по формуле

$$H = H_{\text{гл.ст}} + H_{\text{к.п}}, \quad (4.52)$$

где $H_{\text{гл.ст}}$ — потери напора, рассчитываемые по формуле (4.51):

i — удельные потери напора при расчетном максимальном секундном расходе горячей воды в водоразборном узле;

$l_{\text{ст}}$ — длина главного подающего стояка или участка;

$H_{\text{к.п}}$ — потери напора в кольцующей перемычке до первой точки водоразбора по ходу движения воды.

Когда требуется рассчитать водонагреватели и участки подающих трубопроводов от водонагревателей до последнего водоразборного узла главной расчетной ветви сети, диаметры трубопроводов в режиме максимального водоразбора

определяют при расчетном расходе воды, равном сумме расчетного максимального секундного расхода горячей воды и дополнительного (циркуляционного) расхода, составляющего 0,15—0,30 указанного расхода горячей воды. При расчете стояков с полотенцесушителями и без них, а также кольцующих перемычек дополнительный (циркуляционный) расход воды составляет 0,10—0,15 максимального расчетного расхода воды.

При расчете трубопроводов водоразборных узлов, объединяющих несколько стояков, диаметры стояков определяют в зависимости от расчетного максимального секундного расхода горячей воды в стояке, умноженного на коэффициент 0,7; при этом скорость движения воды в стояках не должна превышать 1,5 м/с.

Диаметры кольцующих перемычек принимают не менее одного диаметра присоединяемого водоразборного стояка.

Если рассчитывают участки циркуляционных трубопроводов сетей горячего водоснабжения, диаметры трубопроводов определяют в зависимости от величины расхода горячей воды в режиме циркуляции (без водоразбора), принимаемого равным 0,3—0,4 величины расчетного максимального секундного расхода горячей воды для того числа потребителей (санитарно-технических приборов), которые обслуживаются данным участком циркуляционного трубопровода.

Требуемую температуру горячей воды в точках водоразбора поддерживают за счет установки в начальных точках стояков сети горячего водоснабжения регулирующих (балансировочных) клапанов, а также регуляторов температуры в местах присоединения циркуляционных стояков, в том числе входящих в состав водоразборных узлов, к циркуляционным трубопроводам сети горячего водоснабжения здания.

Циркуляционные расходы обеспечивают в ночном режиме в местах присоединения циркуляционных стояков секционных узлов к циркуляционному трубопроводу за счет установки балансировочных клапанов.

Скорость движения горячей воды в любом трубопроводе сети горячего водоснабжения при расчетном максимальном секундном расходе воды не должна превышать 1,5 м/с.

Подход к гидравлическому расчету трубопроводов горячего водоснабжения, в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01—85*, несколько отличается от рассмотренного выше.

В зависимости от режима и объема потребления горячей воды на хозяйственно-питьевые нужды общественных зданий различного назначения устраивают системы централизованного водоснабжения или местные водонагреватели.

Разрешается не предусматривать циркуляцию горячей воды в системах централизованного горячего водоснабжения с регламентированным по времени потреблением горячей воды, если температура ее в местах водоразбора не будет опускаться ниже принятого значения.

В зданиях свыше четырех этажей группы водоразборных стояков объединяют кольцующими перемычками в секционные узлы с присоединением каждого секционного узла одним циркуляционным трубопроводом к сборному циркуляционному трубопроводу системы. Таким образом, рекомендуется объединять от трех до семи водоразборных стояков. Кольцующие перемычки прокладывают по теплому и холодному чердакам под слоем теплоизоляции, под потолком верхнего этажа при подаче воды в водоразборные стояки снизу или по подвалу при подаче воды в водоразборные стояки сверху.

Допускается не закольцовывать водоразборные стояки, если протяженность кольцующей перемычки превышает суммарную протяженность циркуляционных стояков.

Присоединение водоразборных приборов к циркуляционным стоякам и циркуляционным трубопроводам не допускается.

Давление в системе горячего водоснабжения у санитарных приборов должно быть не более 0,45 МПа (4,5 кгс/см²).

Гидравлический расчет трубопроводов горячего водоснабжения производят на расчетный расход горячей воды с учетом циркуляционного $q^{h.cir}$, л/с, определяемого по формуле

$$q^{h.cir} = q^h(1 + k_{cir}), \quad (4.53)$$

где k_{cir} — коэффициент, принимаемый для водонагревателей и начальных участков систем до первого водоразборного стояка по табл. 4.26; для остальных участков сети — равным нулю.

Таблица 4.26
Значения коэффициента k_{cir}

$\frac{q^h}{q^{h.cir}}$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	> 2,0
k_{cir}	0,57	0,48	0,43	0,40	0,38	0,36	0,33	0,25	0,12	0

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

$$q^{cir} = \beta \sum \frac{Q^{ht}}{4,2\Delta t}, \quad (4.54)$$

где β — коэффициент разрегулировки циркуляции в системе горячего водоснабжения;

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

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

В зависимости от схемы горячего водоснабжения значения Q^{ht} принимают следующим образом:

- для систем, в которых не предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам, определяют по подающим и разводящим трубопроводам при $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ и $\beta = 1$;
- для систем, в которых предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением циркуляционных стояков, определяют по подающим разводящим трубопроводам и водоразборным стоякам при $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ и $\beta = 1$; при одинаковом сопротивлении секционных узлов или стояков определяют по водоразборным стоякам при $\Delta t = 8,5^\circ\text{C}$ и $\beta = 1,3$;
- для водоразборного стояка или секционного узла определяют по подающим трубопроводам, включая кольцующую перемычку, принимая $\Delta t = 8,5^\circ\text{C}$ и $\beta = 1$.

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 устанавливают регуляторы температуры или диафрагмы на циркуляционном трубопроводе системы. Диаметр диафрагмы должен быть более 10 мм. Если по расчету требуется меньший диаметр, то возможна замена диафрагм кранами для регулирования давления.

При одинаковых сопротивлениях секционных узлов или стояков суммарные потери давления по подающему и циркуляционному трубопроводам в пределах между первым и последним стояками при циркуляционных расходах должны в 1,6 раза превышать потери давления в секционном узле или стояке при разрегулировке циркуляции $\beta = 1,3$.

Потери давления в циркуляционном кольце трубопроводов системы при циркуляционном расходе не должны, как правило, превышать 0,02 МПа (0,2 кгс/см²).

Одностороннюю подачу горячей воды допускается предусматривать при коллекторном распределении.

При зонировании систем горячего водоснабжения допускается предусматривать в ночное время естественную циркуляцию горячей воды в верхней зоне.

При проведении предварительных гидравлических расчетов с целью выбора труб значения удельных потерь напора на единицу длины трубопровода (с учетом потерь напора на местных сопротивлениях, равным 20 %) принимают (с точностью до 15 %) по номограммам на выровненных точках, аналогичным приведенной на рис. 4.33, а также сетчатым номограммам (рис. 4.34).

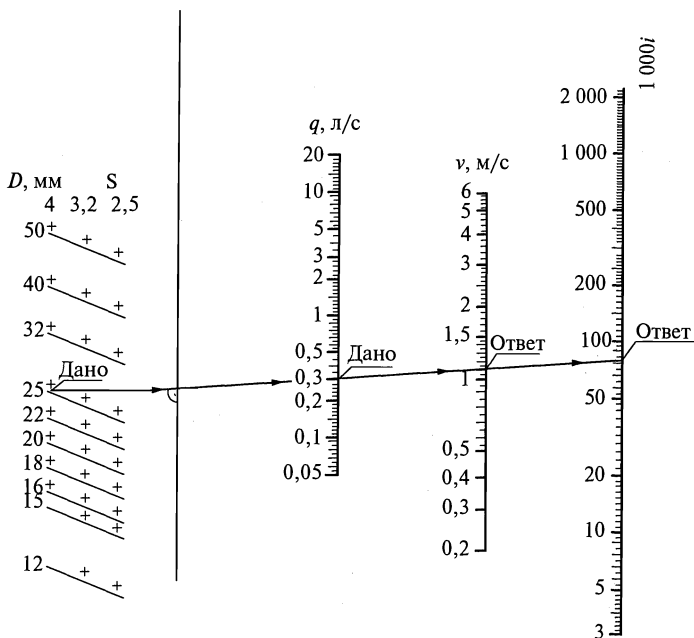


Рис. 4.33. Номограмма для гидравлического расчета трубопроводов горячего водоснабжения из сшитого полиэтилена: D — наружный диаметр, мм; S — серия труб; q — расчетный расход воды, л/с; v — средняя по сечению скорость движения воды, м/с; i — гидравлический уклон (потери напора на единицу длины трубопровода)

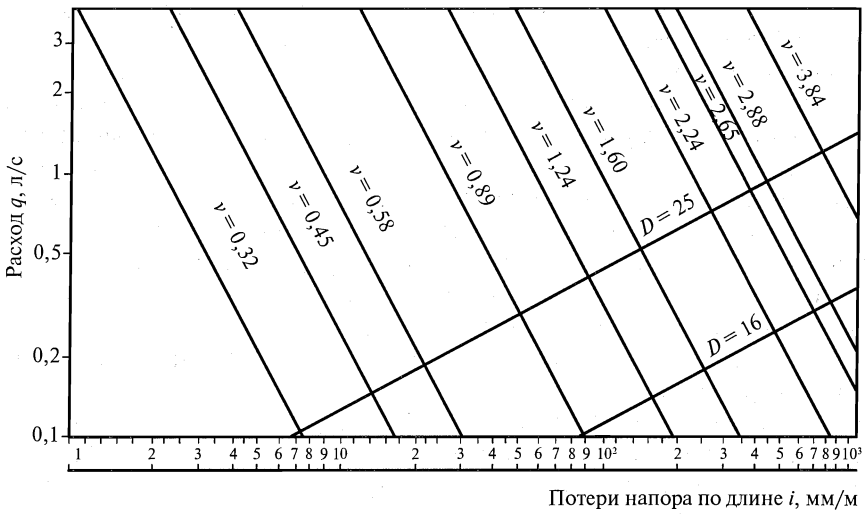


Рис. 4.34. Номограмма для гидравлического расчета металлополимерных трубопроводов горячего водоснабжения (ТУ 2248-004-07629379-97)

Для подсчета гидравлических потерь в горячих трубопроводах подходят также номограммы для трубопроводов холодного водоснабжения (рис. 4.27—4.32). Потери напора, получаемые по таким номограммам, используют с поправочным (на температуру) коэффициентом k_T , определяемым по рис. 4.35.

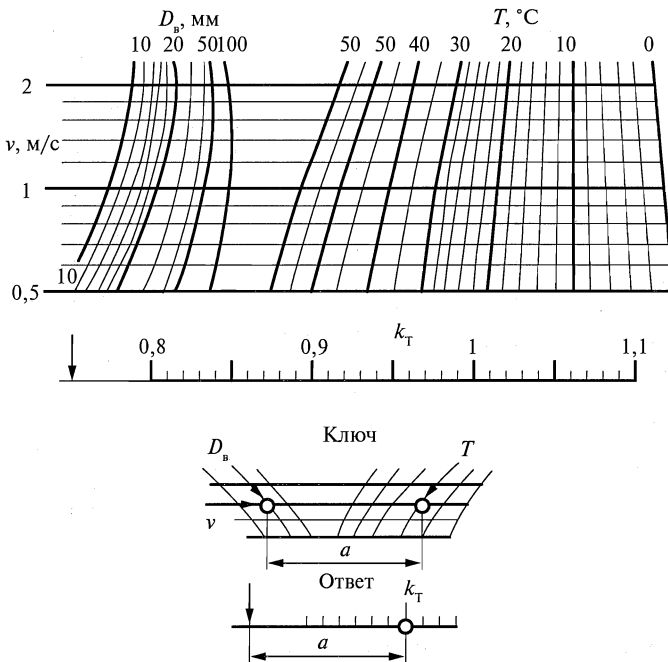


Рис. 4.35. Номограмма для определения поправочного коэффициента k_T

Более точные (до 5 %) значения (с использованием прямолинейных интерполяции между крайними величинами и экстраполяции за интервал рассматриваемых величин) можно получить по гидравлическим таблицам, фрагменты которых в модифицированном виде представлены в табл. 4.27.

Таблица 4.27
Таблица для гидравлического расчета медных трубопроводов
горячего водоснабжения

Расход q , л/с	Наружный диаметр $\times$ толщина стенки трубы, мм											
	12 $\times$ 1,0		15 $\times$ 1,0		18 $\times$ 1,0		22 $\times$ 1,0		28 $\times$ 1,0		35 $\times$ 1,2	
	v , м/с	1 000 <i>i</i>	v , м/с	1 000 <i>i</i>	v , м/с	1 000 <i>i</i>	v , м/с	1 000 <i>i</i>	v , м/с	1 000 <i>i</i>	v , м/с	1 000 <i>i</i>
0,02	0,25	17,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,04	0,50	64,7	0,30	17,1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,06	0,76	139,0	0,15	36,2	0,30	12,7	—	—	—	—	—	—
0,10	1,27	367,0	0,75	94,7	0,50	32,8	0,32	10,6	—	—	—	—
0,12	1,53	521,0	0,90	134,0	0,60	46,2	0,38	14,9	—	—	—	—
0,14	1,78	702,0	1,06	180,0	0,70	61,8	0,45	19,8	0,26	5,3	—	—
0,16	2,04	908,0	1,20	232,0	0,80	79,6	0,50	25,5	0,30	6,8	—	—
0,18	—	—	1,36	291,0	0,90	99,5	0,57	31,8	0,31	8,4	0,26	2,7
0,20	—	—	1,50	356,0	1,00	122,0	0,64	38,8	0,38	10,2	0,24	3,3
0,22	—	—	1,66	427,0	1,09	146,0	0,70	46,4	0,41	12,2	0,26	3,9
0,24	—	—	1,80	505,0	1,20	172,0	0,76	54,7	0,45	14,4	0,29	4,6
0,26	—	—	1,96	590,0	1,30	201,0	0,83	63,7	0,49	16,7	0,31	5,3
0,28	—	—	—	—	1,40	232,0	0,89	73,3	0,53	19,2	0,34	6,1
0,30	—	—	—	—	1,50	264,0	1,00	83,6	0,57	21,9	0,36	7,0
0,32	—	—	—	—	1,60	299,0	1,02	94,6	0,60	24,7	0,38	7,9
0,34	—	—	—	—	1,70	336,0	1,08	106,0	0,64	27,7	0,40	8,8
0,36	—	—	—	—	1,80	375,0	1,15	118,0	0,68	30,9	0,43	9,8
0,38	—	—	—	—	1,90	417,0	1,21	131,0	0,72	34,2	0,46	10,9
0,40	—	—	—	—	2,00	460,0	1,27	145,0	0,75	37,7	0,48	11,9
0,46	—	—	—	—	—	—	1,46	189,0	10,87	49,2	0,55	15,5
0,52	—	—	—	—	—	—	1,66	240,0	0,98	62,1	0,62	19,6
0,58	—	—	—	—	—	—	1,85	296,0	1,09	76,5	0,70	24,1
0,62	—	—	—	—	—	—	1,97	337,0	1,17	87,0	0,74	27,3
0,70	—	—	—	—	—	—	—	—	1,32	110,0	0,84	34,4
0,78	—	—	—	—	—	—	—	—	1,47	135,0	0,93	42,3
0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	1,62	163,0	1,03	51,0
0,94	—	—	—	—	—	—	—	—	1,77	193,0	1,18	60,4
0,96	—	—	—	—	—	—	—	—	1,80	201,0	1,15	62,9
1,08	—	—	—	—	—	—	—	—	2,04	253,0	1,29	78,8
1,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,44	96,4
1,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,58	116,0
1,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,73	137,0
1,56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,87	160,0
1,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,92	168,0

Продолжение табл. 4.27

Расход q , л/с	Наружный диаметр $\times$ толщина стенки трубы, мм							
	42 $\times$ 1,5		54 $\times$ 1,5		64 $\times$ 2,0		76 $\times$ 2,5	
	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>	v , м/с	1 000 <i>l</i>
0,30	0,25	2,8	—	—	—	—	—	—
0,32	0,27	3,2	—	—	—	—	—	—
0,34	0,28	3,6	—	—	—	—	—	—
0,36	0,30	4,0	—	—	—	—	—	—
0,38	0,32	4,4	—	—	—	—	—	—
0,40	0,34	4,8	—	—	—	—	—	—
0,46	0,39	6,3	—	—	—	—	—	—
0,52	0,44	7,9	0,25	2,05	—	—	—	—
0,58	0,49	9,7	0,28	2,50	—	—	—	—
0,62	0,52	11,0	0,30	2,80	—	—	—	—
0,70	0,59	13,8	0,34	3,60	0,25	1,6	—	—
0,78	0,65	17,0	0,38	4,40	0,28	1,9	—	—
0,86	0,72	20,4	0,42	5,20	0,30	2,3	—	—
0,94	0,79	24,2	0,46	6,20	0,33	2,7	—	—
0,96	0,80	25,2	0,47	6,45	0,34	2,8	0,24	1,2
1,08	0,90	31,5	0,53	8,10	0,38	3,6	0,27	1,5
1,20	1,00	38,5	0,59	9,80	0,42	4,3	0,30	1,8
1,32	1,10	46,2	0,65	11,80	0,47	5,2	0,33	2,2
1,44	1,20	54,5	0,70	13,90	0,50	6,1	0,36	2,6
1,56	1,30	63,6	0,76	16,20	0,55	7,1	0,36	3,0
1,60	1,34	66,7	0,78	17,00	0,57	7,4	0,40	3,2
1,70	1,17	80,1	0,86	20,10	0,62	8,9	0,11	3,8
2,08	1,74	110,0	1,02	28,00	0,74	12,3	0,52	5,2
2,24	1,88	127,0	1,10	32,20	0,79	14,1	0,56	6,0
2,40	2,01	146,0	1,18	36,80	0,85	16,1	0,60	6,8
2,56	—	—	1,25	41,60	0,91	18,2	0,65	7,7
2,72	—	—	1,33	46,70	0,96	20,4	0,69	8,6
2,88	—	—	1,41	52,20	1,02	22,7	0,73	9,6
3,04	—	—	1,49	57,90	1,08	25,2	0,77	10,6
3,20	—	—	1,57	63,90	1,13	27,8	0,80	11,7
3,36	—	—	1,65	70,20	1,19	30,5	0,85	12,9
3,52	—	—	1,72	76,70	1,25	33,4	0,89	14,1
3,68	—	—	1,80	83,60	1,30	36,4	0,93	15,3
3,88	—	—	1,90	92,60	1,37	40,2	0,98	16,9
4,08	—	—	1,99	102,00	1,44	44,3	1,03	18,6
4,28	—	—	—	—	1,50	48,6	1,08	20,4
4,48	—	—	—	—	1,59	53,1	1,13	22,3
4,68	—	—	—	—	1,66	57,7	1,18	24,2
4,88	—	—	—	—	1,73	62,5	1,23	26,3
5,08	—	—	—	—	1,80	67,6	1,28	28,4
5,28	—	—	—	—	1,87	72,8	1,33	30,5
5,48	—	—	—	—	1,94	78,1	1,38	32,8

Глава 5

Выбор труб для устройства системы внутренней канализации

Для устройства внутренней канализации необходимо выбирать трубы канализационного сортамента с учетом конструкции канализационной системы конкретного общественного здания. Главными условиями правильного проектирования системы являются:

- полное соответствие предъявляемым требованиям к трубным элементам внутренней канализации;
- правильное определение расчетных расходов сточных жидкостей;
- достоверность оценки гидравлических сопротивлений канализационных трубопроводов из разных труб;
- выбор труб на основании гидравлического расчета с учетом гидравлической специфики горизонтальных и вертикальных трубопроводов.

В общих случаях система внутренней канализации должна включать следующие основные элементы (рис. 5.1):

- отводки 12, отводящие стоки от гидрозатворов (сифонов) в этажные сборные трубопроводы;
- этажные сборные трубопроводы 13, принимающие стоки от отводок и отводящие их в канализационный стояк;
- канализационный стояк 3, принимающий стоки от этажных сборных трубопроводов и отводящий их в канализационный выпуск;
- канализационный выпуск 2, принимающий стоки от канализационного стояка и отводящий их в канализационный смотровой колодец 1;
- вытяжка 5, обеспечивающая отвод образующихся в системе водоотведения (внутренней и наружной канализации) газов в атмосферу.

Принципы функционирования системы внутренней канализации

Сточная жидкость от санитарно-технических приборов по горизонтальным поэтажным трубопроводам поступает в канализационный стояк. В процессе ее транспортирования в канализационном стояке возникают разрежения [63], влияющие на устойчивость гидравлических затворов санитарно-технических приборов.

При отсутствии в стояке расхода сточной жидкости, а также при ее небольших расходах (0,05—0,30 л/с в зависимости от диаметра стояка и параметров воздуха) в системе посредством гравитационного давления воздуха происходит воздухообмен подземной канализационной сети с атмосферой.

Кратность воздухообмена в наружной канализационной сети возрастает с увеличением высоты стояка, а также при понижении температуры наружного воздуха (при прочих равных условиях).

Стояк, имеющий вытяжную часть, называется вентилируемым. Высота вытяжной части над кровлей здания регламентирована действующими нормами и равна 0,5 м; на эксплуатируемых кровлях — не менее 3,0 м.

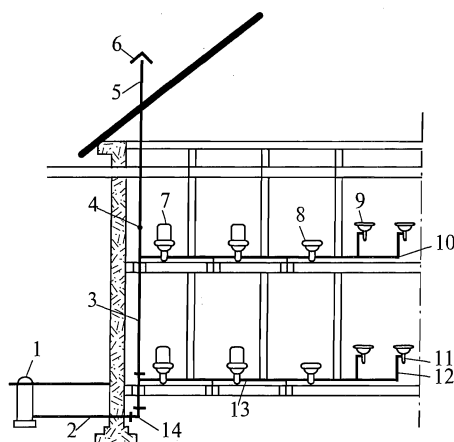


Рис. 5.1. Система внутренней канализации многоэтажного здания с поэтажным расположением женских туалетов друг над другом: 1 — канализационный смотровой колодец; 2 — канализационный выпуск; 3 — вентилируемый канализационный стояк; 4 — ревизия; 5 — вытяжка; 6 — флюгарка; 7 — унитаз; 8 — биде; 9 — умывальник; 10 — прочистка; 11 — гидрозатвор (сифон); 12 — отводка; 13 — этажный сборный трубопровод; 14 — гиб

Сточная жидкость, двигаясь по стояку, увлекает за собой из атмосферы поступающий в стояк через вытяжную часть воздух, т. е. имеет эжектирующую способность. Если при этом количество воздуха соответствует величине эжектирующей способности жидкости, то в стояке не возникает дефицита воздуха и давление в нем равно атмосферному. Меньшее количество воздуха приводит к образованию дефицита воздуха и возникновению разрежения в стояке.

При выходе из строя вытяжной части (например, вследствие обмерзания или попадания посторонних предметов) стояк становится невентилируемым и его пропускная способность резко снижается.

Существует два основных конструктивных решения вытяжных частей:

- каждый канализационный стояк имеет собственную вытяжную часть — прямую или криволинейную;
- вытяжная часть объединяет группу канализационных стояков.

Долгое время (до 1970 г.) в отечественной практике строительства было принято увеличивать диаметр выводимой выше кровли вытяжной части на 50 мм по сравнению с диаметром стояка. На трубы вытяжных частей, расположенных в неотапливаемых чердаках, наносили теплоизоляцию, а устья вытяжек оборудовали флюгарками (дефлектор — простой колпак). Предполагалось, что указанные мероприятия помогают избежать полного обмерзания труб вытяжных частей. Впоследствии были проведены исследования причин обмерзания вытяжных частей стояков, а также способов борьбы с их обмерзанием, которые позволили скорректировать требования к конструированию вытяжных частей стояков.

Исследования показали, что срыв гидравлических затворов является следствием возникновения разрежений в канализационном стояке. С точки зрения ряда исследователей, течение сточной жидкости по стояку сопровождается периодическим образованием на отдельных его участках водяных поршней, дви-

жущихся с большой скоростью и вызывающих резкие колебания давлений. В свою очередь величина разрежений зависит от скорости падающей жидкости, а скорость является функцией высоты стояка, критическое значение которой составляет 50 м. При падении жидкости с указанной высоты ее скорость достигает 4 м/с, что сопровождается возникновением разрежений критической величины, вызывающих срыв гидравлического затвора. Такая скорость наблюдается в стояках высотой не более 50 м при следующих расходах: 2 л/с — для диаметра 50 мм; 9 л/с — для 100 мм; 20 л/с — для 150 мм.

Эти данные были получены аналитически и в них не были учтены затраты энергии на эжекцию воздуха из атмосферы жидкостью. Для стояков высотой 41 м критическими расходами жидкости рекомендуется считать 4,40 л/с для стояка диаметром 100 мм и 6,98 л/с для стояка диаметром 125 мм.

Некоторые исследователи объясняют возникновение разрежений в канализационном стояке так называемым гидравлическим водовоздушным поршнем — слоем воды, перекрывающим сечение стояка на уровне присоединения к нему поэтажного отвода. Гидравлический поршень высотой 0,2—0,5 м создается в стояке на уровне входа жидкости и препятствует поступлению в стояк воздуха из атмосферы. При дальнейшем движении вниз поток жидкости стабилизируется и образует на внутренней поверхности стояка кольцеобразный слой. Скорость жидкости достигает своего максимального значения на сравнительно короткой длине: через 15—20 м от точки входа в стояк, через один-два этажа, т. е. через 3—6 м.

По мнению американских исследователей, нарушение гидравлического затвора является почти неизбежным следствием неправильного подбора диаметра стояка.

При условии что вода, движущаяся сверху вниз в вертикальном трубопроводе (водосточном стояке, работающем с подпором), имеет эжектирующую способность, расход воздуха, увлекаемого водой из атмосферы в стояк, сначала увеличивается, достигает максимальной величины при определенном расходе воды, а затем убывает. В результате захвата воздуха водой, движущейся в стояке, в нем образуется двухфазная (вода — воздух) смесь. Третью фазу (отходы, бумага и т. п.) в стоячной жидкости можно не учитывать, поскольку она практически не повышает разрежение в стояке.

Основное влияние на образование различных режимов течения водовоздушной смеси с присущими им структурами оказывают объемное расходное газосодержание и газонасыщенность смеси (мгновенное значение доли сечения потока), занятой газовой фазой, т. е. фактическое газосодержание двухфазного слоя определенной толщины.

В случае если внутренняя поверхность трубы омывается водой, а внутри потока в виде стержня движется воздух, в вертикальной трубе возникает стержневой характер опускного движения водовоздушной смеси.

Если в стояке вода омывает его внутреннюю поверхность, а внутри потока движется воздух, то в канализационном выпуске вода направляется по нижней стенке трубы, а над ней свободно течет воздух и в нижнем гйбе канализационного стояка происходит изменение режимов течения.

Наиболее часто используют модель течения водовоздушной смеси в канализационном стояке, в соответствии с которой при истечении из поэтажного отвода в стояк вода перекрывает его сечение (образует замкнутый водовоздушный поршень) на уровне присоединения отвода к стояку (рис. 5.2).

Далее на небольшом расстоянии от места входа в стояк течение водовоздушной смеси стабилизируется: вода движется по внутренней поверхности стояка, а внутри потока воды течет воздух. Несоответствие между величиной эжектирующей способности жидкости и количеством воздуха, поступающим в стояк из атмосферы, приводит к образованию дефицита воздуха ниже сжатого сечения стояка (т. е. ниже водовоздушного поршня). С увеличением этого несоответствия происходит повышение разрежения в стояке. Величина эжектирующей способности жидкости является функцией скорости ее движения — скорость достигает максимального значения через 6—15 м падения. Эжектирующая способность жидкости по величине стабилизируется на этом же расстоянии от точки входа в стояк. Значения разрежений в стояке являются также функцией количества воздуха, поступающего из атмосферы через вытяжную часть стояка. Если вытяжная часть перестает функционировать (например, вследствие полного обмерзания), то стояк становится неventилируемым и его пропускная способность уменьшается.

Наличие эжектирующей способности у жидкости, движущейся в безнапорном режиме сверху вниз в вертикальном трубопроводе, объясняется взаимодействием жидкости и воздуха. Это взаимодействие является следствием молекулярного смачивания воздуха жидкостью либо трением между ними — не исключается также наличие обоих факторов.

Как показали исследования, сечение стояка на уровне присоединения отвода остается сжатым жидкостью до тех пор, пока не прекратится истечение жидкости из отвода. На некотором расстоянии от места входа происходит беспорядочное движение жидкости вниз по стояку. Затем жидкость попадает на стенки стояка, и ее движение начинает стабилизироваться.

Согласно данной модели, с уменьшением (в пределах длины начального участка) высоты канализационного стояка связано также уменьшение величины эжектирующей способности жидкости. В то же время в канализационном стояке, высота которого равна длине начального участка или превышает ее, величина эжектирующей способности максимальна и постоянна. Из-за местного гидравлического сопротивления большой величины в виде водовоздушного поршня в стояк из атмосферы поступает воздух в меньшем количестве, чем величина эжектирующей способности, что обуславливает возникновение дефицита воздуха (или разрежения) ниже сжатого поршнем сечения стояка.

Величина разрежений увеличивается с ростом расхода жидкости. При увеличении расхода жидкости возрастает величина ее эжектирующей способности, площадь живого сечения воздуха в сжатом сечении стояка ω_v уменьшается (при увеличении ω_v в 2 раза Δp уменьшается в 4 раза). В связи с этим необходимо увеличивать площадь сечения воздуха в сжатом сечении стояка, что может быть достигнуто изменением условий входа жидкости в стояк, а именно уменьшением диаметра угла присоединения к нему поэтажных трубопроводов. Величина разрежений в стояке стремится к бесконечности при $\omega_v \rightarrow 0$, например, при обмерзании вытяжной части стояка. В то же время увеличение диаметра вытяжной

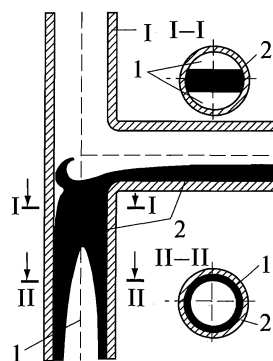


Рис. 5.2. Схема истечения воды из поэтажного отвода в стояк (разрез по оси стояка): 1 — воздух; 2 — вода

части по сравнению с диаметром стояка малоэффективно, т. к. расход воздуха будет лимитироваться диаметром стояка. Увеличение же высоты стояка не оказывает влияния на величину разрежения: уменьшение высоты стояка способствует повышению его пропускной способности. С увеличением шероховатости материала трубопровода уменьшается длина начального участка (при прочих равных условиях) и, следовательно, уменьшается величина возникающих в стояке разрежений. Величина эжектирующей способности жидкости возрастает с увеличением диаметра стояка. Тот факт, что стояк большего диаметра имеет большую пропускную способность, объясняется существенным уменьшением площади живого сечения воздуха в сжатом сечении стояка большего диаметра при одинаковом расходе жидкости. С повышением температуры стоков величина разрежений в стояке несколько уменьшается. Изменение удельного веса жидкости практически невелико. Наличие компонентов твердой фазы в сточной жидкости не оказывает практического влияния на пропускную способность стояка. Гидравлические потери при движении трехфазных смесей (жидкость — вода; газ — воздух; твердое тело — взвешенные вещества) в вертикальных трубах определяются потерями, обусловленными движением жидкой фазы. Изменение параметров воздуха оказывает незначительное влияние на величину разрежений в канализационном стояке, и при расчете ими можно пренебречь.

Экспериментальные исследования А. Я. Добромыслова [63] позволили:

- сформулировать рассмотренную модель и определить величину эжектирующей способности воды;
- выявить влияние условий входа жидкости в стояк на его пропускную способность;
- установить влияние высоты стояка и длины его начального участка на величину разрежений;
- уточнить расход воздуха, поступающего в стояк из атмосферы, а также пропускную способность стояков;
- разработать методику расчета неvented стояков.

Эти результаты были положены в основу разработки методики для расчета и конструирования надземной части систем водоотведения зданий, вошедшей в СНиП 2.04.01–85* и СТО 024947335.2-01–2006.

Канализационные гидравлические затворы

Гидравлический затвор — устройство, которое представляет собой U-образную трубку, заполняемую водой, и предназначено для предотвращения поступления канализационных газов из наружной сети водоотведения в помещения ванных, санузлов, кухонь и другие помещения, оборудованные системой канализации (рис. 5.3). Им обязательно оборудуют каждый санитарно-технический прибор. Допускается устраивать один гидравлический затвор на несколько санитарно-технических приборов (например, при установке групповых умывальников).

В системе может произойти срыв гидравлического затвора, причина которого сводится к следующему. Ветвь гидравлического затвора, расположенная со стороны помещения (например, санузла), постоянно находится под атмосферным давлением p_a , а ветвь, присоединенная к стояку, — под давлением в стояке p . Высота гидравлических затворов h_a равна высоте столба воды в одной из его ветвей,

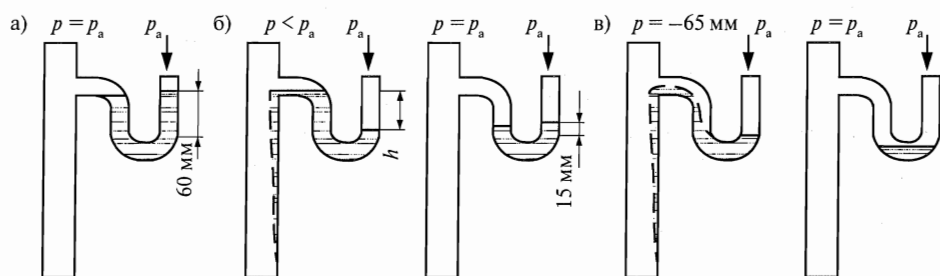


Рис. 5.3. Заполнение гидравлического затвора при различном давлении в стояке: а — давление в стояке равно атмосферному; б — разрежение в стояке меньше критического; в — срыв затвора при критическом разрежении в стояке

что препятствует прониканию канализационных газов со стороны канализационного стояка. Для большинства приборов она составляет 60 мм.

Когда давление в канализационном стояке становится ниже атмосферного на величину h ($h < h_3$), происходит понижение уровня воды в гидравлическом затворе (в ветви, которая находится под атмосферным давлением) на такую же величину h . При этом в другой ветви в канализационный стояк выплескивается определенный объем воды. Если же давление в канализационном стояке опускается ниже атмосферного на величину, несколько превышающую высоту гидравлического затвора, уровень воды в правой его ветви понижается на такую же величину. При этом из ветви, находящейся под атмосферным давлением, происходит проскок воздушного пузыря, который выплескивает в стояк воду, заполняющую другую ветвь гидравлического затвора. Второй и последующие воздушные пузыри, которые следуют за первым с интервалом в несколько секунд, способствуют полному опорожнению гидравлического затвора. Происходит безвозвратный унос в стояк воды, заполняющей гидравлический затвор, т. е. срыв гидравлического затвора.

В результате срыва гидравлического затвора канализационным газам открывается беспрепятственный доступ в помещения, где пребывают люди. Эти газы, как известно, в больших концентрациях токсичны и взрывоопасны. Поэтому системы канализации рассчитывают и конструируют таким образом, чтобы была гарантирована устойчивость гидравлических затворов у санитарных приборов данной системы.

Высота гидравлического затвора — основной параметр, от которого зависит конструкция системы внутреннего водоотведения общественных зданий. Экспериментально установлено, что срыв гидравлического затвора высотой 60 мм происходит, когда разрежение в канализационном стояке составляет 65 кгс/м^2 (65 мм вод. ст. = 637 Па); при высоте 80 мм разрежение в стояке должно достигнуть 90 кгс/м^2 (90 мм вод. ст.). При меньших значениях разрежений срыва гидравлического затвора не происходит. Таким образом, чем больше высота гидравлического затвора, тем большее разрежение допускается в канализационном стояке.

Надежность системы канализации обеспечивается устойчивостью против срыва гидравлических затворов санитарно-технических приборов, присоединенных к расчетному стояку.

Гидравлические затворы, как правило, изготавливают отдельно от санитарно-технических приборов и соединяют с ними при установке. Исключение состав-

ляют трапы и все типы унитазов, которые имеют встроенные гидравлические затворы, а также некоторые санитарно-технические приборы, выпускаемые как с гидравлическим затвором, так и без него (например, писсуар).

Гидравлические затворы выполняют из различных материалов (чугун, цветные металлы, резина, пластмасса). Они имеют гладкую внутреннюю поверхность, исключаящую налипание на нее осадков из сточной жидкости.

Канализационные отводки

Канализационные отводки — часть канализационного трубопровода, соединяющая гидравлический затвор (сифон) с поэтажным отводным трубопроводом (минимальные диаметры условного прохода трубопровода приведены в прил. 2 СНиП 2.04.01–85*).

В качестве канализационных отводок используются отрезки труб либо специальные патрубки, например, к унитазам с формой и размерами, соответствующими видам унитазов и диаметрам их выпусков. Канализационная отводка может быть также частью сифона.

Поэтажные отводные канализационные трубопроводы

Поэтажные отводные трубопроводы предназначены для приема сточной жидкости от санитарно-технических приборов и транспортирования ее в канализационный стояк.

Опыт эксплуатации систем водоотведения общественных зданий в Москве показывает, что в подавляющем большинстве случаев засоры происходят в поэтажных отводных канализационных трубопроводах из-за попадания в них посторонних, не являющихся компонентами сточной жидкости предметов (ветошь, строительный мусор, пищевые отходы и т. п.).

При проектировании поэтажные отводные канализационные трубопроводы рекомендуется рассчитывать из условия обеспечения в них самотечного режима движения жидкости. Для снижения вероятности образования засоров в этих трубопроводах необходимо обеспечивать самоочищающую скорость течения жидкости, т. е. такую скорость, при которой из сточной жидкости в осадок не выпадают ее компоненты. Для трубопроводов систем внутридомовой канализации величину самоочищающей скорости принимают равной 0,7 м/с.

Помимо скорости иногда нормируют наполнение трубопровода h/D , т. е. отношение высоты протекающего слоя жидкости к диаметру трубопровода, а также величины нормальных и минимальных уклонов трубопровода i (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Значения уклонов и допускаемых наибольших наполнений трубопроводов

Диаметр трубы D , мм	Наполнение трубопровода h/D , не более	Гидравлический уклон i , мм	
		Нормальный	Минимальный
50	0,5 диаметра трубы	0,035	0,025
100		0,020	0,012
125		0,015	0,010

В типовых проектах уклон труб без расчета принимают равным 0,02 для диаметра 100 мм и 0,01 для диаметра 150 мм.

Система внутренней канализации с вентилируемыми стояками

Вентилируемые стояки устраивают как в многоэтажных (рис. 5.4а), так и в малоэтажных (рис. 5.4б, в) общественных зданиях.

Расчет системы производят исходя из условия обеспечения устойчивости гидравлических затворов, для чего определяют разрежение, которое может возникнуть в канализационном стояке.

Пропускная способность вентилируемых канализационных стояков зависит от условий входа жидкости в стояк — угла присоединения поэтажных отводов к стояку и отношения $D_{ст}/d_{отв}$ (рис. 5.5).

Кривые 1 и 3 графика построены для стояков диаметром 45 мм и высотой от 90 до 117,2 диаметра. Кривые показывают, что длина начального участка вертикального трубопровода, работающего в стержневом режиме движения жидкости и воздуха, равна примерно 90 диаметрам стояка.

Кривые 1—4 характеризуют зависимость величины разрежений от расходов воды и условий ее входа в стояки высотой $52,2D_{ст}$ и более $90D_{ст}$. Как видно, величина эжектирующей способности жидкости стабилизируется на этом участке стояка, а разрежение принимает максимальное значение. При уменьшении высоты стояка с 4,05 до 2,35 м его пропускная способность возрастает в среднем на 15 %, что объясняется уменьшением эжектирующей способности воды при уменьшении высоты стояка (при прочих равных условиях). При рабочей высоте стояка, равной $90D_{ст}$, пропускная способность становится минимальной и не изменяется при последующем увеличении высоты стояка.

На пропускную способность стояков влияет также угол входа в него воды. Так, при уменьшении α с 90 до 45° пропускная способность стояка возрастает в 1,7 раза (кривые 1—3, 6 и 8, рис. 5.5). Замена поэтажных отводных трубопроводов с диаметра 100 на 45 мм (при прочих равных условиях) позволяет увеличить пропускную способность стояка примерно на 20—25 % (кривые 5—8, рис. 5.5). При уменьшении угла входа воды в стояк увеличивается площадь живого сечения воздуха в сжатом сечении ω_b , что приводит к уменьшению величины разрежений Δp . В общем случае пропускная способность канализационного стояка, не имеющего дополнительной вентиляции, и площадь живого сечения стояка для прохода воздуха из атмосферы будут максимальными при вертикальном входе в него жидкости.

На основе исследований, проведенных на малом и большом стендах, а также в натуральных условиях, получена связь величины разрежений с расходом жидкости и основными параметрами внутренней канализации (рис. 5.6). Величину разрежений Δp , мм вод. ст., определяют по формуле

$$\Delta p = \frac{366 \left(\frac{q_{ж}}{1 + \cos \alpha} D_{ст}^2 \right)^{1,677}}{\left(\frac{D_{ст}}{d_{отв}} \right)^{0,71} \left(\frac{90 D_{ст}}{L_{ст}} \right)^{0,5}}, \quad (5.1)$$

где $q_{ж}$ — расход стоков, $\text{м}^3/\text{с}$;

α — угол присоединения поэтажных трубопроводов к стояку, град;

$D_{ст}$ и $d_{отв}$ — внутренние диаметры стояка и поэтажного отводного трубопровода, мм;

$L_{ст}$ — рабочая высота стояка, м.

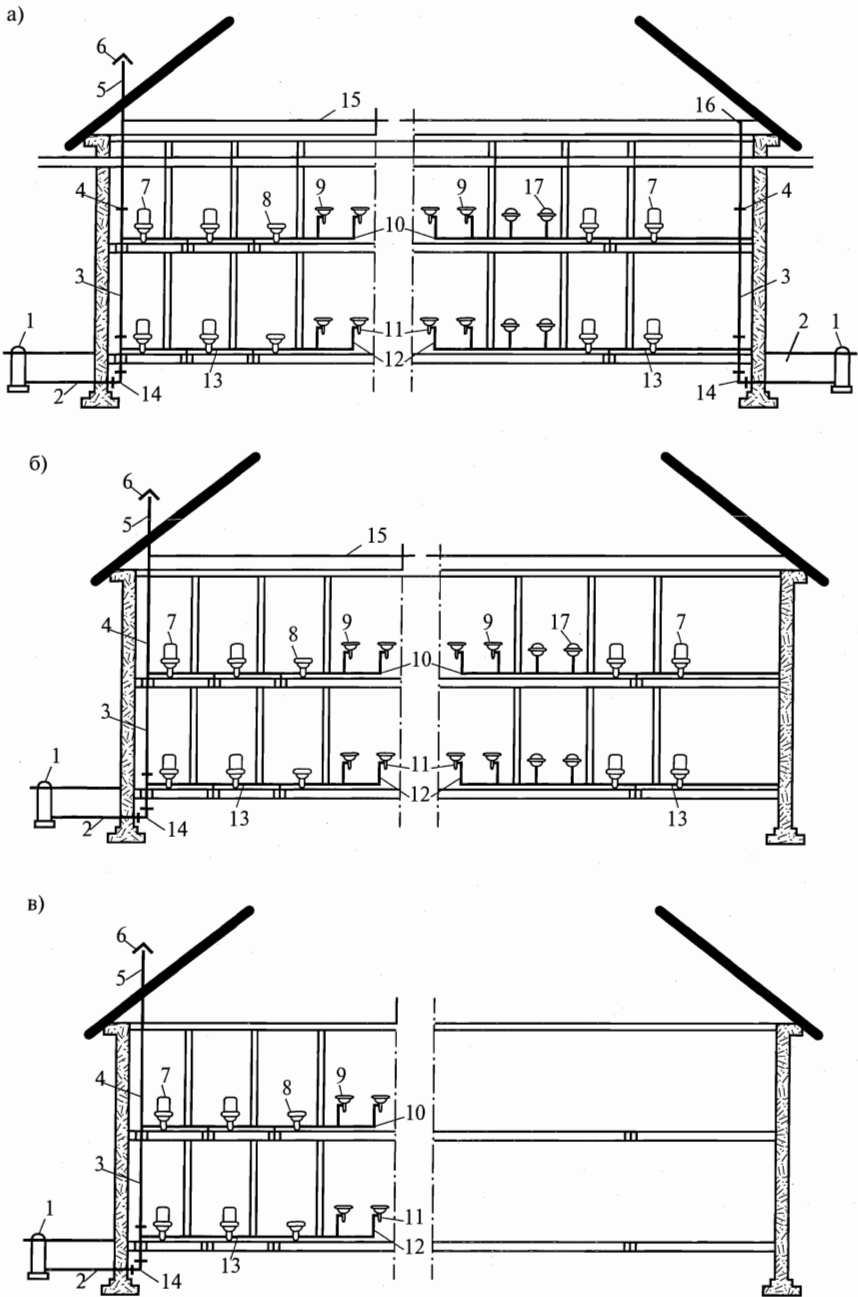


Рис. 5.4. Схема внутренней канализации: а — с чердачным сборным вентиляционным трубопроводом многоэтажного здания с поэтажным расположением женских и мужских туалетов напротив друг друга; б — с чердачным сборным вентиляционным трубопроводом двухэтажного здания с женскими и мужскими туалетами, расположенными напротив друг друга; в — с вентилируемыми стояками двухэтажного здания с поэтажным расположением женских туалетов друг над другом; 1 — канализационный колодец; 2 — канализационный выпуск; 3 — вентилируемый стояк; 4 — ревизия; 5 — вытяжка; 6 — флюгарка; 7 — унитаз; 8 — биде; 9 — умывальник; 10 — прочистка; 11 — гидрозатвор (сифон); 12 — отводка; 13 — этажный отводной трубопровод; 14 — гиб; 15 — чердачный сборный вентиляционный трубопровод; 16 — прочистка; 17 — писсуар

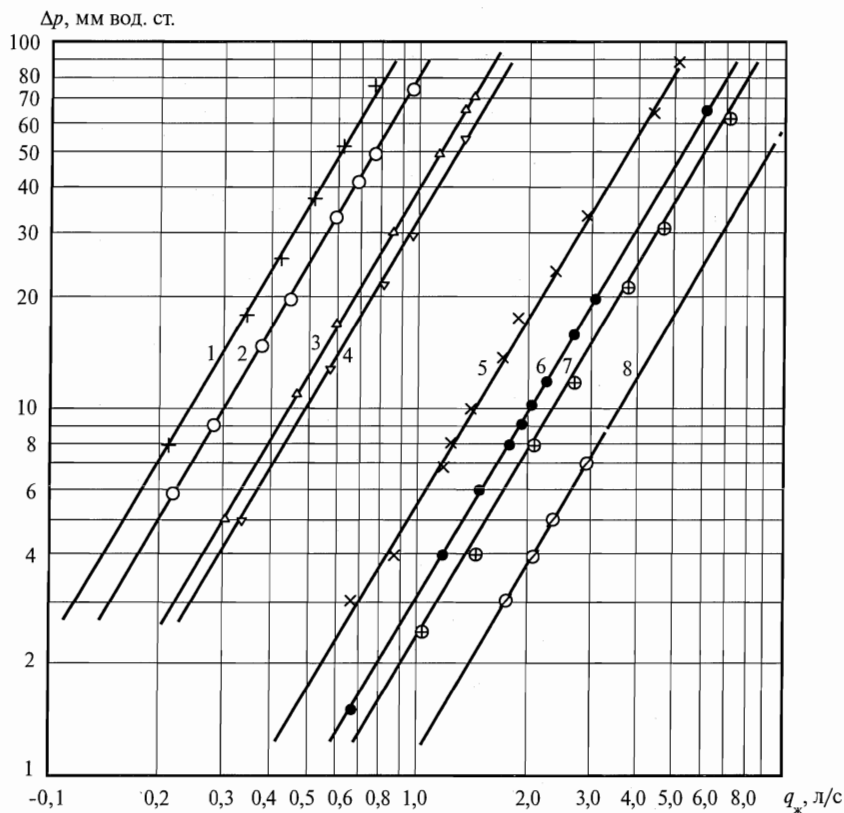


Рис. 5.5. Зависимость разрежения от расхода жидкости для различных систем водоотведения с вентилируемым стояком:

- 1 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 2 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 2,35 \text{ м}$;
- 3 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 2,35 \text{ м}$;
- 4 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 5 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 100 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 6 — $D_{\text{ст}} = 100 \text{ мм}$, $d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 7 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 100 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 8 — $D_{\text{ст}} = 100 \text{ мм}$, $d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$

Формулу (5.1) используют для определения величины разрежений в канализационных стояках при $L_{\text{ст}} \leq 90 D_{\text{ст}}$. Для стояков большей высоты множитель в знаменателе формулы (5.1) $(90 D_{\text{ст}} / L_{\text{ст}})^{0,5}$ в расчетах не учитывают и величину разрежений определяют по формуле

$$\Delta p = \frac{366 \left(\frac{q_{\text{ж}}}{1 + \cos \alpha} D_{\text{ст}}^2 \right)^{1,677}}{\left(\frac{D_{\text{ст}}}{d_{\text{отв}}} \right)^{0,71}}. \quad (5.2)$$

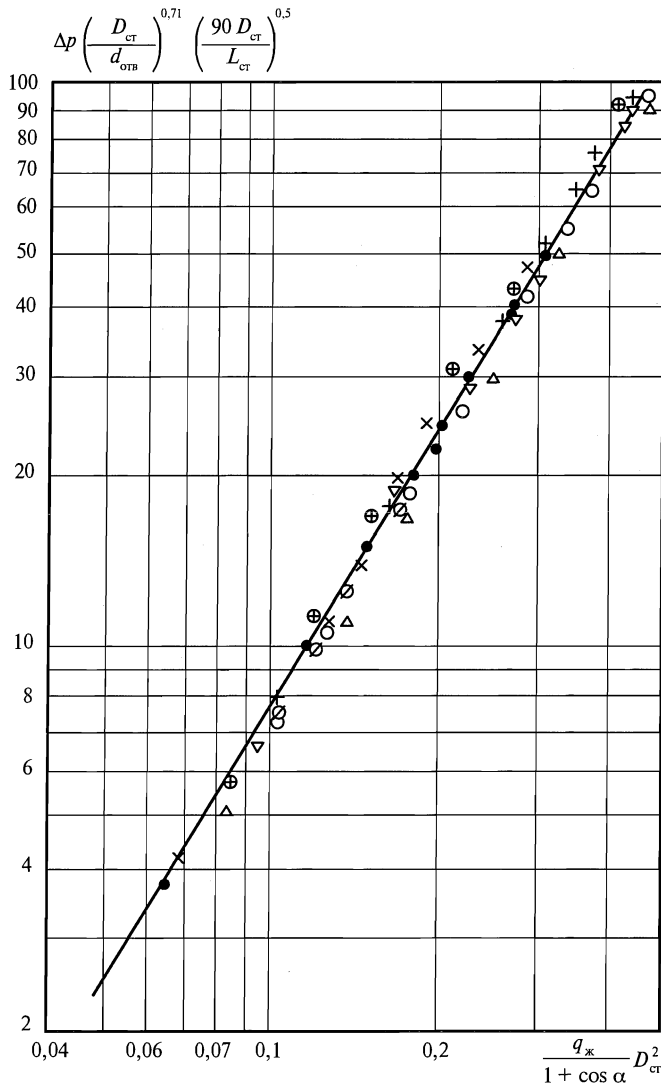


Рис. 5.6. Зависимость величины разрежений в стояке от расхода жидкости и основных параметров системы канализации (на графике показаны экспериментальные точки, полученные на различных системах в количестве восьми штук)

В случае когда $\alpha = 90^\circ$ и $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}}$, формула (5.2) принимает упрощенный вид:

$$\Delta p = 366 \left(\frac{q_{\text{ж}}}{D_{\text{ст}}^2} \right)^{1,677} . \quad (5.3)$$

Критические расходы, соответствующие моменту срыва гидравлических затворов высотой 60 мм, для рабочей высоты стояка более $90 D_{\text{ст}}$ приведены в табл. 5.2. Для стояков меньшей высоты табличные значения критических расходов сточной жидкости увеличивают в $(90 D_{\text{ст}}/L_{\text{ст}})^{0,25}$ раз.

Таблица 5.2

Критические расходы сточной жидкости для вентилируемых канализационных систем с рабочей высотой стояка больше $90D_{ст}$

Наружный диаметр поэтажного отвода $d_{отв}$, мм	Угол присоединения α , град	Значение расходов, л/с, при диаметрах стояков $D_{ст}$, мм					
		45	50	85	100	125	150
45	90	0,72	0,940	3,36	5,00	8,56	13,40
	60	1,10	1,390	5,00	7,45	12,85	19,90
	45	1,30	1,600	5,70	8,56	14,60	22,90
50	90	—	0,885	3,22	4,80	8,15	21,70
	60	—	1,350	4,80	7,10	12,20	18,90
	45	—	1,550	5,48	8,20	13,90	21,70
85	90	—	—	2,56	3,80	6,50	10,20
	60	—	—	3,92	5,70	9,80	15,30
	45	—	—	4,63	6,50	11,00	17,40
100	90	—	—	—	3,54	6,12	9,45
	60	—	—	—	5,41	9,18	14,25
	45	—	—	—	6,10	10,40	16,10
125	90	—	—	—	—	5,54	8,70
	60	—	—	—	—	8,47	13,10
	45	—	—	—	—	10,00	14,90
150	90	—	—	—	—	—	8,00
	60	—	—	—	—	—	12,20
	45	—	—	—	—	—	14,00

При высоте гидравлического затвора 50 мм критическая величина расчетного расхода уменьшается на 20 %; при высоте 70 мм — увеличивается на 20 %.

Систему водоотведения рассчитывают по величине допустимого расхода жидкости, при которой не происходит срыва гидравлического затвора. В качестве допустимого расхода принимают 0,9 критического. Например, систему с $D_{ст} = 100$ мм; $d_{отв} = 100$ мм, $\alpha = 90^\circ$ принимают только в том случае, если расчетная величина расхода стоков не превышает $3,54 \cdot 0,9 = 3,2$ л/с.

Независимо от расчетов, диаметр канализационного стояка конструктивно не может быть меньше диаметра поэтажного отвода, присоединяемого к этому стояку, и должен по всей высоте быть одинаковым.

Все приведенные здесь рассуждения справедливы в отношении прямолинейных канализационных стояков, т. е. стояков, не имеющих на рабочей высоте точек перегиба. Однако из-за конструктивных особенностей некоторых общественных зданий на канализационных стояках требуется устройство отступов или перекидок. В этом случае изменение режима течения происходит дважды: в первой (по ходу движения стоков) точке перегиба режим течения со стержневого изменяется на разделенное, а во второй — с разделенного на стержневое. В результате этого участок стояка, расположенный ниже отступа или перекидки, отсекается сточной жидкостью от вытяжной части, т. е. практически становится неветилируемым. Это сопровождается срывом гидравлического затвора у санитарно-технического прибора, присоединенного по вертикали ближе остальных ко второй точке перегиба стояка. Кроме того, в случае частичного засора наклонного трубопровода, расположенного между двумя точками перегиба стояка, может произойти выброс воды, заполняющей гидравлические затворы санитарно-технических приборов, присоединенных ближе остальных по вертикали к вышерасположенному (относительно отступа или перекидки) участку стояка, в чаши этих приборов.

Устройство невентилируемых стояков возможно только в малоэтажных общественных зданиях (рис. 5.7).

Невентилируемые канализационные стояки не имеют вытяжной части и, следовательно, не сообщаются с атмосферой. Расход жидкости в невентилируемом канализационном стояке, например, диаметром 100 мм и высотой 4,5 м составляет 2,5—2,8 л/с (рис. 5.8).

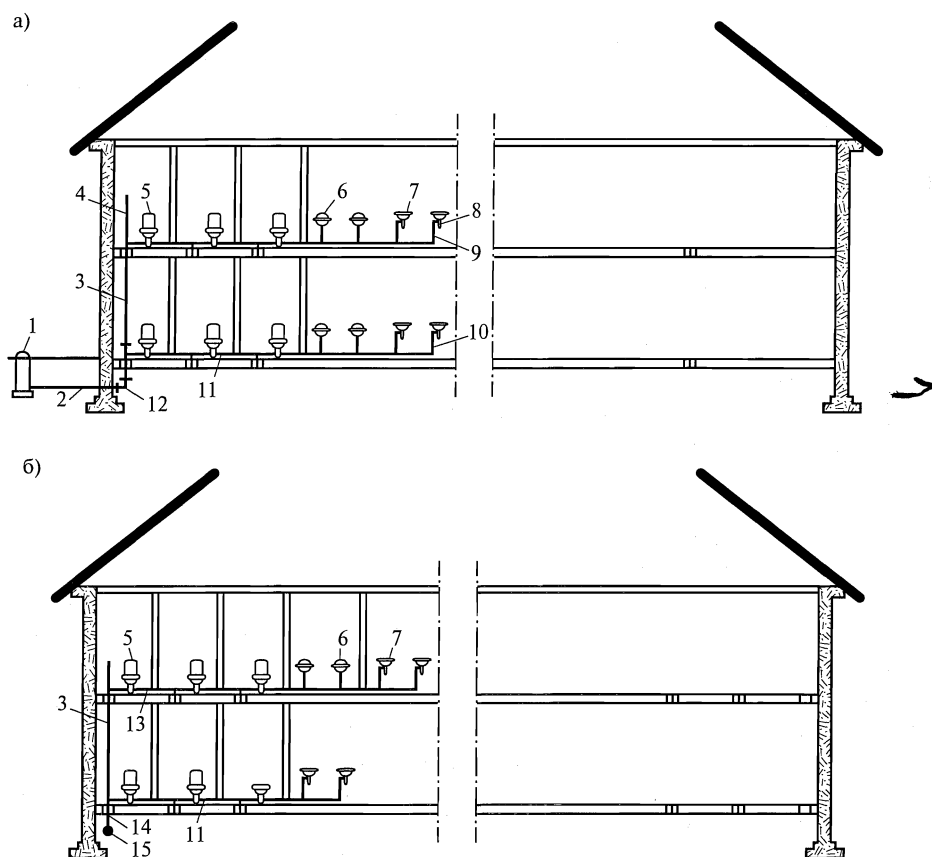


Рис. 5.7. Схема внутреннего водоотведения с невентилируемыми стояками двухэтажного здания: а — с поэтажным расположением мужских туалетов друг над другом; б — с женскими и мужскими туалетами, расположенными друг над другом; 1 — канализационный колодец; 2 — канализационный выпуск; 3 — невентилируемый стояк; 4 — ревизия; 5 — унитаз; 6 — писсуар; 7 — умывальник; 8 — гидрозатвор (сифон); 9 — прочистка; 10 — отводка; 11 — этажный отводной трубопровод; 12 — гиб; 13 — биде; 14 — одиночный канализационный выпуск; 15 — подвальный сборный отводной трубопровод

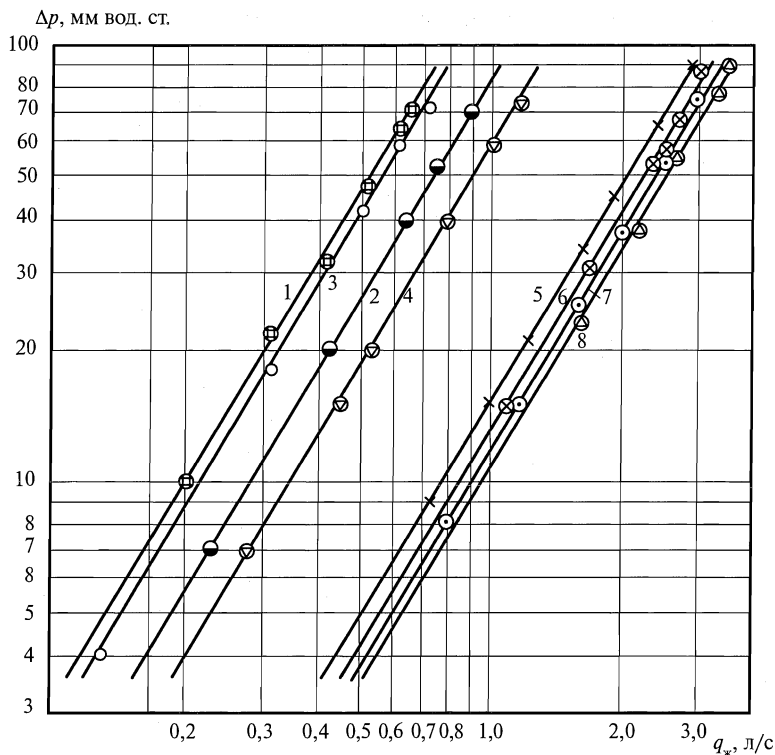


Рис. 5.8. Зависимость разрежения от расхода жидкости в различных системах канализации с не-вентилируемым стояком:

- 1 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 2 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 2,35 \text{ м}$;
- 3 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 2,35 \text{ м}$;
- 4 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 5 — $D_{\text{ст}} = 100 \text{ мм}$, $d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 6 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 100 \text{ мм}$, $\alpha = 90^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 7 — $D_{\text{ст}} = 100 \text{ мм}$, $d_{\text{отв}} = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$;
- 8 — $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}} = 100 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $L_{\text{ст}} = 4,5 \text{ м}$

Такой расход может быть получен, если на расчетном участке установлено более 50 санитарно-технических приборов. В то же время стояк высотой 4,5 м может быть смонтирован в здании не выше двух этажей (3 м — высота этажа (стояка) и 1,5 м — длина вышележащей не-вентилируемой части). Следовательно, не-вентилируемый стояк диаметром 100 мм может вполне надежно работать в двухэтажных зданиях.

Допустимые расходы сточной жидкости для не-вентилируемых канализационных стояков, полученные применительно к гидравлическим затворам высотой 60 мм, приведены в табл. 5.3.

Если минимальная высота гидравлических затворов, присоединенных к не-вентилируемому стояку, равна 50 мм, то расход сточной жидкости уменьшают на 20 %, если 70 мм — увеличивают на 20 %.

Таблица 5.3
Допустимые расходы сточной жидкости для невентилируемых
канализационных стояков

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения α, град	Значение расхода, л/с, при диаметре стояка D _{ст} , мм					
		50	100		150		
		при диаметре поэтажного отвода d _{отв} , мм					
		50	50	100	50	100	150
1	45	2,25	8,80	9,80	19,50	21,50	22,50
	60	2,15	8,45	9,40	18,80	20,80	21,80
	90	2,00	7,80	8,70	17,50	19,40	20,50
2	45	1,40	5,40	6,20	12,00	14,00	15,00
	60	1,33	5,00	5,90	11,30	13,30	14,30
	90	1,20	4,60	5,30	10,00	12,00	13,00
3	45	0,95	3,70	4,50	8,30	9,70	10,60
	60	0,90	3,45	4,20	7,80	9,10	10,00
	90	0,80	3,00	3,70	6,80	8,00	8,80
4	45	0,72	2,80	3,30	6,20	7,30	8,30
	60	0,68	2,60	3,10	6,00	6,80	7,80
	90	0,60	2,20	2,70	4,85	5,90	6,85
5	45	0,65	2,10	2,65	4,75	5,70	5,30
	60	0,60	1,95	2,45	4,40	5,30	5,90
	90	0,50	1,70	2,10	3,70	4,60	5,15
6	45	0,65	1,70	2,20	3,80	4,50	5,20
	60	0,60	1,55	2,00	3,50	4,20	4,95
	90	0,50	1,30	1,70	3,00	3,70	4,20
7	45	0,65	1,40	1,70	3,20	3,55	4,30
	60	0,60	1,30	1,58	2,95	3,35	4,00
	90	0,50	1,10	1,35	2,45	3,00	3,40
8	45	0,65	1,20	1,40	2,70	3,30	3,70
	60	0,60	1,10	1,32	2,50	3,05	3,40
	90	0,50	0,90	1,15	2,05	2,60	2,90
9	45	0,65	1,00	1,20	2,25	2,80	3,20
	60	0,60	0,93	1,05	2,05	2,55	2,95
	90	0,50	0,80	0,95	1,75	2,15	2,50
10	45	0,65	1,00	1,20	1,95	2,40	2,75
	60	0,60	0,93	1,05	1,80	2,20	2,55
	90	0,50	0,80	0,95	1,50	1,90	2,15
11	45	0,65	1,00	1,20	1,75	2,15	2,45
	60	0,60	0,93	1,05	1,60	2,00	2,26
	90	0,50	0,80	0,95	1,30	1,65	1,90
12	45	0,65	1,00	1,20	1,55	1,90	2,15
	60	0,60	0,93	1,05	1,40	1,75	2,00
	90	0,50	0,80	0,95	1,20	1,50	1,70
13	45	0,65	1,00	1,20	1,40	1,80	2,00
	60	0,60	0,93	1,05	1,30	1,60	1,85
	90	0,50	0,80	0,95	1,10	1,40	1,60

Анализ табличных данных показывает, что пропускная способность невентилируемых стояков с ростом их рабочей высоты уменьшается до значения этой высоты ($90D_{ст}$). Пропускная способность становится минимальной и не изменяется при дальнейшем увеличении высоты стояка. Это обстоятельство позволяет применять невентилируемые канализационные стояки в многоэтажных зданиях

для отведения стоков от отдельных санитарно-технических приборов, установленных в верхних этажах, при условии что величина расхода жидкости не превышает значений табл. 5.3, соответствующих рабочей высоте, равной $90D_{ст}$ для данного диаметра.

Невентилируемый стояк заканчивается прочисткой в направленном вверх раструбе соединительной детали, с помощью которой к стояку присоединяют санитарно-технические приборы, установленные на самой высокой отметке в здании. Если стояк имеет небольшую высоту, установка ревизии не обязательна.

В рассматриваемой системе, так же как и в традиционной, необходимо предотвращать испарение воды из гидравлических затворов санитарно-технических приборов. Согласно расчетам, как в зимнее, так и в летнее время в помещении с температурой $18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности воздуха $50-60\%$ интенсивность испарения воды, заполняющей гидравлический затвор унитаза (максимальное зеркало воды по сравнению с гидравлическими затворами других санитарно-технических приборов), равна 1 мм/сут .

Системы с невентилируемыми канализационными стояками значительно экономичнее традиционных. Каждый невентилируемый стояк короче стояка с вытяжной частью как минимум на $4-5\text{ м}$. В практике строительства известны случаи, когда длина вытяжной части канализационных стояков в стилобатах высотных зданий составляла $50-60\text{ м}$, тогда как применение невентилируемых стояков позволило бы избежать неоправданных затрат материалов. Другим преимуществом отказа от вытяжной части стояков является улучшение эстетического вида и технического состояния кровли зданий.

Канализационная вытяжка

Через вытяжную часть стояка осуществляется приток воздуха из атмосферы в процессе движения жидкости по стояку. Это способствует снижению в нем дефицита воздуха. В часы минимального водоотведения через вытяжную часть в атмосферу выходит загрязненный воздух из наружной канализационной сети, в результате чего обеспечивается воздухообмен.

Вытяжная часть стояка, выведенная выше кровли здания, подвержена воздействию атмосферных осадков. Известно, что в зимнее время вытяжные части стояков в большой степени подвержены обмерзанию. В результате этого канализационные стояки выходят из строя, резко снижается комфортность зданий и нарушается режим вентиляции наружных сетей канализации.

Согласно проведенным экспериментам, в климатических условиях Москвы (температура воздуха до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) теплоизоляция трубных вытяжек неэффективна и материал труб не оказывает практически никакого влияния на процесс обмерзания. Одновременно установлено, что интенсивность снегообразования прямо пропорциональна диаметру вытяжной части стояка. Образование снегового слоя на внутренней поверхности труб вытяжных частей, не уменьшая теплопередающей поверхности трубы, изменяет коэффициент теплопроводности труб. В этом случае интенсивность снегообразования отклоняется от линейного закона. Она зависит от целого ряда факторов (как, например, толщина снегового слоя, его состояние — иней, рыхлый снег, плотный снег, лед), учесть которые практически невозможно, что значительно усложняет ее определение.

Основываясь на экспериментальных данных, увеличение интенсивности снегообразования в трубе можно объяснить следующим образом. Влага, обра-

зовавшаяся из воздуха в виде конденсата на внутренней поверхности трубы, превращается в иней (снег) при отрицательных температурах этой поверхности. Следовательно, при прочих равных условиях температура внутренней поверхности ограждения зависит исключительно от величины сопротивления тепловосприятию. Для повышения температуры необходимо уменьшить значение сопротивления тепловосприятию, которое зависит от скорости движения воздуха около ограждения, снижаясь при увеличении этой скорости. Из условий неразрывности потока следует, что при постоянном расходе воздуха его скорость увеличивается, если уменьшается площадь сечения стояка. Наряду с этим количество теплоты, проходящей через стенку за определенное время при установившемся тепловом потоке, увеличивается с возрастанием площади поверхности трубы. Отсюда следует, что количество теплоты, теряемой стенкой трубы, зависит от материала трубы и толщины стенки. Тем не менее экспериментально установлено, что в вытяжной части стояка эти параметры не оказывают практического влияния на процесс снегообразования. Длительное воздействие выходящего воздуха, имеющего 100 %-ю влажность, приводит к тому, что из пор материала труб воздух вытесняется влагой, которая при отрицательных температурах наружного воздуха замерзает. Коэффициент теплопроводности материала труб становится равным коэффициенту теплопроводности льда. У экспериментальных вытяжек толщина стенок труб отличалась не более чем на 2 мм, что не оказало никакого влияния на интенсивность снегообразования.

В результате проведенных в климатических условиях Москвы исследований А. Я. Доброммысловым были сделаны выводы [63], которые справедливы и для системы водоотведения общественных зданий:

- При одинаковой абсолютной величине отношения наружной температуры к внутренней температуре $|t_n/t_{в}|$ интенсивность снегообразования прямо пропорциональна диаметру вытяжной части стояка.
- Если $|t_n/t_{в}| < 1$, то происходит стаивание снега с внутренней поверхности труб вытяжных частей стояков.
- В случае если $1 < |t_n/t_{в}| < 2$, происходит образование снегового слоя определенной толщины, то его стаивание.
- При $|t_n/t_{в}| > 2$ начинается стабильный процесс снегообразования, который протекает тем интенсивнее, чем больше это отношение.
- Эжекция холодного воздуха из атмосферы в стояк движущейся в нем жидкостью значительно способствует процессу снегообразования.

Обмерзанию вытяжной части стояка также способствует флюгарка, или дефлектор — простой колпак. Она представляет собой круглый колпак из кровельной жести, который жестко крепится к вытяжной части стояка. Считалось, что флюгарка предотвращает попадание в канализационный стояк атмосферных осадков и посторонних предметов. Кроме того, предполагалось, что, как и всякий дефлектор, колпак способствует повышению интенсивности вентиляции внутридомовой канализационной сети. Согласно расчетам, максимальное количество осадков (в условиях Москвы), попадающих в вытяжную часть стояка диаметром 150 мм, составляет 0,000143 л/с. Иначе говоря, в 10 000 канализационных стояков диаметром 150 мм будет поступать расход, равный максимальному секундному расходу жидкости от одного смывного бачка унитаза, что не может по-

влиять на работу наружной канализационной сети. Для того чтобы колпак работал как дефлектор, необходимо обеспечить расстояние между обрезом трубы и колпаком, равное 0,4 диаметра трубы, т. е. в рассматриваемом случае 60 мм. Очевидно, что указанный зазор не предотвратит поступления осадков в трубу. Уменьшение же этого зазора с 0,4 до 0,1 диаметра трубы увеличивает сопротивление выходящему потоку воздуха в 4 раза. В то же время колпак, являясь значительным местным сопротивлением на пути выходящего из стояка воздуха и дополнительной поверхностью для снегообразования, способствует сильному обмерзанию вытяжной части.

Открытая труба также является дефлектором. Сравнение характеристик дефлектора — простой колпак и дефлектора — открытая труба показывает преимущество второго при направлении ветра, перпендикулярном оси трубы, и при расходах воздуха, характерных для вытяжной части стояков (из стояка удаляется не более 150 м³/ч воздуха). Вытяжная часть без колпака обмерзает в значительно меньшей степени (при прочих равных условиях).

Для устранения причин обмерзания вытяжных частей стояков наиболее очевидным представляется увеличение температуры поверхности труб вытяжек с тем, чтобы обеспечить условие $|t_n/t_v| \leq 1$. Однако обогрев труб (например, электрообогрев) в данном случае оказывается неприемлемым по экономическим соображениям из-за большого числа вытяжных частей.

Решить задачу позволяет снижение влажности воздуха в вытяжной части стояка. Для этого необходимо не допустить поступления загрязненного воздуха из наружной сети канализации в вытяжные части стояков за счет устройства гидравлического затвора на канализационном выпуске из здания. Недостатками этого решения являются повышение вероятности образования засоров в канализационных выпусках и отсутствие вентиляции наружной сети.

Наиболее простым мероприятием по ликвидации обмерзания вытяжных частей считается уменьшение их теплопередающей поверхности, достигаемое уменьшением высоты вытяжных частей над кровлей здания.

Для того чтобы вытяжная часть не работала как водосточная воронка и для соблюдения условий высококачественной заделки рулонной кровли, высота вытяжной части должна быть не менее 150—200 мм. Неустановившийся характер изменения температур воздуха в вытяжных частях одиночных стояков не позволяет рассчитать высоту вытяжной части с достаточной степенью точности.

В связи с вышеизложенным рекомендуется устройство укороченных вытяжных частей стояков на объектах Москвы, кроме зданий с эксплуатируемыми кровлями, на которых канализационные газы должны быть удалены из зоны дыхания людей. В соответствии с требованиями СНиП 2.04.01—85*, высота вытяжной части на эксплуатируемых кровлях должна быть 3 м, однако в таком случае она имеет чрезмерно большую теплопередающую поверхность.

Сборные канализационные вентиляционные трубопроводы

На практике очень часто используют большое количество вытяжных частей, что ухудшает техническое состояние кровли зданий. Например, в некоторых проектах лечебных зданий на кровле длиной 70 м сосредоточено до 50 вытяжных частей канализационных стояков. Вытяжная часть, объединяющая поверху несколько канализационных стояков, может исключить поступление наружного воздуха в стояк (рис. 5.9).

Сделанный вывод основывается на малой вероятности одновременного транспортирования жидкости сразу по всем стоякам, входящим в объединяемую группу трубопроводов внутренней канализации здания. Основываясь на теории вероятности, можно заключить, что совпадение работы трех канализационных стояков практически невозможно и не бывает при объединении пяти и более стояков одной вытяжной частью. В этом случае амплитуда отклонения минимальных температур воздуха от средних значений будет тем меньше, чем большее число стояков объединяется одной вытяжной частью. То есть при увеличении числа объединяемых поверху канализационных стояков стабильнее становится температурный режим в объединяющей их вытяжной части, в которой температура воздуха будет стремиться к температуре воздуха в помещении (18–20 °С).

Результаты экспериментов в субботние и воскресные дни (рис. 5.10), характеризующиеся максимальным водоотведением в жилых зданиях, свидетельствуют

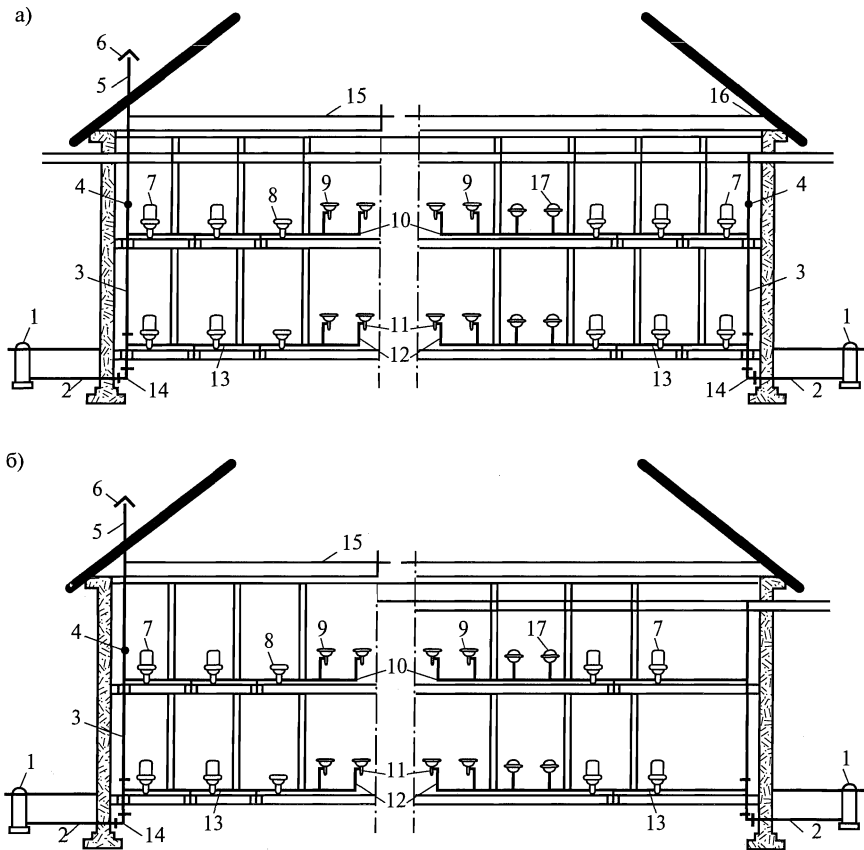


Рис. 5.9. Схема внутренней канализации с чердачным сборным вентиляционным трубопроводом: а — многоэтажного здания с поэтажным расположением женских и мужских туалетов напротив друг друга; б — двухэтажного здания с женскими и мужскими туалетами, расположенными напротив друг друга; 1 — канализационный колодец; 2 — канализационный выпуск; 3 — вентилируемый стояк; 4 — ревизия; 5 — вытяжка; 6 — флюгарка; 7 — унитаз; 8 — биде; 9 — умывальник; 10 — прочистка; 11 — гидрозатвор (сифон); 12 — отводка; 13 — этажный отводной трубопровод; 14 — гиб; 15 — чердачный сборный вентиляционный трубопровод; 16 — прочистка; 17 — писсуар

о стабильности температурного режима воздуха в экспериментальной вытяжной части и показывают, что температура в вытяжных частях примерно равна температуре воздуха в помещении. Причем установлено, что эта температура не зависит от температуры наружного воздуха.

Снегообразования в экспериментальных вытяжных частях не наблюдалось.

Положения, выдвинутые А. Я. Добромисловым на основании результатов лабораторных и натурных исследований жилых зданий, могут, по нашему мнению, быть распространены и на внутреннюю канализацию общественных зданий, несмотря на то что субботние и воскресные дни для некоторых из них будут характеризоваться минимальным водоотведением. Естественно, это должно впоследствии уточняться практикой.

Надежность работы экспериментальных систем канализации подтвердила предположение о том, что вероятность одновременного транспортирования жидкости сразу по всем объединяемым стоякам очень мала. Следовательно, требуемый расход воздуха, необходимый для компенсации эжектирующей способности жидкости, поступает вслед за этой жидкостью не из атмосферы, а из стояков, которые в данный момент свободны от жидкости. Тогда вытяжная часть, объединяющая группу стояков, служит только целям вентиляции наружной сети и система с рассматриваемыми стояками может нормально функционировать без вытяжной части.

Отказ от вытяжной части для группы объединяемых стояков в системах канализации общественных зданий является весьма серьезным решением, поэтому надежность таких систем была исследована в режиме длительной эксплуатации жилых зданий — в периоды с 30 июня по 9 июля и с 22 по 29 июля. Максимальная величина разрежений за указанный период не превысила 8 мм вод. ст., максимальная величина давления — 1 мм вод. ст.

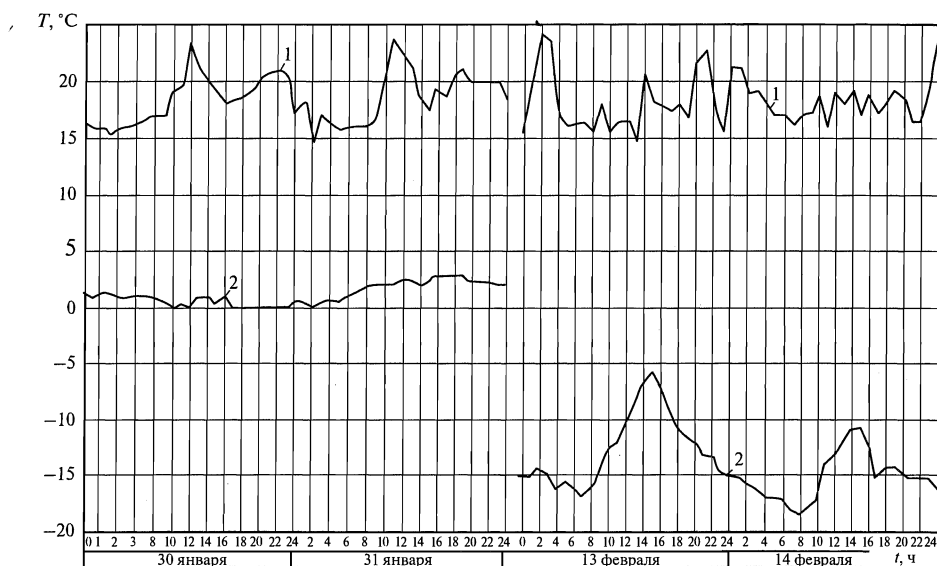


Рис. 5.10. Температурный режим в вытяжной части, объединяющей два канализационных стояка: 1 — температура воздуха на выходе из вытяжной части; 2 — температура наружного воздуха

На основании результатов исследований А. Я. Добромысловым была рекомендована конструкция стояков без вытяжной части для следующих случаев:

- в зданиях с эксплуатируемыми кровлями для группы объединяемых поверху стояков;
- в зданиях каскадной конструкции при расположении кровли одной секции под открываемыми окнами и балконными дверями другой;
- при невозможности устройства вытяжной части стояка.

Вытяжные части устраивают для обеспечения вентиляции наружных сетей канализации. При объединении группы стояков одной вытяжной частью практически исключается возможность ее обмерзания, но даже если такую возможность допустить, надежность системы не уменьшается.

Объединяют не менее четырех-пяти стояков (при увеличении их числа надежность системы повышается). При объединении поверху группы стояков одной вытяжной частью вычисляют диаметры участков сборного трубопровода, а также выбирают место расположения единой вытяжной части, объединяющей эту группу. Кроме того, дополнительно определяют влияние такого решения на режим вентиляции наружной канализационной сети.

Диаметры отдельных участков сборного трубопровода вычисляют следующим образом. Каждый рассматриваемый участок трубопровода должен пропустить количество воздуха, необходимое для удовлетворения эжектирующей способности жидкости, движущейся на расчетном участке системы водоотведения здания. Исходя из этих условий диаметр участков сборного трубопровода D , мм, определяют в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости $q_{\text{ж}}$ и условий ее входа в канализационные стояки по формуле

$$D = kq_{\text{ж}}^{0,5} \quad (5.4)$$

где k — коэффициент, зависящий от угла входа жидкости в стояки; при 90, 60 и 45° принимают соответственно $k = 53, 44$ и 40.

Диаметр вытяжной части может быть взят без расчета равным наибольшему диаметру одного из участков сборного трубопровода.

При объединении одной вытяжной частью группы объединяемых поверху стояков следует обеспечивать доступ воздуха по кратчайшему пути в любой стояк. Оптимальным вариантом при этом является кольцевание группы стояков сборным трубопроводом. При невозможности кольцевания сборного трубопровода стояки следует объединять в линию и единую вытяжную часть устраивать в центре этой линии. К вытяжной части будет поступать одинаковое количество воздуха с обеих сторон линии, что будет способствовать снижению потерь давления воздуха. Для обеспечения стока конденсата участки сборного трубопровода прокладывают с уклоном в сторону канализационных стояков.

Экспериментально установлено, что этажность здания не определяет величину расхода воздуха, удаляющегося в атмосферу по канализационным стоякам, что, очевидно, является следствием различных величин гидравлических сопротивлений в канализационных системах зданий. Следует отметить существенное увеличение расхода воздуха в зимнее время. Расход воздуха, проходящего по вытяжной части, объединяющей n стояков, незначительно меньше расхода, про-

ходящего по n одиночным стоякам (табл. 5.4). Следовательно, объединение группы стояков одной вытяжной частью практически не влияет на кратность воздухообмена в наружной сети.

Таблица 5.4
Среднечасовой расход воздуха, удаляющегося через вытяжные части, объединяющие группы стояков

Число объединяемых стояков	3	4	5	5	5	5	5	5	11
Расход воздуха, м ³ /ч	35	60	130	120	156	123	135,5	133	239—280

Расчет показывает, что даже 100-кратный суточный воздухообмен в наружной сети обеспечивается относительно небольшим числом канализационных стояков.

В городских условиях, при высокой плотности застройки, отказ от устройства вытяжной части (например, в системах с невентилируемыми стояками) или при объединении группы стояков без вытяжной части в системах водоотведения отдельных зданий не может существенно повлиять на вентиляцию наружной сети.

Устройство укороченных вытяжных частей позволяет сэкономить примерно 0,3 м трубы на каждом стояке.

Объединение группы стояков одной вытяжной частью позволяет:

- повысить надежность системы;
- улучшить техническое состояние и эстетический вид кровли здания;
- осуществить более интенсивное протекание процесса вентиляции наружных канализационных сетей;
- сократить количество типоразмеров плит перекрытий для устройства кровли здания.

Наряду с этим увеличивается протяженность канализационных трубопроводов в чердаке. Удорожание системы при этом зависит от расстояния между объединяемыми стояками и от высоты чердака.

Канализационный выпуск

Транспортирующая способность жидкости применительно к специфике канализационных выпусков из зданий исследована В. Н. Родиным (МГСУ). При исследовании, проведенном в ЦНИИЭП инженерного оборудования, использовались в виде включений структурные и волокнистые материалы различной крупности и плотности. Трубопровод помещался на металлическую станину, уклон которой определялся по нивелиру. Верхний конец трубопровода при помощи мягкой резины был закреплен в патрубке бака емкостью 0,3 м³, установленного на верхнем участке стенда. В этот бак из системы водоснабжения подавалась вода. Из трубопровода вода поступала во второй бак, откуда отводилась на сброс. Исследования проводились на трубопроводах диаметрами 57, 79 и 104 мм, проложенных с уклонами в пределах от 0,01 до 0,04. Длина трубопроводов составляла 12 м. Расход воды на выходе из трубопровода определялся объемным способом, высота слоя воды в трубопроводе — с помощью мановакуумметров, установленных через каждые 3 м, а также на выходе из трубопровода (мерным шупом). Средняя скорость течения жидкости определялась из условия неразрывности потока.

Образцы материала, применявшиеся при исследовании транспортирующей способности, помещались в верхнюю часть трубопровода, затем из бака подавалась вода, расход которой увеличивался до того момента, когда образец начинал двигаться. При этом фиксировались расход воды и наполнение трубопровода.

В результате исследований было установлено, что для транспортирования крупногабаритных предметов наполнение трубопровода имеет не меньшее значение, чем скорость течения жидкости. В частности, ветошь (во многих случаях являющаяся причиной засоров во внутридомовых системах канализации) транспортируется, если полностью погружена в воду, хотя скорость течения при этом равна 0,35—0,40 м/с, а песок крупностью 2,5 мм — при скорости 0,6—0,7 м/с.

На основе комплекса исследований, а также анализа статистики засоров за 30 лет и аккумулирующей способности канализационных самотечных трубопроводов были выявлены следующие ограничения для канализационных выпусков:

- средняя скорость течения жидкости $v_{\text{ср}}$ — не менее 0,7 м/с;
- наполнение трубопровода h , м, — не менее 30 % от внутреннего диаметра выпуска d , м, определяемого по формуле

$$d \geq 2,8 h v_{\text{ср}}^2. \quad (5.5)$$

Сборные канализационные отводные трубопроводы

Сборные канализационные отводные трубопроводы объединяют все канализационные стояки в здании (рис. 5.11). За счет этого может быть достигнуто снижение стоимости строительства подземной части системы канализации. Такое решение способствует увеличению секундного расхода сточной жидкости в выпуске и позволяет отказаться от устройства дворовой канализационной сети.

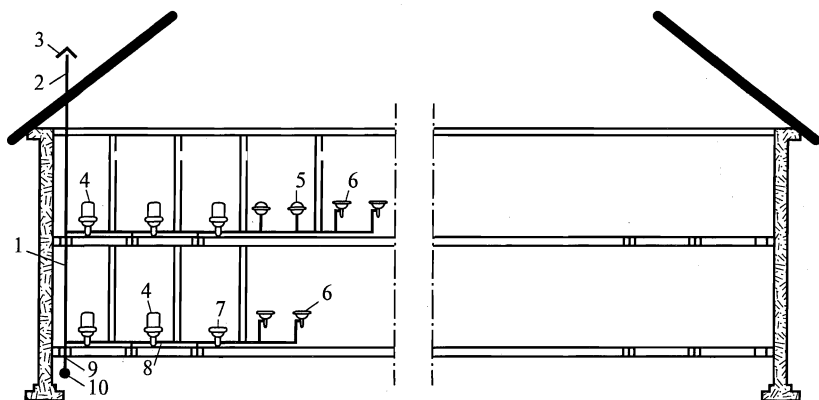


Рис. 5.11. Схема внутренней канализации с подвальным сборным отводным трубопроводом двухэтажного общественного здания с женскими и мужскими туалетами, расположенными друг над другом; 1 — вентилируемый стояк; 2 — вытяжка; 3 — флюгарка; 4 — унитаз; 5 — писсуар; 6 — умывальник; 7 — биде; 8 — поэтажный отводной трубопровод; 9 — канализационный выпуск; 10 — подвальный сборный отводной трубопровод

Диаметр и уклон торцевого выпуска обосновывают расчетом. При проектировании выпусков обеспечивают максимальное уменьшение протяженности горизонтальных трубопроводов.

Определение расчетных расходов по СНиП 2.04.01–85*

Отведение сточных вод (расход) должно соответствовать расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов (см. гл. 4).

При отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов в зданиях или сооружениях значение P определяют по формулам (4.7) и (4.8), принимая $N = 0,2$. Если имеется несколько групп водопотребителей, для которых периоды наибольшего потребления воды не будут совпадать по времени суток, вероятность действия приборов для системы в целом вычисляют по этим формулам с учетом понижающих коэффициентов, определяемых при эксплуатации аналогичных систем.

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

- при общем максимальном секундном расходе воды $q^{\text{tot}} \leq 8$ л/с в сетях, обслуживающих группу приборов, по формуле

$$q^s = q^{\text{tot}} + q_0^s, \quad (5.6)$$

где q_0^s — расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с;

- в других случаях $q^s = q^{\text{tot}}$.

Определение расчетных расходов по СТО 024947335.2-01–2006

Для стояков внутренней канализации расчетный максимальный секундный расход стоков q^s , л/с, от присоединенных к нему санитарно-технических приборов, не вызывающий срыва гидравлических затворов любых видов, рассчитывают по формуле

$$q^s = q^{\text{tot}} + q_0^{s,1}, \quad (5.7)$$

где q^{tot} — расчетный максимальный секундный расход воды (общий, суммарно холодной и горячей) для всех санитарно-технических приборов, л/с;

$q_0^{s,1}$ — максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением; как правило, $q_0^{s,1} = 1,6$ л/с — стоки от смывного бачка унитаза (табл. 5.5).

Таблица 5.5
Расчетные расходы стоков для различных видов
санитарно-технических приборов

Прибор	Значение расхода, л/с
Мойка (в том числе лабораторная):	
• со смесителем (в том числе на гибком шланге)	1,0
• то же с аэратором и регулятором расхода воды	0,6
• с краном горячей и холодной воды	1,0

Окончание табл. 5.5

Прибор	Значение расхода, л/с
Душ индивидуального пользования	0,2
Гигиенический душ (биде)	0,15
Унитаз:	
• со смывным бачком	1,6
• со смывным краном	1,4
Писсуар	0,1
Умывальник со смесителем	0,15
Ванна:	
• сидячая	1,1
• длиной 1 500—1 700 мм	1,1
• ножная со смесителем	0,5
• медицинская со смесителем условным проходом Dy = 20 мм	2,3
• то же со смесителем условным проходом Dy = 25 мм или Dy = 32 мм	3,0
• субаквальная	3,0
• с подводным массажем	3,0
• контрастная	3,0
Раковина:	
• лабораторная, водоразборная колонка	0,3
• со смесителем	0,4

Для горизонтальных отводных трубопроводов расчетный расход $q^{s,L}$, л/с, определяют в зависимости от числа санитарно-технических приборов N , присоединенных к проектируемому расчетному участку трубопровода, и длины этого участка трубопровода L , м, по формуле

$$q^{s,L} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s q_0^{s,2}, \quad (5.8)$$

где q_{hr}^{tot} — расчетный максимальный часовой расход воды, л/ч;

K_s — коэффициент, принимаемый по табл. 5.6;

$q_0^{s,2}$ — расход стоков от прибора с максимальной емкостью, л/с; для туалетов, заблокированных с душевыми, в которых имеется ванна, $q_0^{s,2}$ принимают равным 1,1 л/с (расход от полностью заполненной ванны емкостью 150—180 л с выпускным диаметром 40—50 мм).

Таблица 5.6
Значения коэффициента K_s

N	Значения коэффициента при L, м												
	1	3	5	7	10	15	20	30	40	50	100	500	1 000
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,15	0,13
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,24	0,16	0,13
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,24	0,16	0,14
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,17	0,14
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28	0,25	0,17	0,14

Окончание табл. 5.6

N	Значения коэффициента при L, м												
	1	3	5	7	10	15	20	30	40	50	100	500	1 000
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31	0,28	0,26	0,17	0,15
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31	0,29	0,27	0,18	0,15
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30	0,27	0,19	0,16
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,17
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,17
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37	0,34	0,28	0,23
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,56	0,24
1 000	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,77	0,25

L — расстояние от последнего на расчетном участке стояка до ближайшего присоединения следующего стояка или, если такие присоединения отсутствуют, до ближайшего канализационного колодца.

Определение расчетных расходов по СП 40-107–2003

Расчетные расходы стоков определяют с учетом вида элемента системы внутреннего водоотведения.

Для канализационных стояков расчетный расход стоков $q_{\text{ст}}^s$, л/с, находят по формуле

$$q_{\text{ст}}^s = q_{\text{в}} + q_{\text{пр}}, \quad (5.9)$$

где $q_{\text{в}}$ — расчетный расход воды на участке, л/с;

$q_{\text{пр}}$ — максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с; для смывного бачка унитаза принимают равным 1,6 л/с.

Для горизонтальных отводных трубопроводов расчетный расход стоков $q_{\text{г.тр}}^s$, л/с, вычисляют по формуле

$$q_{\text{г.тр}}^s = 0,277Q_{\text{в}} + K_{\text{с}}, \quad (5.10)$$

где $Q_{\text{в}}$ — расчетный часовой расход стоков на расчетном участке, м³/ч;

$K_{\text{с}}$ — коэффициент осреднения расхода стоков в отводном трубопроводе; определяют в зависимости от числа обслуживаемых санитарных приборов N и длины отводного трубопровода L , м, от последнего на расчетном участке стояка (прибора) до следующего присоединения стояка (прибора) или, если такое присоединение отсутствует, до ближайшего канализационного колодца (табл. 5.6).

Выбор труб по гидравлическим показателям для отводных горизонтальных трубопроводов

В общем случае процесс выбора данных труб сводится к определению требуемых значений внутреннего диаметра и уклона отводных горизонтальных трубопроводов. Указанные параметры находят гидравлическим расчетом согласно требованиям СП 40-102–2000 с учетом гидравлических показателей труб из любого материала (полимеров или чугуна).

К гидравлическим показателям канализационных труб относят качество их внутренней поверхности, характеризующее коэффициентом абсолютной гидравлической шероховатости Δ_3 , м, и их внутренний диаметр d , м.

Для полимерных канализационных труб значение коэффициента абсолютной гидравлической шероховатости Δ_3 находится в диапазоне от 0,001 до 0,250 мм в зависимости от используемой методики гидравлического расчета отводных горизонтальных трубопроводов.

Внутренний диаметр труб d , м, определяют по формуле

$$d = D - 2e, \quad (5.11)$$

где D и e — соответственно наружный диаметр и толщина стенки трубы, м.

При проведении точных гидравлических расчетов гидравлический уклон i отводного горизонтального трубопровода из любых труб определяют по формуле

$$i = \frac{\lambda_s v^{b_s}}{2g \cdot 4R_s}, \quad (5.12)$$

где λ_s — коэффициент гидравлического сопротивления трению по длине самотечного канализационного трубопровода;

v — средняя скорость течения стоков, м/с;

b_s — безразмерный параметр;

R_s — гидравлический радиус потока стоков, м.

Коэффициент гидравлического сопротивления трению λ_s определяют по формуле

$$\lambda_s = 0,2 \left(\frac{K_3}{4R_s} \right)^a, \quad (5.13)$$

где K_3 — коэффициент эквивалентной шероховатости, м;

a — эмпирический показатель степени, определяемый по формуле

$$a = 0,3124 K_3^{0,0516}. \quad (5.14)$$

Безразмерный показатель степени b_s определяют по формуле

$$b_s = 3 - \frac{\lg \text{Re}_{\text{кв}}}{\lg \text{Re}_{\text{ф}}}, \quad (5.15)$$

где $\text{Re}_{\text{кв}}$ и $\text{Re}_{\text{ф}}$ — числа Рейнольдса, определяемые по формулам

$$\text{Re}_{\text{кв}} = \frac{500 \cdot 4R_s}{K_3}; \quad (5.16)$$

$$\text{Re}_{\text{ф}} = \frac{v \cdot 4R_s}{\nu}, \quad (5.17)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости сточной жидкости, м²/с; значения коэффициента приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Значения коэффициента кинематической вязкости ν для различных температур сточной жидкости и количества транспортируемых взвешенных веществ

Температура сточной жидкости t_c , °C	Значение коэффициента, $10^6 \text{ м}^2/\text{с}$, при количестве взвешенных веществ в стоках, мг/л						
	< 100	100	200	300	400	500	600
10	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43
11	1,27	1,29	1,30	1,32	1,34	1,35	1,37
12	1,24	1,25	1,27	1,28	1,30	1,31	1,32
13	1,21	1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,28
14	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
15	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19
16	1,11	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,16
17	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13
18	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,10
19	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06
20	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04
21	0,99	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02
22	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
23	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96
24	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94
25	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92

Для бытовых стоков, как правило, принимают $\nu = 1,49 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Значение коэффициента кинематической вязкости для чистой воды находят с учетом температуры транспортируемых стоков t_c , °C (табл. 5.8).

Таблица 5.8

Значения коэффициента кинематической вязкости чистой воды ν_B в зависимости от температуры

t_c , °C	10	12	14	16	18	20	30	40	50	60
ν_B , $10^6 \text{ м}^2/\text{с}$	1,31	1,24	1,17	1,11	1,06	1,01	0,80	0,66	0,51	0,43

Среднюю скорость течения стоков ν_n при неполном наполнении самотечного трубопровода определяют по формуле

$$\nu_n = \nu_{\pi} \left(\frac{R_{s,n}}{R_{s,\pi}} \right)^{\frac{1+a}{b_s}}, \quad (5.18)$$

где ν_{π} — средняя скорость течения стоков при полном заполнении самотечного трубопровода, м/с;

$R_{s,n}$, $R_{s,\pi}$ — гидравлические радиусы соответственно при неполном и полном заполнениях самотечного трубопровода, м.

Для конкретного наполнения самотечного трубопровода расход стоков вычисляют по формуле

$$q^s = v_n \omega, \quad (5.19)$$

где ω — живое сечение потока сточной жидкости при данном наполнении самотечного трубопровода, м²; определяют по формуле

$$\omega = K_\omega d^2, \quad (5.20)$$

где K_ω — коэффициент, учитывающий соотношение живых сечений потока при частичном и полном заполнениях самотечного канализационного трубопровода; определяют по табл. 5.9;

d — расчетный диаметр (внутренний) труб, м.

Таблица 5.9
Гидравлические характеристики различно заполненных самотечных канализационных трубопроводов

$\frac{h}{D}$	K_ω	R	$\frac{R_{s,n}^*}{R_{s,n}}$	$\frac{v_n^*}{v_n}$	$\frac{q_n^*}{q_n}$
0,30	0,19817	0,1709	0,6836	0,78	0,20
0,35	0,24498	0,1935	0,7816	0,86	0,28
0,40	0,29337	0,2142	0,8568	0,92	0,34
0,45	0,34278	0,2331	0,9322	0,96	0,43
0,50	0,39270	0,2500	1,0000	1,00	0,50
0,55	0,44262	0,2649	1,0617	—	0,59
0,60	0,49203	0,2776	1,1104	1,07	0,66
0,65	0,54042	0,2881	1,1596	—	0,76
0,70	0,58723	0,2962	1,1048	1,08	0,84
0,75	0,63185	0,3017	1,2053	—	0,88
0,80	0,67357	0,3042	1,2168	1,07	0,91
0,85	0,71152	0,3033	1,2054	—	0,95
0,90	0,74452	0,2980	1,1920	1,04	0,98
0,95	0,77072	0,2865	1,1115	—	0,99
1,00	0,78540	0,2500	1,0000	1,00	1,00
* С помощью этих соотношений могут быть также определены скорости и расходы при полном (п) и частичном (н) заполнениях с точностью до 5 %.					

Гидравлический радиус потока сточной жидкости в самотечном канализационном трубопроводе с частичным наполнением определяют по формуле

$$R_s = Rd. \quad (5.21)$$

При выборе материала труб для устройства самотечной канализации на основании вариантного проектирования с проведением экономических расчетов используют методику, приведенную в справочном пособии к СНиП 2.04.03–85 «Проектирование сооружений для очистки сточных вод».

Гидравлический расчет самотечных трубопроводов производят по таблицам и графикам, составленным по формуле

$$v = c(Ri)^{0,5}. \quad (5.22)$$

Здесь v — скорость движения жидкости, м/с;

c — коэффициент, зависящий от гидравлического радиуса и шероховатости смоченной поверхности самотечного трубопровода; определяют по формуле

$$c = \frac{R^y}{n_1}, \quad (5.23)$$

где R — гидравлический радиус, м; y определяют по формуле

$$y = 2,5(n_1)^{0,5} - 0,13 - 0,75R((n_1)^{0,5} - 0,1);$$

n_1 — коэффициент шероховатости; принимают по табл. 5.10;

i — гидравлический уклон.

Таблица 5.10

Значения коэффициентов шероховатости n_1 , Δ_3 и коэффициента, учитывающего характер шероховатости труб и каналов, a_2

Материал труб	n_1	Δ_3 , см	a_2
Чугун	0,013	0,100	83
Сталь	0,012	0,080	79
Полимер	0,010	0,006	20

Гидравлический уклон i для самотечных трубопроводов допускается определять по формуле

$$i = \frac{\lambda v^2}{8Rg}, \quad (5.24)$$

где λ определяют по формуле, учитывающей различную степень турбулентности потока движущихся стоков:

$$\frac{1}{\lambda^{0,5}} = -2 \lg \left(\frac{\Delta_3}{13,68R} + \frac{a_2}{Re} \right). \quad (5.25)$$

Значения Δ_3 и a_2 принимают по табл. 5.10.

При поведении приближенных (с точностью 15—20 %) гидравлических расчетов канализационных трубопроводов из поливинилхлорида целесообразно пользоваться номограммами, аналогичными приведенным на рис. 5.12, 5.14, и графиками — рис. 5.13.

Для выбора более точных значений (точность 5—10 %) гидравлических показателей отводных горизонтальных трубопроводов из поливинилхлорида руководствуются данными гидравлических таблиц (например, табл. 5.11—5.13).

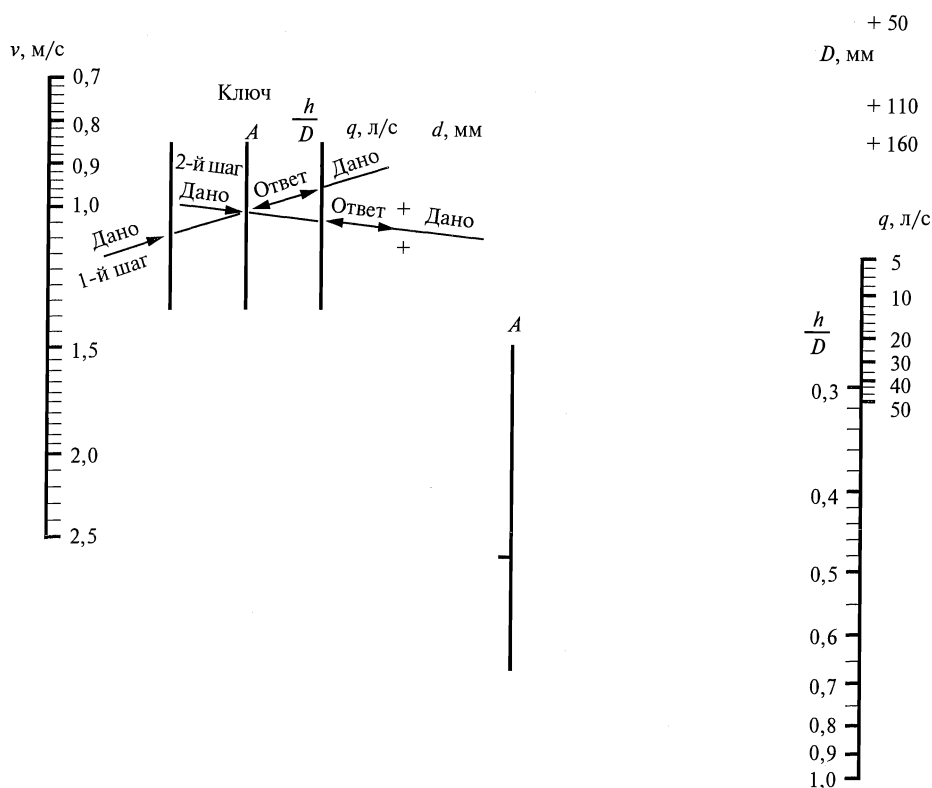


Рис. 5.12. Номограмма для приближенных гидравлических расчетов различно заполненных отводных горизонтальных трубопроводов из поливинилхлорида с учетом сопротивления в раструбных соединениях: v — средняя скорость, м/с; A — промежуточная шкала; q — расход, л/с; h/D — наполнение трубопровода; D — расчетный диаметр труб, мм

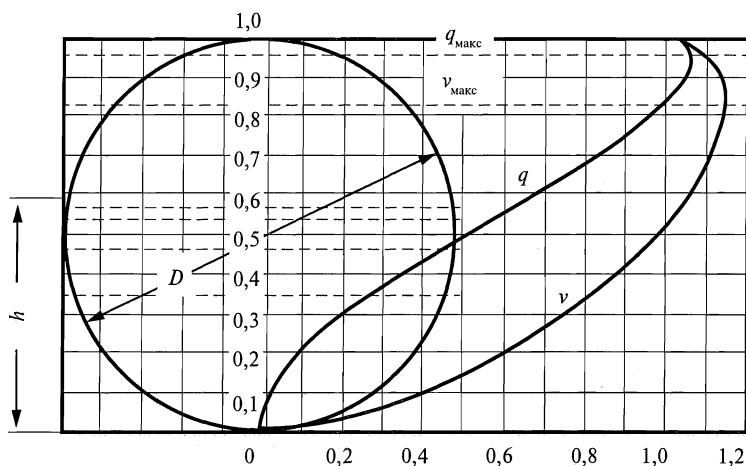


Рис. 5.13. Графики расходов и скоростей для различных заполнений отводных горизонтальных трубопроводов из поливинилхлорида при частичном и полном наполнениях: D — расчетный диаметр труб, мм; h — заполнение трубопровода; q — расход, л/с; v — скорость, м/с

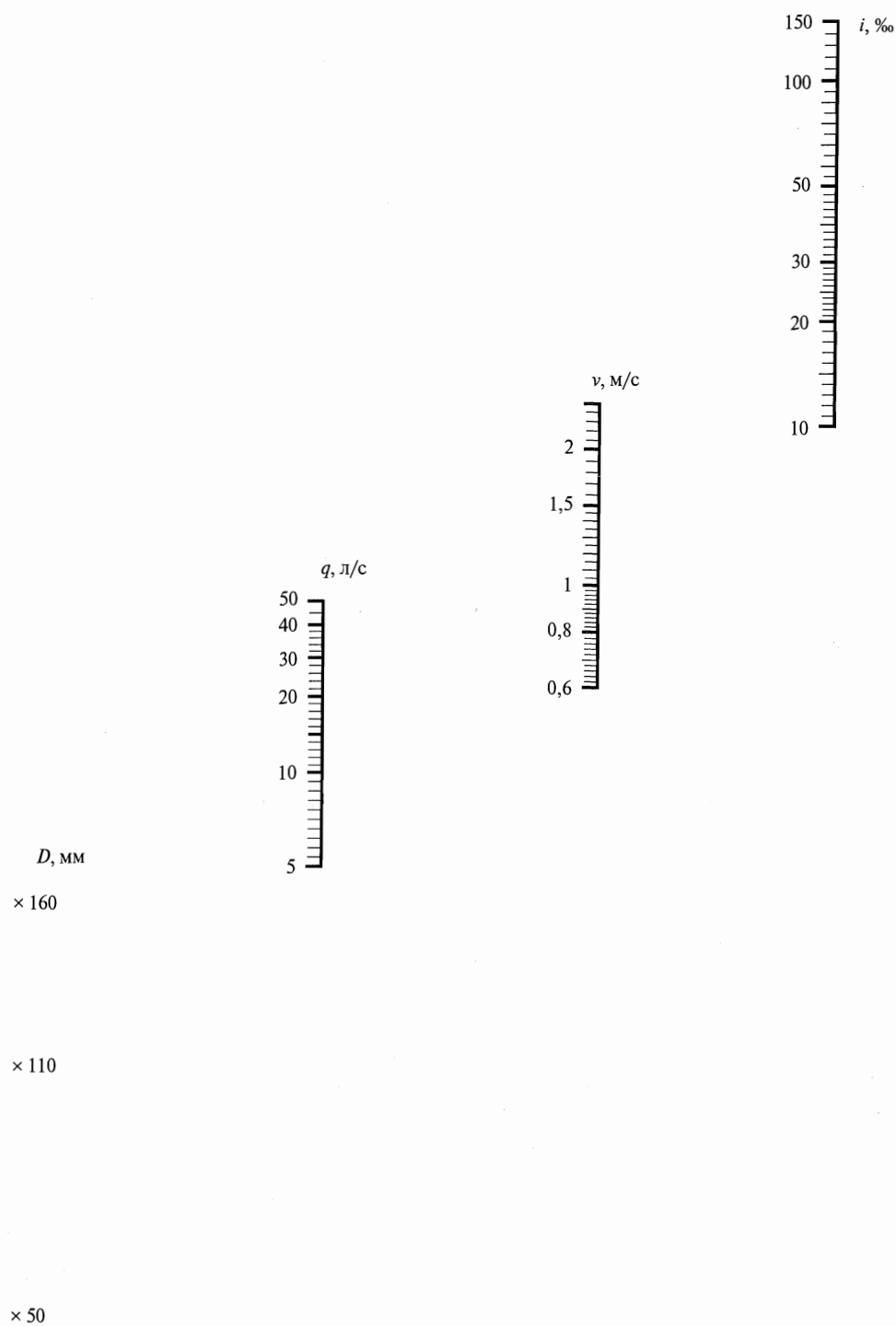


Рис. 5.14. Номограмма для приближенного гидравлического расчета полностью заполненных стоками отводных горизонтальных трубопроводов из поливинилхлорида: D — расчетный диаметр труб, мм; q — расход, л/с; v — скорость, м/с; i — гидравлический уклон, ‰

Таблица 5.11
Таблицы для гидравлического расчета отводных горизонтальных
трубопроводов из поливинилхлорида по методике СП 40-102–2000
(q — расход стоков, л/с; v — скорость течения стоков, м/с)

Диаметр трубы 50 мм, толщина стенки 1,8 мм

Наполне- ние трубо- провода h/D	Гидравлический уклон i													
	0,01		0,012		0,014		0,016		0,018		0,02		0,025	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,3	0,16	0,36	0,18	0,41	0,20	0,46	0,22	0,50	0,23	0,54	0,25	0,58	0,29	0,67
0,4	0,28	0,44	0,31	0,50	0,35	0,55	0,38	0,60	0,41	0,65	0,44	0,69	0,50	0,80
0,5	0,42	0,50	0,47	0,56	0,53	0,62	0,57	0,68	0,62	0,73	0,66	0,78	0,76	0,90
0,6	0,57	0,54	0,65	0,61	0,72	0,68	0,78	0,74	0,84	0,79	0,90	0,85	1,03	0,97
0,7	0,72	0,57	0,81	0,64	0,90	0,71	0,98	0,78	1,05	0,84	1,13	0,89	1,30	1,02
0,8	0,84	0,58	0,95	0,66	1,05	0,73	1,15	0,79	1,24	0,85	1,32	0,91	1,52	1,05
0,9	0,92	0,57	1,04	0,65	1,15	0,72	1,25	0,78	1,35	0,84	1,44	0,90	1,65	1,03
1,0	0,84	0,50	0,95	0,56	1,05	0,62	1,15	0,68	1,24	0,73	1,32	0,78	1,52	0,90

Диаметр трубы 110 мм, толщина стенки 3,2 мм

Наполне- ние трубо- провода h/D	Гидравлический уклон i													
	0,01		0,012		0,014		0,016		0,018		0,02		0,025	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,3	1,52	0,72	1,701	0,80	1,87	0,88	2,02	0,95	2,16	1,02	2,30	1,08	2,62	1,23
0,4	2,67	0,85	2,981	0,95	3,27	1,04	3,53	1,12	3,78	1,20	4,02	1,28	4,56	1,45
0,5	4,02	0,95	4,479	1,06	4,91	1,16	5,30	1,26	5,67	1,35	6,03	1,43	6,83	1,62
0,6	5,45	1,03	6,069	1,15	6,64	1,26	7,18	1,36	7,68	1,45	8,15	1,54	9,24	1,75
0,7	6,83	1,08	7,603	1,21	8,32	1,32	8,98	1,43	9,61	1,53	10,20	1,62	11,56	1,83
0,8	7,99	1,11	8,897	1,23	9,73	1,35	10,51	1,45	11,24	1,56	11,93	1,65	13,52	1,87
0,9	8,70	1,09	9,684	1,21	10,60	1,33	11,44	1,43	12,24	1,53	12,99	1,63	14,72	1,84
1,0	8,04	0,95	8,959	1,06	9,81	1,16	10,60	1,26	11,35	1,35	12,05	1,43	13,67	1,62

Диаметр трубы 160 мм, толщина стенки 4,7 мм

Наполне- ние трубо- провода h/D	Гидравлический уклон i													
	0,006		0,007		0,008		0,009		0,01		0,011		0,012	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,3	3,15	0,70	3,46	0,77	3,74	0,832	4,01	0,893	4,27	0,950	4,52	1,050	4,75	1,057
0,4	5,52	0,83	6,05	0,91	6,54	0,984	7,02	1,055	7,46	1,121	7,89	1,185	8,29	1,246
0,5	8,29	0,93	9,09	1,02	9,83	1,103	10,53	1,182	11,19	1,256	11,82	1,327	12,42	1,395
0,6	11,24	1,00	12,31	1,10	13,31	1,192	14,25	1,277	15,14	1,357	15,99	1,433	16,80	1,506
0,7	14,08	1,06	15,42	1,16	16,66	1,251	17,84	1,340	18,95	1,423	20,01	1,503	21,02	1,579
0,8	16,48	1,08	18,05	1,18	19,50	1,276	20,87	1,366	22,17	1,451	23,41	1,532	24,59	1,610
0,9	17,96	1,06	19,64	1,16	21,22	1,257	22,72	1,346	24,14	1,429	25,49	1,509	26,77	1,586
1,0	16,59	0,93	18,18	1,02	19,65	1,103	21,06	1,182	22,38	1,256	23,64	1,327	24,85	1,395

Таблица 5.12

Наполнение трубопровода h/D	Гидравлический уклон i															
	0,005		0,01		0,015		0,02		0,030		0,05		0,1		0,15	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,30	2,75	0,62	4,02	0,90	3,00	1,12	5,84	1,31	7,24	1,62	9,49	2,12	13,63	3,05	16,81	3,77
0,40	4,46	0,68	6,51	0,98	8,10	1,22	9,44	1,43	11,71	1,77	15,32	2,32	21,98	3,32	27,10	4,10
0,50	6,64	0,75	9,67	1,09	12,01	1,36	14,00	1,58	17,34	1,96	22,66	2,56	32,47	3,67	40,02	4,52
0,60	8,94	0,81	12,99	1,17	16,13	1,46	18,79	1,69	23,26	2,10	30,37	2,74	43,49	3,92	53,58	4,83
0,65	10,07	0,83	14,63	1,20	18,16	1,49	21,14	1,74	26,17	2,15	34,17	2,81	48,91	4,02	60,24	4,95
0,70	11,15	0,84	16,19	1,22	20,09	1,52	23,39	1,77	28,96	2,19	37,79	2,86	54,08	4,09	66,61	5,03
0,75	12,15	0,85	17,63	1,24	21,88	1,54	25,47	1,79	31,52	2,21	41,14	2,89	58,87	4,19	72,50	5,09
0,80	13,02	0,86	18,90	1,25	23,45	1,55	27,30	1,80	33,78	2,23	44,09	2,91	63,08	4,16	77,69	6,12
0,90	14,25	0,85	20,69	1,24	25,67	1,54	29,89	1,79	36,99	2,21	48,28	2,89	69,10	4,14	85,09	5,10
1,00	15,08	0,85	21,89	1,24	27,16	1,54	31,62	1,79	39,13	2,21	51,07	2,89	73,09	4,13	90,01	5,00

Таблица 5.13

Гидравлический уклон <i>i</i>																		
Наполнение трубопровода <i>h/D</i>	0,004		0,006		0,008		0,01		0,02		0,03		0,05		0,07		0,1	
	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>	<i>q</i>	<i>v</i>
0,3	2,70	0,59	3,36	0,73	3,92	0,85	4,42	0,96	6,38	1,39	7,90	1,73	10,31	2,25	12,27	2,68	0,30	14,75
0,4	4,59	0,68	5,71	0,85	6,67	1,00	7,51	1,12	10,85	1,63	13,43	2,01	17,53	2,63	20,87	3,13	0,40	25,08
0,5	6,75	0,75	8,40	0,94	9,81	1,10	11,05	1,24	15,96	1,79	19,75	2,21	25,78	2,89	30,69	3,44	0,50	36,89
0,6	8,91	0,80	11,09	1,00	12,95	1,16	14,59	1,31	21,07	1,90	26,07	2,35	34,03	3,06	40,51	3,65	0,60	48,69
0,7	11,30	0,81	14,12	1,01	16,48	1,19	18,57	1,34	26,82	1,93	33,19	2,39	43,31	3,12	51,56	3,72	0,73	61,97
0,8	12,28	0,81	15,30	1,01	17,86	1,17	20,12	1,32	29,06	1,91	35,95	2,37	46,92	3,09	55,86	3,68	0,80	67,14
0,9	13,22	0,78	16,47	0,98	19,23	1,14	21,67	1,29	21,29	1,86	38,72	2,30	50,53	3,01	60,15	3,58	0,90	72,30
1,0	13,50	0,75	16,81	0,94	19,62	1,10	22,11	1,24	31,93	1,79	39,51	2,21	51,56	2,89	61,38	3,44	1,00	73,78

Выбор труб по гидравлическим показателям для вертикальных канализационных трубопроводов

В общем случае процесс выбора данных труб (канализационных стояков) сводится к определению их требуемых внутренних диаметров. Указанный параметр определяют согласно требованиям СП 40-102-2000 с учетом количества транспортируемых стоков, конструктивного решения узлов сопряжения канализационных стояков с поэтажными отводными трубопроводами, показателей труб из любого материала (полимеров или чугуна), установленных в канализационной системе гидравлических затворов и возможного образования разрежений в стояках при движении по ним стоков.

Расчетный расход стоков для стояка $q_{\text{ст}}^s$, л/с, определяют по формуле (5.9).

Для горизонтальных отводных трубопроводов расчетный расход стоков, л/с, определяют по формуле

$$q_{\text{г.тр}}^s = \frac{Q_{\text{в}}}{3,6} + K_s q_o, \quad (5.26)$$

где $Q_{\text{в}}$ — расчетный часовой расход стоков на расчетном участке, м³/ч;

K_s — коэффициент осреднения расхода стоков в отводном трубопроводе; определяют в зависимости от числа обслуживаемых санитарных приборов N и длины отводного трубопровода L , м, от последнего на расчетном участке стояка (прибора) до следующего присоединения стояка (прибора) или, если такое присоединение отсутствует, до ближайшего канализационного колодца (см. табл. 5.6);

q_o — расход стоков от прибора с максимальной емкостью, л/с; для туалетов, сблокированных с душевыми, в которых имеются ванны $q_o = 1,1$ л/с — от ванны емкостью 150—170 л.

Допустимая величина разрежений в вентилируемых и невентилируемых канализационных стояках из любых труб не должна превышать $0,9h_3$, где h_3 — высота наименьшего из гидравлических затворов санитарно-технических приборов, мм. Величину разрежений в вентилируемом канализационном стояке Δp , мм вод. ст., определяют по формуле (5.1).

Рабочая высота канализационного стояка — это часть стояка, по которой может транспортироваться сточная жидкость, расстояние от точки присоединения наиболее высоко расположенного санитарно-технического прибора (или группы приборов) до нижнегогиба стояка (точки перехода стояка в канализационный выпуск), т. е. участок, по которому могут транспортироваться стоки.

При $90D_{\text{ст}} > L_{\text{ст}}$ принимают $90D_{\text{ст}} = L_{\text{ст}}$ и определяют разрежение Δp по формуле (5.2).

В том случае, если $\alpha = 90^\circ$ и $D_{\text{ст}} = d_{\text{отв}}$, Δp определяют по формуле (5.3).

В качестве расчетного принимают поэтажный трубопровод, присоединяющий к стояку диктующий санитарно-технический прибор (прибор, стоки от которого учитывают при определении их расчетного расхода по формуле (5.26)).

Пропускную способность канализационных вентилируемых стояков $Q_{\text{в.с}}$, л/с, из различных труб принимают с учетом их диаметра, а также диаметра поэтажных отводов (табл. 5.14—5.17).

Таблица 5.14
Пропускная способность $Q_{в.с.}$, л/с, труб из поливинилхлорида

Наружный диаметр позтажного отвода D , мм	Угол присоединения α , град	Значение пропускной способности, л/с, при диаметре стояка $D_{ст}$ мм		
		50	110	160
50	45,0	1,10	8,22	23,0
	60,0	1,03	7,24	20,0
	87,5	0,69	4,83	13,6
110	45,0	—	5,85	15,0
	60,0	—	5,37	13,5
	87,5	—	3,58	9,1
160	45,0	—	—	13,0
	60,0	—	—	11,6
	87,5	—	—	7,6

Таблица 5.15
Пропускная способность $Q_{в.с.}$, л/с, труб из полиэтилена низкого давления

Наружный диаметр позтажного отвода D , мм	Угол присоединения α , град	Значение пропускной способности, л/с, при диаметре стояка $D_{ст}$ мм		
		50	90	110
50	45,0	1,07	5,10	8,40
	60,0	1,00	4,80	7,80
	87,5	0,66	3,20	5,20
90	45,0	—	3,90	6,40
	60,0	—	3,60	5,90
	87,5	—	2,40	3,95
110	45,0	—	—	5,90
	60,0	—	—	5,40
	87,5	—	—	3,60

Таблица 5.16
Пропускная способность $Q_{в.с.}$, л/с, полипропиленовых труб

Наружный диаметр позтажного отвода D , мм	Угол присоединения α , град	Значение пропускной способности, л/с, при диаметре стояка $D_{ст}$ мм	
		50	110
40	45,0	1,23	8,95
	60,0	1,14	8,25
	87,5	0,76	5,50
50	45,0	1,07	8,40
	60,0	1,00	7,80
	87,5	0,66	5,20
110	45,0	—	5,90
	60,0	—	5,40
	87,5	—	3,60

Таблица 5.17
Пропускная способность $Q_{в.с.}$, л/с, чугунных труб

Наружный диаметр поэтажного отвода D , мм	Угол присоединения α , град	Значение пропускной способности, л/с, при диаметре стояка $D_{ст}$ мм		
		50	100	150
50	45	0,96	6,26	19,9
	60	0,84	5,50	17,6
	90	0,56	3,67	11,7
100	45	—	5,50	14,50
	60	—	4,90	12,80
	90	—	3,20	8,62
150	45	—	—	12,6
	60	—	—	11,0
	90	—	—	7,2

Пропускная способность рассчитана на высоту стояков $L_{ст} \geq 90D_{ст}$ и гидравлических затворов 60 мм.

При $L_{ст} < 90D_{ст}$ табличные значения пропускной способности стояков увеличивают в $(90D_{ст}/L_{ст})^{0,5}$ раз.

Если высота гидравлического затвора равна 50 мм, то пропускную способность стояков уменьшают в 1,1 раза; при высоте 70 мм — увеличивают в 1,1 раза.

Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку.

Вентилируемый стояк из любых труб выводят выше кровли здания на 0,15—0,30 м. В зданиях, имеющих эксплуатируемую кровлю, вытяжную часть допускается не устраивать. При этом обязательно объединяют (в пределах чердака, технического этажа, под кровлей здания) не менее четырех канализационных стояков либо устраивают общую вытяжную часть высотой не менее 3 м. Диаметр этой части должен быть равен наибольшему диаметру объединяемых стояков независимо от количества приборов на расчетном участке.

Диаметр вытяжной части канализационного стояка принимают равным диаметру сточной части стояка. В конце невентилируемого стояка в направленном вверх раструбе тройника (крестовины), с помощью которого к стояку присоединяют наиболее высоко расположенные в здании санитарно-технические приборы, устраивают прочистку (ревизию) (рис. 5.15).

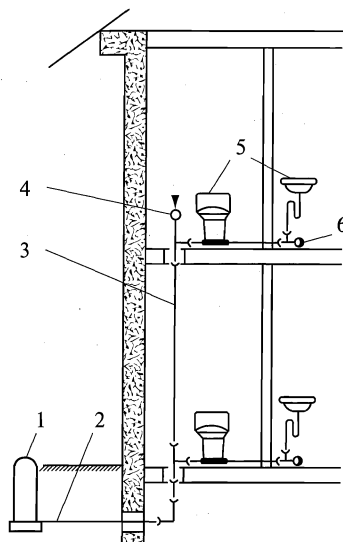


Рис. 5.15. Схема внутренней канализации с невентилируемым стояком: 1 — канализационный колодец; 2 — канализационный выпуск; 3 — ревизия; 4 — сантехнический прибор; 5 — сантехнический прибор; 6 — прочистка

Величину разрежения Δp , мм вод. ст., в неветилируемом канализационном стояке определяют по формуле

$$\Delta p = 0,31 v_{\text{см}}^{4,3}, \quad (5.27)$$

где $v_{\text{см}}$ — средняя скорость движения водовоздушной смеси, м/с; определяют по формуле

$$v_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{в}} + q_{\text{ст}}^{\text{с}}}{\omega}, \quad (5.28)$$

где $Q_{\text{в}}$ — эжектирующая способность стоков, м³/с, т. е. расход воздуха, увлекаемого в стояк движущейся в нем сверху вниз жидкостью; определяют по формуле

$$Q_{\text{в}} = \frac{13,8 q_{\text{ст}}^{0,333} D_{\text{ст}}^{1,75} \left(\frac{D_{\text{ст}}}{d_{\text{отв}}} \right)^{0,12}}{\left(\frac{90 D_{\text{ст}}}{L_{\text{ст}}} \right)^{0,5} (1 + \cos \alpha)^{0,177}}, \quad (5.29)$$

где α — угол присоединения диктующего поэтажного отвода к стояку, град;

ω — площадь живого сечения стояка, м; определяют по формуле

$$\omega = \frac{\pi D_{\text{ст}}^2}{4}. \quad (5.30)$$

При проведении приближенных расчетов (с точностью до 15 %) для любых трубопроводов значения Δp и $Q_{\text{в}}$ принимают по номограммам (рис. 5.16 и 5.17).

Значения расходов, определенных при расчетной высоте гидравлических затворов, равной 70 мм (50 мм), в системе с неветилируемыми канализационными стояками из любых труб, приведены в табл. 5.18—5.21. При высоте гидрозатворов 60 мм табличные значения увеличивают (уменьшают) на 10 %.

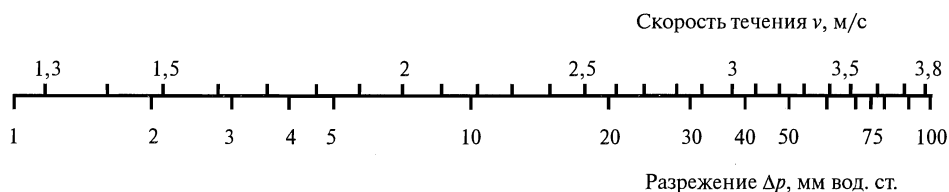


Рис. 5.16. Номограмма для определения величины разрежений Δp в неветилируемом стояке

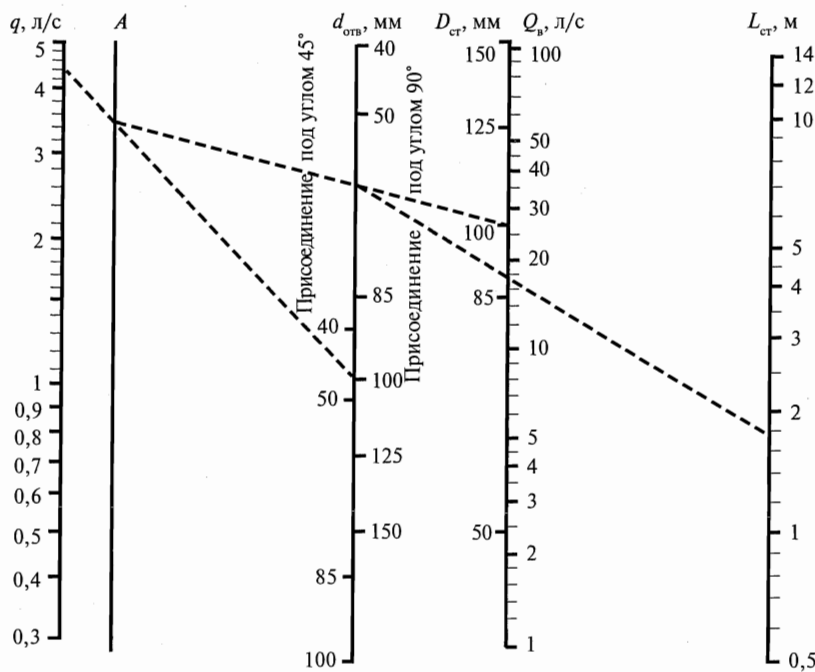


Рис. 5.17. Номограмма для определения величины эжектирующей способности $Q_{\text{в}}$ стоков, транспортируемых по канализационному стояку: q — расход, л/с; $d_{\text{отв}}$ — диаметр отводного трубопровода, мм; $D_{\text{ст}}$ — диаметр стояка, мм; $Q_{\text{в}}$ — расход воздуха, л/с; $L_{\text{ст}}$ — длина стояка, м

Таблица 5.18
Пропускная способность невентилируемых стояков $Q_{\text{н.с}}$ из полиэтилена низкого и высокого давления и непластифицированного поливинилхлорида

Рабочая высота стояка $L_{\text{ст}}$, м	Угол присоединения отводов к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с									
		трубы из полиэтилена низкого давления и поливинилхлорида при наружном диаметре $D_{\text{ст}}$, мм					трубы из полиэтилена высокого давления при наружном диаметре $D_{\text{ст}}$, мм				
		50	90	110	50	90	110	50	90	110	110
		при внутреннем диаметре поэтажных отводов $d_{\text{отв}}$, мм									
		50	50	90	50	110	50	50	90	50	110
1	45,0	1,80	6,50	7,10	9,50	10,60	1,80	6,00	6,50	8,80	9,80
	60,0	1,70	6,10	6,80	9,00	10,10	1,75	5,70	6,20	8,40	9,30
	87,5	1,65	5,76	6,30	8,40	9,50	1,65	5,30	5,80	7,80	8,70
2	45,0	1,12	4,00	4,50	5,80	6,80	1,12	3,70	4,15	5,40	6,20
	60,0	1,05	3,70	4,20	5,50	6,40	1,05	3,50	3,90	5,00	5,80
	87,5	0,97	3,40	3,85	4,95	5,90	0,97	3,15	3,55	4,60	5,30
3	45,0	0,80	2,75	3,20	4,00	5,00	0,80	2,50	3,00	3,70	4,50
	60,0	0,74	2,50	2,90	3,70	4,60	0,74	2,30	2,80	3,40	4,20
	87,5	0,65	2,25	2,60	3,30	4,10	0,65	2,00	2,45	3,00	3,70

Окончание табл. 5.18

Рабочая высота стояка $L_{ст}$, м	Угол присое- динения отво- дов к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с									
		трубы из полиэтилена низкого давления и поливинилхлорида при наружном диаметре $D_{ст}$, мм					трубы из полиэтилена высокого давления при наружном диаметре $D_{ст}$, мм				
		50	90	110	50	90	110	50	90	110	
		при внутреннем диаметре поэтажных отводов $d_{отв}$, мм									
		50	50	90	50	110	50	50	90	50	110
4	45,0	0,60	2,10	2,35	3,00	3,70	0,60	1,90	2,20	2,80	3,30
	60,0	0,55	1,90	2,20	2,80	3,40	0,55	1,75	2,16	2,50	3,00
	87,5	0,48	1,65	1,95	2,40	3,00	0,48	1,50	2,10	2,20	2,70
5	45,0	0,60	1,57	1,90	2,25	3,00	0,60	1,42	1,80	2,10	2,65
	60,0	0,55	1,40	1,75	2,10	2,80	0,55	1,30	1,60	1,90	2,40
	87,5	0,48	1,27	1,50	1,85	2,40	0,48	1,15	1,40	1,70	2,10
6	45,0	0,60	1,27	1,50	1,85	2,35	0,60	1,15	1,40	1,70	2,30
	60,0	0,55	1,18	1,40	1,70	2,10	0,55	1,05	1,30	1,50	2,00
	87,5	0,48	1,00	1,16	1,50	1,80	0,48	0,90	1,08	1,30	1,70
7	45,0	0,60	1,05	1,30	1,55	2,00	0,60	0,95	1,16	1,40	1,70
	60,0	0,55	1,00	1,20	1,40	1,80	0,55	0,85	1,03	1,25	1,55
	87,5	0,48	0,82	1,00	1,20	1,60	0,48	0,75	0,91	1,10	1,35
8	45,0	0,60	1,05	1,30	1,30	1,70	0,60	0,95	1,16	1,20	1,10
	60,0	0,55	0,95	1,20	1,20	1,60	0,55	0,85	1,03	1,05	1,05
	87,5	0,48	0,82	1,00	1,00	1,40	0,48	0,75	0,91	0,90	1,15
9	45,0	0,60	1,05	1,30	1,10	1,15	0,60	0,95	1,16	1,10	1,10
	60,0	0,55	0,95	1,20	1,00	1,15	0,55	0,85	1,03	1,00	1,05
	87,5	0,48	0,82	1,00	0,85	1,16	0,48	0,75	0,91	0,95	1,15

Таблица 5.19
Пропускная способность невентилируемых стояков $Q_{н.с}$
из полипропиленовых труб

Рабочая высота стояка $L_{ст}$ м	Угол присоединения отводов к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с, при наружном диаметре $D_{ст}$ мм				
		50		110		
		при внутреннем диаметре поэтажных отводов $d_{отв}$ мм				
		40	50	40	50	110
1	45,0	1,60	1,80	8,80	9,50	10,60
	60,0	1,52	1,70	8,50	9,10	10,10
	87,5	1,44	1,65	8,00	8,40	9,50
2	45,0	0,96	1,12	5,40	5,80	6,80
	60,0	0,91	1,05	5,10	5,50	6,40
	87,5	0,88	0,97	4,70	4,95	5,90
3	45,0	0,72	0,80	3,80	4,00	5,00
	60,0	0,66	0,74	3,50	3,70	4,60
	87,5	0,58	0,65	3,20	3,30	4,10

Окончание табл. 5.19

Рабочая высота стояка $L_{ст}$, м	Угол присоединения отводов к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с, при наружном диаметре $D_{ст}$ мм				
		50		110		
		при внутреннем диаметре поэтажных отводов $d_{отв}$, мм				
		40	50	40	50	110
4	45,0	0,50	0,60	2,80	3,00	3,70
	60,0	0,47	0,55	2,60	2,70	3,40
	87,5	0,42	0,48	2,30	2,40	3,00
5	45,0	0,50	0,60	2,10	2,25	3,00
	60,0	0,47	0,55	1,95	2,05	2,70
	87,5	0,42	0,48	1,77	1,85	2,40
6	45,0	0,50	0,60	1,77	1,85	2,35
	60,0	0,47	0,55	1,67	1,70	2,10
	87,5	0,42	0,48	1,42	1,50	1,80
7	45,0	0,50	0,60	1,42	1,55	2,00
	60,0	0,47	0,55	1,30	1,40	1,80
	87,5	0,42	0,48	1,07	1,20	1,60
8	45,0	0,50	0,60	1,20	1,30	1,70
	60,0	0,47	0,55	1,15	1,20	1,55
	87,5	0,42	0,48	0,96	1,00	1,40
9	45,0	0,50	0,60	1,04	1,10	1,15
	60,0	0,47	0,55	0,95	1,00	1,12
	87,5	0,42	0,48	0,80	0,85	1,10

Таблица 5.20
Пропускная способность неветилируемых стояков $Q_{н.с}$
из поливинилхлорида

Рабочая высота стояка $L_{ст}$, м	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с, при диаметре поэтажных отводов $d_{отв}$, мм					
		50	110		160		
		50	50	110	50	110	150
3	45,0	0,80	4,00	5,00	8,4	9,3	9,9
	60,0	0,74	3,70	4,60	7,8	8,8	9,5
	87,5	0,65	3,30	4,10	6,8	7,7	8,3
4	45,0	0,60	3,00	3,70	6,0	7,6	7,8
	60,0	0,55	2,80	3,40	5,8	7,0	7,2
	87,5	0,48	2,40	3,00	4,8	5,8	6,3
5	45,0	0,60	2,25	3,00	4,7	5,6	6,1
	60,0	0,55	2,10	2,80	4,4	5,3	5,7
	87,5	0,48	1,85	2,40	3,7	4,6	4,9
6	45,0	0,60	1,85	2,35	3,8	4,5	5,0
	60,0	0,55	1,70	2,10	3,6	4,3	4,7
	87,5	0,48	1,50	1,80	3,0	3,7	4,0
7	45,0	0,60	1,55	2,00	3,1	3,7	4,1
	60,0	0,55	1,40	1,80	2,9	3,5	3,7
	87,5	0,48	1,20	1,60	2,7	3,0	3,2

Окончание табл. 5.20

Рабочая высота стояка $L_{ст}$, м	Угол присоединения позатажного отвода к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с, при диаметре позатажных отводов $d_{отв}$, мм					
		50	110		160		
		50	50	110	50	110	150
8	45,0	0,60	1,30	1,70	2,6	3,2	3,5
	60,0	0,55	1,20	1,60	2,4	3,0	3,2
	87,5	0,48	1,00	1,40	2,0	2,5	2,7
9	45,0	0,60	1,10	1,15	2,2	2,8	3,0
	60,0	0,55	1,00	1,15	2,0	2,5	2,7
	87,5	0,48	0,85	1,16	1,8	2,1	2,3
10	45,0	0,60	1,10	1,15	2,1	2,4	2,6
	60,0	0,55	1,00	1,15	1,9	2,3	2,5
	87,5	0,48	0,85	1,16	1,6	2,1	2,3
11	45,0	0,60	1,10	1,15	1,9	2,1	2,3
	60,0	0,55	1,00	1,15	1,7	2,0	2,2
	87,5	0,48	0,85	1,16	1,4	1,6	1,8
12	45,0	0,60	1,10	1,15	1,6	1,9	2,1
	60,0	0,55	1,00	1,15	1,4	1,6	1,9
	87,5	0,48	0,85	1,16	1,2	1,4	1,6
13	45,0	0,60	1,10	1,15	1,6	1,9	2,1
	60,0	0,55	1,00	1,15	1,4	1,6	1,9
	87,5	0,48	0,85	1,16	1,2	1,4	1,6

Таблица 5.21

Пропускная способность неvented стоек $Q_{н.с}$ из чугунных труб

Рабочая высота стояка $L_{ст}$ м	Угол присоединения отводов к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с, при внутреннем диаметре $D_{ст}$ мм					
		50	100		150		
		при внутреннем диаметре позтажных отводов $d_{отв}$ мм					
		50	50	110	50	100	150
1	45	1,55	8,00	9,60	17,00	19,00	20,00
	60	1,49	7,60	8,60	16,00	18,20	19,30
	90	1,39	7,00	8,00	15,00	16,90	18,00
2	45	1,00	5,00	6,00	10,00	12,00	13,00
	60	0,85	4,60	5,60	9,70	11,90	12,30
	90	0,87	4,20	5,20	8,50	10,00	11,00
3	45	0,65	3,40	4,30	7,00	8,10	9,00
	60	0,60	3,20	4,00	6,50	7,70	8,60
	90	0,55	3,00	3,70	5,70	6,70	7,50

Окончание табл. 5.21

Рабочая высота стояка $L_{ст}$, м	Угол присоединения отводов к стояку α , град	Значение пропускной способности, л/с, при внутреннем диаметре $D_{ст}$ мм					
		50	100		150		
		при внутреннем диаметре поэтажных отводов $d_{отв}$, мм					
		50	50	110	50	100	150
4	45	0,49	2,75	3,30	5,00	6,60	7,00
	60	0,47	2,40	3,15	4,80	6,10	6,50
	90	0,45	2,20	2,70	4,00	5,10	5,70
5	45	0,49	2,00	2,65	3,90	4,90	5,50
	60	0,47	1,85	2,45	3,65	4,60	5,10
	90	0,45	1,70	2,10	3,10	4,00	4,40
6	45	0,49	1,60	2,20	3,20	3,90	4,50
	60	0,47	1,50	2,00	3,00	3,70	4,30
	90	0,45	1,35	1,70	2,50	3,20	3,60
7	45	0,49	1,30	1,70	2,60	3,20	3,70
	60	0,47	1,25	1,58	2,45	3,00	3,40
	90	0,45	1,15	1,35	2,60	2,60	2,90
8	45	0,49	1,10	1,40	2,20	2,80	3,20
	60	0,47	1,05	1,32	2,00	2,60	2,90
	90	0,45	1,00	1,15	1,70	2,20	2,40
9	45	0,49	1,10	1,40	1,85	2,40	2,70
	60	0,47	1,05	1,32	1,70	2,20	2,50
	90	0,45	1,00	1,15	1,50	1,80	2,10
10	45	0,49	1,10	1,40	1,75	2,10	2,30
	60	0,47	1,05	1,32	1,55	2,00	2,10
	90	0,45	1,00	1,15	1,35	1,80	1,85
11	45	0,49	1,10	1,40	1,60	1,80	2,00
	60	0,47	1,05	1,32	1,45	1,70	1,90
	90	0,45	1,00	1,15	1,15	1,40	1,40
12	45	0,49	1,10	1,40	1,35	1,65	1,90
	60	0,47	1,05	1,32	1,20	1,40	1,70
	90	0,45	1,00	1,15	1,00	1,25	1,40
13	45	0,49	1,10	1,40	1,35	1,65	1,90
	60	0,47	1,05	1,32	1,20	1,40	1,70
	90	0,45	1,00	1,15	1,00	1,25	1,40

На вентилируемом и невентилируемом стояках через каждые три этажа устанавливают ревизии. На одно-, двухэтажном невентилируемом стояке, в том числе из труб из поливинилхлорида, ревизии допускается не устанавливать. При невозможности устройства вытяжной части и невентилируемого канализационного стояка допускается применение вентиляционного клапана.

Параметры выпусков (отводных горизонтальных трубопроводов от вертикальных стояков в дворовую канализационную сеть) из любых труб должны соответствовать условию

$$v \left(\frac{h}{D} \right)^{0,5} \geq A, \quad (5.31)$$

где v — средняя скорость движения стоков, м/с;

h — заполнение трубопровода, мм;

D — расчетный (внутренний) диаметр трубопровода, мм;

A — параметр, учитывающий аккумулялирующую способность горизонтального самотечного канализационного трубопровода и свойства материала труб; принимают $A = 0,5$ для полимерных труб и $A = 0,6$ для труб из других материалов.

При этом $v \geq 0,7$ м/с, а наполнение $h/D \geq 0,3$. Если величина расхода стоков недостаточна, чтобы выполнить условие формулы (5.31), то эти участки отводных трубопроводов считают безрасчетными. Их допускается прокладывать с минимальными уклонами, которые не должны быть менее $1/D$ — приблизительно 0,02 (для диаметра 50 мм), 0,011 (90 мм), 0,01 (100—110 мм) и 0,006 (160 мм).

Глава 6

Крепление трубопроводов

Требования к креплению трубопроводов

Трубопроводы внутренних систем холодного и горячего водоснабжения и водоотведения закрепляют с учетом всех воздействующих на них нагрузок: внутреннего давления транспортируемого вещества; собственного веса трубопровода; веса транспортируемого вещества; продольных усилий, вызванных температурными изменениями окружающей среды или транспортируемого вещества; нагрузок на трубопровод при его монтаже и др.

Усилия (напряжения) в трубопроводе от воздействия нагрузок определяют согласно общим правилам строительной механики. Трубопровод принимают за упругий стержень (прямолинейный или криволинейный), поперечное сечение которого остается плоским и сохраняет свою округлую форму, а модуль упругости зависит от продолжительности действия нагрузки и от температуры.

Испытаниям на прочность, устойчивость и жесткость подвергают все внутренние горизонтальные и вертикальные трубопроводы независимо от их функционального назначения.

Вертикальные трубопроводы

В процессе эксплуатации участки вертикальных трубопроводов (стояков) могут испытывать действие сосредоточенной силы, вызванной изменением температуры, N_T и равномерно распределенной по их длине нагрузки интенсивностью q от собственного веса трубопроводов.

Во избежание выпучивания отдельных участков стояка между креплениями от потери устойчивости необходимо установить оптимальную частоту креплений стояка. При решении этой задачи рассматривалась [83]* высшая форма искривленного равновесного состояния стояка (рис. 6.16).

За длину трубопровода при его внутренней вертикальной прокладке принята высота между этажами l , м. Для жилых и общественных зданий, как правило, $l = 3,3$ м (в отличие от промышленных, для которых принимают $l = 10$ м).

Согласно выбранному энергетическому методу решения задачи, в основе которого лежит принцип Л. Дирихле, полная энергия стояка, находящегося в безразличном положении равновесия, не получает приращения при переходе его из одной формы равновесия в другую. Иными словами, при продольном изгибе потенциальная энергия упругой деформации U должна быть равна работе внешней сжимающей нагрузки Π . Тогда полная энергия упругой системы

$$\mathcal{E} = U - \Pi = 0. \quad (6.1)$$

* Далее анализируются выводы автора с использованием обозначений, принятых в указанной работе, которые распространяются на трубопроводы современных внутренних систем водоснабжения и канализации. — *Примеч. авт.*

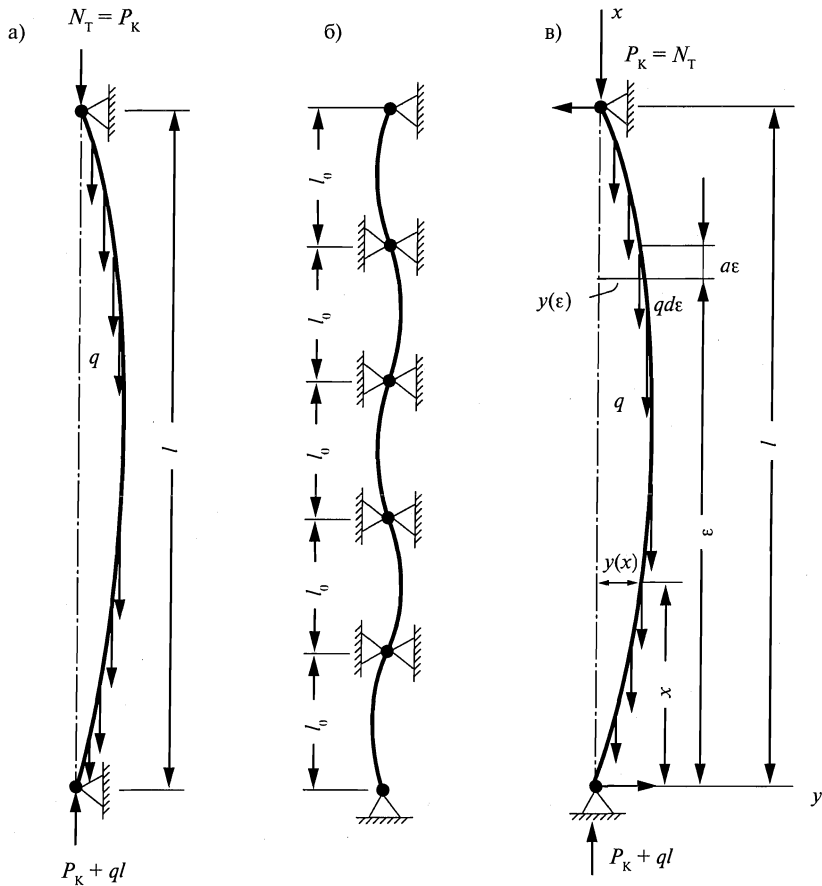


Рис. 6.1. Формы устойчивости стойки: а — простейшая; б — высшая; в — расчетная; N_T — продольная сила сжатия стойки; P_k — прилагаемое усилие; q — распределенная нагрузка от веса стойки с водой; l , l_0 — длины; H — расстояние до расчетного сечения от опоры; ϵ — относительная деформация

Потенциальную энергию внешних нагрузок P_k и q определяют по формуле

$$\Pi = P_k \frac{1}{2} \int_0^1 (y')^2 dx + \int_0^1 q d\epsilon \frac{1}{2} \int_0^\epsilon (y')^2 dx. \quad (6.2)$$

Потенциальную энергию упругой деформации при изгибе находят по формуле

$$U = EI \frac{1}{2} \int_0^1 (y'')^2 dx, \quad (6.3)$$

где E — модуль упругости, Па;

I — осевой момент инерции.

Условие критического состояния $U = \Pi$:

$$0,5 P_k \int_0^1 (y')^2 dx + 0,5 \int_0^1 q d\epsilon \int_0^\epsilon (y')^2 dx = 0,5 EI \int_0^1 (y'')^2 dx. \quad (6.4)$$

Аппроксимируя изогнутую ось уравнением синусоиды с несколькими полу- волнами, можно установить, что

$$y = f \sin \frac{n\pi x}{l}, \quad (6.5)$$

где f — стрела прогиба;

n — параметр (целое число).

Чтобы получить значение P_k , берут последовательно первую и вторую производные от формулы (6.5) и подставляют их в формулу (6.4) с учетом, что длина полуволны синусоиды $l_0 = l/n$:

$$P_k = \frac{n^2 \pi^2 EI}{l^2} - \frac{ql}{2} = \frac{\pi^2 EI}{l_0^2} - q \frac{1}{2}. \quad (6.6)$$

Для данного случая сжимающая сила N_T возникает от изменения температуры ΔT и при определенном значении перепада температур может достигнуть критической величины:

$$P_k = N_T = \alpha E F \Delta T, \quad (6.7)$$

где α — коэффициент линейного температурного расширения, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

F — площадь поперечного сечения, м^2 .

Подставляя в формулу (6.6) значения $P_k = N_T$, $q = lF\gamma$ и $i^2 = I/F$, получают устойчивую длину пролета для произвольного поперечного сечения l_0 :

$$l_0 \leq \frac{\pi i}{\left(\alpha \Delta T + \frac{\gamma l}{2E} \right)^{0,5}}, \quad (6.8)$$

где γ — удельный вес материала трубы.

Из формулы (6.8) видно, что устойчивая длина пролета зависит от коэффициента линейного температурного расширения α и модуля деформаций E .

Высокополимерные материалы, в частности полиэтилен, в отличие от металлических, имеют большое значение коэффициента α и маленькое значение E .

Рассмотрим влияние второго слагаемого под корнем в формуле (6.8) с учетом ползучести материала. Анализ опытных данных по изучению ползучести полиэтилена высокой плотности и асбополиэтилена показывает, что между относительной деформацией ε_0 , полученной в момент нагружения, и ε_c , соответствующей прекращению ползучести, существует определенное соотношение. Для полиэтилена высокой плотности $\varepsilon_0/\varepsilon_c$ составляет примерно 3,0, для асбополиэтилена — около 3,5. Эти отношения использованы при определении длительного модуля деформации E из зависимости, связывающей релаксацию с ползучестью:

$$E = E_0 \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}, \quad (6.9)$$

где E_0 — мгновенный модуль упругости, Па;

ϵ — относительная деформация после длительного нагружения; при прекращении ползучести $\epsilon = \epsilon_c$.

Таким образом, к моменту прекращения ползучести модуль упругости для полиэтилена высокой плотности можно принять равным $E \approx 1/3 E_0$, а для асболополиэтилена $E \approx 0,286 E_0$.

Если перед корнем в формуле (6.8) поставить коэффициент η_0 , учитывающий влияние второго слагаемого под корнем, и вести отсчет перепада температур от 0°C , можно получить следующие данные. При $l_0 = 10$ м и $\Delta T = 80\text{—}100^\circ\text{C}$ второе слагаемое под корнем дает поправку к знаменателю примерно на 6—7 %, которая может быть учтена коэффициентом η_0 . При $l_0 = 3,3$ м эта поправка составляет всего 2 %, поэтому в практических расчетах для указанного случая допускается принимать $\eta_0 = 1$.

В случае кольцевого поперечного сечения с наружным диаметром D и внутренним d формула (6.8) выглядит следующим образом:

$$l_0 \leq \frac{\pi i}{\left(\alpha \Delta T + \frac{\gamma l}{2E} \right)^{0,5}} = \frac{\eta_1 D}{\eta_0 (\alpha \Delta T)^{0,5}}, \quad (6.10)$$

где πi определяют по формуле

$$\pi i = \frac{\pi}{4} (D^2 + d^2)^{0,5} = \frac{\pi \cdot 2^{0,5}}{4} d_{\text{ср}} = \frac{\pi \cdot 2^{0,5}}{4} \frac{D+d}{2} \frac{D}{D} = 0,554 \frac{D+d}{2} D = \eta_1 D. \quad (6.11)$$

По техническим условиям на напорные трубы из полиэтилена низкого давления (высокой плотности) для каждой из трех серий отношение $(D + d)/D$ остается практически одинаковым. Если $\eta_0 = 1$ и $\eta_1 = 0,554(D + d)/D \approx 1$, формула (6.10) для труб тяжелой серии принимает следующий вид:

$$\frac{l_0}{D} = \frac{1}{(\alpha \Delta T)^{0,5}}. \quad (6.12)$$

Чтобы ускорить расчеты по формуле (6.12), для труб тяжелой серии используют графики (рис. 6.2), позволяющие определить устойчивую длину пролета или отношение l_0/D в зависимости от перепада температур.

Значения l_0 , вычисленные в том числе с использованием формулы (6.10), приведены в табл. 6.1. Согласно зарубежным нормативным документам, при вертикальной прокладке труб из полиэтилена низкой плотности $l_0 < 24D$.

Пример

Определение устойчивой длины пролета стояка из полиэтилена высокой плотности с условным давлением $p = 6$ кгс/см² и наружным диаметром $D = 32$ мм.

Исходные данные

Предполагаемый эксплуатационный перепад температур $\Delta T = 25^\circ\text{C}$. Коэффициент линейного температурного расширения материала трубы $\alpha = 1,06 \cdot 10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$. Компенсация температурных удлинений отсутствует. Коэффициент, учитывающий второе слагаемое в формуле (6.10), $\eta_0 = 1,05$. Для средней серии труб из полиэтилена высокой плотности $(D + d)/D = 1,873$; $\eta_1 = 0,554((D + d)/D)_{\text{ср}} = 0,554 \cdot 1,873 = 1,038$.

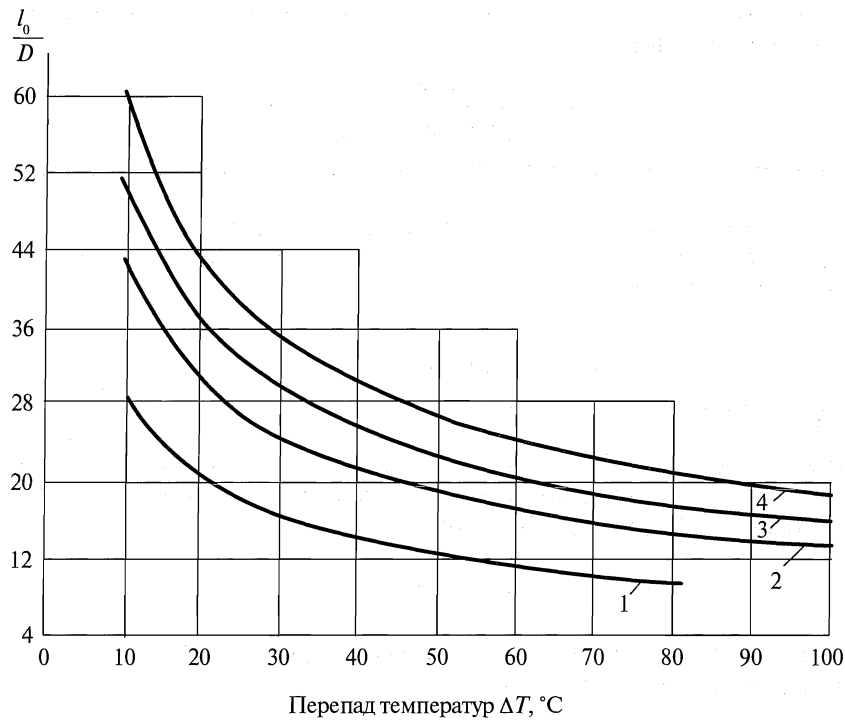


Рис. 6.2. Зависимость отношения l_0/D от перепада температур, отсчитываемого от 0 °С: 1 — чистый полиэтилен высокой плотности; 2 — 10 %-й асболополиэтилен; 3 — 25 %-й асболополиэтилен; 4 — стеклополиэтилен

Таблица 6.1
Сопоставление значений l_0 , см, подсчитанных по различным формулам, для труб средней серии при $\alpha = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

D	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	7,5	9,0	11,0
d	1,54	1,94	2,5	3,14	3,94	4,90	5,90	7,10	8,60
$\frac{D + d}{D}$	1,77	1,77	1,78	1,78	1,79	1,78	1,79	1,79	1,78
$l_0 = 24D$ (зарубежные нормативы)	48,0	60,0	77,0	96,0	120,0	151,0	180,0	216,0	264,0
$l_0 = 13,7D$ (по формуле (6.10) при $\Delta T = -25 \text{ } ^\circ\text{C}$)	27,4	34,2	44,0	55,0	68,5	86,0	103,0	123,0	151,0
$l_0 = 21,6D$ (по формуле (6.10) при $\Delta T = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$)	43,2	54,0	69,0	86,0	108,0	136,0	162,0	194,0	238,0

Решение

Отношение l_0/D , которое будет постоянным для каждого перепада температур данной серии, определяют по формуле (6.10):

$$\frac{l_0}{D} = \frac{1,038}{1,05 (1,06 \cdot 10^{-4} \cdot 25)^{0,5}} = 19,4.$$

С высокой степенью точности значение l_0/D можно также найти с помощью графика (рис. 6.3).

Труба между креплениями будет устойчивой при $l_0 < 19,4D = 19,4 \cdot 3,2 = 62$ см.

В случае изготовления трубы из 25 %-го асбополиэтилена ($\alpha = 0,33 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $E = 2,1 \times 10^4 \text{ кгс/см}^2$) соотношение составит

$$\frac{l_0}{D} = \frac{1,038}{1,05 (0,33 \cdot 10^{-4} \cdot 25)^{0,5}} = 34,8,$$

отсюда $l_0 \leq 34,8 \cdot 3,2 = 111,4 \text{ см} \approx 1,2 \text{ м}$.

Температурное продольное усилие P_k при $\Delta T = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ будет отсутствовать ($N_T = 0$), и потеря устойчивости сможет произойти только за счет действия собственного веса трубопровода. По формуле (6.6)

$$P_k = 0.$$

Самый неблагоприятный вариант возникает при $n = 1$. В этом случае критическую длину l определяют по формуле

$$l = \left(\frac{\pi^2 i^2 E_0}{\gamma} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (6.13)$$

где πi практически постоянно для каждой серии труб.

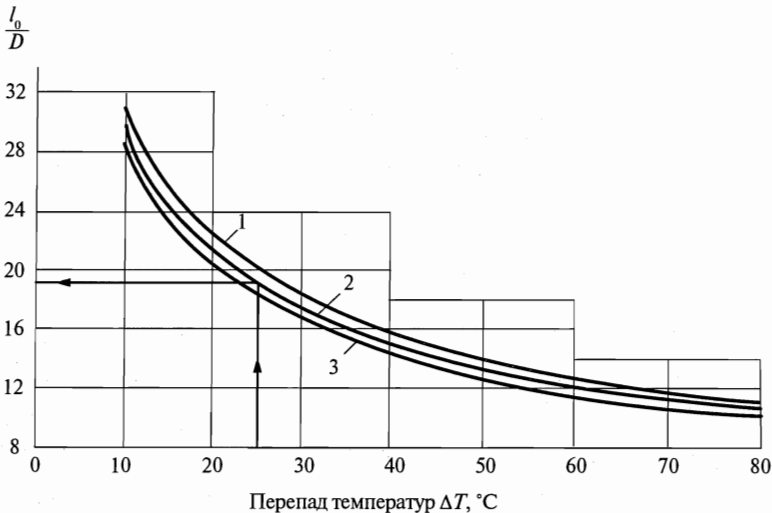


Рис. 6.3. Зависимость отношения l_0/D от перепада температур при вертикальной прокладке трубопровода из полиэтилена высокой плотности для серии труб: 1 — легкой; 2 — средней; 3 — тяжелой

Для удобства выбора устойчивой длины пролета можно построить по формуле (6.10) при $\eta_0 = 1,05$ номограммы для всех труб из полиэтилена высокой плотности.

Графики изменения l_0/D в зависимости от перепада температур в диапазоне 0—80 °С показаны на рис. 6.3. Введение отношения l_0/D обусловлено его постоянным значением практически для всех диаметров данной серии и зависимостью в основном от перепада температур.

Значения длин пролетов, полученные по формуле (6.10), обеспечивают устойчивую прямолинейную форму равновесия участков трубопроводов между креплениями. Однако при определенных условиях (наличие мертвых точек с двух концов трубопровода, отсутствие ограничений на его выпучивание и др.) после потери устойчивости трубопровода с ростом перепада температур значительная критическая сила почти не увеличивается.

При неподвижном закреплении вертикальных полимерных трубопроводов даже незначительное увеличение эксплуатационного перепада температур может вызвать потерю их устойчивости. В этом случае решающую роль играет более высокий коэффициент линейного температурного расширения и низкий модуль упругости полимеров по сравнению с металлами и другими материалами.

В случае когда стояк шарнирно прикреплен к неподвижным опорам и подвергается равномерному нагреванию по всей длине, будет иметь место зависимость стрелы прогиба от температуры, показанная на рис. 6.4.

Повышение температуры увеличивает перепад температур, что в свою очередь приводит к возникновению сжимающих усилий стояка. При некотором перепаде температур ΔT_k устойчивая прямолинейная форма равновесия стояка нарушается и дальнейшее увеличение эксплуатационной температуры ($T_s > T_k$) будет способствовать его выпучиванию. В этом случае температурное удлинение стояка при неизменном расстоянии между креплениями компенсируется его деформацией изгиба.

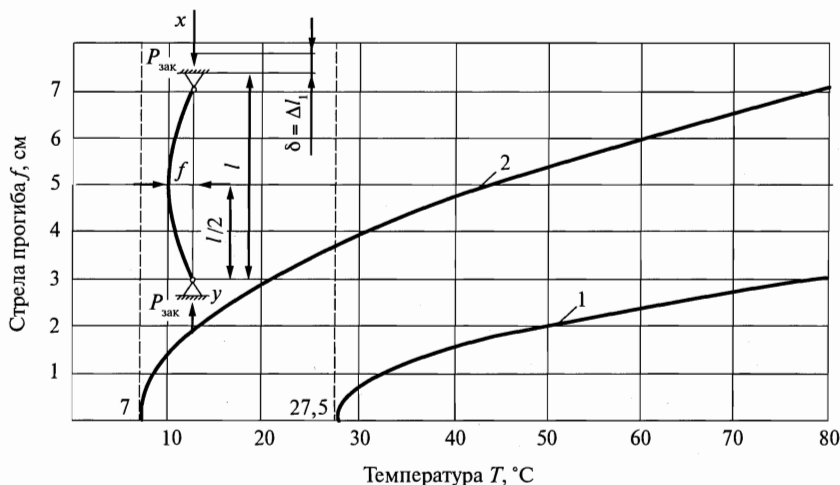


Рис. 6.4. Зависимость стрелы прогиба от температуры для труб из полиэтилена и стеклополиэтилена: 1 — длина l ; 2 — длина $2l$

Определение критической силы для стоек малой и умеренной длины показало, что влияние на нее собственного веса стойки невелико. Это позволяет при практических расчетах учитывать только продольное температурное усилие.

Значение критического перепада температур определяют из равенства температурного усилия критической силе; для рассматриваемого случая по формуле

$$\alpha FE \Delta T_k = \frac{\pi^2 EI}{i^2}, \quad (6.14)$$

откуда

$$\Delta T_k = \frac{\pi^2 i^2}{i^2 \alpha} = \frac{\pi^2}{\lambda \alpha}, \quad (6.15)$$

где λ — гибкость стойки.

Особенностью потери устойчивости и дальнейшего выпучивания стойки при данных условиях является то, что этот процесс происходит без каких-либо активных нагрузок. Если пренебречь деформацией от сжатия, то связь между кажущимся сближением концов за счет изгиба δ , стрелой прогиба f и величиной температурного удлинения Δl_T будет получена из равенства

$$\Delta l_T = \delta. \quad (6.16)$$

Принимая изогнутую ось стойки за полуволну синусоиды, изгиб δ находят по формуле

$$\delta = \frac{1}{2} \int_0^l \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 dx = \frac{1}{2} \int_0^l \left(f \frac{\pi}{l} \cos \frac{\pi x}{l} \right)^2 dx = \frac{f^2 \pi^2}{4l}. \quad (6.17)$$

Тогда формула (6.16) принимает вид:

$$\alpha l (T_g - T_k) = \frac{f^2 \pi^2}{4l}. \quad (6.18)$$

Из формулы (6.18) стрела прогиба f стойки равна

$$f = \frac{2l}{\pi} (\alpha (T_g - T_k))^{0,5}. \quad (6.19)$$

Поскольку для рассматриваемого случая прогибы в закритической области будут значительными для установления зависимости продольной силы $P_{\text{зак}}$ (закритической силы) от увеличивающейся температуры стержня, следует использовать точное дифференциальное уравнение изогнутой оси:

$$\frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{1,5}} + k^2 y = 0, \quad (6.20)$$

где k^2 определяют по формуле

$$k^2 = \frac{P_{\text{зак}}}{EI}, \quad (6.21)$$

где E — модуль упругости материала, Па;

I — момент инерции сечения, м^4 ;

EI — жесткость поперечного сечения стояка, Па/м^2 ;

x и y — текущие абсцисса и ордината центра тяжести поперечного сечения стояка.

С учетом формулы (6.19) и использованием для решения формулы (6.20) значения полного эллиптического интеграла первого рода $F(\Theta, \pi)$ получено следующее выражение:

$$P_{\text{зак}} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \left(1 + \frac{\pi^2 f^2}{8l^2} \right) = P_{\text{к}} \left(1 + \frac{1}{2} \alpha (T_{\text{э}} - T_{\text{к}}) \right). \quad (6.22)$$

Таким образом, после потери устойчивости стояком величины $P_{\text{зак}}$ и $P_{\text{к}}$ практически не отличаются. Наибольшее абсолютное нормальное напряжение для стояка, возникающее в середине полуволны синусоиды, определяют по формуле

$$\sigma_{\text{макс}} = \frac{P_{\text{зак}}}{F} + \frac{P_{\text{зак}} f}{W} = P_{\text{зак}} \left(\frac{1}{F} + \frac{2l(\alpha(T_{\text{э}} - T_{\text{к}}))^{0,5}}{\pi W} \right), \quad (6.23)$$

где W — момент сопротивления поперечного сечения стояка.

Возможные изменения прогиба и нормальных напряжений в среднем сечении стояка с учетом температуры отражены на рис. 6.5.

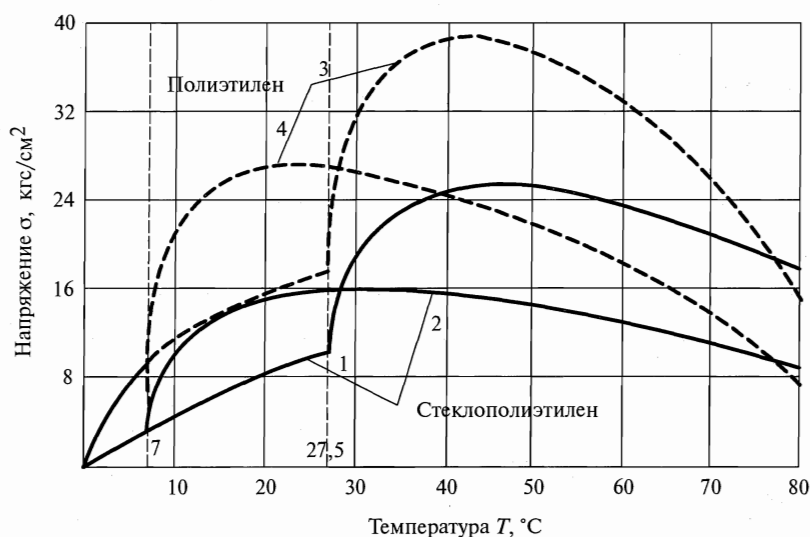


Рис. 6.5. Зависимость напряжений в середине пролета от температуры для труб из полиэтилена (3, 4) и стеклополиэтилена (1, 2): 1, 3 — длина l ; 2, 4 — длина $2l$

Приводимые в виде графиков расчетные данные относятся к стоякам ($D = 32$ мм, $d = 28$ мм), изготовленным из полиэтилена ($l = 620$ мм) и стеклополиэтилена ($l = 1\,300$ мм). Предполагается, что стояки шарнирно и неподвижно закреплены при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и их длины l выбраны таким образом, что они теряют устойчивость при $T_k = 27,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Данные для длины стержня $2l$ ($T_k \approx 7\text{ }^{\circ}\text{C}$) при прочих равных условиях также приведены на рис. 6.4 и 6.5.

Анализ рис. 6.4 и 6.5 показывает, что наибольшее нормальное напряжение с увеличением длины пролета снижается, а стрела прогиба увеличивается. Причем для стеклополиэтилена напряжение значительно меньше, чем для полиэтилена, т. к. стеклополиэтилен имеет более высокий модуль упругости и меньший коэффициент температурного расширения по сравнению с полиэтиленом. (Во всех расчетах используется модуль упругости при соответствующей температуре.)

Для определения оптимальных расстояний между креплениями трубопровода при вертикальной прокладке руководствуются допускаемой стрелой прогиба, а также учитывают, что при увеличении длины пролета будет сказываться влияние собственного веса стержня на прочность.

При длительном нагружении полимерных трубопроводов модуль упругости значительно снижается; пропорционально ему уменьшаются нормальные напряжения в опасном сечении стояка, подсчитанные по формуле (6.23).

Расстояния между креплениями вертикальных трубопроводов из полимерных труб, определенные с учетом рассмотренных положений, приведены в табл. 6.2—6.5.

Таблица 6.2
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из полиэтилена низкого давления ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4$ Н/м³)

Наружный диаметр труб D , мм	Значение расстояния при перепаде температур ΔT , °C			
	20		40	
	для труб серий*			
	Л, СЛ, С	Т	Л, СЛ, С	Т
16	—	0,36	—	0,29
20	—	0,43	—	0,29
25	0,57	0,57	0,43	0,36
32	0,72	0,72	0,50	0,50
40	0,93	0,86	0,64	0,57
50	1,14	1,07	0,79	0,79
63	1,42	1,36	1,00	0,93
75	1,72	1,64	1,22	1,44
90	2,00	1,93	1,42	1,36
110	2,50	2,36	1,79	1,64

* Л — легкая; СЛ — среднелегкая; С — средняя; Т — тяжелая.

Таблица 6.3
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из полиэтилена высокого давления ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб D, мм	Значение расстояния при перепаде температуры ΔT, °C					
	20		40		60	
	для труб серий*					
	Л, СЛ, С	Т	Л, СЛ, С	Т	Л, СЛ, С	Т
16	0,36	0,36	0,21	0,21	0,21	0,21
20	0,43	0,43	0,29	0,29	0,21	0,21
25	0,57	0,50	0,36	0,29	0,29	0,29
32	0,72	0,64	0,50	0,43	0,43	0,36
40	0,86	0,79	0,57	0,57	0,50	0,43
50	1,07	1,00	0,79	0,72	0,64	0,57
63	1,43	1,29	1,00	0,93	0,79	0,72
75	1,64	1,57	1,14	1,07	0,93	0,86
90	2,00	1,86	1,36	1,29	1,14	1,07
110	2,43	2,29	1,72	1,57	1,36	1,29
* Л — легкая; СЛ — среднелегкая; С — средняя; Т — тяжелая.						

Таблица 6.4
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из поливинилхлорида ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб D , мм	Значение расстояния при перепаде температуры ΔT , °C				
	20		40		60
	для труб серий*				
	сл, с	т, от	сл, с	т, от	т, от
16	—	—	—	0,43	0,36
20	—	0,72	—	0,50	0,43
25	—	0,93	—	0,64	0,57
32	—	1,22	—	0,86	0,72
40	—	1,42	1,02	1,02	0,86
50	1,93	1,86	1,36	1,29	1,02
63	2,43	2,36	1,72	1,64	1,36
75	2,50	2,85	2,79	2,07	1,64
90	3,43	3,36	2,43	2,36	2,43
110	4,29	4,15	3,00	2,86	2,43
* сл — среднелегкая; с — средняя; т — тяжелая; от — очень тяжелая.					

Таблица 6.5
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из полипропилена ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб D , мм	Значение расстояния при перепаде температуры ΔT , °C					
	20		40		60	
	для труб серий*					
	Л, С	Т	Л, С	Т	Л, С	Т
32	0,93	0,86	0,64	0,57	0,50	0,50
40	1,14	1,07	0,79	0,72	0,64	0,57
50	1,36	1,29	1,00	0,93	0,79	0,52
63	1,72	1,64	1,22	1,14	1,00	0,93
75	2,07	1,93	1,43	1,36	1,22	1,14
90	2,43	2,36	1,72	1,64	1,43	1,36
110	3,00	2,86	2,15	2,00	1,72	1,64
* Л — легкая; С — средняя; Т — тяжелая.						

Крепление горизонтальных полимерных трубопроводов

При горизонтальной прокладке полимерных трубопроводов необходимо выбирать наиболее рациональные расстояния между креплениями, которые бы обеспечивали оптимальную прочность и прямолинейность трубопровода. Различного рода перегородки, через которые может проходить горизонтальный трубопровод, становятся препятствием к осевым и угловым перемещениям сечений труб. То же самое касается сечений трубопроводов, расположенных в зоне мертвых точек (зашемленные сечения).

В случае двухстороннего зашемления трубопровод будет находиться под действием продольного усилия, вызванного изменением температуры, N_T и равномерной поперечной нагрузки интенсивностью q , учитывающей как собственный вес трубы, так и вес транспортируемой по ней жидкости. Таким образом, трубо-

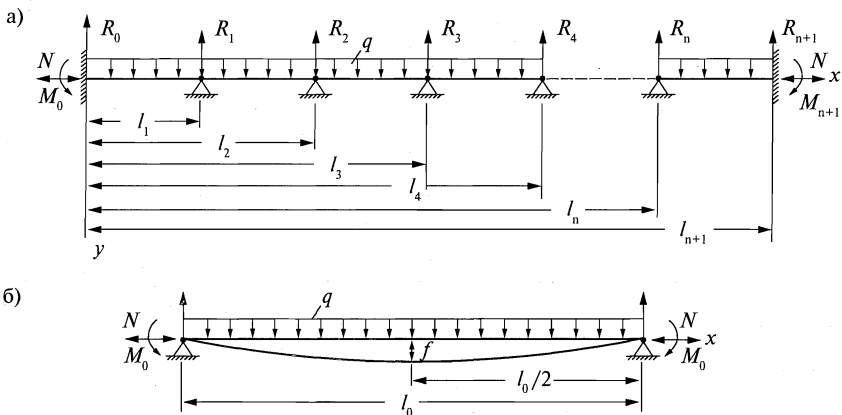


Рис. 6.6. Характер загрузки (а) и расчетная схема пролета (б) трубопровода

провод можно рассматривать как неразрезную балку, испытывающую продольно-поперечный изгиб (рис. 6.6).

При продольно-поперечном изгибе нелинейная зависимость между величинами перемещений и продольных нагрузок затрудняет возможность использования принципа независимости действия сил, поэтому для сжато-изогнутых трубопроводов точные энергетические методы определения перемещений редко приемлемы.

Существует ряд приближенных способов нахождения перемещений:

- аналитический (энергетический способ Тимошенко — Ритца);
- графоаналитический (способ Никитина);
- графический (крути Ченцова, способ Саусвелла — Гафа и др.).

Единственным точным методом определения линейных и угловых перемещений в сжато-изогнутых трубопроводах считается интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси:

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + N_T \frac{d^2 y}{dx^2} = q(x), \quad (6.24)$$

где EI — жесткость поперечного сечения трубопровода;

x и y — текущие абсцисса и ордината центра тяжести трубопровода.

Решение дифференциального уравнения (6.24) выполнено методом Коши — Крылова, в основе которого лежат фундаментальные системы частных интегралов. При этом методе общий интеграл рассматриваемого уравнения включает в себя только четыре произвольные постоянные при любом числе участков. Два из четырех начальных параметров, исходя из краевых условий (6.31), всегда обращаются в ноль.

Общее уравнение упругой линии сжато-изогнутого трубопровода при произвольной его поперечной загрузке имеет следующий вид:

$$y_z = y_0 + y_0' z + y_0''(1 - \cos z) + y_0'''(z - \sin z) + \frac{1}{k^2 N_T} \int_0^z ((z-t) - \sin(z-t)) q(t) dt, \quad (6.25)$$

где $z = kx$ — приведенная абсцисса $k = (N_T/EI)^{0.5}$.

Первые четыре члена правой части формулы (6.25) являются общим интегралом однородного дифференциального уравнения и включают в себя так называемые начальные параметры балки, т. е. значение y и трех последовательных его производных в начале координат, совмещенном с левым концом балки. Последний член правой части (частный интеграл полного уравнения) отражает собой характер поперечной нагрузки, приложенной к трубопроводу.

Для рассматриваемого случая (рис. 6.6) выбран следующий частный интеграл:

$$\frac{1}{k^2 N_T} \int_0^z ((z-t) - \sin(z-t)) q(t) dt = \frac{q}{2k^2 N_T} (2 \cos z + z^2 - 2). \quad (6.26)$$

Тогда уравнение прогибов трубопровода принимает вид:

$$y_z = y_0 + y_0' z + y_0''(1 - \cos z) + y_0'''(z - \sin z) + \frac{q}{2k^2 N_T} (2 \cos z + z^2 - 2) \Big|_0^{L_{n+1}} - \\ - \sum \frac{R_i}{k N_T} ((z - l_i) - \sin(z - l_i)) \Big|_{L_i}^{L_{n+1}}, \quad (6.27)$$

где $l_i = kL$;

уравнение углов поворота трубопровода:

$$y_z' = y_0' + y_0'' \sin z + y_0'''(1 - \cos z) + \frac{q}{k^2 N_T} (-\sin z + z) \Big|_0^{L_{n+1}} - \\ - \sum \frac{R_i}{k N_T} (1 - \cos(z - l_i)) \Big|_{L_i}^{L_{n+1}}; \quad (6.28)$$

уравнение изгибающих моментов трубопровода:

$$y_z'' = y_0'' \cos z + y_0''' \sin z + \frac{q}{k^2 N_T} (1 - \cos z) \Big|_0^{L_{n+1}} - \\ - \sum \frac{R_i}{k N_T} \sin(z - l_i) \Big|_{L_i}^{L_{n+1}}; \quad (6.29)$$

уравнение перерезывающих сил трубопровода:

$$y_z''' = -y_0'' \sin z + y_0''' \cos z + \frac{q}{k^2 N_T} \sin z \Big|_0^{L_{n+1}} - \sum \frac{R_i}{k N_T} \cos(z - l_i) \Big|_{L_i}^{L_{n+1}}. \quad (6.30)$$

При четном и нечетном числе равных пролетов изгибающие моменты в защемлениях и на опорах трубопровода равны друг другу, поэтому углы поворота его сечений над опорами равны нулю.

Для определения значений начальных параметров в данном случае используется расчетная схема пролета трубопровода со следующими краевыми условиями:

$$y_0 = 0; y_0' = 0; y_1 = 0; y_0' = 0; l = kL_1 = k(L_2 - L_1) = k(L_n - L_{n-1}) = kl_0. \quad (6.31)$$

При подстановке в формулу (6.27) начальных параметров y_0'' и y_0''' получают общее уравнение изогнутой оси трубопровода:

$$y_z = \frac{q}{N_T} \left(\frac{1}{k^2} - \frac{l_0}{2k \operatorname{tg} \frac{kl_0}{2}} \right) (1 - \cos z) - \frac{ql_0}{2k N_T} (z - \sin z) + \frac{q}{2k^2 N_T} (2 \cos z + z^2 - 2). \quad (6.32)$$

Необходимую длину пролета l_0 определяют из условия допустимой величины стрелы прогиба:

$$y_{\max} = y_{\frac{l}{2}} \leq [f] = \frac{l_0}{500 - 700}. \quad (6.33)$$

Из формул (6.32) и (6.33) получают трансцендентное уравнение:

$$\frac{ql_0}{2kN_T} \left(\operatorname{tg} \frac{kl_0}{4} - \frac{kl_0}{4} \right) = [f]. \quad (6.34)$$

Для удобства решения уравнения (6.34) вводят безразмерный параметр $\beta = kl_0/4$.

При этом

$$\operatorname{tg} \beta = [f] \frac{2kN_T}{ql_0} + \beta. \quad (6.35)$$

Поскольку по трубопроводу, изготовленному из полиэтилена высокой плотности с минеральными наполнителями, транспортируется вода, формула (6.35) принимает вид:

$$\operatorname{tg} \beta = A_T + \beta, \quad (6.36)$$

где A_T определяют по формуле

$$A_T = [f] \frac{2kN_T}{ql_0}, \quad (6.37)$$

где $[f]$, k , N_T определяют соответственно по формулам

$$[f] = \frac{l_0}{500 - 700}; \quad (6.38)$$

$$k = \left(\frac{N_T}{El} \right)^{0,5} = \frac{(\alpha \Delta T)^{0,5}}{i}; \quad (6.39)$$

$$N_T = \alpha E F \Delta T. \quad (6.40)$$

Для тонкостенных труб

$$i = \frac{1}{4} (D^2 + d^2)^{0,5} \approx \frac{2^{0,5}}{4} d_{\text{ср}} = \frac{2^{0,5}}{8} (D + d); \quad (6.41)$$

$$q = \gamma_{\text{тр}} F_{\text{тр}} + \gamma_{\text{вод}} F_{\text{вод}} = \gamma_{\text{вод}} (F_{\text{тр}} + F_{\text{вод}}) \approx \gamma_{\text{вод}} \frac{\pi D^2}{4}. \quad (6.42)$$

Поскольку для рассматриваемых труб $\gamma_{\text{тр}}$ приблизительно равен $1,0 \text{ г/см}^3$ и с увеличением диаметра труб его влияние уменьшается по сравнению с $\gamma_{\text{вод}}$, для практических расчетов принимают $\gamma_{\text{тр}} \approx \gamma_{\text{вод}} = 1,0 \text{ г/см}^3$.

Для оценки погрешности приближенного подсчета q рассмотрен один из неблагоприятных случаев — трубопровод $D = 20 \text{ мм}$ и $d = 16 \text{ мм}$ из асбополиэтилена ($\gamma = 0,00121 \text{ кг/см}^3$):

$$q_1 = \gamma_{\text{вод}} \cdot 0,785 D^2 = 0,001 \cdot 0,785 \cdot 4 = 4 \cdot 0,785 \cdot 10^{-3} \text{ кгс/см};$$

$$q_2 = \gamma_{\text{тр}} F_{\text{тр}} + \gamma_{\text{вод}} F_{\text{вод}} = \gamma_{\text{тр}} \cdot 0,785 (D^2 - d^2) + 0,785 d^2 \gamma_{\text{вод}} = 0,785 (0,00121 (4 - 2,56) + 0,001 \cdot 2,56) = 4,3 \cdot 0,785 \cdot 10^{-3} \text{ кгс/см};$$

$$\eta = \frac{q_2 - q_1}{q_1} \cdot 100 = \frac{4,3 - 4}{4} \cdot 100 = 7,5 \, \%.$$

Для труб с большими размерами поперечных сечений эта погрешность имеет значительно меньшее значение. Таким образом, при практических расчетах трубопроводов из рассматриваемых материалов можно принять $q = 0,785 \gamma_{\text{вод}} D^2$.

Для уточнения расчетов или в случае использования трубопровода из материала с $\gamma_{\text{тр}} \geq 1$ необходима небольшая корректировка.

Подставляя рассмотренные значения в формулу (6.37), получают окончательное значение A_T :

$$A_T = 11,33 \alpha \Delta T (\alpha \Delta T)^{0,5} \cdot E_0 \frac{\delta}{D^2} = B_T \frac{\delta}{D^2}, \quad (6.43)$$

где δ — толщина стенки трубы, мм;

E_0 — кратковременный модуль упругости материала, Па.

Сомножитель B_T при $\Delta T = \text{const}$ зависит от физико-механических свойств материала, а сомножитель δ/D^2 — только от геометрических размеров поперечного сечения трубы.

Первое приближенное значение β находят графическим путем, а затем, используя метод итерации, вычисляют с требуемой точностью.

При использовании графического метода нахождения β по $A_T = \text{tg} \beta$ (β в системе координат A_T) строят несколько самостоятельных графиков с тем расчетом, чтобы они охватывали все ожидаемые значения A_T и позволяли бы определять по ним β с точностью до третьей значащей цифры. Для построения графиков используют таблицы натуральных тангенсов, выраженных в радианах.

Значения β при $0 \leq A_T \leq 0,15$ принимают по рис. 6.7.

Длину пролета находят по одной из формул:

$$l_0 = \frac{4\beta}{k} = \frac{\beta}{(\alpha \Delta T)^{0,5}} \frac{2^{0,5}}{2} \frac{D+d}{D} D = \frac{\beta \eta'}{(\alpha \Delta T)^{0,5}} D; \quad (6.44)$$

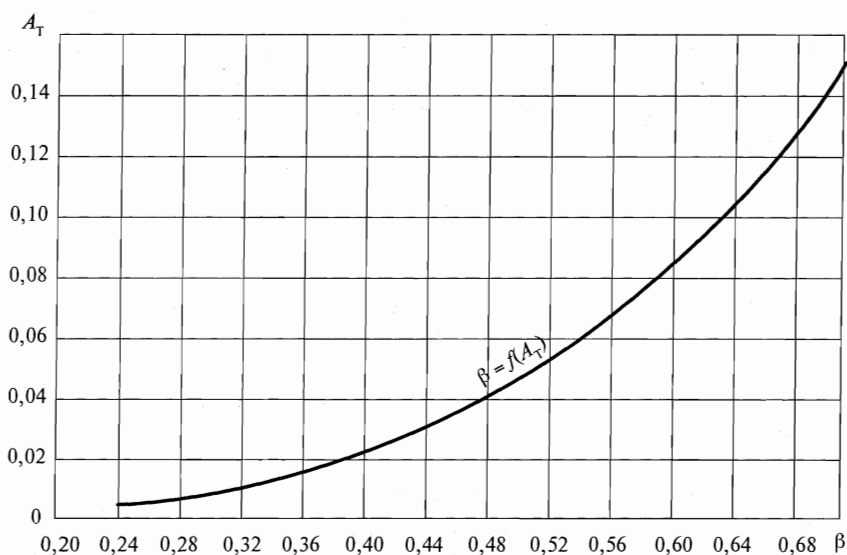


Рис. 6.7. Зависимость коэффициента β от параметра A_T

$$\frac{l_0}{D} = \frac{\beta \eta'}{(\alpha \Delta T)^{0,5}} \quad (6.45)$$

Значение коэффициента η' для полиэтиленовых труб практически всегда постоянно для каждой из серий. Нахождение l_0/D или l_0 для полимерного трубопровода произвольного диаметра при заданном перепаде температур производят по следующей расчетной схеме:

$$B_T \rightarrow A_T = B_T \frac{\delta}{D^2} \rightarrow \beta \rightarrow \frac{l_0}{D} = \frac{\eta'}{(\alpha \Delta T)^{0,5}} \beta \quad (6.46)$$

Сравнение длины пролетов трубопроводов из полиэтилена низкой плотности ($\alpha = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; $E_0 = 2 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$; $\Delta T = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$) с расчетными длинами пролетов приведено в табл. 6.6. Из таблицы видно, что расчетные значения пролетов l_0 близки к рекомендованным.

Таблица 6.6
Сопоставление значений l_0 , см

D	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	7,5	9,0	11,0
d	1,54	1,94	2,50	3,14	3,94	4,94	5,90	7,30	8,60
$\frac{D+d}{D}$	1,77	1,77	1,78	1,785	1,79	1,78	1,79	1,79	1,78
l_0 (зарубежные нормативы)	24,0	30,0	35,0	38,0	40,0	50,0	60,0	72,0	88,0
l_0 (по расчету)	33,6	39,6	47,6	55,6	62,2	77,1	87,0	99,0	115,0
l_0 (по данным НИИ санитарной техники)	40,0	46,0	55,0	68,0	73,0	84,0	93,0	105,0	125,0

В случае отсутствия перепада температур или при полной компенсации удлинений не будет продольного усилия и задача сведется к плоскому поперечному изгибу ($N_T = 0$). При равных длинах пролетов трубопровод можно рассматривать как многопролетную балку с нулевыми углами поворота на опорах и в концевых сечениях. При краевых условиях (6.31) пролет определяют по формуле

$$l_0 = 2,305 \frac{D+d}{D} D \left(\frac{E_0 \delta}{D_2} \right)^{\frac{1}{3}}. \quad (6.47)$$

Приближенные значения пролетов между горизонтальными креплениями трубопроводов из полиэтиленовых труб, ранжируемых по сериям (см. СН 478–80), можно принимать по графикам, построенным с учетом рассмотренной методики (рис. 6.8). При этом l_0/D определяют с учетом перепада температур в диапазоне от 0 до 80 °С (отсчет эксплуатационного перепада температур ведется от 0 °С).

Из графиков видно, что длины пролетов, взятые без учета продольного усилия от перепада температур, не будут совпадать с расчетными.

В практике возможна прокладка вертикального полиэтиленового трубопровода при температуре, отличной от нуля. Например, трубопровод смонтирован при 10 °С, а эксплуатируется при 20 °С. Эксплуатационный перепад температур составляет $\Delta T = 10$ °С. В этом случае допустимую длину пролета находят по кривым (см. рис. 6.2), соответствующим $\Delta T = 10$ °С; при других условиях длина также будет главным образом зависеть от эксплуатационного перепада температур.

В случае прокладки горизонтального полиэтиленового трубопровода при температуре, отличной от нуля, например при 10 °С (эксплуатация при 20 °С), используют кривые (рис. 6.8), соответствующие $\Delta T = 20$ °С. При этом допускаемую длину пролета берут в сторону запаса жесткости. Если монтаж горизонтального трубопровода производят при температуре выше 10 °С, то для точного определения оптимального расстояния между креплениями применяют формулу (6.44).

При наличии растягивающего усилия, которое может возникнуть при изменении эксплуатационной температуры, трубопровод будет работать как растянуто-изогнутая балка. Дифференциальное уравнение изогнутой оси трубопровода для этого случая нагружения будет иметь следующий вид:

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} - N_T \frac{d^2 y}{dx^2} = q(x). \quad (6.48)$$

Используя для решения уравнения методику, аналогичную той, которая применялась в случае сжато-изогнутой балки, получают общие уравнения для нахождения прогибов, углов поворота, изгибающих моментов и перерезывающих сил.

После соответствующих преобразований получают зависимость

$$\beta = \text{th} \beta + \frac{[f] \cdot 2kN_T}{ql_0}. \quad (6.49)$$

Затем из формулы (6.49) устанавливают рациональное расстояние между креплениями для растянуто-изогнутого трубопровода:

$$l_0 = \frac{4\beta}{k}. \quad (6.50)$$

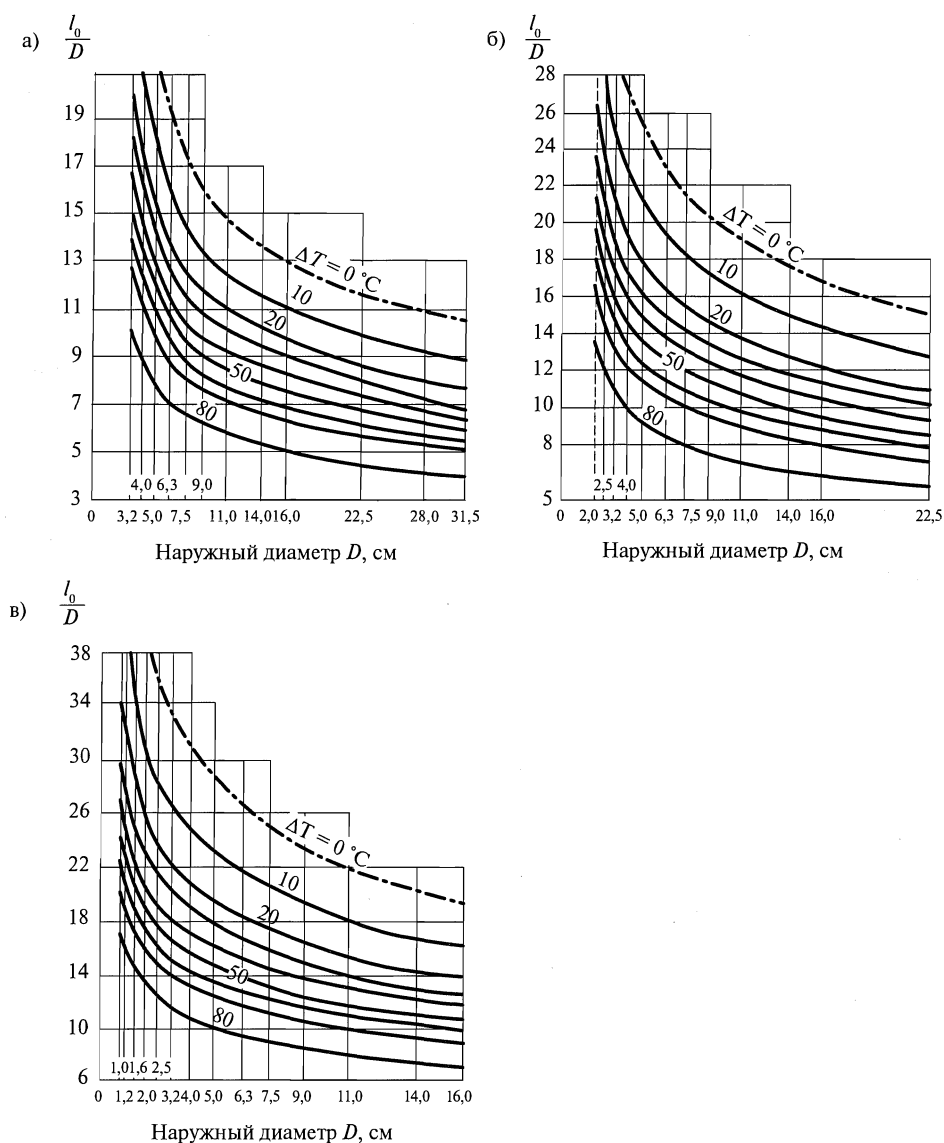


Рис. 6.8. Графики зависимости отношений l_0/D от перепада температур для труб из полиэтилена высокой плотности серий: а — легкой; б — средней; в — тяжелой

С помощью метода начальных параметров для систем, испытывающих продольно-поперечный изгиб, можно получить наиболее универсальные формулы для нахождения деформаций и усилий в любом поперечном сечении трубопровода. Этот метод подходит как при любой степени статической неопределенности трубопровода, так и при действии всевозможных видов поперечных нагрузок на него.

Применение формулы (6.24) имеет границы для рассматриваемой схемы нагружения (см. рис. 6.6) из условия $kl_0 < n\pi$ (где n — коэффициент, зависящий от

характера закрепления концевых сечений трубопровода и наличия промежуточных креплений). При $kl_0 = \pi$ продольное усилие становится равным эйлеровой критической силе, т. е. разрушающей нагрузке, и формулы (6.27)–(6.30) оказываются неприменимыми.

В случае когда пролет трубопровода имеет нулевые углы поворота на опорах, при использовании формулы (6.24) необходимо соблюдение следующего условия:

$$kl_0 < 2\pi. \quad (6.51)$$

Пример

Определение рационального расстояния между креплениями для трубы из полиэтилена высокой плотности с наружным диаметром $D = 32$ мм, толщиной стенки $\delta = 2$ мм и рабочим давлением $p = 6$ кгс/см² (средний тип).

Исходные данные

Необходимое условие $f_{\max} = l_0/700$. Коэффициент линейного температурного расширения материала трубы $\alpha = 1,06 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Модуль упругости $E_0 = 0,64 \cdot 10^4$ кгс/см². Предполагаемый эксплуатационный перепад температур, отсчитываемый от $0 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\Delta T = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$. Компенсация удлинения от температуры отсутствует.

Решение

Величину B_T с учетом связи модуля упругости с относительным удлинением материала определим по формуле (6.43):

$$B_T = 11,33 \cdot 25 \cdot 1,06 \cdot 10^{-4} \cdot 5,15 \cdot 10^{-2} \cdot 0,64 \cdot 10^4 = 9,9 \text{ см.}$$

Значение A_T найдем по формуле (6.46):

$$A_T = 9,9 \cdot \frac{0,2}{3,2^2} = 0,196.$$

Такому значению A_T по формуле (6.36) или по рис. 6.7 соответствует $\beta = 0,768$.

Коэффициент η' для среднего типа труб:

$$\eta' = 0,707 \frac{D + d}{D} = 0,707 \cdot 1,873 = 1,325.$$

Тогда по формуле (6.45)

$$\frac{l_0}{D} = \frac{1,325 \cdot 0,768}{(1,06 \cdot 10^{-4} \cdot 25)^{0,5}} = 19,8,$$

что очень близко к значению на рис. 6.8б.

Окончательная длина пролета l_0 составляет:

$$l_0 = 19,8D = 19,8 \cdot 3,2 = 63,2 \text{ см.}$$

При расчете с теми же условиями трубы из 25 %-го асбополиэтилена ($\alpha = 0,33 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; $E_0 = 2,1 \cdot 10^4$ кгс/см²) получим:

$$B_T = 11,33 \cdot 0,33 \cdot 10^{-4} \cdot 25 (0,33 \cdot 10^{-4} \cdot 25)^{0,5} = 5,63 \text{ см;}$$

$$A_T = 5,63 \cdot \frac{0,2}{3,2^2} = 0,1105.$$

Тогда

$$\beta = 0,652;$$

$$\frac{l_0}{D} = \frac{1,325 \cdot 0,652}{(0,33 \cdot 10^{-4} \cdot 25)^{0,5}} = 30,1;$$

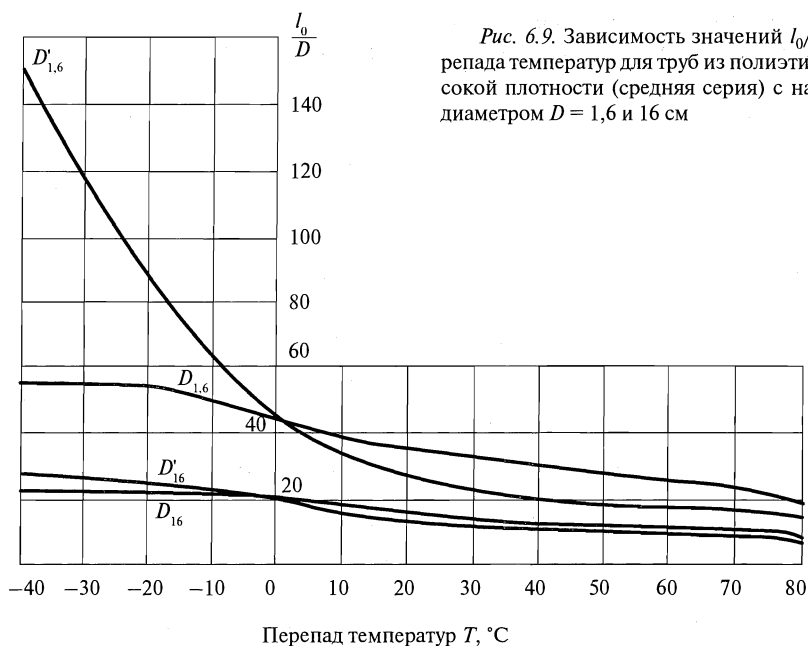
$$l_0 = 30,1 \cdot 3,2 = 96,3 \text{ см.}$$

Таким образом, пролет для труб из асбополиэтилена в 1,5 раза длиннее, чем для труб из полиэтилена высокой плотности.

Графики, показывающие зависимость l_0/D от перепада температур для рассматриваемых трубопроводов с наружным диаметром 1,6 см и 16 см, представлены на рис. 6.9.

За исходное значение температуры принят 0 °С; температура повышается до 80 °С и понижается до -40 °С. Кривые $D'_{1,6}$ и D'_{16} отражают действие на трубопровод продольно-поперечной нагрузки в этом диапазоне температур. Кривые $D_{1,6}$ и D_{16} показывают зависимость l_0/D от перепада температур и рассчитаны при действии на трубопровод только поперечной нагрузки. Отношение l_0/D изменяется только в зависимости от температуры за счет изменения модуля упругости.

Из графиков следует, что влияние температурного продольного усилия в большей степени сказывается на величине l_0/D для трубопроводов с небольшим наружным диаметром, особенно в случае растянуто-изогнутого нагружения. С увеличением наружного диаметра удельный вес температурного продольного усилия



в общей нагрузке снижается, а влияние перепада температур сказывается в меньшей степени.

Величины опорного изгибающего момента M_0 и наибольшего внутрипролетного изгибающего момента $M_{l_0/2}$ получены в зависимости от перепада температур. Значения M_0 и $M_{l_0/2}$ в случае повышения ($\Delta T > 0$) и понижения ($\Delta T < 0$) температуры найдены по формулам (6.24) и (6.47):

- при $\Delta T > 0$

$$M_0 = ql_0^2 \left(\frac{1}{k^2 l_0^2} - \frac{1}{2kl_0 \operatorname{tg} \frac{kl_0}{2}} \right); \quad (6.52)$$

- при $\Delta T < 0$

$$M_0 = ql_0^2 \left(\frac{1}{2kl_0 \operatorname{th} \frac{kl_0}{2}} - \frac{1}{k^2 l_0^2} \right); \quad (6.53)$$

- при $\Delta T > 0$

$$M_{\frac{l_0}{2}} = ql_0^2 \left(\frac{1}{k^2 l_0^2} - \frac{1}{2kl_0 \sin \frac{kl_0}{2}} \right); \quad (6.54)$$

- при $\Delta T < 0$

$$M_{\frac{l_0}{2}} = ql_0^2 \left(\frac{1}{2kl_0 \operatorname{sh} \frac{kl_0}{2}} - \frac{1}{k^2 l_0^2} \right). \quad (6.55)$$

Графики значений M_0 и $M_{l_0/2}$, вычисленных по данным формулам для труб из полиэтилена высокой плотности (тяжелая серия) с $D = 16$ см, представлены на рис. 6.10. На этом же рисунке в диапазоне температур от -40 до 80 °С показано изменение напряжений в зависимости от перепада температур:

- наибольшее напряжение в сечении над опорой:

$$\sigma_0 = \frac{N_T}{F} + \frac{M_0}{W}; \quad (6.56)$$

- наибольшее напряжение в сечении посередине пролета:

$$\sigma_{\frac{l_0}{2}} = \frac{N_T}{F} + \frac{M_{\frac{l_0}{2}}}{W}; \quad (6.57)$$

- напряжение от температурного продольного усилия:

$$\sigma_N = \frac{N_T}{F}. \quad (6.58)$$

Согласно графикам, наиболее сильное влияние на величину напряжений оказывает отрицательный перепад температур. В данном случае основное влия-

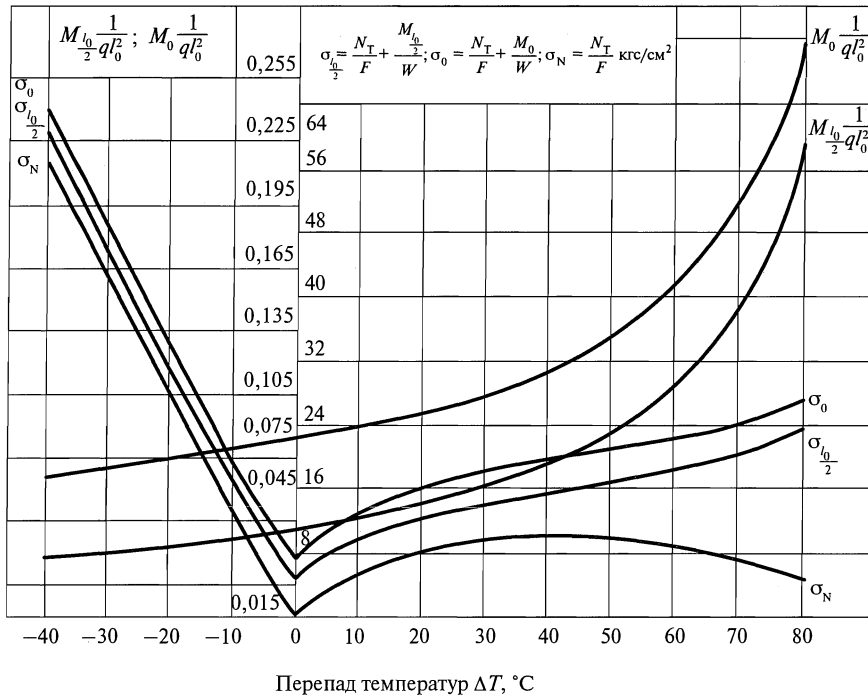


Рис. 6.10. Зависимость значений M_0 и $M_{l_0/2}$, σ_0 , $\sigma_{l_0/2}$, σ_N от перепада температур для полиэтиленовой трубы с $D = 16$ см

ние оказывает напряжение $\sigma_N = \alpha E \Delta T$, т. к. коэффициент линейного температурного расширения меняется незначительно, а модуль упругости E резко увеличивается с понижением температуры.

Существует закономерность, при которой для горизонтальной прокладки полимерных трубопроводов отношение θ_T допускаемой длины пролета l'_0 при 0°C ($\Delta T = 0$) к длине пролета при перепаде температур ΔT и прочих равных условиях l_T практически одинаково для одного и того же перепада температур и для всех диаметров:

$$\theta_T = \frac{l'_0}{l_T}. \quad (6.59)$$

Коэффициент изменения жесткости пролета θ_T целесообразно использовать при практических расчетах. Чтобы его определить, требуется вычислить длину пролета l'_0 для одного из диаметров при 0°C и различных ΔT_i . Для всех других диаметров при любом перепаде температур ΔT_i длину пролета определяют по формуле

$$l_{T_i} = \frac{l'_0}{\theta_{T_i}}. \quad (6.60)$$

Коэффициент θ_T также определяют по графикам, распространяющимся на горизонтальные трубопроводы из полиэтилена высокой плотности (рис. 6.11).

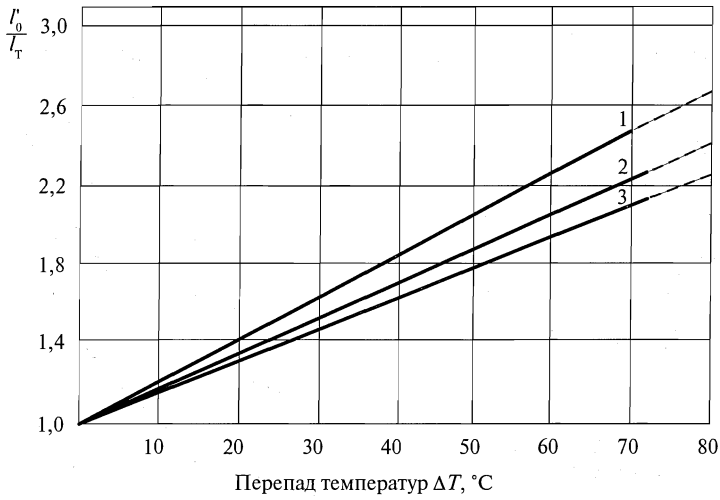


Рис. 6.11. Зависимость коэффициента θ_T (l'_0/l_T) от перепада температур для серий: 1 — тяжелой; 2 — средней; 3 — легкой

Рассмотренные особенности позволили установить максимальные значения расстояний между креплениями горизонтальных трубопроводов из полимерных труб. Значения расстояний, определенные с учетом рассмотренных положений, приведены в табл. 6.7—6.10.

Таблица 6.7
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из полиэтилена низкого давления ($G_{гв}=1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб <i>D</i> , мм	Значение расстояния при перепаде температур Δ <i>T</i> , °C							
	20				40			
	для труб серий*							
	Л	СЛ	С	Т	Л	СЛ	С	Т
16	—	—	—	0,35	—	—	—	0,35
20	—	—	—	0,40	—	—	—	0,35
25	—	—	0,45	0,45	—	—	0,40	0,40
32	—	—	0,50	0,55	—	—	0,45	0,50
40	—	0,55	0,60	0,60	—	0,50	0,55	0,55
50	—	0,60	0,65	0,75	—	0,55	0,60	0,70
63	0,70	0,70	0,70	0,85	0,65	0,70	0,75	0,80
75	0,70	0,80	0,90	1,00	0,70	0,75	0,85	0,90
90	0,80	0,90	1,00	1,10	0,80	0,85	0,95	1,05
110	0,90	1,00	1,15	1,30	0,90	1,00	1,10	1,25

* Л — легкая; СЛ — среднелегкая; С — средняя; Т — тяжелая.

Таблица 6.8
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из полиэтилена высокого давления ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб <i>D</i> , мм	Значение расстояния при перепаде температуры, °С										
	20				40				60		
	для труб серий*										
	Л	СЛ	С	Т	Л	СЛ	С	Т	СЛ	С	Т
16	—	—	0,25	0,25	—	—	0,25	0,25	—	0,20	0,20
20	—	—	0,30	0,30	—	—	0,25	0,30	—	0,25	0,25
25	—	0,30	0,35	0,35	—	0,30	0,30	0,35	0,25	0,25	0,30
32	—	0,35	0,40	0,45	0,35	0,35	0,40	0,40	0,30	0,30	0,35
40	0,40	0,45	0,50	0,50	0,40	0,40	0,45	0,50	0,35	0,40	0,40
50	0,45	0,50	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55	0,55	0,45	0,50	0,50
63	0,50	0,60	0,65	0,70	0,50	0,55	0,65	0,65	0,50	0,55	0,60
75	0,60	0,65	0,75	0,80	0,60	0,65	0,70	0,75	0,60	0,65	0,65
90	0,70	0,75	0,85	0,90	0,65	0,70	0,80	0,85	0,65	0,75	0,80
110	0,75	0,85	0,95	1,00	0,75	0,85	0,95	1,00	0,75	0,85	0,90
* Л — легкая; СЛ — среднелегкая; С — средняя; Т — тяжелая.											

Таблица 6.9
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из поливинилхлорида ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб <i>D</i> , мм	Значение расстояния при перепаде температуры, °С									
	20				40				60	
	для труб серий*									
	СЛ	С	Т	ОТ	СЛ	С	Т	ОТ	Т	ОТ
16	—	—	—	0,55	—	—	—	0,45	—	0,40
20	—	—	—	0,65	—	—	—	0,55	—	0,50
25	—	—	0,75	0,75	—	—	0,65	0,65	0,60	0,60
32	—	—	0,90	0,95	—	—	0,80	0,80	0,70	0,70
40	—	1,00	1,00	1,10	—	0,90	0,90	0,95	0,80	0,85
50	—	1,10	1,20	1,30	—	1,00	1,10	1,15	1,00	1,05
63	—	1,25	1,40	1,50	—	1,15	1,30	1,35	1,15	1,25
75	1,35	1,40	1,60	1,70	1,25	1,30	1,45	1,55	1,35	1,40
90	1,45	1,55	1,80	1,95	1,35	1,45	1,65	1,85	1,55	1,65
110	1,65	1,80	2,10	2,25	1,55	1,70	1,90	2,05	1,80	1,90
* СЛ — среднелегкая; С — средняя; Т — тяжелая; ОТ — очень тяжелая.										

Таблица 6.10
Расстояния между креплениями $L_{тр}$, м, трубопроводов
из полипропилена ($G_{гв} = 1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$)

Наружный диаметр труб <i>D</i> , мм	Значение расстояния при перепаде температуры, °C								
	20			40			60		
	для труб серий*								
	Л	С	Т	Л	С	Т	Л	С	Т
32	—	—	0,65	—	—	0,55	—	—	0,50
40	—	—	0,75	—	—	0,65	—	—	0,60
50	—	0,80	0,90	—	0,70	0,80	—	0,65	0,70
63	—	0,95	1,05	—	0,85	0,95	—	0,75	0,85
75	—	1,05	1,20	—	0,95	1,05	—	0,85	0,95
90	—	1,20	1,35	—	1,10	1,20	—	1,00	1,10
110	1,10	1,40	1,55	1,00	1,25	1,40	0,95	1,15	1,25

* Л — легкая; С — средняя; Т — тяжелая.

Во многих источниках указывается, что значения стрелы прогиба f могут быть установлены в качестве абсолютной величины Z , относительных значений от наружного диаметра $M_1 D$ или расстояния между кронштейнами $M_2 X$, причем одни и те же параметры обозначаются различными символами. Используя указанную особенность, остановимся на том факте, что важнейшим моментом, влияющим на прогиб трубопровода, является также способ крепления трубы на опоре (рис. 6.12) с указанием подробной расшифровки обозначения используемых символов.

Вид крепления	Опора под раструб Подвижная опора	Неподвижная опора Подвижная опора	Подвижная опора Неподвижная опора	Подвижная опора Опора под раструб	Подвижная опора Подвижная опора	Подвижная опора
Схема укладки трубопровода на опоры						
Расчетная схема						—
Схема изменения оси трубопровода						—

Рис. 6.12. Схемы расположения частей горизонтальных трубопроводов

В первом варианте между опорами нет раструбного соединения. Если на одной из опор лежит раструб, то он должен быть обязательно закреплен неподвижно (к этому же варианту относятся трубопроводы с клеевыми и сварными способами соединения).

Второй вариант распространяется на такие крепления трубопроводов, при которых между опорами находится раструбное соединение с резиновым уплотнительным кольцом (оно не удерживает осевого нагружения), а также при которых к одной из опор труба примыкает гладким концом, входящим в закрепленный раструб соседней трубы.

Пролет, являющийся функцией абсолютного прогиба X_z , определяют по формуле

$$X_z \leq 0,472(\lambda_z \chi EZ)^{\omega} D^{2\omega}, \quad (6.61)$$

где λ_z — коэффициент, учитывающий вариант опирания трубопровода на кронштейны; принимают $\lambda_z = 384$ и 128 соответственно для первого и второго вариантов;

χ — коэффициент, учитывающий геометрию трубы и объемные массы материала трубы и воды; определяют по формуле

$$\chi = \frac{K_1}{K_2 \gamma_m + K_3 \gamma_c}, \quad (6.62)$$

где K_1 — K_3 — коэффициенты, зависящие от геометрических размеров трубы; рассчитывают по формулам:

$$K_1 = 1 - (1 - 2n)^4; \quad (6.63)$$

$$K_2 = \pi(1 - n)n; \quad (6.64)$$

$$K_3 = 0,785(1 - 2n)^2, \quad (6.65)$$

где n — отношение толщины стенки к наружному диаметру трубы; $n = 1/SDR$ ($SDR = D/e$, где D и e — наружный диаметр и толщина стенки трубы);

γ_m и γ_c — объемные удельные массы материала трубы и воды, транспортируемой по трубопроводу, кг/см^3 ;

ω — показатель степени, равный $0,25$.

Например, для трубопроводов из термопластов допустимая величина абсолютного прогиба составляет $0,25$ см, из полиэтилена низкого давления — 1 см через 10 лет непрерывной эксплуатации.

Трубопроводы системы водоснабжения из ПВХ-100 диаметром 75 мм и выше (первый вариант крепления) при $Z = 1$ см могут быть уложены на опоры, расстояние между которыми составляет $3,2$ м (длина каждой железобетонной секции, из которой обычно собирают коллекторы). При втором варианте крепления берут трубы диаметром более 110 мм (табл. 6.11).

Таблица 6.11
Допустимые длины пролета, м, в зависимости от стрелы прогиба
и варианта крепления ($D = 110$ мм)

Z	0,25 см	1 см	0,02D	0,001X	0,005X
X (первый вариант)	2,84	4,00	2,71	3,00	4,80
X (второй вариант)	2,16	3,05	2,06	2,27	3,40

Величину пролета, при которой прогиб трубопровода не превышает определенной части M_1 наружного диаметра D , $Z_{\varphi(D)}$ находят по формуле

$$Z_{\varphi(D)} \leq 0,472(\lambda_z \chi E M_1)^{\omega} D^{3\omega}. \quad (6.66)$$

Из табл. 6.11 видно, что при $M_1 = 0,02$ значения допустимых длин пролетов для принятых диаметров являются более строгими.

Допустимые расстояния между кронштейнами при условии, что прогиб не превышает определенной его части M_2 , $Z_{\varphi(X)}$ вычисляют по формуле

$$Z_{\varphi(X)} \leq 0,366(\lambda_z \chi E M_2) D^{2\nu}, \quad (6.67)$$

где ν — показатель степени, равный 0,33.

Значения части M_2 , как правило, принимают в интервале $0,001 < M_2 < 0,005$. Встречается также $M_2 = 0,03$.

Приближенные значения расстояний X между креплениями (при $Z < 0,005X$) горизонтальных трубопроводов из полимерных труб принимают по рис. 6.13.

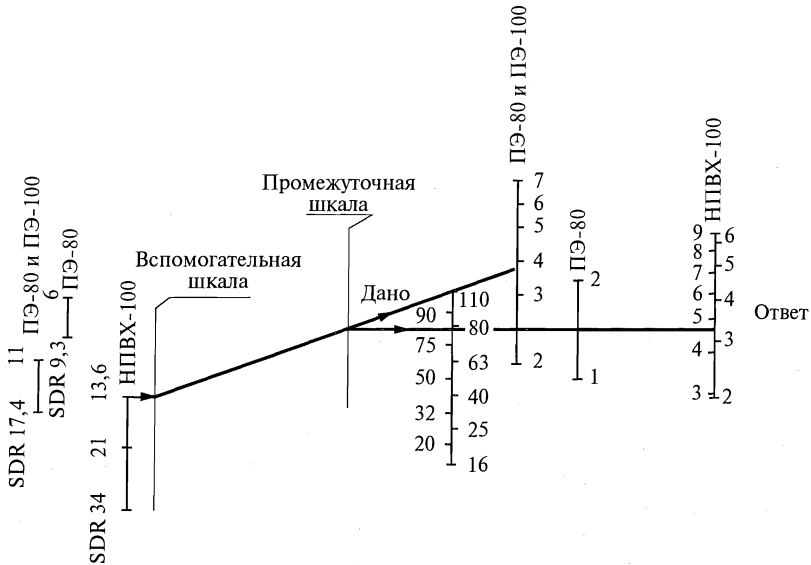


Рис. 6.13. Номограмма для подбора расстояний X между креплениями (при $Z < 0,005X$) горизонтальных трубопроводов из полимерных труб

На изменение модуля упругости полимеров, помимо времени t , влияют действующие в материале растягивающие напряжения σ :

$$E_1 = \xi_0 \xi_1 \frac{\xi_1 \sigma_i^2 + \xi_2 \sigma_i + \xi_3}{\xi_4 t}, \quad (6.68)$$

где ξ_0 – ξ_4 — эмпирические коэффициенты.

В соответствии с экспериментальными данными для ПЭ-80 $\xi_0 = 3,33$; $\xi_1 = 0,38$; $\xi_2 = -46,7$; $\xi_3 = 2379$; $\xi_4 = 0,0925$.

На модуль упругости для труб из поливинилхлорида также влияет изменение температуры (рис. 6.14).

Одним из основных факторов, ограничивающих применение напорных трубопроводов из полимеров в системе горячего водоснабжения (особенно для магистральных участков), является растягивающее напряжение в стенках труб σ , возникающее от действия на них внутреннего давления и продольного изгиба.

Длину пролета, при которой не будут превышены допустимые значения σ_d , X_σ определяют по формуле

$$X_\sigma \leq 0,314 \left(\lambda_\sigma \chi \left(\sigma_d - \frac{K_3 p}{K_2} \right) D \right)^{2\omega}, \quad (6.69)$$

где λ_σ — коэффициент, учитывающий вид опирания труб; $\lambda_\sigma = 12$ — для первого варианта крепления; $\lambda_\sigma = 8$ — для второго.

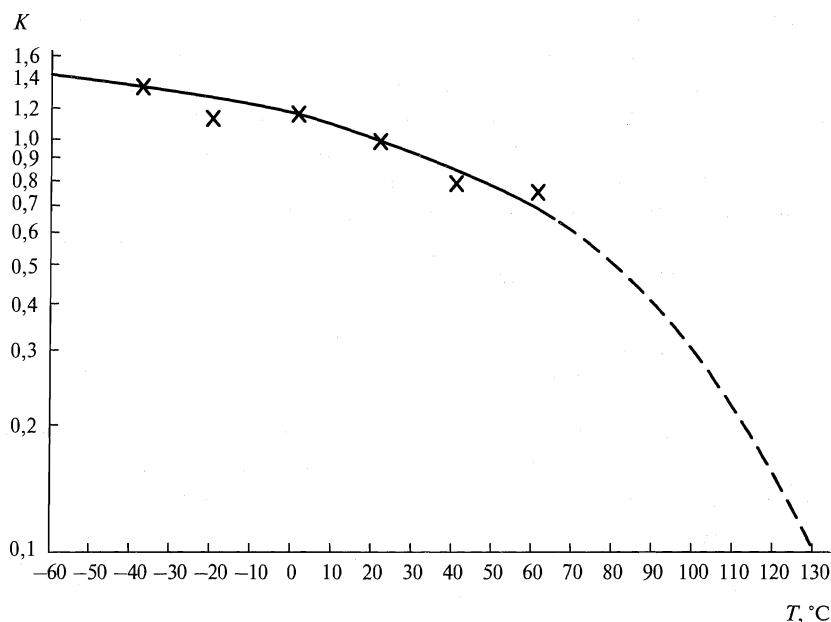


Рис. 6.14. Графическая зависимость коэффициента, учитывающего изменение модуля упругости от температуры, для суспензионного поливинилхлорида (пунктиром показана экстраполяция экспериментальных данных)

Расчеты, выполненные по формуле (6.69), свидетельствуют о том, что, например, трубопровод холодного водоснабжения из ПВХ-100 труб с SDR 13,6 при укладке на опоры с расстоянием $30D$ σ_d (100 кгс/см²) не будет превышено при $t = 50$ лет и $p = 10$ кгс/см².

При прогибе трубопровода из раструбных поливинилхлоридных труб между опорами может происходить поворот гладкого конца одной трубы в раструбе другой. При одновременном повороте раструба и гладкого конца угол поворота составляет $2\theta_c$. При определенных значениях β может наступить разгерметизация напорного трубопровода в соединении, поскольку в этом случае происходит ослабление контактного давления кольца, находящегося в желобке, на гладкий конец.

Длина пролета и угол поворота одного из концов трубы связаны следующей зависимостью:

$$X_{\theta c} \leq 0,366(\lambda_{\theta c} \chi E \theta_c)^{\nu} D^{2\nu}, \quad (6.70)$$

где $\lambda_{\theta c}$ — коэффициент, учитывающий вид опирания труб; поворот происходит только при втором варианте — $\lambda_{\theta c} = 48$.

Расчеты, выполненные по формуле (6.70), показали, что величины углов поворота, получаемые при $X = 3,2$ м (например, для $D = 110$ мм $\rightarrow \theta_c = 40^\circ$), допустимы для сохранения герметичности соединений.

Для соединительных деталей и отводов предусматривают отдельные крепления и устанавливают их посредством опоры под раструб или неподвижной опоры с тем, чтобы исключить передачу нагрузок от их массы на трубопровод.

Для соединения поливинилхлоридных труб как между собой, так и с полимерными соединительными деталями при соответствующей обработке их концов используют клеевые способы соединения. Монтаж при этом выполняют в таком же порядке, как и при использовании раструбных соединений с резиновым уплотнительным кольцом. Однако в отдельных случаях расстояние между креплениями может быть увеличено, т. к. под действием имеющегося в цельном (склеенном) трубопроводе внутреннего давления p будет происходить его продольное выпрямление. С учетом этого допустимое значение пролета между опорами $X_{\varphi(x)}$ определяют по формуле

$$X_{\varphi(x)} \leq 0,9 \left(\frac{K_1 E}{K_3 p} \right)^{2\omega} \operatorname{th} \left(\frac{1,1 X_{\varphi(x)}}{D} \left(\frac{K_3 p}{K_1} \right)^{2\omega} \right) + \frac{8 M_2 \chi K_3 p}{K_1}. \quad (6.71)$$

Аналогичный эффект для цельного трубопровода можно ожидать при монтаже трубопровода в жаркий период года с последующим его охлаждением при эксплуатации, т. е. в то время, когда трубопровод будет растянут под действием термических напряжений от соответствующего перепада температур ΔT .

Допустимое значение расстояния между опорами $X_{\varphi(x)}$ в этом случае определяют по формуле

$$X_{\varphi(x)} \leq 0,9 \left(\frac{K_1}{K_2 \alpha' \Delta T} \right)^{2\omega} \operatorname{th} \left(\frac{1,1 X_{\varphi(x)}}{D} \left(\frac{K_2 \alpha' \Delta T}{K_1} \right)^{2\omega} \right) \pm \frac{8 M_2 \chi K_2 \alpha' \Delta T E}{K_1}. \quad (6.72)$$

Согласно расчетам, увеличение X может составить 10—15 % в зависимости от конкретных условий прокладки трубопровода холодного водоснабжения из ПВХ-100.

При монтаже в холодный период года, когда возможно нагревание трубопровода, при последующей его эксплуатации пролет уменьшится и будет равен разности второго и первого слагаемых правой части формулы (6.72).

Физико-механические показатели металлических (стальных и медных) трубопроводов (табл. 6.12) позволяют расставлять крепления преимущественно с учетом конструктивных факторов, например по одному креплению на каждом этаже независимо от его высоты.

Таблица 6.12
Физико-механические показатели трубных материалов

Материал труб	$\gamma, 10^3 \text{ кг/м}^3$	$E, 10^5 \text{ МПа}$
Сталь	7,80	2,1
Медь	8,60	1,2
Полиэтилен высокого давления	0,92	100,0
Полиэтилен низкого давления	0,96	300,0
Поливинилхлорид	1,41	1 600,0
Полипропилен	0,94	350,0

Компенсационные устройства

При проектировании и монтаже полимерных горизонтальных и вертикальных трубопроводов необходимо учитывать такой существенный фактор, как температурные условия. В зимний период в неотапливаемых помещениях температура может достигать -30°C , а в летний период — подниматься выше 30°C (для средней полосы России). Полиэтиленовые трубопроводы, смонтированные при таких крайних значениях температуры, имеют наихудшие условия эксплуатации. Если монтаж осуществлен при -30°C , то при повышении эксплуатационной температуры в трубопроводе возникнет значительное сжимающее продольное усилие, которое может создать опасные температурные напряжения и привести к потере устойчивости участков трубопровода между креплениями. При эксплуатации трубопровода, смонтированного при 30°C , возможное понижение температуры приведет к возникновению растягивающего продольного усилия. Данные напряжения вызывают релаксационный процесс, который может способствовать разрушению элементов трубопровода.

По данным Мосводоканала, сезонный уровень температуры воды в Москве, колеблется в пределах $2-3^\circ\text{C}$ зимой, $6-8^\circ\text{C}$ в переходный период и $20-25^\circ\text{C}$ летом. В этих условиях полимерные трубопроводы рекомендуется монтировать при температуре $10-15^\circ\text{C}$.

Оптимальным для монтажа полимерных трубопроводов ориентировочно считают среднее значение температуры (между верхним и нижним пределами возможного перепада температур). Для снижения уровня температурных продольных усилий на трубопроводах предусматривают компенсирующие устройства.

Коэффициент линейного температурного расширения для полимерных трубопроводов может быть в 8—40 раз больше, чем, например, у стали. Поэтому к данным трубопроводам предъявляют повышенные требования по компенсации их температурных удлинений (укорочений) (рис. 6.15).

Температурные удлинения компенсируют с помощью выбора соответствующей формы трубопровода или компенсаторами. Для полимерных трубопроводов компенсаторы изготавливают из того же материала, что и трубы. По конструкции они подобны металлическим компенсаторам.

По принципу действия компенсаторы подразделяют на две основные группы:

- гибкие компенсаторы, которые воспринимают температурные удлинения благодаря деформации изгиба или кручения участков трубопровода различной геометрической формы;
- осевые компенсаторы скользящего типа, которые гасят температурные удлинения при помощи перемещения труб, изменяющих свою длину, внутри корпуса компенсатора через сальниковые уплотнения.

В качестве осевых компенсаторов используют раструбные соединительные детали с резиновыми уплотнителями, а также специально изготовленные устройства (рис. 6.16). Компенсаторы этого типа имеют наиболее простую конструкцию, но обладают сравнительно небольшой компенсирующей способностью.

При внутренней прокладке полимерных трубопроводов различного назначения для компенсации температурных удлинений используют также П-образные компенсаторы, согнутые из тех же труб, а также за счет собственной гибкости (например, самокомпенсация на углах поворота) (рис. 6.17).

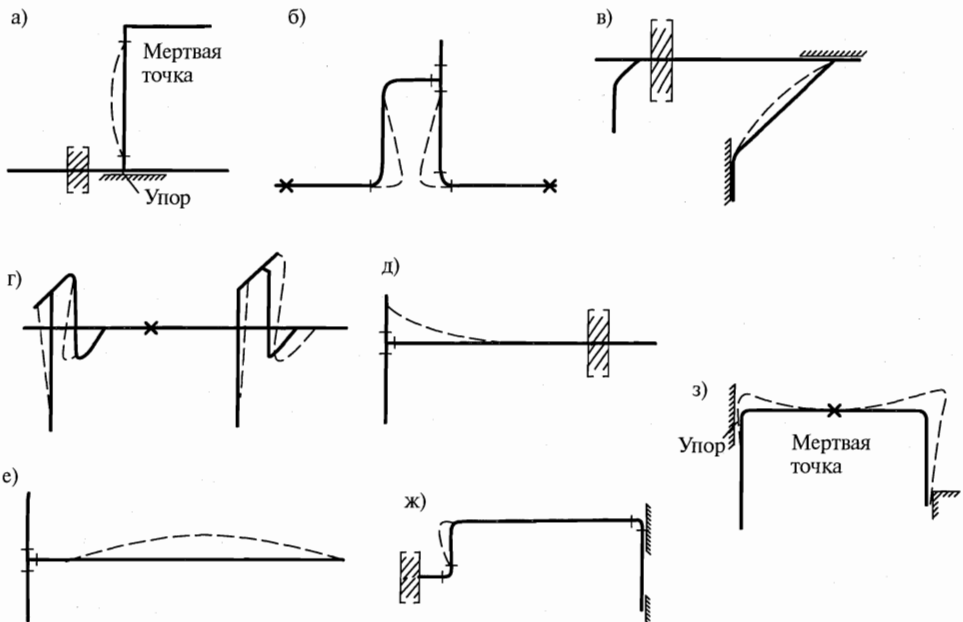


Рис. 6.15. Схемы возможных деформаций полимерных трубопроводов

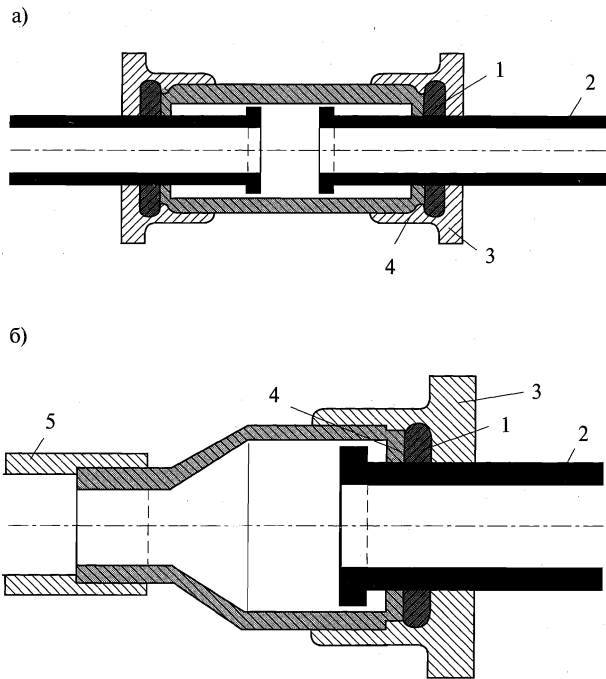


Рис. 6.16. Специальные устройства для компенсации температурных деформаций: а — соединение полимерных трубопроводов; б — переход на металлическую трубу; 1 — прокладка из термостойкой резины; 2 — полимерная труба; 3 — нажимная гайка; 4 — упорное кольцо; 5 — металлическая труба

Достоинствами П-образных компенсаторов являются:

- большая компенсирующая способность;
- простота изготовления;
- отсутствие необходимости в контроле и обслуживании, что позволяет устанавливать компенсаторы в малодоступных местах.

Среди недостатков П-образных компенсаторов отмечают:

- увеличение гидравлических сопротивлений трубопровода;
- дополнительный расход труб.

Компенсация температурных удлинений полимерных и металлических трубопроводов не имеет принципиальных отличий. Поэтому теоретические положения и расчетные формулы для компенсаторов металлических трубопроводов применимы и для полимер-

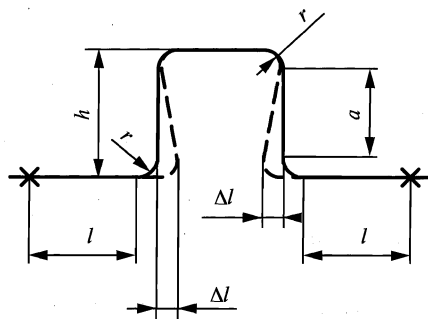


Рис. 6.17. П-образный компенсатор

ных. Существенно изменяются только такие характеристики материала, как модуль упругости, коэффициент линейного температурного расширения и допускаемые напряжения.

Полимерные трубопроводы с гибкими компенсаторами и самокомпенсирующимися участками при наличии неподвижных закреплений представляют собой статически неопределимые системы. При изменении температуры в этих системах возникают усилия и напряжения, которые называют компенсационными.

При расчете трубопроводов на прочность компенсационные напряжения алгебраически суммируют с напряжениями от весовой нагрузки, давления транспортируемой жидкости и других внешних сил. Расчет различного типа компенсаторов предусматривает определение величин внутренних усилий и напряжений в зависимости от перепада температур, конфигурации и размеров компенсаторов.

Для решения статически неопределимых систем трубопроводов принципиально применимы все методы механики стержневых систем, в частности метод сил. При расчете плоских простых трубопроводов находит широкое применение метод упругого центра, который позволяет упростить решение статически неопределимых систем трубопроводов.

При расчетах следует учитывать, что включение в систему полимерного трубопровода компенсаторов существенно снижает продольное температурное усилие. Тем не менее создаваемая компенсатором упругая сила отпора и продольное усилие, возникающее за счет трения в местах крепления, могут достигать значительной величины.

Температурное изменение длины трубопровода Δl , м, независимо от материала труб, определяют по формуле

$$\Delta l = \alpha \Delta T l, \quad (6.73)$$

где α — коэффициент линейного температурного расширения, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

ΔT — максимальная разность между температурами стенок трубопроводов в процессе эксплуатации и окружающей среды, при которой осуществляется монтаж замыкающих стыков трубопроводов;

l — первоначальная длина трубопровода, м.

Расчетные продольные усилия, возникающие в трубопроводе при изменении температуры, N_T без учета компенсации температурных деформаций в продольном направлении определяют по формуле

$$N_T = \alpha E F \Delta T. \quad (6.74)$$

Компенсацию температурных удлинений осуществляют главным образом за счет самокомпенсации отдельных участков трубопровода. Установку компенсирующих устройств предусматривают в тех случаях, когда расчетом выявлены недопустимые напряжения в элементах трубопровода или усилия на присоединенных к нему санитарно-технических приборах.

Расчетные продольные перемещения участков трубопровода под воздействием максимального повышения температуры стенок труб (положительного расчетного температурного перепада), внутреннего давления (удлинения трубопровода) и наибольшего понижения температуры стенок труб (отрицательного

расчетного температурного перепада) определяют при отсутствии внутреннего давления в трубопроводе (укорочение трубопровода).

Компенсирующую способность гнутого под углом 90° отвода (рис. 6.18) определяют по формуле

$$\Delta l = \frac{2R}{3ED} \frac{(l_1 + r)^3 + 0,07r^3}{l_1 + r}, \quad (6.75)$$

где Δl — максимально допустимое продольное перемещение трубопровода от действия температуры, компенсируемое отводом, м;

R — расчетное сопротивление материала труб, МПа;

l_1 — длина прилегающего к отводу прямого участка трубопровода, воспринимающего перемещение Δl , м;

r — радиус изгиба отвода, м.

Максимально допустимое расстояние от конца отвода до места неподвижного закрепления l , м, находят по формуле (6.73).

Компенсирующую способность П-образного компенсатора определяют по формуле

$$\Delta l = \frac{R}{0,25EhD} (9,4r^3 + 14,9r^3a + 7,8a^2 + 1,3a^3), \quad (6.76)$$

где h — полный вылет компенсатора, м;

r — радиус изгиба компенсатора, м;

a — длина прямого участка компенсатора, м.

Максимально допустимые расстояния от компенсатора до места неподвижного закрепления трубопровода l , м, находят по формуле (6.73) и затем уменьшают в 2 раза.

Для компенсации температурных деформаций прямолинейных участков трубопроводов длиной до 12 м размеры лирообразного компенсатора (рис. 6.19) принимают исходя из следующих соотношений: $r_1 = 5D$, $r_2 = 3,5D$, $b = 3D$, $h = 15D$.

Расстояние от осей тройников (ответвлений) или от концов отводов до мест неподвижного закрепления трубопровода l , м, находят по формуле

$$l = k(\Delta l D)^{0,5}, \quad (6.77)$$

где k — коэффициент, принимаемый с учетом материала труб: 50 (сталь), 40 (медь, твердое состояние), 35 (медь,

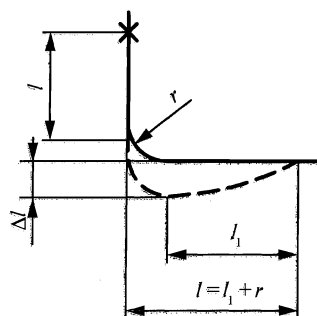


Рис. 6.18. Компенсатор — отвод 90°

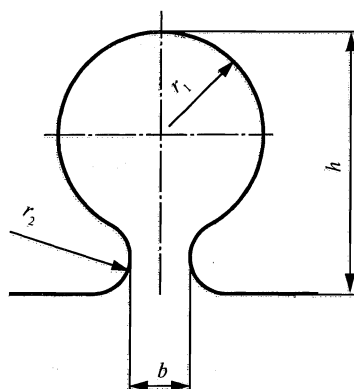


Рис. 6.19. Лирообразный компенсатор

полутвердое состояние), 30 (хлорированный поливинилхлорид), 25 (поливинилхлорид), 15 (медь, мягкое состояние), 12,5 (полипропилен), 10 (полиэтилен низкого давления), 8 (металлополимер), 7 (полибутен), 6 (сшитый полиэтилен), 5 (полиэтилен высокого давления).

Особенности прохождения трубопроводов сквозь строительные конструкции

При устройстве внутренних трубопроводов систем водоснабжения и канализации часть из них оказывается в толще перекрытий, стен, перегородок и фундаментов. Например, сквозь строительные конструкции может проходить до 10 % длины стояка (расстояние между полами смежных этажей — 3,0 м и толщина перекрытия — 0,3 м). Причем через одни и те же конструкции могут проходить трубы из различных по прочности и поверхностной твердости материалов. В свою очередь строительные конструкции общественных зданий в зависимости от их этажности и способа возведения выполняют как из твердых (железобетон, кирпич и т. п.), так и из относительно мягких (дерево, гипсолит, сухая штукатурка и т. п.) материалов.

В этой связи перед монтажниками часто встает вопрос: как будет сказываться на долговременном прочностном поведении трубопроводов из того или иного материала их непосредственный контакт со строительным элементом из материала другой твердости?

В нормативных документах и технической литературе содержатся определенные рекомендации по обустройству пересечений трубопроводов со строительными конструкциями. Так, места прохода стояков через перекрытия должны

быть заделаны цементным раствором на всю толщину перекрытия. Участок стояка выше перекрытия на 8—10 см (до горизонтального отводного трубопровода) следует защищать цементным раствором толщиной 2—3 см и перед заделкой канализационного стояка раствором трубы необходимо обертывать рулонным гидроизолирующим материалом без зазора.

При проходе полипропиленовых труб через строительные конструкции необходимо предусматривать гильзы. Внутренний диаметр гильзы должен быть на 5—10 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы. Длина гильзы должна на 20 мм превышать толщину строительной конструкции. Межтрубное пространство следует заделывать мягким негорючим материалом с таким расчетом, чтобы не препятствовать осевому перемещению трубопровода при его линейных температурных деформациях (рис. 6.20).

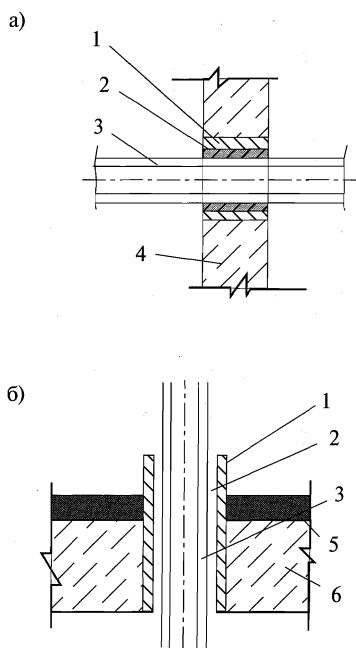


Рис. 6.20. Рекомендуемое пересечение трубопроводом строительной конструкции: а — стена; б — перекрытие; 1 — гильза; 2 — набивка; 3 — труба; 4 — стена; 5 — пол; 6 — перекрытие

С целью снижения уровня шума канализационные трубопроводы рекомендуется пропускать через перекрытия по гильзам с уплотнением промежутка между гильзой и трубой эластичным материалом (рис. 6.21). Выполненное таким образом пересечение позволяет снижать, и порой существенно, исходящий от них шум (рис. 6.22 и 6.23). На рисунках количество стрелок указывает на уровень шума.

Необходимость оснащения трубопроводов гильзами при пересечении ими стен и перекрытий общественных зданий можно обосновать рядом факторов. Например, прямолинейные участки стояков из полимерных труб очень чувствительны к перепадам температур и способны существенно перемещаться. В данной ситуации установка гильз обязательна, поскольку позволит создать условия для свободных перемещений трубопроводов в стенах и перекрытиях в случае их температурных деформаций, возможных при монтажно-эксплуатационных, сезонных или суточных температурных перепадах. В то же время не допустить

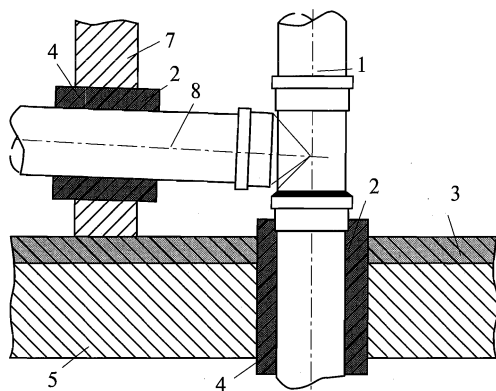


Рис. 6.21. Рекомендуемые пересечения канализационным отводным трубопроводом перегородки и стояком перекрытия: 1 — стояк; 2 — набивка; 3 — пол; 4 — гильзы; 5 — перекрытие; 7 — внутренняя стена; 8 — отводной трубопровод

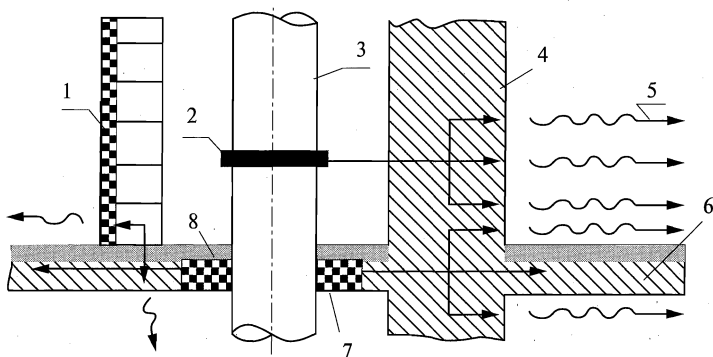


Рис. 6.22. Неправильно выполненное пересечение вертикальным трубопроводом перекрытия: 1 — перегородка; 2 — хомут; 3 — трубопровод; 4 — несущая стена; 5 — звуковые волны; 6 — перекрытие; 7 — жесткая заделка; 8 — пол

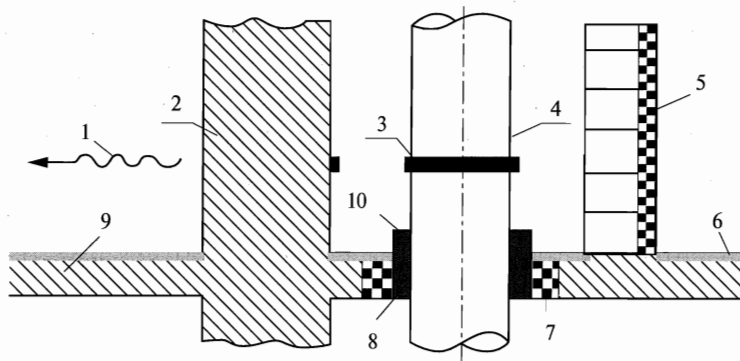


Рис. 6.23. Правильно выполненное пересечение вертикальным трубопроводом перекрытия: 1 — звуковые волны; 2 — несущая стена; 3 — хомут; 4 — трубопровод; 5 — перегородка; 6 — пол; 7 — жесткая бетонная заделка; 8 — эластичная набивка; 9 — перекрытие; 10 — гильза

перемещение полимерных трубопроводов в строительных конструкциях позволяют компенсаторы, исключаящие их деформации в строительной конструкции.

Гильзу следует также устанавливать для обеспечения возможности демонтажа неисправного трубопроводного участка без его разрушения. Вместе с тем оснащать каждую конструкцию гильзами не всегда целесообразно, поскольку необходимость в данном мероприятии, как правило, диктуется форс-мажорными обстоятельствами. Об этом также свидетельствует тот факт, что полную замену трубопровода (например, полимерного), в соответствии со сроком его службы, потребуется осуществить в системе холодного водоснабжения через 50 лет.

Выполнение требования по заделке пространства между трубопроводами и гильзами, устанавливаемыми в стенах и перекрытиях общественных зданий, позволяет исключить проникновение запахов и насекомых из одного помещения в другое.

Пространство между трубой и гильзой не обязательно заделывать водонепроницаемым материалом. Это требуется только в том случае, когда гильза находится в перекрытии. Например, в случае аварии на стояке горячего водоснабжения из металлополимерного трубопровода вода не должна пройти через зазор между трубой и гильзой на нижние этажи.

При определении величины выступов гильз за пределы стен и перекрытий (в том числе потолков) и выборе их размеров необходимо учитывать следующее:

- выступ над перекрытием, равный 50 мм, целесообразен для помещений, в которых возможен подъем уровня разливаемой воды выше отметки чистого пола (например, душевые комнаты, где, как правило, предусматривают гидроизоляцию под полом). Заделка гильзы вокруг трубопровода должна быть водонепроницаемой;
- чрезмерное выступание гильзы за пределы перегородки не всегда оправдано, поскольку чем короче гильза, тем меньше ее стоимость и, следовательно, затраты на установку. Можно считать достаточным отсутствие препятствий для проведения отделочных работ (оштукатуривания, покраски, наклеивания обоев, кафельной плитки и т. п.);

- размеры гильз зависят от метода монтажа трубопровода. При скрытом монтаже можно пренебречь чрезмерным выступанием гильзы за пределы перегородки. При открытом монтаже следует использовать гильзы с размерами, которые не будут портить интерьер помещения.

Зазор между гильзой и полимерным трубопроводом должен позволять произвести его высококачественную заделку. Внутренние диаметры гильз должны также допускать свободный проход вышедших из строя деталей трубопроводов.

Для гильз, как показывает опыт, следует использовать отрезки стальных и полимерных труб, а также такие рулонные гидроизоляционные материалы, как рубероид. Выбор материала производят с учетом ограждающих конструкций здания. Так, в железобетонных элементах следует использовать стальные гильзы. Их можно легко забетонировать как в условиях завода железобетонных конструкций (при изготовлении панелей стен и перекрытий), так и непосредственно на строительном объекте в процессе монтажа трубопроводной системы, используя для этого соответствующую опалубку.

Торцы стальных гильз специально обрабатывают, поскольку в отличие от гильз из других материалов, у которых нет острых граней и заусенцев, при монтаже ими можно поцарапать и порезать полимерные трубы, что особенно опасно для напорных трубопроводов. Стенки стальных гильз по краям отгибают наружу (развальцовывают) и удаляют с них заусенцы (раззенковывают).

При использовании гильз из других материалов следует иметь в виду, что практически все полимеры не обладают достаточной адгезией с цементным раствором.

Независимо от материала прочную заделку гильз в деревянных (полимерных) элементах можно обеспечить только с использованием специальных способов.

Применение для гильз рубероида нежелательно, т. к. такие материалы могут иметь нефтяные составляющие, контакт которых, например, с полимерными трубами недопустим. Кроме того, в соответствии с требованием пожарной безопасности, материал гильз не должен способствовать распространению огня из одного помещения в другое.

Для исключения распространения пожара по полимерным трубам возможно применение специальных отсекаателей огня. Они, как правило, представляют собой кожух или манжету из прочного материала со вспучивающимися компонентами, которые, расширяясь при тепловом воздействии, заполняют пространство снаружи и внутри трубы. Противопожарные муфты устанавливают в местах пересечения трубопроводами стен (рис. 6.24) или перекрытий (рис. 6.25).

К пересечению трубопроводами фундаментов общественных зданий следует предъявлять требования, связанные с обеспечением непроницаемости грунтовых вод в подвал [14]. Также следует учитывать возможность неравномерной осадки фундамента и трубопровода. Для этого промежуток между трубой и гильзой заделывают герметиком либо мастикой, а внутренний диаметр гильз, согласно СН 478–80, выбирают больше наружного диаметра трубопровода на 200 мм.

Медные трубопроводы в местах пересечения со строительными конструкциями также следует закрывать в защитные футляры (рис. 6.26, 6.27). Пространство между перекрытием (бетон) и защитным футляром заполняют цементным раствором. В деревянных перегородках пустое пространство снаружи футляра заполняют асбестом или другим аналогичным материалом.

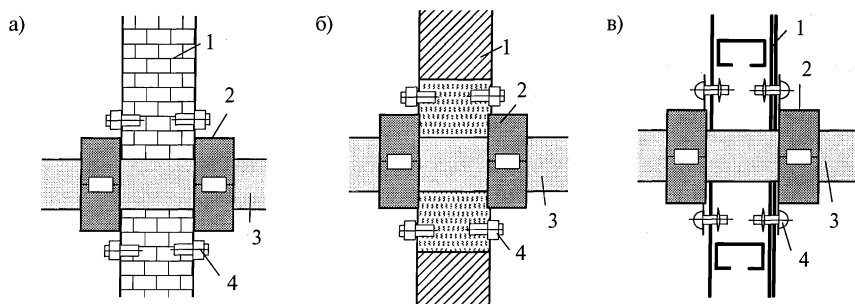


Рис. 6.24. Пожароопасное пересечение полимерного трубопровода: а — кирпич; б — бетон; в — сталь; 1 — стена; 2 — противопожарная муфта; 3 — полимерный трубопровод; 4 — крепеж

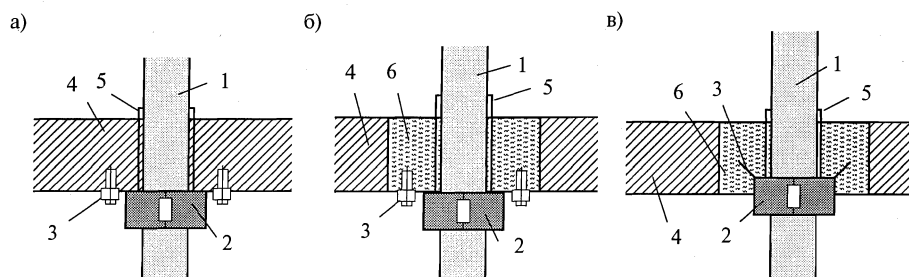


Рис. 6.25. Пожаробезопасное пересечение полимерным трубопроводом перекрытия с заделкой противопожарных муфт: а — бетон; б, в — цементный раствор; 1 — полимерный трубопровод; 2 — противопожарная муфта; 3 — крепеж; 4 — перекрытие; 5 — гильза; 6 — цементный раствор

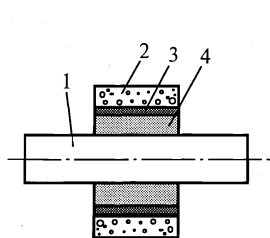


Рис. 6.26. Пересечение медной трубой стены: 1 — медная труба; 2 — стена из бетона или кирпичной кладки; 3 — защитный футляр; 4 — изоляция

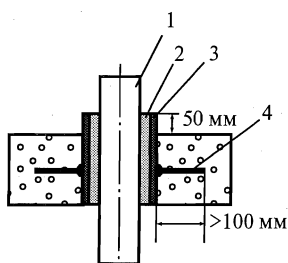


Рис. 6.27. Пересечение медной трубой перекрытия: 1 — медная труба; 2 — изоляция; 3 — защитный футляр; 4 — гидроизолирующее кольцо

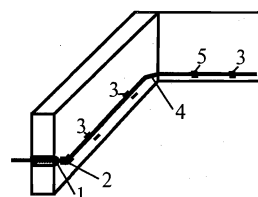


Рис. 6.28. Прокладка медного трубопровода после выхода из стены: 1 — труба; 2 — фитинг в виде угольника; 3 — скользящая опора; 4 — поворот трубы, выполненный гнутьем; 5 — неподвижная опора

Для компенсации температурных изменений длины при прохождении горизонтальных медных трубопроводов через стены и перегородки устанавливают скользящие опоры. Места их установки определяют при проектировании. После выхода трубы из стены рекомендуется устанавливать стандартные фитинги в виде угольника либо тройника, для того чтобы трубопровод в новом помещении не удалялся от поверхности стены (рис. 6.28).

Крепление трубопроводов

Крепежные элементы представляют собой опоры и подвески, являющиеся несущими конструкциями, и предназначены для прикрепления горизонтальных и вертикальных трубопроводов к строительным конструкциям с помощью закладных деталей, консолей и кронштейнов.

Общими требованиями к крепежу являются:

- возможность его многократного применения с обязательным сохранением высокого качества изделий;
- применение для крепления труб в различных условиях строительства трубопроводов, в том числе рассчитанных на средние и тяжелые нагрузки;
- универсальность и унифицированность;
- высокая механическая прочность;
- коррозионная стойкость к окружающей среде;
- легкость и простота монтажа.

Эксплуатационная надежность трубопроводов зависит от их правильного закрепления, которое должно выполняться с учетом специфических свойств материалов труб. Несоблюдение этого условия приводит к повреждению трубопроводов и снижению их долговечности. Физическими свойствами труб обусловлены определенные технические требования к конструкциям опор и подвесок, а также к закреплению на них трубопроводов. Для полимерных трубопроводов к их числу относят, в частности, следующие требования:

- следует применять компенсаторы со специальной конструкцией фиксирующих хомутов в связи с высоким коэффициентом линейного расширения труб на прямолинейных участках трубопроводов. Опорные конструкции в этом случае должны обеспечивать свободное перемещение трубопровода;
- хомуты креплений должны быть плоскими и иметь прокладку или закругленные края и гладкую внутреннюю поверхность из-за подверженности труб механическим повреждениям и их высокой чувствительности к надрезу. Соприкасающиеся с трубами конструкции должны иметь гладкую поверхность без заусенцев и острых кромок;
- не допускается использование трубопроводов как несущих конструкций вследствие незначительной твердости и прочности труб, а также их низкой теплостойкости;
- недопустимо применение жесткого крепления полимерных труб в хомутах неподвижных опор.

Для крепления полимерных трубопроводов опоры и подвески изготавливают в двух конструктивных вариантах: без сплошного основания — при температуре

транспортируемой жидкости или окружающего воздуха до 30 °С; со сплошным основанием — при их температуре выше 30 °С.

Расстояние между опорами и подвесками для трубопроводов без сплошного основания устанавливают расчетом.

Конструкции опор и подвесок рассчитывают на прочность и жесткость от воздействия веса трубопроводов с транспортируемой по ним жидкости. Прочность и жесткость сплошных оснований трубопроводов выбирают с учетом допустимых прогибов для данного трубопровода. Опорные конструкции рассчитывают на прочность.

Единой нормативно-технической документации на опоры и подвески для трубопроводов нет, но существует разработанная рядом организаций конструкторская документация в виде ОСТов и альбомов чертежей.

Так, ОСТ 36-17-85 распространяется на опоры и подвески трубопроводов диаметром до 630 мм, изготовленных из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-83*, полипропиленовых — по ТУ 38-102-100-72 и поливинилхлоридных — по ТУ 6-19-231-83. Расстояние K , мм, от оси опор и подвесок полимерных трубопроводов до стенок каналов, тоннелей, галерей и стен зданий, вдоль которых проложены трубопроводы, принято по СН 527-80 (табл. 6.13).

Таблица 6.13
Расстояния, мм, между креплениями полимерных труб (СН 527-80)

D	50	63	75	90	110
K	130	140	150	160	170

ОСТ 95-761-79 распространяется на опоры и подвески полимерных трубопроводов диаметром до 315 мм, транспортирующих среды с температурой от 0 до 100 °С и давлением до 1,6 МПа (температура внутри зданий — 25 °С). Рекомендуемые расстояния между опорами и подвесками трубопроводов приведены в табл. 6.14.

Таблица 6.14
Рекомендуемые расстояния, мм, между опорами и подвесками полимерных трубопроводов (ОСТ 95-761-79)

Наружный диаметр трубы <i>D</i>	Расстояние между опорами и подвесками для трубопроводов							
	горизонтальных						вертикальных	
	из полиэтилена высокого давления			из полиэтилена низкого давления, полипропилена и поливинилхлорида			из полиэтилена высокого давления	из полиэтилена низкого давления, полипропилена и поливинилхлорида
	для типа труб*							
	Л, СЛ	С	Т	Л, СЛ	С	Т		
16	300	300	350	—	—	450	400	450
20	350	400	400	—	—	600	500	600
25	400	450	450	—	650	700	700	750
32	450	500	550	600	700	800	900	1 000
40	500	600	650	700	800	950	1 100	1 300
50	600	700	800	800	950	1 100	1 400	1 600

Окончание табл. 6.14

Наружный диаметр трубы <i>D</i>	Расстояние между опорами и подвесками для трубопроводов							
	горизонтальных						вертикальных	
	из полиэтилена высокого давления		из полиэтилена низкого давления, полипропилена и поливинилхлорида				из полиэтилена высокого давления	из полиэтилена низкого давления, полипропилена и поливинилхлорида
	для типа труб*							
	Л, СЛ	С	Т	Л, СЛ	С	Т		
63	700	800	900	900	1 100	1 300	1 700	2 000
75	800	900	—	1 000	1 200	1 400	2 000	2 400
90	900	1 000	—	1 100	1 400	1 600	2 600	2 900
110	1 000	1 200	—	1 200	1 200	1 500	1 800	3 500
* Л — легкая; СЛ — среднелегкая; С — средняя; Т — тяжелая.								

Указанные в табл. 6.14 расстояния рекомендованы для транспортировки жидкости плотностью $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ и температурой $T_n = 20^\circ\text{C}$. В случае транспортировки жидкости с большей плотностью при определении расстояний вводят поправочный коэффициент K_1 , а жидкости с большей температурой — поправочный коэффициент K_2 (табл. 6.15).

Таблица 6.15
Значения коэффициентов K_1 и K_2

$\rho, \text{ г/см}^3$	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
K_1	1,00	0,90	0,83	0,77	0,70
$T_n, ^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60
K_2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5

По назначению и устройству опоры для горизонтальных и вертикальных трубопроводов подразделяют на неподвижные и подвижные. Подвижные опоры поддерживают трубопровод, не препятствуя его свободному осевому перемещению под действием температурных деформаций. Такие опоры воспринимают только вертикальные нагрузки от веса трубопроводов и транспортируемых по ним жидкостей. При монтаже полимерных трубопроводов наиболее распространены подвижные опоры.

Неподвижные опоры удерживают участок трубопровода и не допускают его перемещения в опоре, воспринимают вертикальные нагрузки от веса собственно трубопроводов и транспортируемой по ним жидкости, осевые нагрузки от тепловых деформаций, а также усилия гидравлических ударов и вибрации.

В отличие от крепления стальных трубопроводов, которые приваривают к неподвижным опорам, полимерные трубопроводы закрепляют в неподвижных опорах посредством приварки или приклейки к трубам ограничительных колец (рис. 6.29а) либо сегментов шириной 10—20 мм, изготовленных из отрезков труб из того же материала (рис. 6.29б). Кольца или сегменты устанавливают по обе стороны опоры.

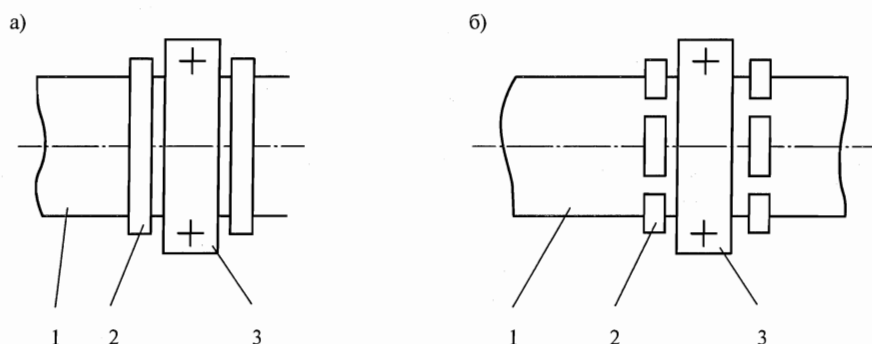


Рис. 6.29. Неподвижные опоры с упорами: а — кольцевыми; б — сегментными; 1 — полимерная труба; 2 — полимерное кольцо (сегмент); 3 — опора

Техническая характеристика подвижных и неподвижных опор пластмассовых трубопроводов приведена в ОСТ 36-17-85. В условных обозначениях после слова «опора» буквами обозначают тип опоры, через дефис — наружный диаметр трубопровода D , мм. Например, опора типа ОК для трубопровода диаметром 110 мм будет обозначена как опора ОК-ИО ОСТ 36-17-85. Масса опор в ОСТ 36-17-85 указана без учета консолей, на которых закреплены опоры.

Полимерные трубопроводы ранжируют по наружному диаметру, поэтому используемый для них крепеж (табл. 6.16–6.18) может применяться и для закрепления труб из других полимерных материалов, отвечающих требованиям действующих норм.

Виды креплений медных труб приведены на рис. 6.30–6.33.

Таблица 6.16
Крепеж с двумя винтами

D , мм	20	25	32	40	50	63	75	90	110
Размер, мм	20—23	25—28	32—35	38—42	47—51	59—64	74—80	87—92	113—118
Гайка	M8	M8	M8	M8	M8	M8	M10	M10	M10

Таблица 6.17
Одновинтовой хомут

G , дюйм	$1/2$	$3/4$	1	$1 1/2$	$1 1/2$
Размер, мм	20—23	25—30	31—38	40—46	48—53

Таблица 6.18
Крепеж в виде металлических хомутов с гайкой и шурупом, мм

D , для хомута с гайкой	20	25	32	40	50	63	75	100
D , для хомута с шурупом	20—23	25—28	32—35	40—45	48—52	60—64	—	—

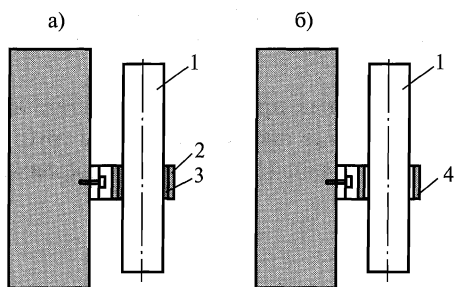


Рис. 6.30. Крепление вертикального медного трубопровода непосредственно к стене (расстояние в свету между стеной и медным трубопроводом должно быть не менее 20 мм): а — жесткое крепление в неподвижной опоре; б — свободное расположение в скользящей опоре; 1 — труба; 2 — стяжной хомут; 3 — резиновая прокладка; 4 — фиксатор

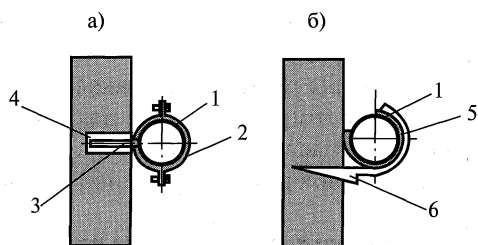


Рис. 6.31. Крепление горизонтального медного трубопровода непосредственно к стене: а — с помощью винтового анкера; б — с помощью полускобы; 1 — труба; 2 — полухомут; 3 — полухомут с винтовым анкером; 4 — пластмассовый дюбель; 5 — резиновая прокладка; 6 — стальная полускоба

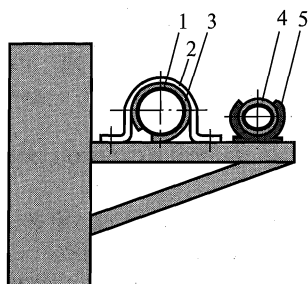


Рис. 6.32. Крепление медного трубопровода на кронштейне: 1 — труба; 2 — скоба; 3 — резиновая прокладка; 4 — труба в полимерной вспененной оболочке; 5 — фиксатор

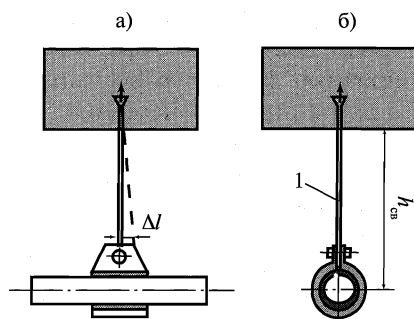


Рис. 6.33. Крепление медного трубопровода на подвеске: а — вид сбоку; б — вид вдоль оси трубы; 1 — металлический трос / проволока диаметром не менее 6 мм; Δl — величина температурного осевого смещения; $h_{св}$ — высота свеса трубы

Выбор наиболее подходящего крепежа зависит от ряда факторов, связанных с назначением конкретной системы, с местоположением участка и т. д. Например, если требуется изолировать трубу от источника теплоты или холода, то простой полимерный фиксирующий зажим не обеспечит достаточного расстояния между оболочкой трубы и прилегающей поверхностью. В этом случае предпочтительна кольцевая опора с резьбовым удлинителем (соответствующей длины) с пластиной для крепления к опорной поверхности. С экономической же точки зрения крайне важен вопрос общего количества крепежных изделий, поскольку это напрямую влияет на стоимость всей системы.

Для горизонтальных чугунных канализационных трубопроводов предусмотрен крепеж, предназначенный как для одиночных труб, так и для группы труб, расположенных, например, на горизонтальной консоли.

Для вертикальных чугунных канализационных трубопроводов используют крепеж, монтируемый на перекрытиях, который способен воспринимать значительные нагрузки.

Крепеж для полимерных канализационных труб, как правило, выполняют из стали в виде хомутов под один-два болта. При установке такого крепежа на трубы между ними располагают прокладку-ленту из полиэтилена (с буртиками по краям) или из обычной резины толщиной 1,5—2,0 мм.

Производство крепежных работ

Крепежные работы состоят из технологических процессов, которые должны соответствовать виду труб по материалу, диаметру, длине, способу используемых соединений и пространственному расположению трубопроводов (рис. 6.34).

Основные технологические процессы, обеспечивающие высококачественное, производительное и экономичное крепление трубопроводов, включают:

- тщательную разметку места установки креплений;
- подготовку места установки крепежа;
- входной контроль качества всех элементов крепежа (дюбелей, шурупов, хомутов, полухомутов, прокладок, винтов, болтов, гаек и др.);
- прочную фиксацию несущих элементов крепежа (кронштейнов, подвесок и др.) к строительным конструкциям (пристрелку, закрепление с помощью шурупов или шпилек и т. п.);
- расположение трубопровода и элементов крепежа на нем в строго проектное положение;
- сопряжение элементов крепежа и труб с прочностью, достаточной для удержания трубопровода в проектное положение в течение всего срока его эксплуатации, но без создания чрезмерных контактных давлений на стенки труб, приводящих к их преждевременному разрушению;
- прочное скрепление всех элементов крепежа как на строительной конструкции, так и на трубопроводе;

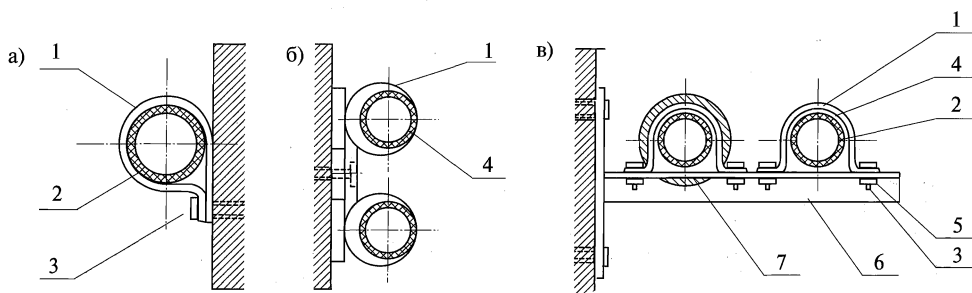


Рис. 6.34. Расстановка крепежа на трубопроводах: а — одиночном вертикальном; б — парных вертикальных; в — парных горизонтальных; 1 — хомут; 2 — прокладка; 3 — крепежный болт; 4 — трубопровод; 5 — шайба; 6 — уголок-консоль; 7 — теплоизоляция

- обязательный контроль качества выполнения всех перечисленных технологических процессов и окончательного монтажа крепления.

Для устранения дополнительных напряжений в трубопроводах водозапорную арматуру к строительным конструкциям крепят самостоятельно. Участки труб, подходящих к водозапорной арматуре и отходящих непосредственно от нее, устанавливают на опорах. Для установки на трубах водоразборных кранов для умывальников и раковин на стене прикрепляют специальную соединительную деталь, к которой подводится труба.

В случае прокладки труб в штробе целесообразно крепить их по высоте здания с использованием стальных скоб, оборудованных хомутами (рис. 6.35).

Для полимерных трубопроводов следует учитывать характер креплений — подвижные и неподвижные (мертвые) опоры. В опорах первого типа трубы могут перемещаться вдоль своей оси, поэтому между поверхностями труб и хомутов обеспечивают зазор 1–2 мм. В опорах второго типа трубы перемещаться не должны. Между такими мертвыми точками участок трубопровода не может свободно удлиняться или укорачиваться в зависимости от изменения эксплуатационной температуры. Поэтому в этих местах трубопроводы закрепляют неподвижно (нельзя чрезмерно стягивать оболочку труб хомутами, т. к. это приведет к завышенным растягивающим напряжениям в материале труб и они могут преждевременно разрушиться).

Для уменьшения температурных напряжений на трубопроводах компенсаторы устанавливают в местах, которые определены в проекте (рис. 6.36).

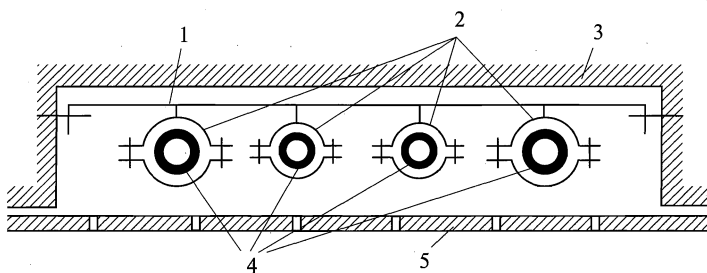


Рис. 6.35. Крепление полимерных труб в штробе: 1 — стальная полоса 50 × 5 мм; 2 — хомут; 3 — штроба в стене; 4 — трубопровод водоснабжения или канализации из полимерных труб; 5 — плитка

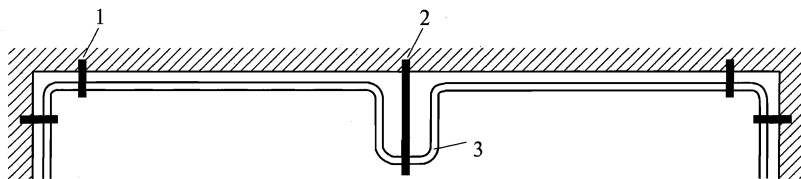


Рис. 6.36. Расположение неподвижных опор для компенсации температурных деформаций трубопровода: 1 — неподвижная опора; 2 — подвижная опора; 3 — П-образный компенсатор

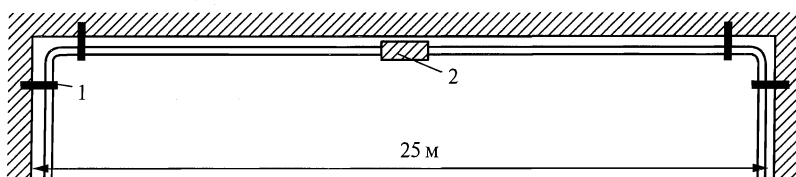


Рис. 6.37. Расположение сильфонного компенсатора и неподвижных опор для компенсации температурных деформаций трубопровода: 1 — неподвижная опора; 2 — сильфонный компенсатор

При использовании сильфонных компенсаторов с рабочим ходом, например, в 25 мм при расчетном перепаде температур жидкости, равном в $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, их размещают через каждые 12,5 м, потому что при перепаде температур в $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1 м, к примеру, медной трубы удлинится (укоротится) примерно на 1 мм (рис. 6.37).

Кроме компенсационных элементов, требуется также установка скользящих опор. Основное правило их установки (в отличие от зажимов) — близость к месту соединения труб. Однако в случае, если в системах горячего водоснабжения предполагается перемещение перпендикулярной трубы вследствие тепловой деформации, то опору примыкающей трубы располагают так, чтобы не препятствовать такому движению перпендикулярной трубы.

Все прямые участки указывают в монтажном проекте.

В случае если расстояние между рекомендуемыми точками крепления не будет соблюдаться, то это неизбежно приведет к провисанию труб.

При креплении вертикальных трубопроводов следует избегать того, чтобы собственный вес вертикальной трубы и находящейся в ней жидкости приходился на горизонтальный трубопровод, соединенный с ней. То есть в нижней части вертикальные трубы должны обязательно фиксироваться неподвижными опорами. При вертикальной прокладке требуется меньше крепежных элементов (расстояние между точками крепления больше). Это объясняется тем, что проложенные вертикально трубы не испытывают прогибающих усилий от собственного веса.

Необходимо правильно выбрать способ монтажа при креплении труб большого диаметра и/или при креплении к низкопрочным конструкционным поверхностям. Выбранный способ должен обеспечивать надежность крепления не только с учетом веса самой трубы и находящейся в ней жидкости, но и с учетом иных сил (определяют для конкретного случая).

Сравнение нормативных требований к креплению внутренних трубопроводов из различных материалов

С целью объективного анализа приводимые в нормативных документах (СТО НП «АВОК» 6.3.1–2007, СП 40-101–96, СП 40-103–98, СП 41-109–2005) данные по оптимальной расстановке креплений на напорных трубопроводах системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения и безнапорных трубопроводах канализации вначале аппроксимировались и затем сравнивались. При аппроксимации данных были получены формулы для расчета расстояний между креплениями горизонтальных трубопроводов указанных систем.

Расстояние между креплениями горизонтальных трубопроводов систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения L , мм, определяют по формуле

$$L = AD + B, \quad (6.78)$$

где A и B — коэффициенты, значения которых приведены в табл. 6.19;

D — наружный диаметр трубы, мм.

Таблица 6.19
Значения коэффициентов A и B

Материал труб	T, °C	A	B	Источник
Медь	—	34,4	1 290	СТО НП «АВОК» 6.3.1–2007
Полипропилен «Рандом сополимер»	20	15,1	367	СП 40-101–96
	70	11,1	331	
Металлополимер	—	28,7	0	СП 40-103–98
	—	—	—	СП 40-103–98 (для труб «Метапол»)*
	—	27,0	162	Руководство по проектированию и монтажу трубопроводных систем из металлополимерных труб
Сшитый полиэтилен	20	10,2	202	СП 41-109–2005
	70	9,7	182	
* Для труб диаметром 16—50 мм установлено L = 1 000 мм.				

Анализ табл. 6.19 показывает, что наилучшие значения коэффициентов с точки зрения допустимости наибольших расстояний имеют медные трубы ($A = 34,4$). Это обусловлено тем, что модуль упругости меди на два порядка превосходит показатель, например, для труб из полипропилена.

Следует считать вполне справедливым для полипропиленовых труб расхождение в значениях L при разных температурах транспортируемой по ним воды, т. к., например, модуль упругости при растяжении для полиолефина (полипропилен «Рандом сополимер») в значительной мере зависит от температуры.

Довольно близкие значения имеют коэффициенты в формулах для металлополимерных труб ($A = 28,7$ и 27). В то же время непонятно, почему в СП 40-103–98 для труб «Метапол» независимо от диаметра установлено значение $L = 1\,000$ мм.

Наихудшие значения коэффициентов имеют трубы из сшитого полиэтилена ($A = 9,7$). Такой показатель можно объяснить тем, что модуль упругости этого материала имеет самые низкие значения среди рассмотренных.

Данные для трубопроводов системы канализации приведены в табл. 6.20. При анализе данных таблицы можно сделать вывод, что назначенные расстояния между опорами канализационных горизонтальных трубопроводов в одном из документов не являются оптимальными с точки зрения обеспечения надежности труб и экономической эффективности используемого крепежа. Стоит также отметить, что ни в одном из рассмотренных документов не указано, на основании

каких критериев установлены приводимые в них значения расстояний между опорами горизонтальных трубопроводов.

Таблица 6.20
Расстояние между креплениями трубопроводов системы канализации

Материал труб	Вид крепления (соединения на резиновых кольцах)	Расстояние между креплениями L , мм	Источник
Полипропилен	Неподвижное	1 600 ($D = 50$ мм)	СП 40-107–2003
		2 000 ($D = 110$ мм)	
	Подвижное	Не более $10D$	
Поливинилхлорид	Неподвижное	1 000 мм ($D = 50$ мм)	ВСН 201–88
		2 000 мм ($D = 110$ мм)	
	Подвижное	$10D$	

Глава 7

Технология монтажа трубопроводов систем водоснабжения и канализации

Общие положения

Санитарно-технические работы подразделяются на подготовительные, заготовительные, вспомогательные и монтажно-сборочные. Каждый этап имеет свои особенности, зависящие от вида трубных материалов.

Подготовительные работы — начальный этап по созданию санитарно-технической системы. Он включает тщательное изучение технической документации, составление монтажных проектов и проектов производства работ, проведение измерений, составление заказов на изготовление монтажных заготовок трубопроводов в центральных заготовительных мастерских или на заводах санитарно-технических заготовок и составление заявок на материалы и оборудование.

Заготовительные работы предусматривают резку, гнутье, соединение труб, сборку укрупненных узлов трубопроводов и блоков, ревизию и испытание арматуры, узлов трубопроводов и оборудования, изготовление нестандартных деталей, средств крепления приборов и т. д. Для облегчения и повышения производительности труда рабочих большинство заготовительных работ производят на высокомеханизированных заготовительных предприятиях (заводах санитарно-технических заготовок, центральных заготовительных мастерских и др.). Рекомендуется применять комплексную механизацию и автоматизацию заготовительных процессов, а также механизированное и автоматизированное оборудование.

Вспомогательными работами являются подготовка оборудования к монтажу трубопроводов, погрузочно-разгрузочные (доставка на объект монтажных заготовок, материалов, оборудования, погрузка, разгрузка и подача их к месту монтажа) и крепежные (сверление отверстий под крепление трубопроводов и установка средств крепления) работы.

В ходе монтажно-сборочных работ производят установку в монтажное положение и соединение труб, укрупненных узлов и блоков, приборов и оборудования и испытание санитарно-технических систем.

Санитарно-технические работы строго координируют с технологией строительного производства по всему зданию. Предпочтение отдают готовым строительным элементам и узлам, изготовленным на специализированных высокопроизводительных заводах. В работе используют единые календарный или сетевой графики, определяющие последовательность исполнения проекта.

Могут быть применены как поточные (параллельные), так и последовательные методы производства работ. Поточный метод — наиболее эффективный и распространенный вид организации работ, обеспечивающий минимальные сроки строительства, высокую производительность труда и повышение качества системы. На строительном объекте монтажно-сборочные работы при поточном методе производят в три этапа:

- прокладка канализационных выпусков, водопроводных вводов, основных элементов газо- и теплоснабжения, монтаж тепловых узлов, отопительных котельных, их испытание;

- установка отопительных приборов, сборка трубопроводов систем водо-, газо- и теплоснабжения, водоотведения, их испытание;
- установка и опробование санитарных и газовых приборов.

Работы первого этапа производят либо в подвальных помещениях возводимых зданий или специальных помещениях подсобного назначения (тепловые пункты, котельные), либо на открытой территории застройки. В графиках строительства фиксируют конечные и наиболее важные промежуточные сроки выполнения работ. Работы второго и третьего этапов выполняют на этажах здания, а порядок их производства строго увязывают с общестроительными работами. Например, после окончания общестроительных работ на первой захватке (части здания, на которой ведутся работы) строители переходят на вторую, а слесари-сантехники, монтирующие внутренние санитарно-технические системы и оборудование, прокладывают трубопроводы и устанавливают оборудование на первой захватке. Когда строители уходят на следующую захватку, на вторую захватку приходят слесари-сантехники. Поточный метод позволяет одновременно производить несколько видов работ, что сокращает общие сроки строительства. Однако каждый вид работ должен выполняться в строго заданное время. В случае нарушения срока выполнения какого-либо вида работ, задерживаются все последующие операции, например задержка монтажа системы отопления не позволяет бетонировать швы между панелями и в зимнее время вести отделочные работы.

Последовательный метод организации санитарно-технических работ (производят после завершения общестроительных работ (кроме отделочных)) используют в основном при строительстве малоэтажных зданий, а также при ремонте санитарно-технических систем в эксплуатируемых зданиях и при их реконструкции.

Заготовительные работы

Гнутые детали используют для изменения направления трубопроводов, обхода балок и трубопроводов других систем и при присоединении приборов к трубопроводам. Их преимущество, по сравнению со стандартными соединительными частями, заключается в плавности перехода, создании меньших гидравлических сопротивлений для движения воды и в отсутствии излишних соединений. Основными видами гнутых деталей являются отводы, отступы, скобы, калачи и компенсаторы.

Длину заготовки трубы L_1 , мм, для гнутого отвода определяют по формуле

$$L_1 = \frac{\varphi \pi R}{180} - 2l, \quad (7.1)$$

где φ — угол изгиба трубы, град;

R — радиус изгиба оси трубы, мм;

l — прямой участок, необходимый для зажима трубы при гнутье и для последующей сварки, мм.

Длины заготовок полимерных труб для получения гнутых деталей приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1
Длина заготовок для гнутья полимерных труб

Уголгиба, град	Длина заготовок, мм, при наружном диаметре труб <i>D</i> , мм										
	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160
30	252	268	284	305	381	457	548	670	853	975	762
45	272	302	326	446	146	536	643	786	1 000	1 143	839
60	305	336	368	512	614	614	737	901	1 146	1 310	1 023
90	357	404	451	643	643	771	925	1 131	1 439	1 645	1 285

Сборку внутренних трубопроводов осуществляют из одинаковых по качеству соединительных деталей и труб: равнопрочных и воспринимающих внутренние нагрузки от давления воды (стоков) и усилия, которые возникают при монтаже трубопроводов систем водоснабжения и канализации. Соединения труб должны быть водонепроницаемыми, не разрушаться под действием коррозии и не ухудшать качество транспортируемой среды. При соединении труб внутреннее сечение трубопровода не должно сужаться, увеличивая гидравлическое сопротивление движению воды (стоков). Необходимо строго соблюдать технологические требования и последовательность их выполнения и контролировать качество на всех этапах сборки соединений.

Водопроводные подводки производят из стандартных полимерных труб требуемой по условиям прокладки длины (от 200 до 3 000 мм). Существуют следующие виды подводок:

- с формованными утолщенными буртами на концах труб для применения с накидными гайками;
- с наплавляемыми (литыми) утолщенными буртами на концах труб для применения с накидными гайками или с футорками;
- с ниппельными соединительными узлами.

Формование буртов для подводок, используемых в системах холодного водоснабжения, выполняют на трубах из ПЭ-32, SDR 6 (наружный диаметр 12 мм и толщина стенки 2 мм) (ГОСТ 18599–2001). Допускается применять для таких подводок полимерные (из полиэтилена низкого давления, капрона, фенопластов) и металлические (из стали, чугуна, латуни) накидные гайки.

Для производства укрупненных узлов из полимерных канализационных труб требуется применение комплекса иногда специфических технологических процессов. Полимерные трубные элементы для сборки укрупненных трубозаготовок изготавливают в условиях монтажно-заготовительных предприятий с использованием тепловой и механической обработки. Работы по сборке укрупненных узлов, а также по испытаниям единичных изделий и целых блоков являются заключительной частью трубозаготовительных производств. При работе на строительной площадке основным правилом заготовительного производства является сборка элементов полимерных трубопроводов в оптимальные по размерам узлы. Примерами оптимальных трубозаготовок могут служить этажестояки и узлы горизонтальных отводных трубопроводов, выполненные на сварке вразруб (рис. 7.1), а также узел для подсоединения канализационного трубопровода к канализационному выпуску, собранный из трубных изделий из

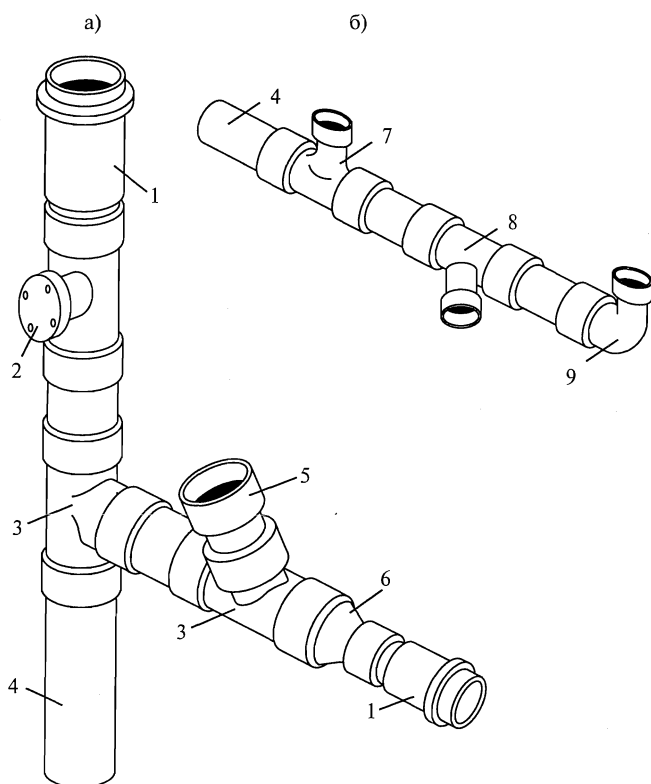


Рис. 7.1. Трубозаготовки, выполненные из полиэтиленовых трубных изделий сваркой внахлест: а — этажестояк; б — отводной трубопровод; 1 — компенсационные патрубки; 2 — ревизия с крышкой; 3 — тройник прямой; 4 — отрезок трубы с наружной фаской; 5 — патрубок для присоединения унитаза; 6 — переход; 7 — тройник прямой для присоединения умывальника; 8 — тройник косой для присоединения ванны; 9 — отвод для присоединения мойки

непластифицированного поливинилхлорида на резиновых кольцах (рис. 7.2). В общем объеме трубозаготовительных работ технологические процессы сборки и испытания узлов и блоков занимают от четверти до трети всего времени.

Техническая документация на монтажно-сборочные работы

Монтажные работы производят в соответствии с рабочими монтажными чертежами, проектом производства работ, содержащим технологические карты и карты операционного контроля качества, и с учетом требований действующих общероссийских строительных норм и правил, сводов правил (СНиП 3.05.01–85*, СП 40-102–2000, СП 40-107–2003 и др.).

В полный комплект технической документации на санитарно-технические системы входят:

- заглавный лист проекта;
- поэтажные планы (планы на различных отметках), планы чердака и подвала, разрезы зданий с указанием санитарно-технического оборудования и трубопроводов;

- аксонометрические схемы систем или разрезы (для системы канализации);
- чертежи водопроводных вводов;
- чертежи нестандартных узлов санитарно-технических устройств с выноской отдельных сложных деталей;
- типовые чертежи, на которые имеются ссылки в проекте;
- чертежи подпольных каналов;
- планы и разрезы, схемы отдельных установок;
- спецификация оборудования и материалов;
- сметы;
- пояснительная записка;
- монтажные чертежи трубопроводов внутренних санитарно-технических систем, разработанные проектной организацией.

В рабочих чертежах санитарно-технических систем, разработанных проектной организацией, степень детализации элементов, как правило, бывает недостаточной для их заводского изготовления: обычно отсутствуют привязки элементов к строительным конструкциям. В связи с этим следует производить монтажное проектирование.

Для типовых зданий, сооружаемых из крупных элементов заводского изготовления, которые имеют незначительные отклонения фактических размеров от проектных, монтажное проектирование выполняют на основании рабочих чертежей санитарно-технических систем и строительных чертежей, разработанных проектной организацией. В нетиповых зданиях фактические размеры строительных конструкций могут иметь значительные отклонения от проектных. Для таких зданий монтажные чертежи разрабатывают на основе натурных измерений тех элементов выстроенного здания, которые определяют необходимые размеры монтажных узлов санитарно-технических систем. Этот способ монтажного проектирования обеспечивает высокое качество монтажных заготовок.

При разработке монтажных эскизов, чертежей и выполнении измерений используют следующую терминологию:

- деталь — часть трубопровода, не имеющая соединений (отрезок трубы, переход, отвод, тройник, фланец и др.);
- элемент — часть узла, состоящая из двух-трех деталей, соединенных сваркой или на резьбе (труба с фланцем, с тройником или с отводами);
- узел — компоновка нескольких элементов, собранных между собой с применением разъемных и неразъемных соединений; в узел также входят стандартные и нестандартные детали;

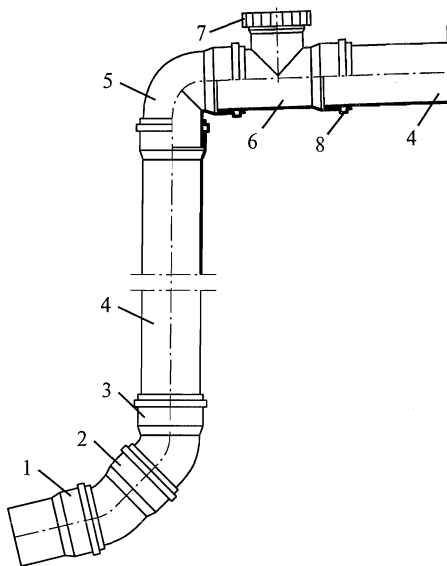


Рис. 7.2. Трубозаготовка, выполненная из труб и соединительных деталей из непластифицированного поливинилхлорида с раструбными соединениями на резиновых кольцах: 1 — раструб; 2, 3, 5 — отводы 30, 45 и 87,5°; 4 — отрезок трубы; 6 — ревизия; 7 — крышка ревизии; 8 — желобок раструба и резиновое кольцо

- блок — два узла и более, связанные между собой с помощью разъемных и неразъемных соединений;
- монтажное положение прибора, оборудования, трубопровода — расположение перечисленных элементов относительно строительных конструкций и другого оборудования, обеспечивающее удобство монтажа и пользования ими, а также безопасность эксплуатации;
- строительная длина $l_{\text{стр}}$ — размер, определяющий положение детали трубопровода или узла по отношению к другой смежной детали или оборудованию системы, например расстояние от оси стояка до оси прибора или расстояние между центрами соединительных деталей, арматуры, ответвлений;
- монтажная длина $l_{\text{м}}$ — действительная длина детали без соединительных частей и арматуры; монтажная длина детали меньше ее строительной длины на величину скидов x — расстояний между осью соединительной части или арматуры и торцом ввернутой в нее детали;
- заготовительная длина $l_{\text{заг}}$ — полная длина отрезка трубы, необходимого для изготовления детали; у прямых, не имеющих изгибов деталей монтажная и заготовительная длины равны; заготовительные длины изогнутых деталей определяют в зависимости от их вида.

Для натурных измерений требуется высокая квалификация рабочих-замерщиков или техников. Перед проведением измерений объект должен иметь монтажную готовность. Измерения на объекте начинают с разметки монтажных положений санитарных приборов, осей стояков и подводок в соответствии с планами этажей и аксонометрическими схемами проекта.

Во время обработки эскизов определяют монтажные длины деталей (на рис. 7.3 обозначены цифрами) и заготовительные длины (обозначены цифрами в кружках). Трубопроводы разбивают на узлы и блоки (обозначены римскими цифрами) так, чтобы их масса и габаритные размеры были удобны для монтажа, погрузки, транспортировки и разnosки по этажам. Эскизные чертежи оформляют в виде бланков, форматок и прикладывают к заказам в четырех экземплярах: два передают заготовительному предприятию и по одному направляют монтажному участку и для хранения в строительную организацию.

Подготовительные работы

В обязанности специалистов участка по подготовке производства входят координация выполнения заказов трубозаготовок на заводах, контроль качества поступающих заготовок, принятие объекта от строителей под монтаж, доставка материалов, заготовок, оборудования на объект и на рабочие места, разметка и установка креплений, слежение за своевременностью пробивки отверстий.

Работы по монтажу санитарно-технических систем могут быть начаты, если объект (захватка) имеет строительную готовность: завершены по объекту (захватке) предшествующие рабочие процессы в соответствии с общей технологической последовательностью строительства здания; подготовлены рабочие места; установлены грузоподъемные механизмы (краны, лифты, подъемники, кран-балки); подготовлены места складирования в зоне действия грузоподъемных механизмов, а также бытовые и служебные помещения. Готовность объекта под монтаж санитарно-технических систем оформляют соответствующим актом.

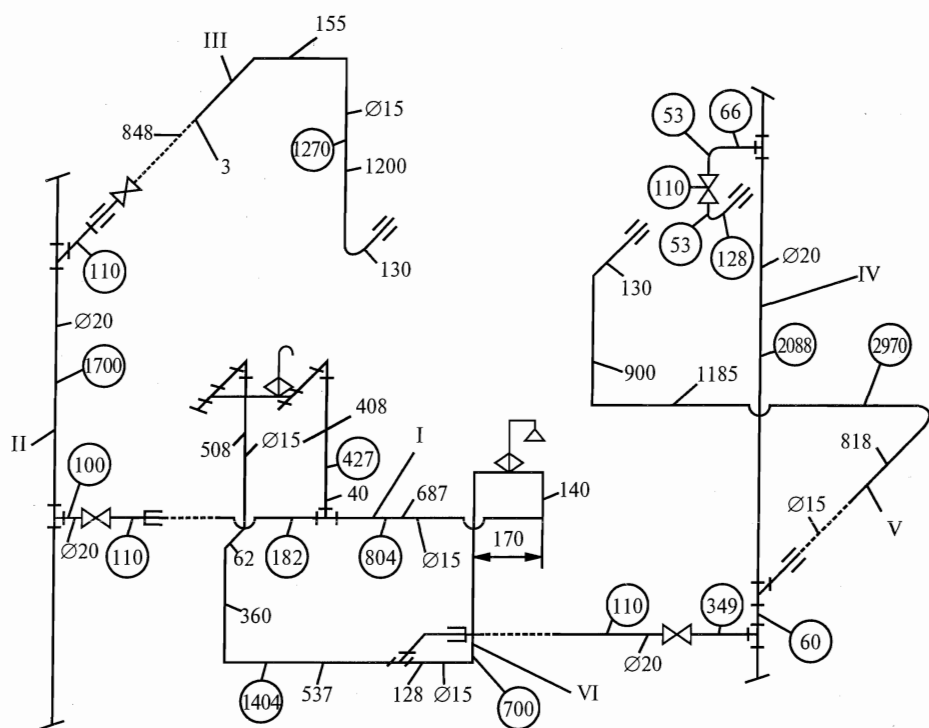


Рис. 7.3. Обработанный замерный эскиз трубопровода водоснабжения (условно разделен на блоки I—VI)

К началу монтажа санитарно-технических систем должны быть выполнены следующие работы:

а) в помещениях, расположенных выше нулевой отметки:

- устроены межэтажные, чердачные перекрытия, лестничные марши, перегородки, основания под санитарно-техническое оборудование;
- оставлены или пробиты отверстия, борозды в строительных конструкциях для прокладки трубопроводов с соблюдением требуемых размеров и допусков (табл. 7.2);
- оставлены монтажные проемы в стенах, перекрытиях и перегородках, предусмотренные проектом производства работ, для подачи крупногабаритных узлов и оборудования к месту монтажа;
- установлены в строительных конструкциях закладные детали для крепления трубопроводов; сделана подготовка под покрытие пола;
- на стенах, колоннах нанесены несмываемой краской отметки покрытия (чистого пола) плюс 0,5 м;
- выполнены покрытия полов или полосы покрытия полов для установки конвекторов;
- оштукатурены и огрунтованы стены, ниши, перегородки в местах установки санитарных приборов;

Таблица 7.2
Размеры отверстий и борозд для прокладки трубопроводов (СНиП 3.05.01–85)

Назначение трубопровода	Размеры, мм		
	Открытая прокладка (отверстие)	Скрытая прокладка (борозда)	
		Ширина	Глубина
Водопроводный стояк: • один • два	100 × 100 200 × 100	130 200	130 130
Один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм: • 50 • 100; 150	250 × 150 350 × 200	250 350	130 200
Один канализационный стояк диаметром, мм: • 50 • 100; 150	150 × 150 200 × 200	200 250	130 250
Два водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм: • 50 • 100; 150	200 × 150 320 × 200	250 380	130 250
Три водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм: • 50 • 100; 150	450 × 150 500 × 200	350 480	130 250
Подводка водопроводная: • одна • две	100 × 100 100 × 200	60 —	60 —
Подводка канализационная, магистраль водопроводная	200 × 200	—	—
Канализационный коллектор	250 × 300	—	—
Водопроводные вводы и канализационные выпуски	400 × 400	—	—

- остеклены помещения; очищены от строительного мусора места производства работ и обеспечен свободный доступ к ним;
- сооружены строительные леса, подмости, настилы для работы на высоте более 1,5 м;
- освещены места производства работ и предусмотрена возможность подключения к электросети на этажах электрифицированного инструмента и электросварочных постов;

б) в помещениях, расположенных ниже нулевой отметки кроме вышеперечисленных работ выполняют подпольные каналы, перегородки, бетонные опоры под канализационные трубопроводы, фундаменты и площадки для установки оборудования и другие строительные конструкции для прокладки трубопроводов и установки санитарно-технического оборудования;

в) в туалетах:

- до прокладки трубопроводов — устроены перегородки, оштукатурены стены и потолки, сделана подготовка под покрытие пола;
- до установки санитарных приборов — произведена гидроизоляция полов, выполнены покрытия полов, облицованы стены плиткой, окрашены стены и потолки, установлены двери;

- до установки водоразборной арматуры — окончательно окрашены потолки и стены;

г) снаружи открыты траншеи для выпусков канализации до первых от здания колодцев и выполнены колодцы с лотками.

Вспомогательные работы

При использовании промышленных методов монтажа трубопроводов внутренних систем водоснабжения и канализации особое внимание следует уделять погрузочно-разгрузочным работам. Чтобы сократить значительные затраты труда на транспортирование трубных заготовок с предприятий, а также обеспечить их целостность при транспортировке, доставку организуют с использованием контейнеров либо специально подготовленного для этого транспорта. Крупные элементы, масса которых достигает нескольких тонн (блоки водонагревателей, санитарно-технические кабины), транспортируют на прицепах или полуприцепах.

Для подъема груза используют башенные и автомобильные краны, строительные подъемники, лифты, автомобильные гидродъемники, поворотные краны, устанавливаемые в оконном проеме. Внутри зданий в пределах этажа оборудование перевозят на тележках или переносят с использованием специальных приспособлений.

При установке и монтаже оборудования массой до 2 т (котлов, насосов) для его подъема и перемещения используют электрические тали; для перемещения по горизонтальной и наклонной плоскостям применяют лебедки. Подъем на небольшую высоту (до 400 мм) осуществляют домкратами.

Для подъема оборудование захватывают специальными приспособлениями, стропами, стальными или пеньковыми канатами. Стропы закрепляют к грузу и крюку грузоподъемного механизма узлами и петлями, обеспечивающими самозатягиваемость, плотный обхват груза и быстрое освобождение его после перемещения груза. Стальные канаты подбирают в зависимости от величины перемещаемого груза. Пеньковые канаты чаще всего используют для оттяжек, а также для перемещения грузов массой до 200 кг.

Повысить производительности погрузочно-разгрузочных работ позволяет использование специализированных звеньев, оснащенных механизмами и средствами малой механизации.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности. Подъемное оборудование (лебедки, подъемники, домкраты) должно быть исправно, освидетельствовано и прочно закреплено. Должна использоваться система сигналов, известная рабочим, участвующим в подъеме оборудования.

При строповке методом обвязки оборудования с острыми кромками между стропами и ребрами элементов располагают прокладки, предохраняющие стропы от перетираания. Оборудование удерживают от раскачивания оттяжками из пенькового или тонкого стального каната. Перед подъемом труб и оборудования проверяют, нет ли в них посторонних предметов. Поднятое оборудование перемещают в горизонтальном направлении на высоте более 0,5 м над другими предметами. Снимать стропы разрешается только после установки оборудования в проектное положение и закрепления способом, предусмотренным в проекте. При доставке

на рабочие места санитарно-техническое оборудование расставляют аккуратно, не допуская сосредоточения в одном месте и на лестничных клетках.

При погрузочно-разгрузочных работах запрещается производить строповку арматуры за шпандели, штурвалы, рычаги и другие выступающие детали, а длиннономерных грузов — одним стропом за середину; перемещать грузы над людьми, кабиной водителя; выполнять работы под подвешенным оборудованием (оборудование устанавливают на инвентарные козлы или шпальную клетку); оставлять оборудование на балконах и лоджиях.

Доставленные трубные изделия, материалы и оборудование отправляют непосредственно к месту монтажа либо оставляют для кратковременного хранения на приобъектном складе. Склады располагают на строительной площадке по возможности таким образом, чтобы расстояние от них до объекта было минимальным, а пути подвоза монтажных узлов, оборудования — доступными и удобными для транспортных средств монтажной организации. Склад должен иметь закрытое помещение для хранения материалов, требующих защиты от атмосферных осадков (арматура, инструменты и другое оборудование), и навес для хранения материалов, которые не изменяют своих свойств при колебании температуры и влажности (насосы, трубные заготовки, арматура и др.). Склад снабжают огнетушителями и противопожарным инвентарем.

Трубные изделия и другое оборудование транспортируют, складывают и хранят таким образом, чтобы предотвратить их повреждение. Особую осторожность следует соблюдать при обращении с полимерными трубами, т. к. даже небольшие вмятины, царапины, задиры снижают их прочность.

Полимерные трубы, детали, арматуру хранят на стеллажах в закрытых помещениях или под навесами, а в условиях строительной площадки — в тени или под навесом в горизонтальном положении или уложенными в штабеля. Высота штабеля не должна превышать: для труб из полиэтилена высокого давления — 1,5—2,3 м; из полиэтилена низкого давления — 2,0—2,8 м; из непластифицированного поливинилхлорида и полипропилена — 1,7—2,6 м.

При монтаже внутренних санитарно-технических систем все элементы закрепляют на строительных конструкциях. Способ крепления зависит от материала строительной конструкции.

При устройстве опор, креплений и вводов, например, медного трубопровода учитывают тепловое расширение, характерное для меди. Имеющиеся в соединительных и коротких трубопроводах изгибы, Т-образные соединения и огибающие конструкции изгибы должны принимать на себя тепловое расширение трубопроводов. При монтаже прямых участков между точками крепления используют элементы гнущая или устанавливают сильфонные компенсаторы, позволяющие правильно компенсировать тепловое расширение при соответствующей расстановке креплений. Сопутствующие опоры располагают на расстоянии не менее 0,5 м от сгиба или поворота.

При закреплении медных труб используют подвеску, изготовленную из стали диаметром не менее 6 мм и длиной не менее 10L, на которую возможно тепловое перемещение трубопровода у точки крепления.

Необходимо выбирать крепления, удерживающие трубопровод в проектом положении. Закрепленные трубопроводы должны оставаться параллельными. Опоры не должны вызывать изнашивания трубы или шума при перемещении. Опоры для труб должны быть такими, чтобы трубы не могли вибрировать в них под влиянием возможных гидравлических ударов в водопроводных сетях.

Вертикальные трубопроводы закрепляют таким образом, чтобы собственный вес, силы, вызванные содержащейся в трубах жидкостью, а также возможной изоляцией, приходились на соответствующую опору, а не на горизонтальный трубопровод, соединенный с вертикальным.

Крепления должны быть защищены от коррозии. Если металлическое крепление изготовлено не из того же материала, что и труба, например медная, то между креплением и медной трубой устанавливают полимерную либо резиновую прокладку.

Расстояние между креплениями выбирают в зависимости от материала труб и их диаметра.

Полимерные трубопроводы закрепляют так же, как металлические, но с учетом их меньшей прочности и жесткости: металлическими скобами с двумя крепежными болтами. Скобы должны иметь гладкую внутреннюю поверхность и скругленные кромки.

В качестве подвижных креплений для полимерных трубопроводов применяют хомуты, внутренний диаметр которых на 1—3 мм больше наружного диаметра монтируемых трубопроводов. Между хомутом и трубопроводом помещают прокладку из полиэтиленовой ленты или из резины большей ширины, чем у хомута или подвески, не менее чем 5 мм на каждую выступающую часть.

Фиксируя трубопроводы, особенно полимерные, в проектном положении одновременно обеспечивают им возможность перемещения в осевом направлении при удлинении (укорочении) под воздействием на них температурных перепадов.

Неподвижные крепления приваривают (для полиэтилена высокого и низкого давления и полипропилена) или приклеивают (для поливинилхлорида) к поверхности трубопровода упорных колец или сегментов, расположенных с двух сторон хомута. Изготовление неподвижного крепления путем сжатия трубопровода не допускается. Расстояние между неподвижными опорами принимают не более 400Dy. Расстояние между креплениями горизонтальных трубопроводов канализации должно быть не более 10Dy, вертикальных — 20Dy. Трубопроводная арматура и металлические соединительные детали должны иметь самостоятельное крепление, предотвращающее передачу на трубопроводы их собственного веса и усилий, возникающих при использовании арматурой.

Трубопроводы водопроводных вводов из любых труб проводят через стены таким образом, чтобы отверстие не мешало их свободному движению при тепловых деформациях.

Монтажные работы

Трубопроводы системы внутреннего водоснабжения

Трубопроводы водоснабжения устраивают в помещениях, в которых температура воздуха зимой больше 2 °С. При более низкой температуре предусматривают мероприятия, предотвращающие замерзание воды в трубах. В помещениях с повышенной влажностью трубы теплоизолируют, чтобы исключить конденсацию на их поверхности водяных паров.

Водопроводную сеть монтируют в следующей технологической последовательности: разносят трубы и трубные заготовки, устанавливают крепления и прокладывают магистральные трубопроводы, затем элементы собирают и закрепляют, монтируют стояки и соединяют их с магистралями, монтируют подводки

к водоразборной арматуре и присоединяют их к стоякам, проводят гидравлические испытания водопроводной системы, промывают и сдают в эксплуатацию.

Магистральные трубопроводы прокладывают по стенам, по полу или под полом подвалов в технических подпольях, в подпольных каналах вместе с трубопроводами отопления. Допускается прокладка труб в общих каналах с другими трубопроводами, за исключением трубопроводов водоотведения и водостоков. Трубопроводы холодного водоснабжения размещают ниже трубопроводов горячего водоснабжения и пара. Магистральные трубопроводы прокладывают с уклоном. Трубы должны быть проложены прямолинейно, не иметь переломов, быть прочно закреплены и опираться на все крепления. Прямолинейность труб проверяют по натянутому шнуру. Трубопроводы диаметром до 40 мм крепят разъемными хомутами, а диаметром более 40 мм — с помощью кронштейнов и подвесок. Приваривать крепления к трубопроводам не допускается. Не следует делать крепления в местах соединения трубопроводов. Сварные стыки располагают на расстоянии не менее 50 мм от края опоры. Для того чтобы можно было проложить и разобрать магистральный трубопровод, устанавливают сгоны. В пониженных местах трубопровода монтируют спускные тройники. Повороты стального трубопровода устраивают с помощью соединительных частей или изогнутых труб. Если магистраль кольцевая, то на ней должны быть установлены задвижки; замена их вентилями не допускается.

Стояки прокладывают, как правило, совместно со стояками канализации. При расположении стояков в бороздах в местах установки арматуры и сгонов оставляют люки. Располагать соединения трубопроводов в местах, где они пересекают строительные конструкции, не разрешается. В местах пересечения трубопроводов со строительными конструкциями на них надевают гильзы. Зазор между гильзой и трубой заполняют герметиком (мастикой). Сгоны устанавливают у основания стояков и не реже чем через этаж, а также на ответвлениях от стояка. У основания стояка устанавливают вентиль или пробковый кран. Стояки крепят крючками или хомутами на высоте, равной половине высоты этажа.

Подводки при традиционной трассировке по возможности прокладывают с уклоном 0,002—0,005 в сторону стояка для опорожнения системы при ремонте. Стальные и медные подводки закрепляют крючками, которые располагают у водоразборных точек; при длине подводки 1,5—2,5 м крючки размещают посередине, при большей длине — на расстоянии 2,5 м один от другого. Для полимерных подводок используют специальный крепеж из полимера. Подводки к водоразборной арматуре прокладывают открыто или скрыто в плинтусах или борозде.

Диаметр подводок подбирают в зависимости от типа водоразборной арматуры (табл. 7.3).

Таблица 7.3
Диаметр подводки и высота установки водоразборной арматуры, мм

Тип арматуры	Диаметр подводки	Высота установки от пола
Водоразборный кран и смеситель:		
• к раковине	15	1 100
• к мойке	15	1 050
Туалетный кран	15	1 000
Смывной кран	20—25	800

Окончание табл. 7.3

Тип арматуры	Диаметр подводки	Высота установки от пола
Смеситель общий:		
• для ванны и умывальника	15	1 100
• для ванны и глубокого поддона	15	800
Душевая сетка	—	2 100—2 250
Смеситель для душа	15	1 200
Пожарный кран	50, 65	1 350

Трубопроводную арматуру монтируют в местах, доступных для эксплуатации, осмотра и ремонта. Для того чтобы иметь возможность заменить на эксплуатируемом водопроводе ветхую арматуру, на подводках из стальных труб предусматривают сгоны (на полимерных трубных элементах роль сгонов выполняют накидные гайки); на подводке к поплавковому клапану устанавливают вентиль. При скрытой прокладке труб в местах установки арматуры и разъемных соединений следует устраивать ниши со смотровыми люками. Обратные клапаны устанавливают горизонтально или строго вертикально в зависимости от их конструкции. Шпиндели задвижек и вентиля должны быть расположены вертикально или наклонно. Водоразборную арматуру следует устанавливать после проведения гидравлических испытаний системы и установки санитарных приборов.

При пересечении полимерных трубопроводов с трубами отопления и горячего водоснабжения скобы делают на стальных трубах, а расстояние между стенками пересекающихся труб принимают не менее 50 мм. При параллельной прокладке этих трубопроводов полимерные трубы располагают ниже, на расстоянии не менее 100 мм.

Трубы горячего водоснабжения, проложенные в каналах и шахтах совместно с полимерными, покрывают теплоизоляцией.

Перед монтажом гибких полиэтиленовых подводок их тщательно осматривают и проверяют жесткость крепления металлических труб: трубы не должны проворачиваться в креплениях.

Сборку соединений гибких подводок производят, наворачивая вручную накидные металлические гайки до упора с последующей доверткой ключом на 1,0—1,5 оборота. Полимерные накидные гайки затягивают специальными ключами, соблюдая при этом осторожность (без больших усилий). После сборки подводка не должна проворачиваться в отверстии накидной гайки. В противном случае соединение разбирают и устанавливают две резиновые прокладки. При обнаружении течи в местах соединений аккуратно подтягивают накидные гайки или заменяют резиновую прокладку. При прокладке не допускаются скручивание, перегибы, переломы труб. Внутренний радиусгиба должен быть не менее 60 мм.

Запорная и водоразборная арматура должна быть жестко закреплена, чтобы усилия, возникающие при пользовании ею, не передавались на полимерные трубопроводы.

Водомерный узел монтируют после прокладки ввода из стальных труб и соединительных частей. Его следует жестко крепить к полу или стенам так, чтобы ось водосчетчика находилась на высоте 0,3—1,0 м от пола. В местах поворотов предусматривают упоры, если возникающие усилия не могут быть восприняты стыками труб.

При оценке качества монтажа системы водоснабжения проверяют соответствие диаметров трубопроводов проекту, взаимное расположение труб, уклоны, прочность крепления труб, обеспечение компенсирующей способности труб, расстояние между осями стояков, их прямолинейность и вертикальность, исправность водоразборной арматуры.

Трубопроводы горячего водоснабжения монтируют так же, как трубопроводы систем холодного водоснабжения, покрывают теплоизоляцией (за исключением подводок) для уменьшения потерь теплоты и прокладывают открыто, что облегчает их ремонт и замену при разрушении труб от коррозии.

Для компенсации температурных удлинений трубопроводов предусматривают специальные устройства. Если требуемая компенсация не обеспечивается поворотами (отводами), то устанавливают П-образные компенсаторы. При этом неподвижные опоры надежно закрепляют на трубопроводе, т. к. несоблюдение этого требования может привести к аварии вследствие нарушения работы компенсирующих устройств.

Стояки горячего водоснабжения, как правило, прокладывают справа (если смотреть на них со стороны помещения) от стояков холодного водоснабжения. При горизонтальной прокладке трубопроводы горячего водоснабжения прокладывают выше трубопроводов холодного водопровода, чтобы уменьшить нагрев воды в них.

На подводках к групповым смесителям, на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к циркуляционной насосной установке или водонагревателю устанавливают обратные клапаны.

При необходимости устанавливают водосчетчики для горячей воды. Давление контролируют манометрами, расположенными до и после циркуляционных насосов, на распределительном трубопроводе, температуру — термометрами, смонтированными до и после водонагревателей и на циркуляционном трубопроводе.

Испытания системы производят гидростатическим или манометрическим методами. Перед испытанием вместо водоразборной арматуры устанавливают пробки. К магистрали в самой нижней точке (обычно у водомерного узла) подключают манометр класса точности не ниже 1,5 и устройства для создания давления в системе — гидропресс или компрессор.

Внутреннюю сеть наполняют водой, открывают всю запорную арматуру и осматривают, ликвидируя появляющиеся течи. После удаления воздуха через самые высокие водоразборные точки давление увеличивают до требуемой величины, которую контролируют манометром.

Промывка хозяйственно-питьевого водопровода должна проводиться особенно тщательно: до выхода в любой точке воды, удовлетворяющей требованиям нормативных документов к питьевой воде (СанПиН 2.1.4.1074–01 и др.).

Сети холодного и горячего водоснабжения испытывают давлением, равным 1,5 избыточного рабочего. Система считается выдержавшей испытания, если в течение 600 с давление не снизится более чем на 0,05 МПа и при этом не наблюдается капель в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и утечки воды через смывные устройства.

Участки, прокладываемые скрыто, испытывают перед заделкой в строительные конструкции.

Если проведение гидростатических испытаний затруднено, например при отрицательной температуре в помещении, проводят манометрическое испытание

сетей водоснабжения. В системе создают давление 0,15 МПа, а после устранения дефектов систему испытывают давлением 0,1 МПа в течение 300 с. При этом давление не должно снижаться более чем на 0,01 МПа.

Перед сдачей объекта в эксплуатацию проверяют герметичность систем при установленной водоразборной арматуре. При этом включают насосные установки, контролируя давление, создаваемое ими. Проверяют поступление воды на верхние этажи зданий.

В системах горячего водоснабжения проверяют также температуру воды в различных точках системы, особенно в наиболее удаленных точках. При недогреве воды (ниже 55 °С) проверяют работу водонагревателя и налаживают циркуляцию воды.

Трубопроводы системы внутренней канализации

Проект системы внутренней канализации должен включать в себя следующие документы:

- генеральный план участка, на котором указаны здание, где производится монтаж системы, выпуски из здания, дворовая сеть канализации, колодцы на сети, уличная канализационная сеть, к которой присоединяется дворовая сеть;
- профиль дворовой сети;
- планы подвала, этажей с нанесенными стояками, подводками, санитарными приборами, технологическим оборудованием, от которого отводятся стоки;
- чертежи узлов канализационной системы;
- аксонометрические схемы или разрезы, на которых нанесены канализационные трубопроводы с указанием диаметров, уклонов и отметок, санитарные приборы, воронки, приемники стоков от технологического оборудования, выпуски с указанием диаметра, уклона, длины, отметок в местах пересечения с осями наружных стен, гидрозатворы, прочистки, ревизии.

Монтаж канализационных систем ведут в строгом соответствии с проектом, используя при этом промышленные методы монтажа укрупненными узлами и блоками.

Если объект находится в строительной готовности, систему монтируют в следующей технологической последовательности: размечают места прокладки трубопроводов, установки креплений, санитарных приборов, оборудования; устанавливают крепления для труб, прокладывают канализационные выпуски и трубопроводы в подземной части здания, монтируют стояки и отводные горизонтальные трубопроводы на этажах; устанавливают санитарные приборы, монтируют на них сифоны, подсоединяют сифоны к отводкам, а отводки к отводным горизонтальным трубопроводам (выпуски унитазов непосредственно к стоякам); производят гидравлическое испытание трубопроводов, после чего регулируют смывные бачки.

При монтаже канализационных трубопроводов используют набор инструментов, соответствующий видам труб по материалу. Элементы канализационной сети не должны пересекать несущие строительные конструкции (балки, колонны), вентиляционные, дымовые каналы. В местах возможного механического повреждения (на складах, в подвалах) канализационные трубопроводы защищают от повреждений путем устройства твердого перекрытия из бетона,

цемента, асфальта. Участки канализационной сети, которые подвергаются охлаждению (около ворот, дверных проемов) и могут замерзнуть, покрывают теплоизоляцией. Сети трубопроводов, прокладываемые в магазинах, столовых, буфетах, закрывают коробом, а места пересечений перекрытий герметично заделывают. Запрещается прокладка канализационных сетей в больничных палатах и других помещениях, требующих особого санитарного режима.

Выпуски прокладывают во время работ по нулевому циклу. Их выполняют обычно из чугунных канализационных труб; возможно использование асбестоцементных и полимерных труб. Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра стояка. Выпуск укладывают от смотрового колодца по направлению к фундаменту здания. Первую трубу гладким концом вводят в отверстие стенки колодца так, чтобы край трубы был заподлицо с внутренней поверхностью колодца, а верх трубы располагался на одном уровне с верхом трубы дворовой канализации. Выпуск соединяется с трубопроводом дворовой сети в колодце плавным поворотом. Угол присоединения должен быть не менее 90° . При соединении трубопроводов в перепадном колодце угол не нормируется. Затем последовательно укладывают трубы до фундамента здания. Трубы укладывают раструбами против уклона (движения воды). Прямолинейность и уклон труб, принимаемый по проекту, проверяют рейкой, уровнем и шнуром. Если уклон трубопроводов неизвестен, то его принимают в зависимости от диаметра трубопровода. При $D_y = 50, 100, 125, 150$ мм уклон принимают равным соответственно 0,035 (0,025); 0,020 (0,012); 0,010 (0,007); 0,008 (0,005) (в скобках приведены наименьшие значения уклона).

При проходе выпуска через фундамент здания между трубой и фундаментом должен оставаться зазор не менее 100—150 мм. После пересечения фундамента на выпуске предусматривают прочистку (или ревизию). После проверки правильности укладки труб раструбы заделывают цементом.

Горизонтальные трубопроводы от выпуска до стояков прокладывают под полом помещений в земле, если помещения являются эксплуатируемыми, или над полом на кирпичных столбиках или подставках. Столбики размещают около раструба или под соединительными деталями на расстоянии не более 2 м. Трубопроводы можно прокладывать по стенам или под потолком помещений с их креплением на кронштейнах или на подвесках.

Боковые ответвления присоединяют с помощью косых тройников и отводов. Соединять боковые ответвления в одну крестовину не рекомендуется, т. к. трубопровод в месте слияния потоков может засориться. В этом случае рекомендуется каждое ответвление собирать в косой тройник.

Повороты трубопроводов и присоединение стояков осуществляют плавно с помощью двух отводов по 135° .

На горизонтальных участках канализационной сети устанавливают прочистки (или ревизии) на случай ликвидации возможных засоров: в начале участков (по движению стоков) при числе присоединенных приборов три и более; на поворотах при угле поворота более 30° ; на прямых участках через 6—25 м в зависимости от диаметра трубы и вида стоков.

На подвесных линиях, проложенных под потолком, устанавливают прочистки, которые выводят на вышележащий этаж, с устройством лючка в полу. Отверстия прочисток закрываются заглушками (пробками).

Стояки прокладывают вертикально (по отвесу) вдоль оштукатуренной поверхности стен или в бороздах. Диаметр стояков принимают по проекту, но не менее максимального диаметра присоединяемых поэтажных отводных горизон-

тальных трубопроводов, и постоянным по высоте здания. При открытой прокладке стояки располагают в углу помещения, при скрытой прокладке — за унитазом по его оси. Чтобы можно было заделать раструбы, стояки должны отстоять от стены на расстоянии не менее 20 мм; при этом ось стояка диаметром 100 мм должна быть расположена от стены на расстоянии не менее 75 мм, а стояка диаметром 50 мм — на 45 мм. При прокладке канализационных стояков вместе со стояками других трубопроводных систем их положение определяют, учитывая возможность монтажа всех находящихся рядом трубопроводов.

Собирают стояк снизу вверх, начиная от подвала или первого этажа. Заготовленные узлы устанавливают и закрепляют на месте, соединяют их с прямыми участками труб и заделывают раструбы. При сборке стояка раструбы располагают вверх. Стояки крепят к стенам крючками, хомутами с их расположением, как правило, под раструбом. Расстояние между креплениями должно быть не более 3 м и обязательно одно крепление посередине этажа. Перед креплением стояка его положение проверяют по отвесу: ось стояка по всей высоте должна совпадать с линией отвеса. Отклонения допускаются не более 2 мм на 1 м длины трубопровода.

Отступы и горизонтальные перекидки между стояками допускаются как исключение. Чтобы избежать засоров, присоединять санитарные приборы к перекидкам запрещается.

Для прочистки на стояках устанавливают ревизии в подвале или на первом и верхнем этажах, а при наличии отступов — также в вышерасположенных над отступами этажах. В зданиях высотой более пяти этажей ревизии устанавливают не реже чем через три этажа. Ревизии монтируют на высоте 1 000 мм от пола, но не менее чем на 150 мм выше борта присоединяемого прибора.

При скрытой прокладке стояков в местах установки ревизий и прочисток устраивают смотровые люки и на уровне низа люка — цементные диафрагмы по всему поперечному сечению борозды.

Вытяжную часть стояка выполняют того же диаметра, что и стояк, и выводят выше кровли здания на 200—700 мм (при плоских эксплуатируемых кровлях не менее 3 м) и заканчивают обрезом трубы. Присоединять вытяжную часть к вентиляционным и дымовым каналам запрещается.

Поэтажные отводные горизонтальные трубопроводы монтируют с проектным уклоном от смонтированных стояков в сторону санитарно-технических приборов (табл. 7.4).

Таблица 7.4
Минимальные уклоны канализационных трубопроводов, мм

Санитарный прибор	Диаметр отводки	Минимальный уклон трубопровода
Мойка, раковина, душ	50	0,025
Унитаз	100	0,020
Ванна, ножная ванна, биде, писсуар	50	0,020
Умывальник	40—50	0,020
Питьевой фонтанчик	25	0,010—0,020

При прокладке поэтажных отводных горизонтальных трубопроводов соблюдают те же условия, что и при прокладке сборных отводных горизонтальных трубопроводов. Их прокладывают над полом, в полу помещения или подвешивают

под потолком нижележащего этажа (подвесные канализационные линии). Прокладка подвесных канализационных линий не разрешается в помещениях предприятий общественного питания, на складах пищевых и ценных товаров и в других помещениях, в которых находятся или производятся ценные товары и материалы, качество которых может снизиться от попадания на них влаги. В этом случае отводки прокладывают открыто. В помещениях с повышенными санитарно-гигиеническими или эстетическими требованиями отводки прокладывают скрыто в бороздах стен, в полу или закрывают декоративными плинтусами. Раструбы для присоединения санитарных приборов на подвесных линиях, расположенных под потолком нижележащего этажа, должны выводиться заподлицо с покрытием пола.

Установка санитарно-технических приборов

Санитарные приборы устанавливают после прокладки трубопроводов и проведения подготовительно-отделочных работ. Высоту установки санитарных приборов над полом принимают в зависимости от назначения помещений, в которых их размещают (табл. 7.5).

Таблица 7.5
Высота установки санитарных приборов от пола до верха прибора, мм

Санитарный прибор	Школы	Детские сады и ясли	Другие общественные здания
Умывальник	700	600	800
Раковина и мойка	850	850	850
Напольная чаша чугунная, утопленная в пол	300	—	300
Настенный писсуар	450	450	650
Гигиенический душ (биде)	—	—	400
Унитаз	400	330	400

При монтаже допускаются отклонения по высоте для отдельно стоящих приборов ± 20 мм, при групповой установке однотипных приборов ± 5 мм.

Санитарно-технические приборы монтируют в следующей технологической последовательности: размечают места крепления, устанавливают крепежные детали, производят его обвязку — устанавливают смеситель и канализационный выпуск, устанавливают и закрепляют санитарно-технический прибор в проектном положении, присоединяют к нему гидрозатвор (сифон), водопроводную подводку и канализационную отводку. Разметку мест крепления приборов производят по чертежу или по шаблону.

Чугунные гидрозатворы обычно присоединяют к канализационным сетям, полимерные и бутылочные — к санитарным приборам. Закрепляют приборы в установочном положении по уровню таким образом, чтобы верхняя их поверхность была горизонтальна. Санитарные приборы присоединяют к полимерным трубопроводам с помощью резиновых манжет и колец.

Умывальники устанавливают на кронштейны или скобы и оборудуют бутылочными или двухоборотными гидрозатворами либо сифонами-ревизиями. В групповых умывальниках применяют двухоборотные гидрозатворы. При групповой установке умывальников (до шести) их выпуски можно объединять сталь-

ной трубой диаметром 40 мм с общим двухоборотным гидрозатвором с последующим присоединением его к канализационной отводке.

Унитазы со смывным краном устанавливают после монтажа крана. Смывную трубу крана присоединяют к патрубку унитаза с помощью резиновой манжеты.

Чугунные напольные чаши присоединяют к канализационной сети через специальный гидрозатвор, имеющий в верхнем колене отверстие для трубы диаметром 40 мм, через которое производят прочистку сифона. Трубу выводят на уровень верха чаши и закрывают пробкой. Выпуск чаши обертывают смоляным канатом, смазанным суриком, и вставляют в раструб гидрозатвора. После выравнивания чаши в горизонтальном положении и присоединения смывного устройства (бачка) пространство снаружи чаши бетонируют и облицовывают керамической плиткой.

Биде крепят аналогично унитазам, а присоединяют к канализационной и водопроводной сети так же, как умывальники.

Трапы размещают в подготовленное в перекрытии отверстие так, чтобы верх решетки был на 5—10 мм ниже уровня покрытия пола. После этого трап присоединяют к трубопроводу канализации. Заделку трапа в перекрытие выполняют после испытания его и трубопроводов.

Контроль качества установки санитарно-технических приборов

После установки санитарно-технических приборов производят проверку системы на соответствие проекту. При этом обращают внимание на то, чтобы все санитарно-технические приборы были тщательно закреплены на строительных конструкциях, очищены от строительного мусора, краски и промыты; их поверхности должны быть гладкими, без трещин, сколов, искривлений и прогибов. Поверхность керамических приборов должна быть блестящей и при постукивании деревянным молотком издавать чистый недребезжащий звук. Действие санитарно-технических приборов и смывных устройств, правильность установки и качество заделки трапов должны соответствовать предъявляемым требованиям. Работу санитарных приборов и промывных устройств проверяют проливом через них воды. Перед проведением испытаний трубопроводы канализации проверяют на отсутствие засоров.

Одновременно с этим проверяют соответствие всех элементов внутренней канализации проекту и требованиям к монтажу — прямолинейность прокладки трубопроводов и прочность их соединений; правильность уклонов; горизонтальность установки и надежность крепления. Правильность прокладки трубопроводов контролируют рейкой и уровнем, вертикальность стояков — отвесом. Трубопроводы, проложенные в земле или подпольных каналах, испытывают до их покрытия путем наполнения водой до уровня пола первого этажа. Испытания трубопровода, прокладываемого в междуэтажных перекрытиях, в бороздах стен, под полами, в закрытых плинтусах, производят поэтажно, заполняя трубы водой на высоту этажа, когда трубы еще не скрыты в конструкциях. При испытаниях в ревизии ставят временные заглушки, перекрывающие стояки. Давление при испытании не должно превышать 0,08 МПа. Систему испытывают при температуре помещения не ниже 5 °С. Система считается выдержавшей испытание, если отсутствуют утечки воды. Горизонтальные участки и отводки испытывают методом пролива. При этом открывают не менее 75 % санитарно-технических приборов, подключенных к проверяемому участку.

Глава 8

Факторы экономической эффективности оборудования систем водоснабжения и канализации

Применение труб из различных материалов для систем внутреннего водоснабжения и канализации общественных зданий должно быть направлено на минимизацию затрат на их нормальное функционирование и должно базироваться на сопоставлении совокупности факторов, интегрированных в единый экономический показатель приведенных затрат $\mathcal{E}_i$, р.:

$$\mathcal{E}_i = \sum \Pi_i, \quad (8.1)$$

где Π_i — приведенные затраты на устройство и эксплуатацию системы по i -му варианту, р.

После сравнения интегрированного показателя предпочтение отдают варианту канализации, для которого $\mathcal{E}_i$ будет иметь наименьшее значение.

Приведенные затраты на устройство и эксплуатацию системы Π_i , р., определяют по формуле

$$\Pi_i = \Pi_{ci} + \Pi_{\mathcal{E}i}, \quad (8.2)$$

где Π_{ci} и $\Pi_{\mathcal{E}i}$ — составляющие приведенных затрат соответственно на устройство и эксплуатацию системы, р.

Составляющая приведенных затрат на устройство системы Π_{ci} , р., определяют по формуле

$$\Pi_{ci} = ((C_i + C_{ti})K_{oi}K_{zci} + C_{mi} + H_i)K_{пни}K_{cми}, \quad (8.3)$$

где C_i — расходы на приобретение труб и трубных изделий для устройства системы в оптовых ценах, р.;

C_{ti} — расходы на транспортировку труб для устройства системы до места строительства, р.;

K_{oi} — коэффициент, учитывающий отходы труб при монтаже;

K_{zci} — коэффициент, учитывающий заготовительно-складские расходы на трубы, используемые при монтаже;

C_{mi} — расходы на производство монтажных работ, в том числе проведение гидравлических испытаний, р.;

H_i — накладные расходы строительных организаций на производство строительно-монтажных работ при устройстве системы, р.;

$K_{пни}$ — коэффициент, учитывающий плановые накопления строительных организаций при устройстве системы;

$K_{cми}$ — коэффициент, учитывающий переход от сметной стоимости к полной стоимости устройства системы.

Расходы на транспортировку труб $C_{\text{ти}}$, р., определяют согласно используемым схемам доставки их к месту проведения строительно-монтажных работ по тарифам на перевозку грузов (автомобильным либо железнодорожным транспортом с учетом затрат на такелажные работы при погрузке-разгрузке, наценок на сбыт и т. п.).

Расходы на производство работ по устройству системы (подготовительные работы, сборка соединений, проведение испытаний и др.) $C_{\text{ми}}$, р., определяют с использованием единых районных единичных расценок (ЕРЕР), федеральных единичных расценок на строительные работы (ФЕР), показателей стоимости на виды работ (ПВР) или других нормативных документов, содержащих укрупненные сметные нормы. Стоимость устройства канализационного стояка приводится к высоте этажа (для общественных зданий не менее 3 м).

Накладные расходы строительных организаций на производство строительномонтажных работ по устройству системы H_i , р., рассчитывают по формуле

$$H_i = \varphi(C_{\text{oi}} + C_{\text{эi}}), \quad (8.4)$$

где φ — коэффициент пропорциональности;

C_{oi} — расходы на основную зарплату рабочих, занятых устройством системы, р.;

$C_{\text{эi}}$ — расходы на эксплуатацию механизмов и средств малой механизации, используемых для монтажа системы, р.

При укрупненных расчетах для обеспечения сопоставимости полученных результатов накладные расходы строительных организаций принимают в размере 16 % от суммы прямых затрат на устройство канализации (основной заработной платы рабочих, затрат на эксплуатацию механизмов и средств малой механизации, стоимости труб и других материалов).

В составляющих приведенных затрат на эксплуатацию системы канализации $\Pi_{\text{эi}}$, р., учитывают комплекс расходов на текущие $\Pi_{\text{три}}$, р., и капитальные $\Pi_{\text{кри}}$, р., ремонты, техническое обслуживание $\Pi_{\text{тои}}$, р., восстановление изношенных элементов системы при последующей их эксплуатации $\Pi_{\text{ви}}$, р., приведенных к моменту ввода в действие:

$$\Pi_{\text{эi}} = (\Pi_{\text{три}} + \Pi_{\text{кри}} + \Pi_{\text{тои}} + \Pi_{\text{ви}})K_{\text{общи}}, \quad (8.5)$$

где $K_{\text{общи}}$ — коэффициент, учитывающий общие эксплуатационные затраты на систему: содержание аварийных служб, административно-управленческого аппарата, технику безопасности, охрану окружающей среды и др.

Расходы на текущие ремонты системы $\Pi_{\text{три}}$, р., определяют по формуле

$$\Pi_{\text{три}} = \sum_{i=1}^{t_{\text{фи}}} \frac{C_{\text{три}}}{(1 + E_{\text{нпi}})^{t_i}}, \quad (8.6)$$

где $t_{\text{фи}}$ — расчетный срок службы системы, лет;

$C_{\text{три}}$ — среднегодовые расходы на текущий ремонт системы, р.;

$E_{\text{нпi}}$ — нормативы приведения затрат сравниваемых вариантов для системы к одному моменту времени; при отсутствии более точных данных принимают равным 0,1;

t_i — срок эксплуатации системы, лет.

Расходы на капитальные ремонты системы $\Pi_{\text{кри}}$, р., вычисляют по формуле

$$\Pi_{\text{кри}} = \sum_{j=1}^{n_{\text{ji}}} \frac{C_{\text{кри}}}{(1 + E_{\text{ипи}})^{t_{\text{кри}}}}, \quad (8.7)$$

где n_{ji} — число капитальных ремонтов за период функционирования системы;
 $C_{\text{кри}}$ — среднегодовые расходы на проведение капитального ремонта системы, р.;
 $t_{\text{кри}}$ — время от начала эксплуатации до j -го капитального ремонта системы, определяемое сроком ее службы, лет.

Расходы на текущее обслуживание системы Π_{toi} , р., определяют по формуле

$$\Pi_{\text{toi}} = \sum_{j=1}^{t_{\text{фj}}} \frac{C_{\text{toi}}}{(1 + E_{\text{ипи}})^{t_i}}, \quad (8.8)$$

где C_{toi} — среднегодовые затраты на j -е техническое обслуживание системы, р.

Расходы на восстановление системы $\Pi_{\text{ви}}$, р., рассчитывают по формуле

$$\Pi_{\text{ви}} = \sum_{j=1}^{n_{\text{ji}}} \frac{C_{\text{ви}}}{(1 + E_{\text{ипи}})^{t_{\text{эi}}}}, \quad (8.9)$$

где n_{ji} — число полных замен системы в течение расчетного периода;

$C_{\text{ви}}$ — среднегодовые расходы на прокладку новой системы взамен отслужившей свой срок, р.;

$t_{\text{эi}}$ — время от начала эксплуатации до j -й полной замены, определяемой сроком службы реконструированной системы, лет.

Среднегодовые расходы на текущий ремонт системы $C_{\text{три}}$, р., определяют по формуле

$$C_{\text{три}} = \Pi_{\text{си}} P_{\text{три}}, \quad (8.10)$$

где $\Pi_{\text{си}}$ — сметная стоимость системы, р.;

$P_{\text{три}}$ — доля ежегодных отчислений от сметной стоимости системы на текущие ремонты, %.

Среднегодовые расходы на капитальный ремонт системы $C_{\text{кри}}$, р., вычисляют по формуле

$$C_{\text{кри}} = \Pi_{\text{си}} P_{\text{кри}}, \quad (8.11)$$

где $P_{\text{кри}}$ — доля ежегодных отчислений от сметной стоимости системы на капитальный ремонт, %.

Среднегодовые затраты на техническое обслуживание системы C_{toi} , р., рассчитывают по формуле

$$C_{\text{toi}} = H_{\text{чи}} \Phi_{\text{зпи}}, \quad (8.12)$$

где $H_{\text{чи}}$ — нормативная численность обслуживающего персонала на 1 км системы;

$\Phi_{\text{зпи}}$ — годовой фонд зарплаты с начислениями, приходящимися на одного работающего при эксплуатации системы, р.

Среднегодовые затраты на восстановление системы $C_{\text{вн}}$, р., определяют по формуле

$$C_{\text{вн}} = \Pi_{\text{сн}} P_{\text{вн}}, \quad (8.13)$$

где $P_{\text{вн}}$ — доля ежегодных отчислений на восстановление системы от сметной стоимости, %.

Эффективность использования труб из разных материалов для системы канализации оценивают по отношению к базовому варианту — серому чугуну с пластинчатым графитом (табл. 8.1).

Таблица 8.1
Исходный перечень труб, используемых для системы канализации

Материал трубы	Масса, кг/м, при D , мм		Нормативный документ
	50	100	
Серый чугун с пластинчатым графитом	5,800	13,900	ГОСТ 6942–98
Непластифицированный поливинилхлорид	0,720	1,700	ТУ 6-19-307–86 ТУ 6-49-33–92
Полипропилен	0,400	0,600	ТУ 4926-010-42943419–97 ТУ 4926-010-41989945–98
Полиэтилен низкого давления	0,423	1,117	ГОСТ 22689.0–89 ГОСТ 22689.2–89
Полиэтилен высокого давления	0,409	1,580	

Сопоставимость вариантов обеспечивается равной пропускной способностью труб с одинаковым (приблизительно) диаметром.

Расчет, представленный в табл. 8.2, произведен условно на один этаж общественного здания (высота этажа — 3,0 м) исходя из устройства двух санитарных узлов (мужского и женского) на 160 человек, в которых размещено пять унитазов, два писсуара, четыре раковины и сделана разводка от двух стояков диаметром 100 (110) мм.

Таблица 8.2
Комплектация канализационных трубных изделий и деталей в расчете на один этаж

Наименование	Количество	Масса, кг	Нормативный документ
Изделия чугунные			
Труба $D = 100$ мм, $l = 3\,000$ мм (стояк), пог. м	3	41,70	ГОСТ 6942–98
Крестовина $D = 100$ мм, шт	2	16,00	
Тройник $D = 100$ мм, шт	8	62,40	
Отвод $D = 100$ мм, шт	2	8,20	
Тройник $D = 50$ мм, шт	2	9,60	
Ревизия $D = 100$ мм, шт	2	13,60	
Заглушка, шт	5	9,50	
Тройник переходной, шт	2	12,26	
Труба $D = 100$, $l = 1\,000$ (разводка), пог. м	10	139,00	
Труба $D = 50$, $l = 1\,000$ (разводка), пог. м	3	17,40	
Итого:	—	329,66	—

Продолжение табл. 8.2

Наименование	Количество	Масса, кг	Нормативный документ
Изделия из непластифицированного поливинилхлорида			
Труба $D = 110$ мм, $l = 3\,000$ мм (стояк), пог. м	3	5,10	ТУ 6-19-307-86
Крестовина $D = 110$ мм, шт.	2	1,96	
Тройник $D = 110$ мм, шт.	8	7,63	
Отвод $D = 110$ мм, шт.	2	1,00	
Тройник $D = 50$ мм, шт.	2	1,19	
Ревизия $D = 110$ мм, шт.	2	1,66	
Заглушка, шт.	5	1,17	
Тройник переходной, шт.	2	1,51	
Труба $D = 110$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	10	17,00	
Труба $D = 50$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	3	2,16	
Уплотнительная манжета, шт.	1	—	—
Итого:	—	40,39	—
Изделия из полипропилена			
Труба $D = 110$ мм, $l = 3\,000$ мм (стояк), пог. м	3	1,80	ТУ 4926-010-42943419-97
Крестовина $D = 110$ мм, шт.	2	0,69	—
Тройник $D = 110$ мм, шт.	8	2,69	
Отвод $D = 110$ мм, шт.	2	0,35	
Тройник $D = 50$ мм, шт.	2	0,66	
Ревизия $D = 110$ мм, шт.	2	0,59	
Заглушка, шт.	5	0,41	
Тройник переходной, шт.	2	0,65	
Труба $D = 110$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	10	6,00	ТУ 4926-010-42943419-97
Труба $D = 50$ мм, $l = 1\,000$ мм, (разводка), пог. м	3	1,20	
Противопожарная манжета, шт.	1	—	—
Итого:	—	15,04	—
Изделия из полиэтилена низкого давления			
Труба $D = 110$ мм, $l = 3\,000$ мм (стояк), пог. м	3	3,35	ГОСТ 22689.0-89 ГОСТ 22689.2-89
Крестовина $D = 110$ мм, шт.	2	1,29	ГОСТ 22689.2-89
Тройник $D = 110$ мм, шт.	8	5,02	
Отвод $D = 110$ мм, шт.	2	0,72	—
Тройник $D = 50$ мм, шт.	2	0,70	
Ревизия $D = 110$ мм, шт.	2	1,09	
Заглушка, шт.	5	0,76	
Тройник переходной, шт.	2	0,94	
Труба $D = 110$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	10	11,20	ГОСТ 22689.0-89 ГОСТ 22689.2-89
Труба $D = 50$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	3	1,30	
Противопожарная манжета, шт.	1	—	—
Итого:	—	26,37	—

Окончание табл. 8.2

Наименование	Количество	Масса, кг	Нормативный документ
Изделия из полиэтилена высокого давления			
Труба $D = 110$ мм, $l = 3\,000$ мм (стояк), пог. м	3	4,74	ГОСТ 22689.0–89 ГОСТ22689.2–89
Крестовина $D = 110$ мм, шт.	2	1,82	ГОСТ 22689.2–89
Тройник $D = 110$ мм, шт.	8	7,12	
Отвод $D = 110$ мм, шт.	2	0,58	
Тройник $D = 50$ мм, шт.	2	0,68	
Ревизия $D = 110$ мм, шт.	2	1,07	
Заглушка, шт.	5	1,82	
Тройник переходной, шт.	2	7,12	
Труба $D = 110$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	10	15,80	ГОСТ 22689.0–89 ГОСТ22689.2–89
Труба $D = 50$ мм, $l = 1\,000$ мм (разводка), пог. м	3	3,00	
Противопожарная манжета, шт.	1	—	—
Итого:	—	34,79	—

При обосновании применения труб из какого-либо материала для внутреннего водоснабжения в качестве базового варианта принимают водопровод, смонтированный из стальных труб, поскольку по ним накоплен большой опыт эксплуатации в течение длительного времени. Статистический материал и соответствующие нормативы по стальным трубам позволяют получить наиболее точный показатель их технико-экономической эффективности.

Интегрированный показатель эффективности, а также показатель затрат на устройство внутреннего водоснабжения определяют по методике, аналогичной изложенной выше для системы канализации.

Для определения эксплуатационных затрат внутреннего водоснабжения в дополнение к составляющим из формулы (8.5) вводят $P_{элгв}$ и $P_{элхв}$ — затраты на электроэнергию, расходуемую на преодоление потерь напора соответственно в горячем и холодном водоснабжении, р.

Приведенные затраты на электроэнергию, расходуемую на преодоление потерь напора в системах горячего и холодного водоснабжения, определяют соответственно по формулам

$$P_{элгв} = C_{элгв}(\mu_{гв} + \mu_{огв}C_{гв}); \tag{8.14}$$

$$P_{элхв} = C_{элхв}(\mu_{хв} + \mu_{охв}C_{хв}), \tag{8.15}$$

где $C_{элгв}$, $C_{элхв}$ — годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в системах, р.;

$\mu_{гв}$, $\mu_{хв}$ — коэффициенты приведения к одному сроку разновременных затрат;
 $\mu_{огв}$, $\mu_{охв}$ — коэффициенты приведения дополнительных затрат на электроэнергию в результате возрастания гидравлического сопротивления в системах в процессе эксплуатации;

$C_{гв}$, $C_{хв}$ — годовые затраты соответственно на горячую и холодную воду, р.

Если какие-либо из сведений отсутствуют, для сравнения вариантов их принимают с определенной долей вероятности.

Эффективность использования различных трубных материалов для холодного и горячего водоснабжения оценивают по отношению к стали условно из расчета на устройство одного этажестояка с внутренним диаметром 30 мм и стандартным отрезком труб 2 м. В этом случае данные получают в относительных величинах (долях или процентах).

Представленный ниже сравнительный анализ цен* на трубную продукцию из различных материалов осуществлен для московского региона и основан на маркетинговых исследованиях предложений дистрибьюторов ведущих производителей на примере канализационных труб диаметром 110 мм и напорных водопроводных труб диаметром 32 мм. Дополнительно приведены отпускные цены со складов предприятий-производителей, необходимые для анализа реальной составляющей транспортных затрат.

Маркетинговый обзор московского рынка канализационных труб выявил достаточно большую разницу в цене практически на все виды труб (полипропилен до 30 %, непластифицированный поливинилхлорид до 35 %, полиэтилен 20—25 % с учетом дифференциации по классу полиэтилена). Исключение составляют трубы из серого чугуна. На цены влияют следующие факторы:

- различные организационные условия, применяемые технологии, сырье, объемы производства и, как следствие, различная себестоимость аналогичной продукции у разных производителей;
- расстояние производственной базы от склада реализации, т. е. разница в транспортных затратах;
- ценовая политика торговой организации (дистрибьютора).

Цены на трубы из чугуна, полипропилена и непластифицированного поливинилхлорида зависят также от длины этих труб (табл. 8.3). Похожая ценовая ситуация сложилась и для напорных труб (табл. 8.4).

Таблица 8.3
Оптовые цены на канализационные трубы диаметром 110 мм

Материал трубы	Диапазон цен, р., за трубу (пог. м) при длине L, м		
	1	2	3
Серый чугун	599,30—612,05 (599,30—612,05)	1 359,03—1 387,94 (679,50—693,97)	2 478,34—2 531,05 (826, 11—843,68)
Полипропилен	124,61—161,93 (124,61—161,93)	207,68—270,00 (103,84—135,00)	318,49—417,86 (106,16—139,29)
Непластифицированный поливинилхлорид	105,00—138,88 (105,00—138,88)	194,00—258,90 (97,00—129,45)	291,00—392,50 (97,00—130,83)
Полиэтилен низкого давления	61,50—94,45 (61,50—94,45)	124,50—186,00 (62,25—93,00)	186,00—279,00 (62,00—93,00)
Полиэтилен высокого давления	107,26—117,00 (107,26—117,00)	214,52—234,00 (107,26—117,00)	321,78—351,00 (107,26—117,00)

* Приведены цены для крупных оптовых поставок уровня 2008 г. с учетом НДС.

Таблица 8.4
Оптовые цены на водопроводные трубы диаметром 32 мм

Материал трубы	Диапазон цен, р./пог. м
Сталь	25,60—37,12
Непластифицированный поливинилхлорид	17,20—18,30
Полипропилен: • холодное водоснабжение • горячее водоснабжение	37,70—60,65 80,00—90,44
Металлополимер	115,00—145,00
Сшитый полиэтилен	34,24—43,21
Хлорированный поливинилхлорид	17,00—17,89

Торговые компании включают в цены усредненные транспортные затраты на доставку изделия от предприятия-изготовителя до склада в Москве (ближайшем Подмосковье). Поэтому при расчете приведенных затрат учитывают только издержки на доставку труб от оптового склада до места производства работ.

Для более объективного учета транспортных затрат до оптового склада, а также возможности их минимизации в отпускных ценах производителей канализационных труб (для труб длиной 2 м) вводят такие показатели, как километраж доставки (табл. 8.5) и усредненная наценка (рис. 8.1).

Таблица 8.5
Оптовые цены на канализационные трубы диаметром 110 мм
и километраж доставки

Материал трубы	Цена, р.		Местонахождение предприятия	Расстояние от Москвы, км
	шт.	пог. м		
Серый чугун	1 097,40	548,70	Любохна, Брянская обл.	383
Полипропилен	157,45	78,73	Ярославль	270
	179,46	89,73	Пос. Малаховка, Московская обл.	10
	166,08	83,04	Одинцово, Московская обл.	25
Непластифицированный поливинилхлорид	145,15	72,58	Лобня, Московская обл.	34
	184,08	92,04	Нижний Новгород	419
	135,00	67,50	Казань	818
Полиэтилен низкого давления	123,10	61,55	Тула	184
	116,00	58,00	Шахты	1 035
	140,70	70,35	Казань	818
Полиэтилен высокого давления	175,00	87,50	Можайск, Московская обл.	110
	184,00	92,00	Воронеж	534

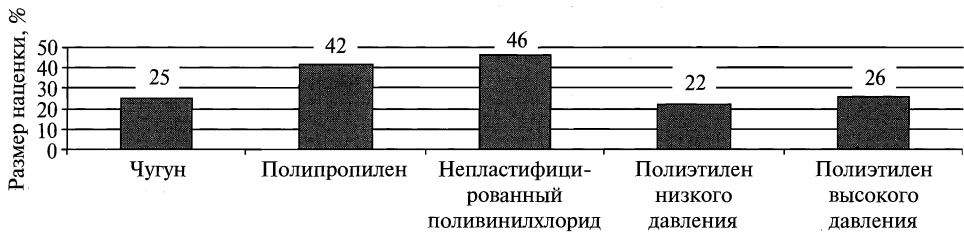


Рис. 8.1. Усредненный размер торговой наценки к отпускным ценам поставщиков

Разница в стоимости изделий из различных материалов в основном приходится на разводку по этажу и подводку к санитарно-техническому оборудованию (табл. 8.6).

Таблица 8.6
Стоимость комплекта канализационных трубных изделий

Наименование	Количество	Стоимость, р., трубных изделий				
		чугунных	полипропиленовых	из непластифицированного поливинилхлорида	из полиэтилена низкого давления	из полиэтилена высокого давления
Труба $D = 100$ (110) мм (стояк), пог. м	6	3 292,20	555,81	754,08	658,80	643,56
Крестовина $D = 100$ (110) мм, шт.	2	837,80	310,98	250,00	103,44	132,38
Тройник $D = 100$ (110) мм, шт.	8	4 297,92	459,28	386,40	516,80	630,24
Отвод $D = 100$ (110) мм, шт.	2	431,88	64,42	50,24	82,80	75,00
Тройник $D = 50$ мм, шт.	2	438,96	85,22	63,80	71,40	87,08
Ревизия $D = 100$ (110) мм, шт.	2	804,76	138,94	100,00	99,00	96,00
Заглушка, шт.	5	1 008,90	60,85	97,50	71,50	75,00
Тройник переходной, шт.	2	438,96	85,22	319,00	71,40	71,40
Труба $D = 100$, (110) мм (разводка), пог. м	10	5 487,00	926,35	1 256,80	1 098,00	1 076,00
Труба $D = 50$ мм (разводка), пог. м	3	657,00	108,74	186,00	114,30	138,57
Противопожарная манжета, шт.	2	—	800,00	391,30	800,00	800,00
Итого:	—	17 695,38	3 595,805	3 855,12	3 687,44	3 825,23

Стоимость полимерных труб почти в 6 раз меньше чугунных. Но поскольку в практике часто используют комбинацию чугунных и полимерных труб, комплект деталей следует сравнивать по устройству стояка с учетом однотипной разводки (табл. 8.7).

Таблица 8.7
Стоимость канализационных изделий для устройства двух этажестояков

Наименование	Количество	Стоимость, р., трубных изделий				
		чугунных*	полипропиленовых	из непластифицированного поливинилхлорида	из полиэтилена низкого давления	из полиэтилена высокого давления
Труба D = 100 мм, пог. м	6	3 292,20	555,81	754,08	658,80	643,56
Тройник косой, шт.	2	873,20	310,98	250,00	129,20	157,56
Отвод, шт.	2	431,88	64,42	50,24	82,8	75,00
Ревизия, шт.	2	804,76	138,94	100,00	99,00	96,00
Переходник к чугунным трубам, шт.	2	80,00	104,00	104,00	104,00	104,00
Противопожарная/уплотнительная манжета, шт.	2	—	1 076,00	391,20	1 076,00	1 076,00
Итого:	—	5 482,04	2 250,15	1 649,52	2 149,80	2 152,12
* Не учтена стоимость материалов для заделки растрескоков чугунных труб.						

Стоимость изделий из стальных труб занимает среднее положение относительно полимерных (табл. 8.8).

Таблица 8.8
Стоимость водопроводных изделий для этажестояка диаметром 32 мм

Материал трубы	Стоимость	
	р.	%
Сталь	96,00	100,0
Непластифицированный поливинилхлорид	53,25	55,5
Полипропилен:		
• холодное водоснабжение	148,65	154,0
• горячее водоснабжение	255,66	266,0
Металлополимер	390,00	406,0
Сшитый полиэтилен	116,18	121,0
Хлорированный поливинилхлорид	52,50	55,0

Основными особенностями транспортной составляющей в структуре цены трубной продукции являются:

- транспортные затраты на доставку автотранспортом материалов с оптовых складов московского региона до места строительства. Для сопоставимости вариантов используют единые тарифы (исходя из предположения, что во всех случаях услуги оказаны одной транспортной организацией). Полученные результаты в качестве структурной составляющей в дальнейшем применяют при подсчете приведенных затрат на устройство канализации;
- доли транспортных издержек в структуре отпускных цен на трубную продукцию, формируемых организациями-дистрибьюторами с целью выявления резервов снижения этих цен.

Таблица 8.9
Транспортные характеристики трубных изделий для этажестояков
канализации и водоснабжения

Материал трубы	Масса, кг	Коэффициент использования грузоподъемности $K_{гр}$		Условия транспортировки
		Автотранспорт	Железнодорожный транспорт	
Канализация				
Чугун	94,7	1,0	1,0	—
Полипропилен	12,6	0,4—0,8	0,2—0,4	Оберегать от прямых солнечных лучей, механических повреждений поверхности
Непластифицированный поливинилхлорид	16,3	0,9—1,0	0,7—0,9	
Полиэтилен низкого давления	16,6	0,6—0,9	0,5—0,7	
Полиэтилен высокого давления	18,4	0,85—1,00	0,7—0,9	
Водоснабжение				
Сталь	7,17	1,0	1,0	Беречь от воздей- ствия влаги
Непластифицированный поливинилхлорид	1,79	0,9—1,0	0,7—0,9	Оберегать от прямых солнечных лучей, механических повреждений поверхности
Полипропилен	0,85	0,4—0,8	0,2—0,4	
Сшитый полиэтилен (в бухтах)	0,87	0,6—0,9	0,5—0,7	
Металлополимер (в бухтах)	1,17	0,80—0,85	0,80—0,85	
Хлорированный поливинилхлорид (в бухтах)	0,85	0,4—0,8	0,2—0,4	

Основные транспортные характеристики изделий приведены в табл. 8.9.

При определении транспортного слагаемого приведенных затрат учитывают:

- основную схему доставки строительных материалов с оптовых складов в пределах Москвы, которая основана на почасовом тарифе эксплуатации грузового транспорта; за пределами МКАД тариф определяет стоимость километров пробега. В расчете для всех вариантов время аренды машины в пределах МКАД принято 5 ч, расстояние от склада до МКАД — 10 км;
- время пробега (в пределах Москвы и погрузки-выгрузки — 5 ч);
- удаленность склада (от МКАД — 10 км), транспортное средство («газель» бортовая грузоподъемностью $Q = 1,5$ т), тарифы, соответствующие среднему уровню цен на данные услуги, и коэффициент использования транспортного средства по грузоподъемности $k_{гр}$ (усреднен для труб и соединительных деталей);
- удельные затраты (р. за комплект изделий для этажестояка) из условия пропорциональности общей массы доставляемого груза (максимальная загрузка транспортного средства) к массе изделий, относимых к устройству расчетного количества этажестояков (табл. 8.10).

Таблица 8.10
Транспортные затраты на доставку трубных изделий с оптового склада
до места производства работ (при $Tt = 450$ р.; $T_{км}l = 140$ р.)

Материал трубы	Масса, кг	$k_{гр}$	Стоимость доставки	
			р.	%
Канализация				
Чугун	94,70	1,00	37,25	100,0
Полипропилен	12,60	0,60	8,26	22,0
Непластифицированный поливинилхлорид	16,30	0,95	6,75	18,0
Полиэтилен низкого давления	16,60	0,75	8,706	23,3
Полиэтилен высокого давления	18,40	0,90	8,04	21,6
Водоснабжение				
Сталь	7,17	1,00	2,82	100,0
Непластифицированный поливинилхлорид	1,79	0,95	0,74	26,0
Полипропилен	0,85	0,40	0,84	30,0
Сшитый полиэтилен	0,87	0,60	0,57	20,0
Металлополимер	1,17	0,80	0,57	20,0
Хлорированный поливинилхлорид	0,85	0,40	0,83	30,0

Удельные затраты c_t определяют по формуле

$$c_t = \frac{(T_{км}l + Tt)\sum m}{k_{гр}Q}, \quad (8.16)$$

где $T_{км}$ — тарифная стоимость пробега за пределами МКАД, р./км;

l — удаленность склада от МКАД, км;

T — часовой тариф аренды транспортного средства в пределах МКАД, р./ч;

t — время доставки и погрузки-выгрузки, ч;

$\sum m$ — суммарная масса трубных изделий, составляющих комплект для устройства этажестояков, т;

$k_{гр}$ — коэффициент использования транспортного средства по грузоподъемности;

Q — грузоподъемность транспортного средства, т.

При выборе вида транспортных средств для перевозки трубных изделий учитывают объем грузов, дальность перевозок, время года и местные условия. Например, в качестве автотранспорта использован МАЗ «бычок» грузоподъемностью 5 т; железнодорожного — сухогрузный контейнер с внутренним объемом 10,47 м³, собственным весом 960 кг и максимальной грузоподъемностью 4 т.

Удельные транспортные затраты, р., на комплект изделий для этажестояка торговых организаций определяют из условия пропорциональности общей массы доставляемого груза (максимальная загруженность транспортного средства) к массе изделий, относимых к устройству двух этажестояков:

$$c_{т.т.о} = \frac{T_{км}l\sum m}{k_{гр}Q}. \quad (8.17)$$

При наличии в группе анализа нескольких поставщиков аналогичной продукции необходимо производить расчеты для предприятия средней удаленности.

Расчет транспортных затрат на комплект трубных изделий представлен в табл. 8.11. В нем учтены тип груза, тип транспортного средства, расстояние перевозки (табл. 8.12).

Таблица 8.11
Затраты на перевозку трубных изделий (комплект для двух этажестояков)
до места оптовой реализации (Москва)

Материал трубы	Масса, кг	$k_{гр}$		Стоимость комплекта, р.	
		Автотранспорт	Железнодорожный транспорт	Автотранспорт	Железнодорожный транспорт
Серый чугун	94,7	1,00	1,00	284,40	65,30
Полипропилен	12,6	0,60	0,30	46,20	25,60
Непластифицированный поливинилхлорид	16,3	0,95	0,80	51,47	14,70
Полиэтилен низкого давления	16,6	0,75	0,60	106,24	24,60
Полиэтилен высокого давления	18,4	0,90	0,80	65,42	18,00

Таблица 8.12
Доставка труб от завода-производителя до оптовой базы

Материал трубы	Местоположение предприятия-производителя	Расстояние до Москвы, км / количество дней доставки		Тарифы доставки, р./т	
		Автотранспорт	Железнодорожный транспорт	Автотранспорт	Железнодорожный транспорт
Серый чугун	Брянская обл.	366/1	433/10	3 000	690
Полипропилен	Ярославль	250/1	287/8	2 200	610
Непластифицированный поливинилхлорид	Новгород	606/1	486/11	3 000	720
	Казань	818/1	837/13	4 800	890
	Тула	187/1	191/7	2 200	550
Полиэтилен низкого давления	Шахты	1 035/2	1 258/14	6 000	1 120
	Казань	818/1	837/13	4 800	890
Полиэтилен высокого давления	Воронеж	515/1	629/11	3 200	780

Расчет показал, что железнодорожные перевозки намного дешевле перевозок автотранспортом, что связано с использованием транспортных средств большой грузоподъемности. Вместе с тем железнодорожным перевозкам сопутствует промежуточная доставка изделий автотранспортом от места производства до железнодорожной станции, что удорожает их.

Кроме стоимостных характеристик схему взаимодействий «поставщик-потребитель» характеризует временной показатель — оперативность поставок (рис. 8.2).

Для определения единичных расценок на работы по устройству канализации трудоемкости производимых работ используют федеральные единичные



Рис. 8.2. Время доставки труб от завода-поставщика до Москвы железнодорожным транспортом

расценки на строительные работы (ФЕР-2001, сборник № 16 «Трубопроводы внутренние») и дополнительно территориальные сметные нормативы для Москвы (ТСН 2001.3-16 «Трубопроводы внутренние»). В единичных расценках учтен полный комплекс основных и вспомогательных работ по прокладке, установке и присоединению соответствующих элементов трубопроводов. В них включены комплектование, разметка мест прокладки и вычерчивание эскизов, установка и снятие такелажных приспособлений, сверление или пробивка отверстий для креплений, установка креплений и опор под трубопроводы с приваркой или пристрелкой их к несущим конструкциям или закладным деталям, установка и закрепление гильз в местах пересечения стальных и полимерных трубопроводов с перекрытиями, стенами и перегородками, перемещение баллонов в процессе сварочных работ и гидравлическое испытание. Учтены также обертывание рулонными материалами и оштукатуривание в местах пересечения полимерных труб со стенами и перекрытиями. В расценках на прокладку трубопроводов чугунных канализационных труб по стенам зданий и в каналах, полиэтиленовых канализационных труб предусмотрено применение укрупненных узлов трубопроводов, поставляемых на место монтажа транспортными узлами. Расценки приведены для усредненных условий производства работ.

Расчет выполняют с использованием коэффициентов, рекомендуемых письмом Координационного центра по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве от 14.02.2008 г. № КЦ/П2008-02ти и протоколами заседаний Межведомственного совета по ценовой политике в строительстве при Правительстве Москвы (от 24.01.2008 г. № МВС-1-08, от 27.02.2008 г. № МВС-2-08, от 20.03.2008 г. № МВС-3-08, от 24.04.2008 г. № МВС-4-08, от 16.05.2008 г. № МВС-5-08).

Рекомендуемые индексы пересчета сметной стоимости строительства к базисным ценам 2000 г. (для индексации ФЕР-2001 и ТСН 2001.3-16 в уровень цен 2008 г.) для Москвы и Московской области составляют (I квартал / III квартал 2008 г.):

- оплата труда рабочих-строителей — 8,982/9,620;
- эксплуатация строительных машин и механизмов — 6,097/6,530;
- материалы — 4,531/4,853.

Возможные затраты на устройство стояков (длина 6 м) для внутреннего водоснабжения и канализации из различных труб приведены в табл. 8.13.

Таблица 8.13
Затраты на устройство канализационного и водопроводного этажестояков
(уровень цен III квартал 2008 г.)

Материал трубы	Прямые затраты без учета мате- риалов, р.	В том числе, р.			Затраты труда рабочих- строителей, чел. • ч
		Оплата труда рабочих- строителей	Затраты на эксплуатацию машин		
			Всего	В том числе оплата труда машинистов	
Канализация					
Чугун	516,57	475,04	41,53	5,62	5,13
Полипропилен и полиэтилен	396,82	388,07	8,75	1,18	4,00
Непластифицированный поливинилхлорид	455,77	449,14	6,63	1,61	3,65
Водоснабжение					
Сталь	126,42	109,60	16,82	0,43	0,40
Непластифицированный поливинилхлорид	126,42	109,60	16,82	0,43	0,40
Полипропилен	94,82	82,20	12,61	0,32	0,30
Металлополимер	110,90	98,09	12,81	0,32	1,05
Сшитый полиэтилен	129,10	90,40	38,70	0,27	0,93
Хлорированный поливинилхлорид	126,42	109,60	16,82	0,43	0,40

Финансовые схемы обеспечения строительства определяют главным образом по показателю единовременных затрат (сметная стоимость). Уровень сметной стоимости оценивают с точки зрения достаточности собственных средств или альтернативных вариантов с привлечением займов. Чем больше объемы затрат первого года, тем с большей вероятностью можно предположить участие заемных средств и в соответствии с этим дополнительное удорожание проекта за счет последующей выплаты процентов.

В случае дробления проекта на два подпроекта — устройство и эксплуатацию — с соответствующим разделением затрат и доходов между строительной и эксплуатирующей организациями принципиально важно и детальное определение единовременных и текущих затрат. Для предотвращения возможного конфликта между общей целью проекта (минимизация приведенных затрат) и локальными целями подпроектов (в первую очередь минимизация сметной стоимости без учета дальнейших затрат на эксплуатацию сети) разрабатывают стимулирующие мероприятия для производителей работ, позволяющие в случае обеспечения экономии эксплуатационных затрат получить в том или ином виде часть дохода.

Размер единовременных затрат рассчитывают по формуле (8.3) с учетом значений коэффициентов:

- $K_{oi} = 1,02$ — усредненное значение при отсутствии более точных данных коэффициента, учитывающего отходы труб при монтаже систем;
- $K_{зci} = 1,02$ — усредненное значение при отсутствии более точных данных коэффициента, учитывающего заготовительно-складские расходы на трубы, используемые при монтаже;

- H_i — накладные расходы строительных организаций на производство строительно-монтажных работ при устройстве системы определяют с применением новых нормативов в процентах от фонда оплаты труда; для сантехнических работ по прокладке внутренних инженерных сетей $H_i = 128 \%$, накладные расходы представляют для каждого конкурирующего варианта (табл. 8.14);
- $K_{\text{пнi}} = 1,06$ — усредненное значение при отсутствии более точных данных коэффициента, учитывающего плановые накопления строительных организаций при устройстве систем;
- $K_{\text{смi}}$ — коэффициент, учитывающий переход от сметной стоимости к полной стоимости устройства систем; как правило, колеблется в диапазоне от 1,13 до 1,30. Для данного расчета взято среднее значение — 1,20.

Таблица 8.14
Определение накладных расходов при устройстве этажестояков
(при нормативных расходах 128 %)

Материал трубы	Фонд оплаты труда, р.	Накладные расходы, р.
Канализация		
Чугун	480,66	615,24
Полипропилен	389,26	498,25
Непластифицированный поливинилхлорид	450,75	576,96
Полиэтилен низкого давления	389,26	498,25
Полиэтилен высокого давления	389,26	498,25
Водоснабжение		
Сталь	109,60	140,28
Непластифицированный поливинилхлорид	109,60	140,28
Полипропилен	82,20	105,21
Металлополимер	98,09	125,55
Сшитый полиэтилен	90,40	115,71
Хлорированный поливинилхлорид	109,60	140,28

Расчеты, проведенные на основе результатов, рассмотренных ранее, для систем водоснабжения и канализации, представлены в табл. 8.15.

Таблица 8.15
Единовременные затраты на устройство канализационных
и водопроводных этажестояков

Материал трубы	Стоимость	
	Сметная, р.	Полная, р./%
Канализация		
Чугун	7 286,52	8 743,83/100,0
Полипропилен	3 439,40	4 127,28/47,0

Окончание табл. 8.15

Материал трубы	Стоимость	
	Сметная, р.	Полная, р./%
Непластифицированный поливинилхлорид	2 921,27	3 505,52/40,0
Полиэтилен низкого давления	3 329,22	3 995,07/45,7
Полиэтилен высокого давления	3 331,05	3 997,26/45,7
Водоснабжение		
Сталь	387,45	464,94/100
Непластифицированный поливинилхлорид	339,93	407,92/88
Полипропилен	370,49	444,58/95
Металлополимер	664,64	797,57/170
Сшитый полиэтилен	383,25	459,90/95
Хлорированный поливинилхлорид	339,23	407,08/88

Затраты на эксплуатацию внутренних инженерных сетей должны учитывать комплекс расходов на текущие и капитальные ремонты, техническое обслуживание, восстановление изношенных элементов при последующей эксплуатации, приведенных к моменту ввода в действие.

Текущие ремонты заключаются в систематически и своевременно проводимых работах по предохранению систем от преждевременного износа и устранению мелких повреждений, неисправностей, а также регулированию системы. Текущий ремонт системы внутренней канализации включает в себя ремонт или замену поврежденных санитарных приборов, устранение утечек, промывку канализационных трубопроводов от отложений, устранение течей из труб и шума, возникающего при работе системы, устранение конденсата на поверхности труб, утепление труб в местах их возможного замерзания. В текущий ремонт системы водоснабжения входят ремонт теплоизоляции трубопроводов, ремонт циркуляционных насосов и т. п.

Капитальный ремонт канализационной системы включает в себя замену санитарных приборов, частичную перекладку трубопроводов на участках, наиболее подверженных засорению, промывку трубопроводов от отложений или механическую прочистку их с последующей промывкой. Капитальный ремонт системы водоснабжения состоит из демонтажа эксплуатируемой системы и монтажа новых водонагревателей, насосов, трубопроводов и арматуры.

Затраты на замену систем водоснабжения и канализации складываются из затрат по демонтажу изношенных труб, стоимости новых труб и затрат на проведение работ по их укладке.

В состав ремонта и восстановления трубопровода входит испытание систем внутреннего водоснабжения и канализации после производства реконструкционных работ.

Расходы на систему ремонтов соответствуют нормативным циклам эксплуатации внутреннего водоснабжения и канализации, при этом аккумуляция средств осуществляется через ежегодные амортизационные отчисления (табл. 8.16).

Таблица 8.16

Сроки службы, периодичность ремонтов, доля ежегодных отчислений на ремонты и восстановление

Материал трубы	Периодичность капитальных ремонтов, лет	Сроки службы t_{ϕ} , лет	Ежегодные отчисления, % (доля от сметы)			
			$P_{тр}$	$P_{кр}$	P_v	Всего
Канализация						
Чугун	10	40	1,00	0,70	4,00	4,80
Непластифицированный поливинилхлорид	20	50	0,50	0,40	2,50	3,40
Полипропилен	20	50	0,40	0,30	2,00	2,70
Полиэтилен низкого давления	20	50	0,60	0,40	3,00	4,00
Полиэтилен высокого давления	15	40	0,70	0,50	3,20	4,40
Водоснабжение						
Сталь	5—10	10—20	0,50	0,40	3,00	3,90
Непластифицированный поливинилхлорид	5—10	25—50	0,15	0,10	1,05	1,30
Полипропилен	10—15	25—50	0,20	0,10	1,10	1,40
Металлополимер	5—10	25—50	0,20	0,10	1,10	1,40
Сшитый полиэтилен	10—15	25—50	0,20	0,10	1,10	1,40
Хлорированный поливинилхлорид	5—10	50	0,25	0,20	1,50	1,60

Затраты на техническое обслуживание систем определяют расходами на оплату труда обслуживающего персонала. Техническое обслуживание внутренних инженерных сетей осуществляют слесари-сантехники в соответствии с нормами обслуживания жилищного фонда с коэффициентом 0,5 (распоряжение Правительства Москвы от 4.10.2007 г. № 2199-РП) с оплатой, соответствующей тарифной сетке.

В текущее обслуживание системы канализации входят периодические осмотры системы и осмотры после стихийных бедствий и аварий, устранение засоров и течи, ремонт и смена арматуры и т. д. Система оплаты не предусматривает различия в оплате обслуживающего персонала в зависимости от типа труб, поэтому расходы на техническое обслуживание системы являются одинаковыми независимо от ее конструктивного решения.

Основными задачами технического обслуживания системы водоснабжения являются наблюдение за системами (трубопроводами, арматурой, насосными установками и т. д.) и устранение неполадок, вызывающих перебои в подаче воды потребителям; контроль потребления воды и давления на вводах и в системах, позволяющих выявить, а затем устранить потери воды; предотвращение замерзания воды в трубопроводах и образования конденсата; борьба с шумом, возникающим при работе систем.

Согласно нормам обслуживания, на одного слесаря-сантехника должно приходиться 250 санузлов независимо от срока эксплуатации, в пересчете на расчетное количество санитарно-технических приборов и с учетом общественного назначения здания. Фонд оплаты труда составляет 2,5 % средней тарифной ставки слесаря-сантехника 4-го разряда (18 300 р. ежемесячно или 219 600 р. в год).

Эксплуатационные затраты определяют с использованием повышающего коэффициента, равного 1,05, с помощью которого учитывают расходы на содержание аварийных служб, административно-управленческого аппарата, технику безопасности, охрану окружающей среды и др. (табл. 8.17).

Таблица 8.17
Эксплуатационные затраты на содержание систем

Материал трубы	Ежегодные затраты, р.				
	Техническое обслуживание	Ремонт		Восстановление	Всего
		текущий	капитальный		
Канализация					
Чугун	5,50	72,87	51,01	291,46	441,87
Полипропилен	5,50	17,20	13,76	85,99	128,56
Непластифицированный поливинилхлорид	5,50	11,69	8,76	58,43	88,59
Полиэтилен низкого давления	5,50	19,98	13,32	99,88	145,60
Полиэтилен высокого давления	5,50	23,32	16,66	106,59	159,66
Водоснабжение					
Сталь	2,25	19,37	15,49	116,23	161,01
Непластифицированный поливинилхлорид	2,25	5,97	3,39	35,69	48,76
Полипропилен	2,25	7,40	3,70	40,75	56,81
Металлополимер	2,25	13,29	6,64	73,11	100,05
Сшитый полиэтилен	2,25	7,66	3,83	42,15	58,69
Хлорированный поливинилхлорид	2,25	8,48	6,78	50,88	71,82

Результаты расчета эксплуатационных затрат на внутреннее водоснабжение представлены на рис. 8.3. Здесь не учтены расходы на электроэнергию для преодоления потерь напора в системе горячего и холодного водоснабжения, что обусловлено отсутствием достоверных данных, связанных с условиями эксплуатации конкретного водопровода в здании, а также высокой степенью неопределенности в прогнозных ценах на энергоноситель. Однако, учитывая, что потери напора связаны с явлениями коррозионного отложения или обрастания внутренних поверхностей трубопроводов, можно утверждать, что в полимерных трубах по сравнению со стальными эта потеря (а следовательно, и затраты на электроэнергию) будет существенно ниже, особенно в отдаленный период эксплуатации.

Приведение эксплуатационных затрат за весь расчетный период t (40 или 50 лет) к единому моменту времени (началу эксплуатации) осуществляют с учетом множителя дисконтирования, приведенного в табл. 8.18, по формуле

$$\Pi_0 = \sum_{i=1}^t \frac{\Pi_i}{(1 + E_{\text{нп}})^{t_i}}, \quad (8.18)$$

где P_i — эксплуатационные затраты на содержание системы канализации за i -й год, р.;

$E_{\text{нп}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; принимают равным 0,12 (нижний предел эффективности капитальных вложений в основные производственные фонды);

t_i — время от начала эксплуатации до i -го года расчетного периода, лет.

Наибольшие эксплуатационные затраты приходятся на первые годы эксплуатации (после введения в действие) внутренней трубопроводной системы (рис. 8.4).

Интегральные результаты эксплуатационных затрат, которые приводят к моменту ввода в действие систем водоснабжения и канализации, представлены соответственно в табл. 8.19 и 8.20.

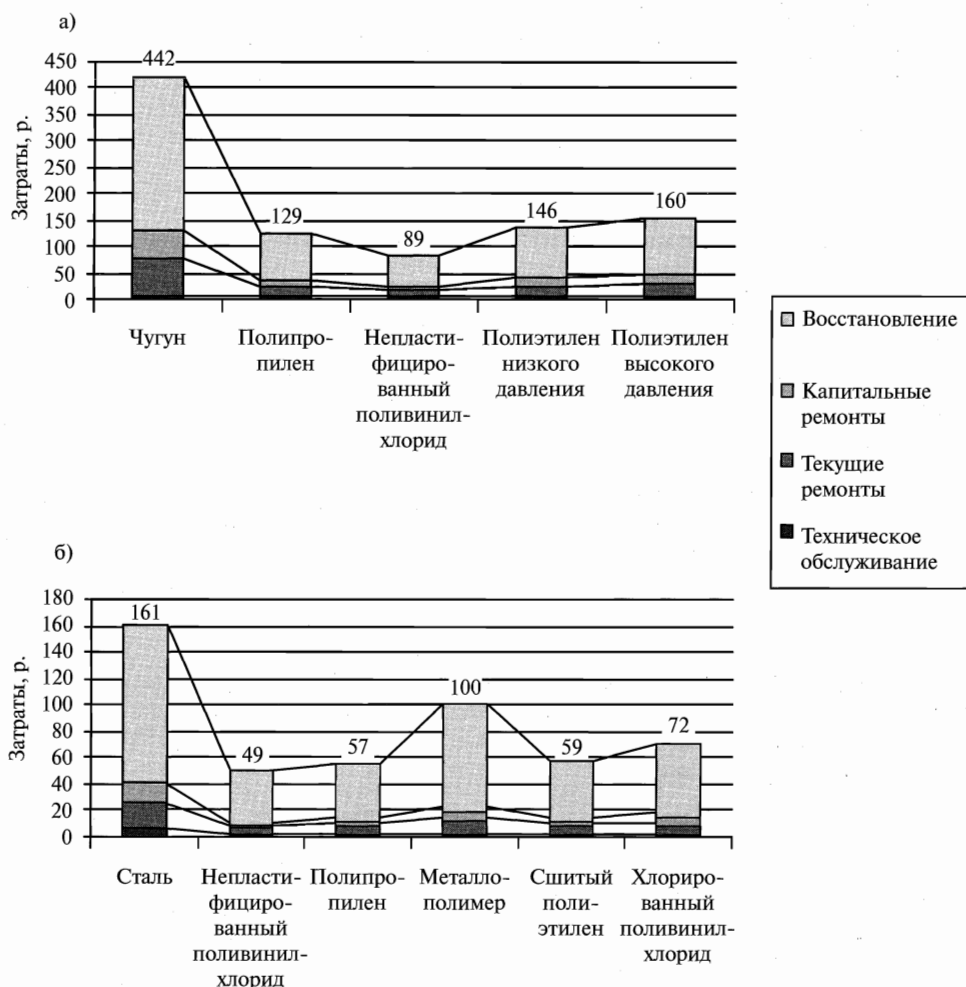


Рис. 8.3. Ежегодные эксплуатационные затраты на содержание: а — канализация; б — водоснабжение

Таблица 8.18
Значения множителя дисконтирования по годам

t_i , лет	$(1 + E_{\text{нп}})^{t_i}$	t_i , лет	$(1 + E_{\text{нп}})^{t_i}$	t_i , лет	$(1 + E_{\text{нп}})^{t_i}$	t_i , лет	$(1 + E_{\text{нп}})^{t_i}$	t_i , лет	$(1 + E_{\text{нп}})^{t_i}$
1	1,120000	11	3,478550	21	10,80385	31	33,55511	41	104,2171
2	1,254400	12	3,895976	22	12,10031	32	37,58173	42	116,7231
3	1,404928	13	4,363493	23	13,55235	33	42,09153	43	130,7299
4	1,573519	14	4,887112	24	15,17863	34	47,14252	44	146,4175
5	1,762342	15	5,473566	25	17,00006	35	52,79962	45	163,9876
6	1,973823	16	6,130394	26	19,04007	36	59,13557	46	183,6661
7	2,210681	17	6,866041	27	21,32488	37	66,23184	47	205,7061
8	2,475963	18	7,689966	28	23,88387	38	74,17966	48	230,3908
9	2,773079	19	8,612762	29	26,74993	39	83,08122	49	258,0377
10	3,105848	20	9,646293	30	29,95992	40	93,05097	50	289,0022

Таблица 8.19
Приведенные затраты на эксплуатацию двух канализационных этажестояков

Материал трубы	Эксплуатационные затраты за расчетный период, р.	
	без учета дисконтирования	с учетом дисконтирования
Чугун	22 093,50	3 716,85
Полипропилен	6 428,00	1 081,40
Непластифицированный поливинилхлорид	4 429,50	745,19
Полиэтилен низкого давления	7 280,00	1 224,74
Полиэтилен высокого давления	7 983,00	1 343,00

Таблица 8.20
Приведенные затраты на эксплуатацию водопроводного этажестояка

Материал трубы	Эксплуатационные затраты за расчетный период, р.	
	без учета дисконтирования	с учетом дисконтирования
Сталь	8 050,5	1 497,56
Непластифицированный поливинилхлорид	2 438,0	453,52
Полипропилен	2 840,5	528,39
Металлополимер	5 002,5	930,57
Сшитый полиэтилен	2 934,5	545,88
Хлорированный поливинилхлорид	3 591,0	668,00

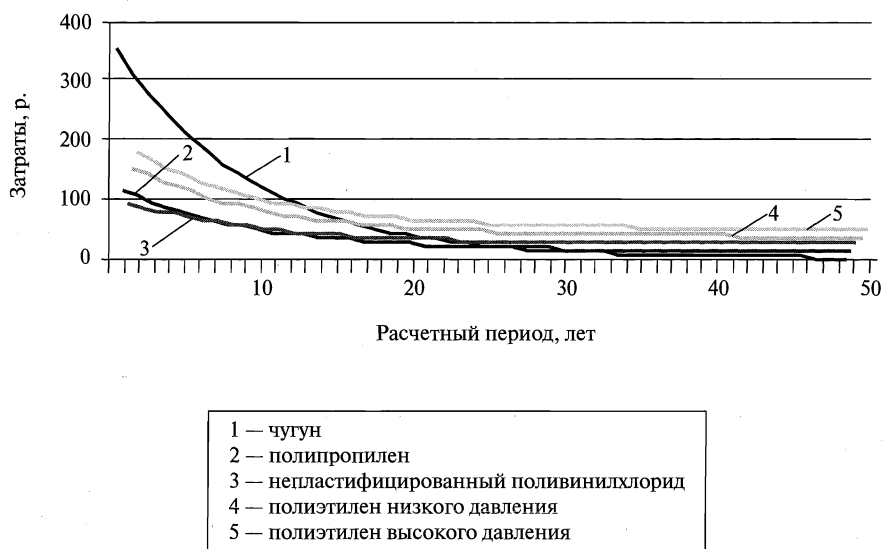


Рис. 8.4. Эксплуатационные затраты на содержание системы канализации по годам расчетного периода

Вариант для реализации выбирают с учетом экономических показателей внутренних систем (табл. 8.21 и 8.22, рис. 8.5 и 8.6).

Таблица 8.21
 Экономические показатели вариантов внутренней канализации (два этажестояка)

Показатель	Материал трубы				
	Чугун	Полипропилен	Непластифицированный поливинилхлорид	Полиэтилен низкого давления	Полиэтилен высокого давления
Срок службы, лет	40	50	50	50	40
Капитальные вложения, р.	8 744	4 127	3 506	3 995	3 997
В том числе, р.:					
• стоимость комплектующих	5 482	2 250	1 650	2 150	2 152
• доставка	37	8	7	9	8
• стоимость работ	517	397	456	397	397
• накладные расходы	615	498	577	498	498
Эксплуатационные затраты (приведенные на момент ввода трубопровода в эксплуатацию), р.	3 717	1 081	745	1 225	1 343
Приведенные затраты, р.	12 461	5 208	4 251	5 220	5 340

Таблица 8.22
Экономические показатели вариантов внутреннего водоснабжения (один этажестояк)

Показатель	Материал трубы					
	Сталь	Непластифицированный поливинилхлорид	Полипропилен	Металлополимер	Сшитый полиэтилен	Хлорированный поливинилхлорид
Срок службы, лет	20	50	50	50	50	50
Капитальные вложения, р.	464,94	407,92	444,58	797,57	459,90	407,08
В том числе, р.: • стоимость комплектующих • доставка • стоимость работ • накладные расходы	96,00 2,82 126,42 140,28	53,25 0,74 126,42 140,28	148,65 0,84 94,82 105,21	390,00 0,57 110,90 125,55	116,18 0,57 129,10 115,71	52,50 0,83 126,42 140,28
Эксплуатационные затраты (приведенные на момент ввода трубопровода в эксплуатацию), р.	1 497,60	453,52	528,39	930,57	545,88	668,00
Приведенные затраты, р.	1 962,50	861,40	973,00	1 728,10	1 005,80	1 075,10

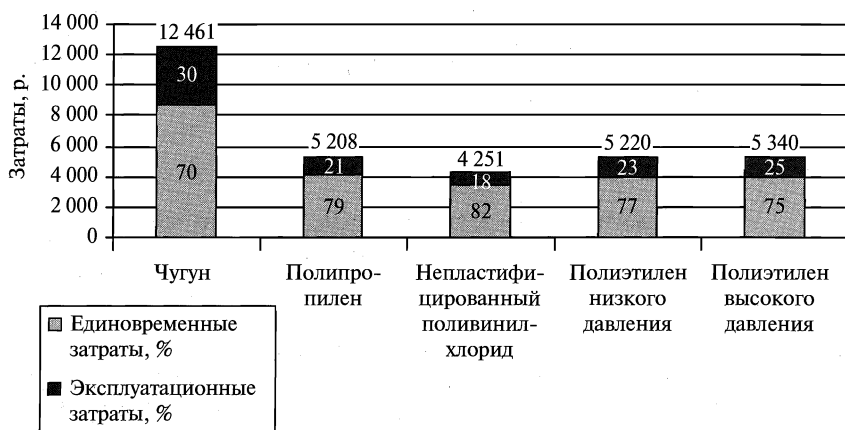


Рис. 8.5. Приведенные затраты на систему канализации

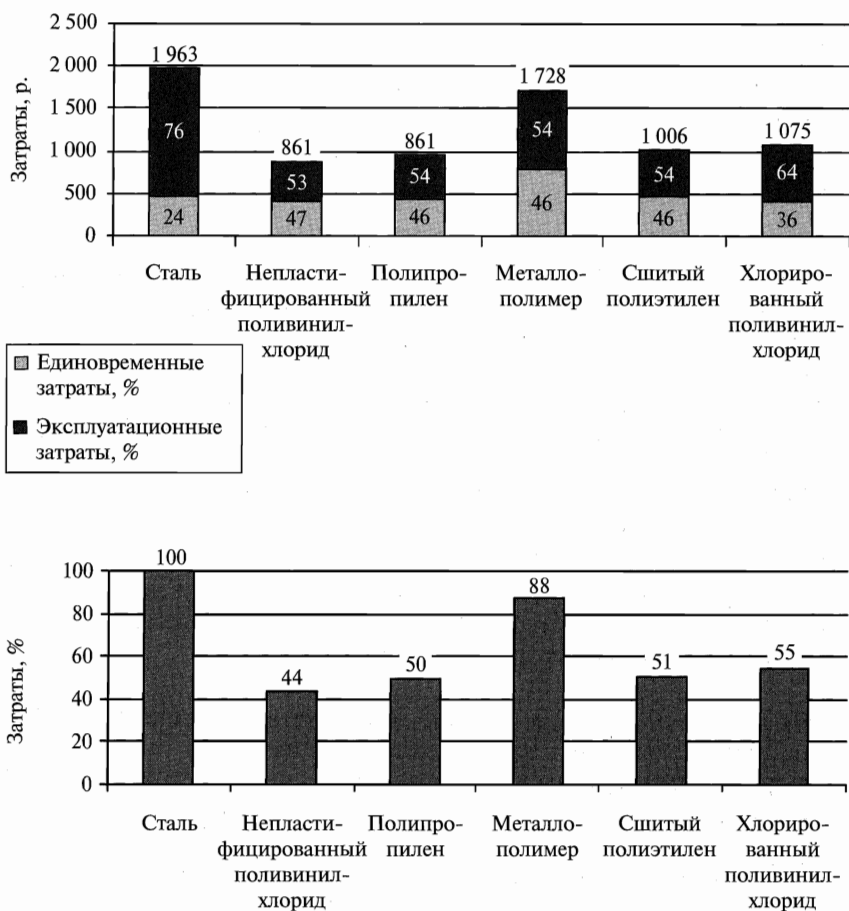


Рис. 8.6. Приведенные затраты на систему водоснабжения

Проведенные расчеты показывают, каким образом следует выбирать наиболее эффективный материал для внутренних санитарно-технических систем общественных зданий высотой не выше 20 этажей, а также спрогнозировать (запланировать) объемы потребления труб из того или иного материала для использования их при оборудовании общественных зданий в масштабах города. Показана возможность минимизации приведенных затрат на устройство и эксплуатацию внутренних санитарно-технических систем указанных зданий за счет использования полимерных трубных изделий, аккумулируя при этом сэкономленные средства для увеличения объемов строительства таких систем.

Глава 9

Системы удаления атмосферных осадков с крыш зданий

Общие положения

Крыши общественных зданий проектируют скатными и плоскими, из материалов с различными сроками службы. При этом долговечность здания в целом во многом зависит от того, насколько имеющаяся на нем кровля защищает здание от воздействия атмосферных осадков.

Атмосферные осадки удаляются с кровель как организованно, так и неорганизованно (естественным путем). Для организованного удаления атмосферных осадков предусматривают наружные [77, 78] или внутренние водосточные системы [57].

Способы удаления атмосферных осадков

Существует несколько способов удаления атмосферных осадков с крыш зданий:

1. Наружная система. Состоит из расположенных снаружи здания лотков, желобов и водосточных стояков, изготовленных из листовой кровельной стали (меди, различных пластиков и др.):

- с открытым выпуском воды на тротуар, в зеленую зону или на проезжую часть улицы, примыкающую непосредственно к зданию;
- с закрытым выпуском воды в подземную сеть городских водостоков [75] или общесплавную сеть канализации — так называемый рижский тип.

2. Внутренняя система. Состоит из расположенных снаружи водосточных воронок и выпусков и внутри — водосточных стояков:

- с открытым выпуском воды на тротуар или в зеленую зону, примыкающую к зданию;
- с закрытым выпуском воды в подземную сеть городских водостоков или в общесплавную сеть канализации.

3. Регулярный сброс вручную либо с использованием средств малой механизации выпадающего снега с крыш на свободные участки прилегающей к зданию территории и последующего его вывоза грузовиками, например, на снегоплавильные станции.

4. Общесплавная система внутренних водостоков. При использовании этой системы водосточные воронки устанавливают на канализационных стояках общесплавной системы водоотведения.

5. Открытый слив дождевых и талых вод с кровель зданий:

- неорганизованный — при сбросе вод по всему периметру крыши, имеющей уклон;
- сосредоточенный — при открытом сбросе воды с помощью выносных лотков;
- ориентированный — при устройстве плоской крыши с нулевым уклоном со сбросом дождевых вод на подветренную сторону.

6. Система удаления атмосферных осадков при помощи их испарения — так называемые бессточные крыши-ванны.

Широкое распространение получили первые три способа. Общесплавные системы внутренних водостоков устраивают либо при общесплавной системе городской канализации, либо при наличии резерва мощности на очистных сооружениях раздельной системы водоотведения, что могло бы дать возможность присоединить водосточные воронки к канализационным стоякам и при раздельной системе. В практике такие условия встречаются крайне редко, поэтому эти системы практически не применяют.

Открытый слив дождевых и талых вод с крыш зданий в связи с повышенными требованиями к благоустройству зданий применяют очень редко. При этом способе происходит наледообразование в зимнее время, а в теплое — смачивание стен зданий стекающими по всему периметру кровли потоками воды, что приводит к преждевременному разрушению строительных конструкций.

Системы ориентированного открытого слива, при которых удаление дождевых вод с плоскости крыши с нулевым уклоном на подветренную сторону должно исключать задувание ветром воды на стены здания, недостаточно проверены.

Крыши-ванны нашли распространение в Канаде и других странах. В России эта система почти не применяется в силу очень жестких требований, предъявляемых к долговечности и водонепроницаемости гидроизоляционных материалов.

Наибольшее распространение имеют системы наружных и внутренних водостоков. Вновь строящиеся здания оборудуют, как правило, внутренними водостоками. Большинство уже существующих имеют наружные водостоки. Практика эксплуатации показала, что в периоды с устойчивыми отрицательными температурами воздуха системы наружных водостоков работают не всегда удовлетворительно. В результате наледообразования у водосточных воронок на кровле образуется подпор талых вод, что приводит к разрушению конструкции крыши, вызывает сырость в зданиях, ухудшает температурно-влажностный режим чердаков и т. д. Для выхода из такой ситуации иногда используют антиобледенительные нагревательные системы, недостатком которых является высокая цена.

Системы наружных водостоков с закрытым выпуском воды в подземную сеть, так называемые системы рижского типа, не применяют в условиях средней полосы России из-за того, что водосточные стояки, проходящие через слои мерзлого грунта для присоединения к закрытым городским сетям, замерзают и тем самым выводят систему водостоков из строя.

Одним из основных недостатков наружных водостоков является их малая долговечность, в несколько раз меньшая, чем у строительных конструкций зданий. Применение для водостоков не только черной, но и оцинкованной листовой стали нельзя считать целесообразным. Теоретически считается, что хорошо изготовленные, правильно навешенные и эксплуатируемые в нормальных условиях трубы из черной листовой стали имеют срок службы 15 лет, а из оцинкованной — 20 лет. Однако фактический срок службы наружных водосточных труб из оцинкованной стали, например, в условиях Москвы сокращается почти в восемь раз и составляет не более семи—восьми лет. В промышленных районах, где в воздухе наблюдаются значительные концентрации хлористых и сернистых соединений, ремонт и смену водосточных труб зачастую требуется производить каждые два—четыре года. На сооружение и ремонт систем наружных водостоков расходуют огромное количество дефицитного тонколистового проката. Так, только в Москве ежегод-

но на ремонт жилого фонда уходит более 500 000 пог. м водосточных труб и 150 000 комплектов соединительных частей, для которых требуются тысячи тонн оцинкованной стали. Использование для устройства наружных водосточных систем полимерных труб, желобов и других изделий позволяет существенным образом изменить ситуацию, поскольку они, как правило, имеют весьма высокую коррозионную устойчивость к химическим загрязнениям атмосферы.

Самым совершенным и надежным способом отвода воды с кровель зданий являются внутренние водостоки. Они отвечают современной архитектурно-строительной тенденции к устройству плоских и пологих кровель. Конструкции водосточных систем, а следовательно, их проектирование и монтаж тесно связаны с конструкцией и архитектурным решением здания. С другой стороны, на решение некоторых конструктивных элементов здания могут оказать влияние способы устройства внутренних водостоков. В связи с этим монтаж такой системы должен быть тесно увязан с решением строительных конструкций и планировочным решением здания в целом, а также прилегающей к нему территории.

Для обеспечения наибольшей надежности работы внутренние водостоки зданий устраивают с одной воронкой на стояке. При этом стояки прокладывают так, чтобы они не ухудшали интерьер здания. Чаще всего их заделывают в специальные штробы.

Наиболее перспективным направлением является применение для устройства внутренних водостоков полимерных тонкостенных труб [76]. Типоразмеры выбирают только на основе априорного знания гидравлических, временных и температурных режимов работы проектируемых систем внутренних водостоков. Временные параметры работы водостоков в различных режимах, в том числе в режиме «отдых», в течение расчетных сроков службы систем при применении металлических труб во внимание не принимаются, поэтому их определяют на основе обработки метеорологической информации для конкретного климатического района. Тепловой режим изучают на внутренних водостоках зданий, аналогичных проектируемым водосточным системам. Гидравлические режимы принимают по имеющимся метеорологическим данным для конкретного климатического района [84].

Атмосферные воды с кровель общественных зданий удаляют также неорганизованным (естественным) способом. Такой способ используют как для плоских, так и для скатных кровель. Обязательное условие при этом устройство достаточно больших свесов карниза, чтобы предохранить стены, углы и цоколи зданий от переувлажнения.

При возведении общественных зданий капиталовложения в неорганизованное (естественное) удаление атмосферных вод минимальны, а на последующую эксплуатацию и ремонт — максимальны. Объясняется это тем, что при дальнейшей эксплуатации зданий происходит интенсивное разрушение их кровли, в особенности при значительных колебаниях температуры наружного воздуха. Переувлажнение стен и цоколей, обмерзание карнизов зданий приводит к существенным ухудшениям эксплуатационных качеств ограждающих конструкций и, как следствие, снижению долговечности здания в целом.

Достаточно эффективными для удаления атмосферных осадков особенно дождевых являются наружные водосточные системы, которые устраивают с использованием водосточных желобов, лотков и труб. К сожалению, наружным водосточным системам в значительной мере свойственны те же недостатки, что и имеющиеся при неорганизованном отводе атмосферных вод. Осенью и весной

вода в водосточных желобах, лотках, воронках и трубах может замерзать. Это непременно будет приводить к ускоренному разрушению отдельных элементов и, следовательно, к необходимости их ремонта либо замены. Отсюда существенные эксплуатационные расходы на содержание наружных водосточных систем. Увеличить время до разрушения элементов наружной водосточной системы при оттепелях и заморозках удастся только за счет дополнительных капитальных вложений — путем увеличения диаметра водосточных труб (до 200—250 мм). Это не всегда приемлемо при строительстве нового общественного здания.

Типы внутренних водостоков

Внутренние водосточные системы изготавливают, как правило, из отдельных водосточных деталей и элементов (рис. 9.1).

Для приема стекающей с кровли атмосферной воды и направления ее в водосточные трубы (стояки) служат водосточные воронки. В водосточных воронках имеются приспособления (решетки) для предохранения внутренних водосточ-

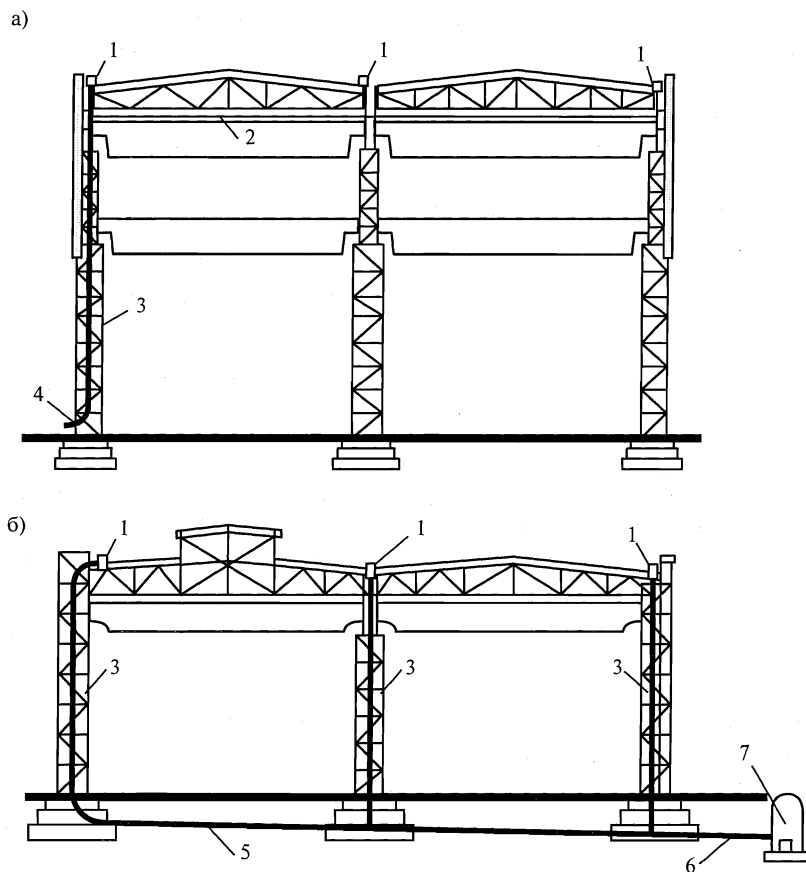


Рис. 9.1. Внутренние водостоки: а — один стояк; б — группа стояков; 1 — водосточная воронка; 2 — подвесной (чердачный) сборный трубопровод; 3 — водосточный стояк; 4, 6 — водосточный выпуск; 5 — подпольный (подвальный) сборный трубопровод; 7 — смотровой водосточный (канализационный) колодец

ных систем от засорения. Водосточные воронки и/или подвесные отводные трубопроводы в некоторых случаях соединяют с использованием водосточных стояков, имеющих водосточные открытые выпуски на отмостку или в лотки у здания (рис. 9.1а). В других случаях водосточными стояками соединяют водосточные воронки и/или подвесные отводные трубопроводы с подпольными отводными трубопроводами и/или водосточными выпусками, переходящими в наружные трубопроводы дождевой или общесплавной канализации через смотровые водосточные (канализационные) колодцы (рис. 9.1б).

Устройство конкретных внутренних водосточных систем во многом определяется назначением и архитектурой здания. Для обеспечения надежной работы системы на стояк ставят по одной воронке. Водосточные стояки монтируют так, чтобы они не ухудшали интерьер здания (заделывают в штробы ограждающих конструкций).

На зданиях с эксплуатируемыми кровлями обычно устанавливают несколько водосточных воронок. Через них кровли, имеющие, как правило, защитные слои из гравия, бетонных или асфальтобетонных плит, дренируются. В этом случае используют водосточные воронки, отличающиеся по конструкции от обычных. Крышки (решетки) в таких воронках являются плоскими, и при установке их заделывают на одном уровне с поверхностью защитного слоя.

Для предварительного расчета требуемого количества водосточных воронок, размещаемых на кровле, используют ориентировочные нормы предельных величин водосборных площадей, допускаемых для одной водосточной воронки (табл. 9.1).

Таблица 9.1
Предельные площади водосбора F , м², для одной водосточной воронки

Тип кровли	Значение площади при q_{20} , л/с • га		
	> 120	120—100	< 100
Скатная	600	800	1 200
Плоская	900	1 200	1 800
Плоская, заполненная водой	750	1 000	1 500

Окончательное решение по количеству водосточных воронок и их размещению на кровлях принимают согласно соответствующим расчетам, учитывающим площадь водосбора для каждой воронки. В п. 20.4 СНиП 2.04.01—85* рекомендуют в ендовах (пониженные части кровли) и на плоских кровлях устанавливать не менее двух водосточных воронок. При этом расстояние между отдельными водосточными воронками не должно превышать 48 м. При соответствующем технико-экономическом обосновании для плоских кровель расстояние между воронками может быть увеличено до 100 м.

Независимо от числа водосточных воронок, присоединенных к одному водосточному стояку, расход атмосферных вод, проходящий по нему, не должен превышать значений, установленных с учетом диаметра водосточного стояка (табл. 9.2).

Таблица 9.2
Предельные расходы дождевых вод для одного водосточного стояка (СНиП 2.04.01—85*)

Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Значение расхода, л/с	10	20	50	80

Особенности проектирования водосточных систем

При разработке проекта внутренней водосточной системы общественного здания учитывают архитектурно-планировочные, конструктивные, технологические и санитарно-технические особенности. Важный вопрос — размещение водосточных воронок. Чем меньше будет воронок и чем дальше они будут расположены одна от другой, тем меньше будет ослабленных мест на кровле, тем меньше потребуется водосточных труб и тем экономичнее будет система. Как указывалось, расстояние между воронками в ендовах скатных кровель не должно превышать 48 м. Максимальная длина пути движения воды к воронке на плоской кровле составляет 150 м. Согласно исследованиям П. В. Лобачева [70], такое расстояние между воронками на скатных кровлях занижено. Увеличение расстояния (около 70 м) будет способствовать как улучшению работоспособности внутренней водосточной системы, так и ее удешевлению. На плоских кровлях расстояние между воронками следует ограничить примерно 40 м, что приведет к снижению скоплений пылевидных осадков на кровле. Иногда для лучшего дренирования плоских кровель и предотвращения скопления на них твердых осадков используют большее количество воронок меньшего диаметра. На большом замкнутом отсеке кровли размещают не менее двух водосточных воронок.

При размещении водосточных воронок на кровле предварительно намечают также трассы будущей сети внутренней водосточной системы. При этом необходимо учитывать требования к установке специального оборудования, особенно нуждающегося в устройстве фундаментов и влияющего на трассировку подземных трубопроводов. Наиболее надежной является система с одной воронкой на водосточном стояке. Системы с подпольными отводными трубами или каналами по своим качествам почти равноценны системам с одной воронкой на стояке, но их устраивают только при наличии наружной дождевой или общесплавной канализации. Открытые выпуски при системах с подпольными трубопроводами предусматривать не допускается. Наименее надежны системы с подвесными трубопроводами. Такие системы проектируют таким образом, чтобы на подвесную линию приходилось минимальное число воронок, а расстояние от подвесной линии до плоскости кровли у водосточной воронки было не менее 10—12 диаметров отводящего патрубка воронки. В некоторых случаях, что подтверждается соответствующими технико-экономическими показателями, на одном и том же здании устраивают как наружные, так и внутренние водосточные системы, использующие одну воронку на водосточном стояке, подпольный отводной трубопровод и подвесной отводной трубопровод.

Внутренние водосточные системы для избежания засорения выпуска испытывают на водонепроницаемость. Для этого весь стояк, включая водосточную воронку, заполняют водой. Стояк, как правило, делают из напорных труб. Выбор материала труб производят в зависимости от назначения здания, его высоты, места расположения трубопроводов и условий их работы. Применять для устройства трубопроводов системы стальные трубы нецелесообразно. При эксплуатации они быстро корродируют, т. к. внутренняя поверхность водостоков находится в условиях попеременного увлажнения и обильной аэрации, а также атмосферные осадки всегда насыщены кислородом и агрессивны по отношению к стали.

Для зданий высотой до шести этажей применяют чугунные канализационные трубы и соединительные детали. В более высоких зданиях можно устраи-

вать стояки и отводящие трубопроводы из чугунных напорных труб с чугунными деталями, в том числе из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ).

Стояки и подпольные трубы устраивают также из напорных асбестоцементных труб, соединяя их при помощи чугунных соединительных деталей и специальных асбестоцементных муфт. Асбестоцементные трубы необходимо защищать от механических повреждений, например от ударов и больших сосредоточенных нагрузок.

Широкое распространение получают трубы из непластифицированного поливинилхлорида, полипропилена и полиэтилена. Для одного и того же наружного диаметра производят трубы с разными толщинами стенок. Поэтому трубопроводы в зданиях различной высоты подбирают по показателю SDR на основании прочностного расчета. При этом учитывают особенности долговременного поведения выбранного полимера, зависящего от напряженного состояния стенок труб в процессе нагружения трубопроводов внутренним давлением и сроком действия этого давления.

Для устройства водосточных выпусков и подпольных отводных трубопроводов кроме указанных выше используют также бетонные, железобетонные и керамические трубы соответствующего диаметра.

Соединительные детали (отводы, тройники, ревизии и пр.), средства крепления (хомуты, опоры, подвески, и пр.), а также и другие вспомогательные материалы применяют те же, что и для других внутренних трубопроводов водоснабжения и водоотведения.

Существенным фактором для создания надежной и эффективной внутренней водосточной системы является правильная подборка отдельных элементов системы. Наибольшее внимание при этом уделяют подбору узлов сопряжения водосточной воронки с покрытием, кровлей и водосточным стояком. Конструктивное решение таких узлов зависит от типа кровли (плоская — скатная, незаливаемая — заливаемая и др.), толщины и материала покрытия, вида труб и их типоразмеров.

Одно из типовых решений сопряжения воронки со скатной кровлей позволяет устанавливать водосточную воронку как на незаливаемых, так и на заливаемых слоем воды кровлях. Относительно высокий бортик прижимного фланца служит для удержания защитного (так называемого броневого) слоя кровли (для кровель без защитного покрытия прижимной фланец выполняют без бортика). Достоинством такой воронки является то, что кровельный ковер плотно зажимается между двумя плоскими фланцами. Это предохраняет его от изломов и складок (рис. 9.2).

Другое типовое решение позволяет водонепроницаемо сопрягать водосточную воронку с совмещенным покрытием, состоящим из нижнего слоя жесткого бетона или керамзитобетона и легкого утепляющего слоя (например, из минеральной ваты) (рис. 9.3).

Водосточная воронка состоит из корпуса со сливным патрубком условным проходом 80 мм, приемной решетки с прижимным кольцом с патрубком и колпака. Приемная решетка выполнена как одно целое с прижимным фланцем и приемным патрубком, что способствует лучшей передаче теплоты от стояка к периферийным частям воронки. Колпак крепят к решетке тремя небольшими болтами со шплинтами (без гаек). Решетку прижимают к фланцу сливного патрубка также болтами, что создает водонепроницаемое соединение с кровель-

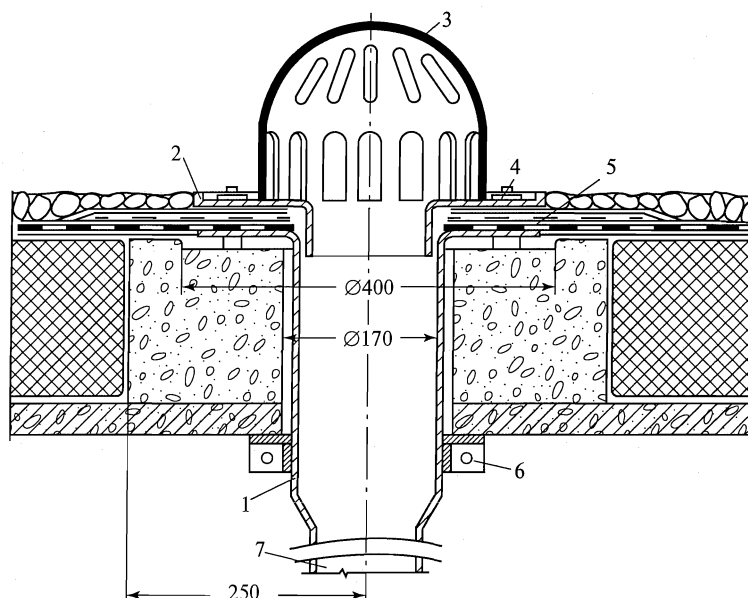


Рис. 9.2. Расположение универсальной водосточной воронки на плоской кровле: 1 — сливной патрубок с фланцем; 2 — прижимной фланец; 3 — приемный купол; 4 — стяжной болт; 5 — кровельный ковер из дегтевых материалов; 6 — хомут; 7 — водосточный стояк

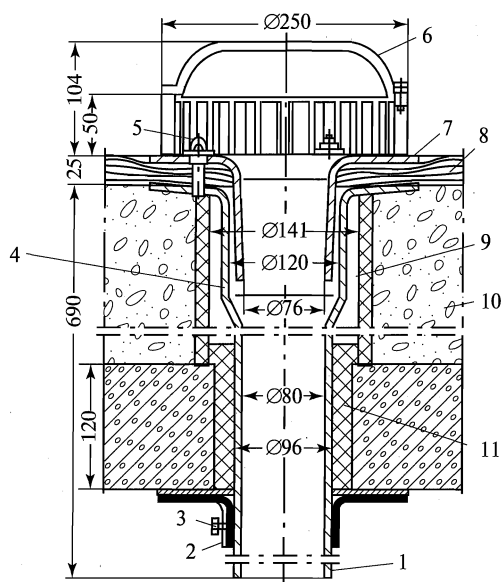


Рис. 9.3. Водонепроницаемое сопряжение водосточной воронки с совмещенным покрытием: 1 — сливной патрубок; 2 — стопор — фланец с патрубком; 3 — болт; 4 — корпус воронки; 5 — шпилька; 6 — приемная решетка с отверстиями; 7 — прижимной фланец с патрубком; 8 — гидроизоляционный ковер; 9 — футляр из асбестоцементной трубы; 10 — перекрытие; 11 — сальниковый компенсатор

ным ковром. Для защиты от коррозии резьбового соединения используют глухие гайки на прокладках из жесткой резины. При установке на крышах с чердаками фланец должен опираться на прочный слой железобетона. На совмещенных покрытиях с эффективными утеплителями воронку устанавливают с дополнительным патрубком из асбестоцементной трубы условным проходом 150 мм, на который опирается фланец сливного патрубка. Водосточные воронки любой конструкции сопрягают со стояком на соединении, способном компенсировать линейные перемещения воронки относительно стояка (вдоль его оси). Для компенсации возможных температурных деформаций ниже сливного патрубка водосточной воронки устанавливают стандартные или специальные компенсационные патрубки. Наиболее простым способом компенсации является применение компенсирующих раструбов и муфт, которые монтируют непосредственно за патрубком воронки.

Важно правильно подбирать узлы прохода открытых водосточных выпусков через стены зданий. Для того чтобы в них не происходило промерзание труб, узлы оснащают тепловой изоляцией (рис. 9.4).

Для обеспечения возможности поступления зимой теплого воздуха в систему с открытыми водосточными выпусками в их водосточные стояки включают специальные устройства, которые монтируют в местах максимальных тепловыделений или располагают возле них специальные нагреватели (рис. 9.5). При этом, как правило, устраивают два выпуска: собственно выпуск и резервный выпуск, на случай засорения первого. Второй выпуск в целях предотвращения перетока холодного воздуха перекрывают резиновым клапаном (хлопушкой).

Водосточные стояки прокладывают как открыто, так и скрыто в бороздах стен, в коробах, шахтах и т. п. При скрытой прокладке предусматривают небольшие двери у ревизии на стояках. Водосточные стояки во избежание конденсации влаги не допускается замоноличивать в блоки или стеновые панели.

Водосточные стояки целесообразнее всего размещать в лестничных клетках, коридорах и других подсобных помещениях. Их не прокладывают над оборудо-

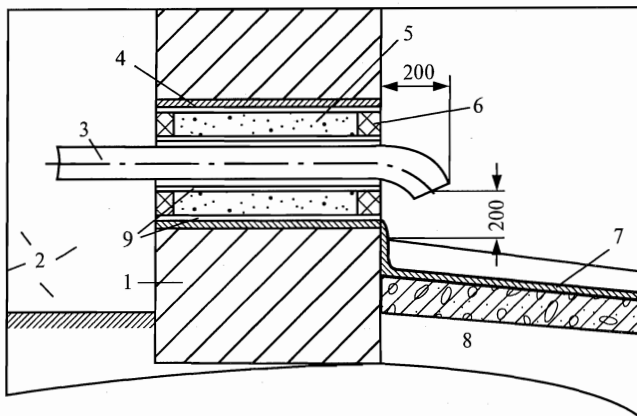


Рис. 9.4. Узел прохода открытого водосточного выпуска через стену: 1 — капитальная стена здания; 2 — подвал; 3 — стальной (чугунный) водосточный выпуск диаметром 100 мм; 4 — асбестоцементная гильза диаметром 250 мм; 5 — тепловая изоляция; 6 — штукатурка; 7 — отмостка; 8 — подземное пространство; 9 — гидроизоляция



Рис. 9.5. Узел поступления теплого воздуха во внутреннюю водосточную систему: а — разрез; б — вид А; в — вид Б; 1 — водосточный стояк; 2 — ревизия; 3 — колено для забора теплого воздуха; 4 — воронка; 5 — узел перехода водосточного стояка в горизонтальный отводной трубопровод; 6 — упор; 7 — водосточный гидрозатвор; 8 — захлопка из листовой резины; 9 — аварийный выпуск; 10 — рабочий открытый выпуск

ванием и продукцией, на которые не допускается попадание влаги. Подвесные трубопроводы располагают, как правило, на чердаках.

Минимальные уклоны отводных трубопроводов определяют гидравлическим расчетом и принимают ориентировочно не менее $1/D_v$ (D_v — внутренний диаметр, мм).

Наименьшую глубину заложения подпольных трубопроводов принимают из условия предохранения труб от механических повреждений (определяют прочностными расчетами). Трубопроводы допускается прокладывать на глубине не менее 0,1 м от пола до верха трубы.

Максимальная длина выпусков (от стояка до оси смотрового колодца) для труб диаметром 75—100 мм составляет 15 м, а диаметром 150 мм и более — 20 м. Выпуски присоединяют к наружным сетям дождевой или общесплавной канализации как без перепада, так и с перепадом в смотровом колодце.

Для прочистки элементов сети внутренних водостоков предусматривают установку ревизий, прочисток и смотровых колодцев. Ревизии на стояках устанавливают при отсутствии отступов на нижнем этаже, при наличии отступов — над ними (кроме отступов непосредственно под воронкой). Максимальное расстояние между ревизиями на прямолинейных участках подвесных трубопроводов для труб диаметром 75—150 мм составляет 20 м, диаметром 200 мм и выше — 25 м. На подпольных трубопроводах ревизии или прочистки предусматривают в местах изменения направления более чем на 15° и на прямых участках на расстоянии не более 30 м друг от друга. При устройстве ревизий на подпольных отводных трубопроводах их размещают для удобства обслуживания в ревизионных колодцах.

Воронки, расположенные по разным сторонам деформационных швов (температурных, осадочных и др.), присоединяют к одному стояку или к общему подвесному трубопроводу с применением компенсирующих стыков, которые обеспечивают гибкость соединений (например, устройством вставок и резино-вых шлангов соответствующего диаметра).

Подвеска, крепление и соединение трубопроводов систем внутренних водостоков производится аналогично креплению трубопроводов внутреннего водоснабжения и канализации.

Расчет расходов атмосферных осадков

Расчетными расходами стоков (дождевой и талой воды) для водосточных воронок (внутренней водосточной системы) являются объемы атмосферных осадков в виде выпадающих на кровлю дождей. В качестве основной характеристики считают интенсивность выпадения дождей q , мм/мин, — отношение количества к продолжительности. При расчетах систем удаления атмосферных осадков интенсивность дождей выражают в единицах расхода с единицы площади 1 га, л/с • га (1 мм/мин = 166,7 л/с • га).

Интенсивность выпадающего дождя непрерывно изменяется, причем период, для которого вычислена интенсивность, обратно пропорционален ее значению. Для расчетов внутренней водосточной системы используют средние интенсивности q_{20} и q_5 за расчетные периоды в 20 мин и в 5 мин соответственно. Для одной и той же местности выпадающие осадки отличаются значительным разбросом как по продолжительности, так и по количеству и, значит, по интенсивности. Для оценки интенсивности дождя в данной местности принимают вероятность их выпадения, т. е. период превышения расчетной интенсивности p , лет, или частотой превышения $m = 1/p$. При расчетах пользуются эмпирическими выражениями, связывающими интенсивность дождей q с их продолжительностями t и параметрами, характеризующими вероятность и климатические условия местности:

$$q = \frac{A}{t^n}; \quad (9.1)$$

$$q = \frac{a}{b + t}; \quad (9.2)$$

$$q = \frac{B}{(C + t)m}, \quad (9.3)$$

где A, n, a, b, B, C, m — параметры, характеризующие вероятность и климатические условия местности; могут приниматься по справочникам;

t — продолжительность, мин.

Интенсивность A , которая соотносится с периодом однократного превышения p , лет; определяют по формуле

$$A = A'(1 - Clgp). \quad (9.4)$$

Параметры n, C принимают по рис. 9.6 и 9.7.

В общих случаях для технических расчетов применяют обобщенные формулы, выведенные на основе анализа данных опорных пунктов наблюдений за выпадающими дождями. Например, интенсивность дождей для ленинградского климатического района q , л/с • га, определяют по формуле

$$q = \frac{A}{t^n} = \frac{20^n q_{20}(1 + Clgp)}{t^n}, \quad (9.5)$$

где q_{20} — интенсивность 20-минутного дождя (при p , равном одному году), л/с • га; определяют по рис. 9.8.

Для территорий, на которых закономерности выпадения осадков полностью не изучены, а также для большей части зарубежных районов величину q_{20} определяют с приемлемой точностью по формуле

$$q_{20} = 0,071 H d_{\text{в}}^{0,5}, \quad (9.6)$$

где H — среднее годовое количество атмосферных осадков, мм;

$d_{\text{в}}$ — дефицит влажности, мм.

Дефицит влажности $d_{\text{в}}$, мм, определяют как среднюю взвешенную величину по месячным количествам жидких атмосферных осадков по формуле

$$d_{\text{в}} = \frac{\sum h d}{\sum h}, \quad (9.7)$$

где h — среднемесячное количество осадков по месяцам, мм;

d — среднемесячный дефицит влажности, мм рт. ст.; определяют по формуле

$$d = E_{\text{н}} - E_{\text{ф}}, \quad (9.8)$$

где $E_{\text{н}}$ — упругость водяного пара, соответствующая полному насыщению воздуха при искомой температуре, мм рт. ст.;

$E_{\text{ф}}$ — упругость водяного пара, находящегося в воздухе (абсолютная влажность), мм рт. ст.

Значения упругости водяных паров получают по таблицам физических величин в зависимости от среднемесячной температуры воздуха, а абсолютной влажности — по данным метеостанций различных территорий России либо по СНиП 23-01-99* «Строительная климатология».

В тех случаях, когда имеются данные о среднемесячной относительной влажности C_1 , %, средний месячный дефицит влажности d , мм рт. ст., определяют по формуле

$$d = (1 - 0,01 C_1) E_{\text{н}}, \quad (9.9)$$

где $C_1 = 100 E_{\text{ф}} / E_{\text{н}}$.

Для уточнения значений среднего месячного дефицита влажности, полученных по формулам (9.4) или (9.6), добавляют поправку Δd , мм рт. ст., вычисляемую по формуле

$$\Delta d = 0,09 \Delta T^2 \frac{d^2 E_{\text{н}}}{dt_0^2}, \quad (9.10)$$

где ΔT — разность между максимумом температуры по суточным наблюдениям и средней месячной температурой, °C;

$d^2 E_{\text{н}} / dt_0^2$ — вторая производная упругости пара по среднемесячной температуре.

Уточненное значение среднего месячного дефицита влажности d_1 , мм рт. ст., находят по формуле

$$d_1 = d + \Delta d. \quad (9.11)$$

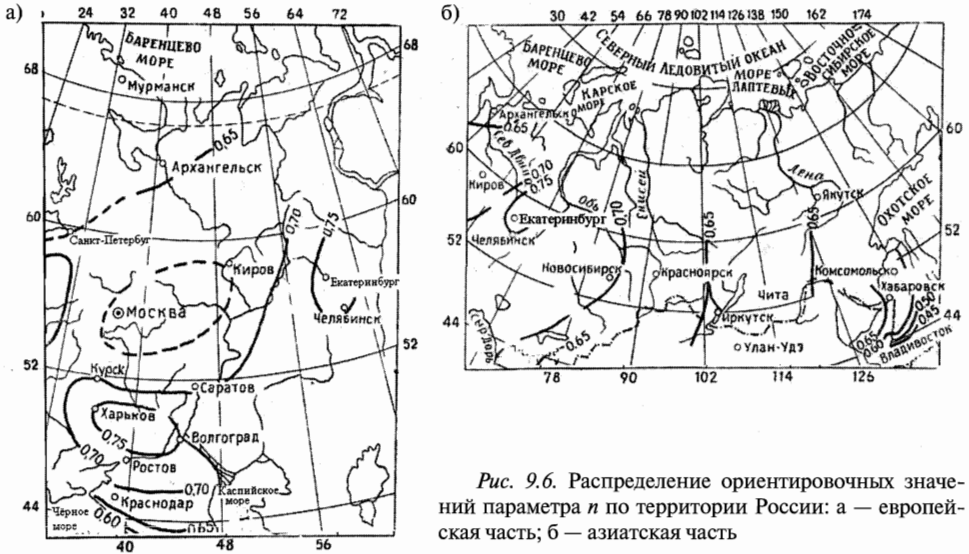


Рис. 9.6. Распределение ориентировочных значений параметра n по территории России: а — европейская часть; б — азиатская часть

Рис. 9.7. Распределение ориентировочных значений параметра C по территории России

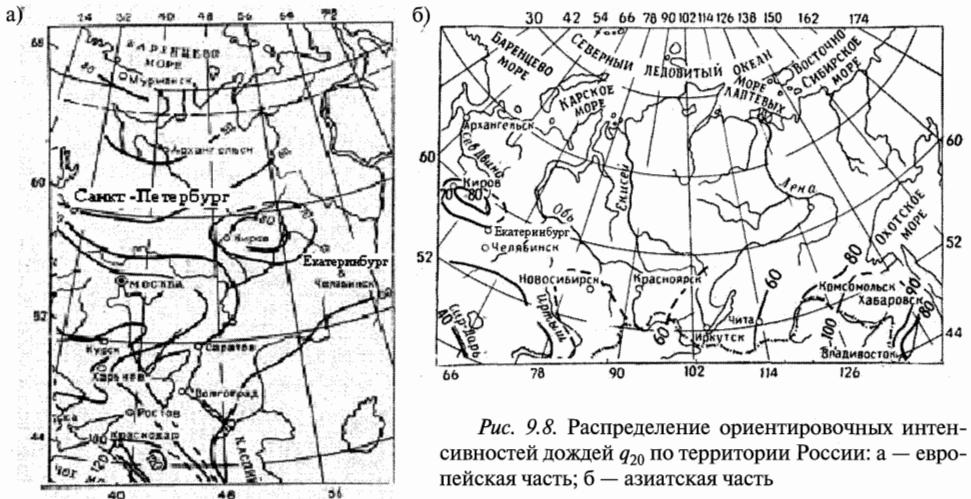


Рис. 9.8. Распределение ориентировочных интенсивностей дождей q_{20} по территории России: а — европейская часть; б — азиатская часть

Для расчета системы кроме значений интенсивности дождей q_{20} необходимо определять значения интенсивности дождей, соответствующих продолжительности 5 мин q_5 , л/с · га (табл. 9.3), вычисляемые по формуле

$$q_5 = 4^n q_{20}. \quad (9.12)$$

Таблица 9.3

Интенсивность дождей q_5 , л/с · га, соответствующих продолжительности 5 мин

Интенсивность q_{20}	Значение интенсивности при n						
	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
40	75	80	86	92	98	106	113
45	84	90	96	103	110	118	128
50	93	100	107	115	123	133	142
55	106	110	117	126	135	146	156
60	112	120	128	138	148	159	170
65	122	130	139	148	160	172	184
70	131	140	150	161	172	186	198
75	140	150	160	172	184	199	212
80	149	160	171	184	197	212	226
85	158	170	182	195	209	225	240
90	168	180	193	207	221	239	255
95	177	190	204	218	233	252	269
100	187	200	214	230	246	265	283
105	196	210	224	241	258	278	297
110	206	220	235	253	271	292	311
115	215	230	246	264	283	305	325
120	224	240	257	276	295	318	340
125	233	250	267	287	307	331	354
130	243	260	278	299	320	345	368
135	252	270	289	310	332	358	382
140	262	280	300	322	344	371	396
145	271	290	310	333	356	384	410
150	280	300	321	345	369	398	425
155	289	310	331	356	381	411	439
160	299	320	342	368	394	424	453
165	308	330	353	378	406	437	467
170	317	340	364	391	418	451	481
175	326	350	374	403	430	464	495
180	336	360	385	415	443	477	509
185	345	370	396	426	455	490	523
190	354	380	407	437	467	504	538
195	363	390	417	448	478	517	552
200	373	400	428	460	492	530	566

Значения q_{20} , приведенные на рис. 9.8 или вычисляемые по формулам (9.6)—(9.11), относятся к периоду однократного превышения, равному одному году ($p = 1$). Между тем значения величин q_{20} (или q_5) в зависимости от принятого периода однократного превышения могут существенно изменяться. Так, значение расчетной интенсивности при $p = 10$ превышает в 1,8—2,2 раза, а при $p = 50$ в 2,5—3,2 раза значение интенсивности, вычисленной для $p = 1$ (табл. 9.4).

Таблица 9.4
Значения величин $(1 + C \lg p)$

p	0,70	0,85	0,90	1,00	1,20	1,30	1,50
0,5	0,79	0,75	0,73	0,70	0,64	0,61	0,55
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	1,12	1,15	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26
2	1,21	1,26	1,27	1,30	1,36	1,39	1,45
3	1,33	1,40	1,43	1,48	1,57	1,62	1,72
5	1,49	1,60	1,63	1,70	1,84	1,91	2,05
10	1,70	1,85	1,90	2,00	2,20	2,30	2,50
15	1,82	2,00	2,06	2,18	2,41	2,53	2,76
20	1,91	2,10	2,17	2,30	2,56	2,69	2,95
30	2,03	2,25	2,33	2,48	2,77	2,92	3,21
40	2,12	2,36	2,44	2,60	2,92	3,08	3,40
50	2,19	2,44	2,53	2,70	3,04	3,21	3,55

Период однократного превышения при расчете систем удаления атмосферных осадков с общественных зданий должен обязательно учитывать рельеф и аккумулялирующую способность конструкций их крыши.

Временные режимы работы внутренних водостоков

Выбор типоразмеров металлических труб осуществляют без учета временных параметров работы системы водостоков в том или ином гидравлическом режиме, т. к. прочностные характеристики металлов при обычных для этих систем температурах с небольшой погрешностью можно считать физическими константами. Напротив, прочность трубной конструкции из термопластов определяется длительностью и характером ее нагружения. Без учета этого фактора нельзя гарантировать долговечность работы внутренней водосточной системы.

При определении временных параметров в продолжительности ливневой части дождей учитывают только интенсивность, соответствующую возникновению в водостоках напорного режима независимо от диаметра трубопроводов.

Для определения расчетных расходов существуют формулы, включающие показатели интенсивности выпадения дождей. Понятно, что ни одна из них не позволяет точно рассчитать частоту выпадения осадков, их продолжительность и интенсивность. Эти показатели необходимо учитывать при анализе временных параметров работы водостоков из полимерных труб. Выбор критической продолжительности является очень существенным моментом, поскольку завышение ее исключает из рассмотрения очень интенсивные, но короткие ливни, при

которых возможен напорный режим работы внутренних водостоков. При этом наиболее обоснованной будет являться критическая продолжительность дождя, равная 5 мин, т. к. время поверхностной концентрации стоков для внутренних водостоков не превышает 0,25—1,00 мин. Также в наибольшей степени условиям стока с покрытий незначительных площадей, которые обычно принимают при проектировании водостоков зданий, будет соответствовать время протекания порядка 5 мин. Известно, что для наиболее распространенных в зданиях схем водостоков с отводящими трубопроводами незначительной протяженности при скоростях движения атмосферных вод 2—3 мм/с (эти скорости считают минимальными) даже в общественных зданиях высотой 50 м время протекания по сети не превышает 0,5 мин.

Данные по продолжительности дождей различной интенсивности для Москвы приведены в табл. 9.5, средние суммарные продолжительности ливней для одного года и 50 лет отмечены на рис. 9.9.

Таблица 9.5

Годовые продолжительности дождей различной интенсивности
и их обеспеченность для московского климатического района

Значение годовой продолжительности, мин, с интенсивностью i , мм/мин, не менее													Обеспеченность P , %
0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	
225	109	71	35	24	20	18	14	14	14	12	6	6	2,0
203	91	43	32	23	17	15	12	10	6	6	6	6	5,7
208	86	44	29	21	17	12	10	6	4	3	3	2	9,1
191	73	41	27	18	15	10	7	5	3	3	2	1	12,6
173	70	40	26	18	13	10	5	4	3	3	2	—	15,9
172	69	35	25	15	13	6	5	4	3	2	2	—	19,3
162	69	34	24	14	12	6	4	4	3	2	1	—	22,8
153	68	33	23	14	10	5	4	4	2	2	1	—	26,2
144	60	33	21	13	10	4	4	3	2	2	1	—	29,6
143	60	33	18	13	10	4	3	2	1	1	1	—	33,0
143	59	30	17	11	8	4	3	2	1	1	—	—	38,4
142	57	30	16	10	8	4	3	1	1	1	—	—	39,7
142	57	28	15	9	7	4	2	1	1	1	—	—	43,2
140	56	27	15	7	6	3	1	1	—	—	—	—	46,6
139	55	27	13	5	5	3	1	1	—	—	—	—	50,0
123	53	25	10	5	4	2	1	—	—	—	—	—	53,4
120	51	24	10	4	2	1	1	—	—	—	—	—	56,8
120	47	19	9	4	4	2	1	—	—	—	—	—	60,0
117	47	17	8	4	4	2	1	—	—	—	—	—	63,6
116	37	17	3	4	2	1	1	—	—	—	—	—	67,1
112	36	15	8	3	2	1	—	—	—	—	—	—	70,4
103	36	15	7	3	1	1	—	—	—	—	—	—	73,7
100	33	15	7	3	1	1	—	—	—	—	—	—	77,2

Окончание табл. 9.5

Значение годовой продолжительности, мин, с интенсивностью i , мм/мин, не менее													Обеспеченность P , %
0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	
99	14	6	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	80,6
93	26	13	5	1	1	1	—	—	—	—	—	—	84,0
89	27	13	5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	87,4
80	25	10	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	90,7
80	25	9	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	94,1
54	17	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97,5

Для московского и ленинградского климатических районов время годовой продолжительности дождей t_r , мин, расчетной интенсивности определяют соответственно по формулам:

$$t_r = \frac{11,2}{i^{2,3}}; \quad (9.13)$$

$$t_r = \frac{8}{i^{2,4}}, \quad (9.14)$$

где i — минимальная интенсивность, при которой в системе водостоков возникает напорный режим, мм/мин.

Расчетную продолжительность t_p , ч, работы в напорном режиме в течение расчетного срока службы систем внутренних водостоков из полимерных труб (50 лет) для московского и ленинградского климатического районов определяют соответственно по формулам

$$t_p = \frac{9,32}{i^{2,3}}; \quad (9.15)$$

$$t_p = \frac{6,66}{i^{2,4}}. \quad (9.16)$$

При применении труб из термопластов имеет значение не только длительность, но и характер нагружения системы, поэтому по всем годостанциям необходимо определять количество ливней с интенсивностями выше заданной (рис. 9.10).

Годовое количество ливней n_r для московского и ленинградского климатического районов находят соответственно по формулам

$$n_r = \frac{1,35}{i^{2,1}}; \quad (9.17)$$

$$n_r = \frac{1,12}{i^2}, \quad (9.18)$$

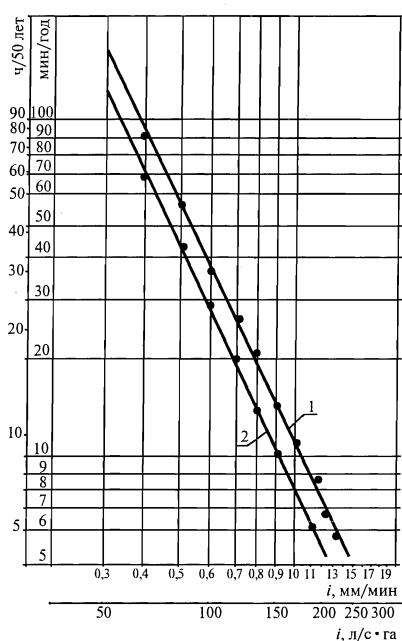


Рис. 9.9. Средние суммарные продолжительности ливней в течение одного года и 50 лет при их интенсивности, равной и выше заданной: 1 — московский климатический район; 2 — ленинградский климатический район

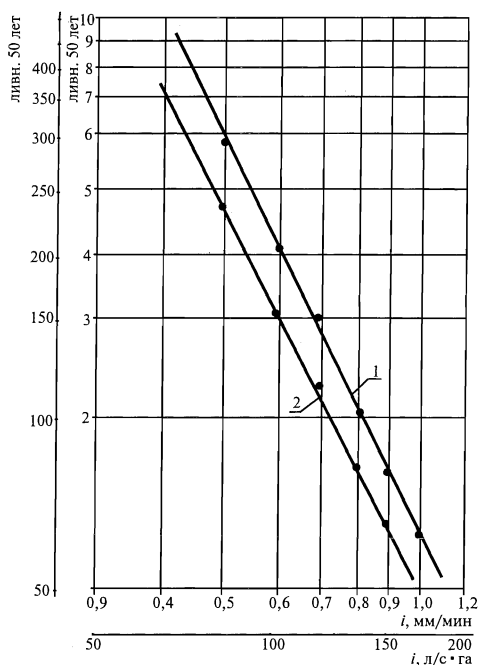


Рис. 9.10. Среднее количество ливней в течение одного года и 50 лет при их интенсивности выше заданной: 1 — московский климатический район; 2 — ленинградский климатический район

а количество ливней n в течение всего расчетного срока службы внутренних водосточков при заданной минимальной интенсивности i , мм/мин — по формулам

$$n = \frac{67,5}{i^{2,1}}; \quad (9.19)$$

$$n = \frac{56}{i^2}. \quad (9.20)$$

Эмпирические зависимости позволяют оценить временные параметры работы труб из термопластов во внутренних водосточках в режимах «отдых», напорном, а также пленочном и двухфазном движении воды в стояках (при интенсивности дождей выше 0,3 мм/мин) для многих климатических районов страны, т. к. 1,5—2-кратное превышение вычисленных по ним значений (возможное для районов с субтропическим влажным климатом) не может оказать существенного влияния на долговременное поведение труб из термопластов. В этом случае их суммарные значения будут составлять весьма незначительную часть (менее 0,3 %) от принятых сроков службы для внутренних водосточков.

Учет аккумулирующей способности крыш

При установлении оптимальных параметров внутренней водосточной системы общественного здания важно правильно принять значение периода однократного переполнения. Для этого необходимо своевременно учесть аккумулирующую способность крыши, которая во многом зависит от ее рельефа.

Покрытия плоских крыш рассчитывают на нормативную снеговую нагрузку s_0 , кПа (кг/м²), равную для разных районов страны (рис. 9.11, 9.12).

В общем случае снеговые нагрузки на покрытие крыш зданий s определяют по формуле (разд. 5 СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия»)



Вес снегового покрова на горизонтальной плоскости*:

1 — 80/56 кг/м ²	5 — 320/224 кг/м ²
2 — 120/84 кг/м ²	6 — 400/280 кг/м ²
3 — 180/126 кг/м ²	7 — 480/336 кг/м ²
4 — 240/168 кг/м ²	8 — 560/392 кг/м ² (горные районы, данные уточняют в Росгидромете)

* В числителе — для расчета по первому предельному состоянию, в знаменателе — по второму.

Рис. 9.11. Районирование территории России по весу снегового покрова: 1–8 — индексы районов

$$s = \mu s_0, \quad (9.21)$$

где μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке; принимают в соответствии с пп. 5.3—5.6 СНиП 2.01.07—85*;

s_0 — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, кгс/м^2 .

Максимальное суточное количество осадков для районов средней полосы России составляет 100—150 мм, что эквивалентно 100—150 кг/м^2 нагрузки на покрытие. Если водосточную систему рассчитать на минимальную интенсивность $q_{20} = 40 \text{ л/с} \cdot \text{га}$ (при $p = 1$), то даже в этом случае суточный слой осадков, который



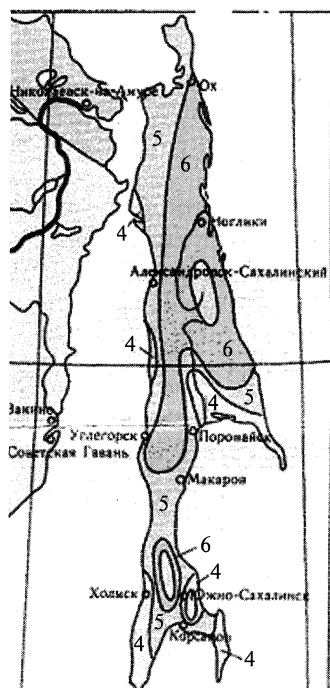


Рис. 9.12. Районирование территории Сахалина по весу снегового покрова

сможет отвести система, будет равным 316 мм, т. е. превысит реально возможное суточное количество осадков для большей части районов России. В связи с этим для плоских крыш рекомендуется принимать период однократного переполнения $p = 1$, а в отдельных случаях и $p = 0,5$. Даже в случае, когда приток атмосферных вод окажется больше пропускной способности водостока, на плоской крыше будет образовываться равномерный по высоте водяной слой, не превышающий допустимых значений снеговых нагрузок (табл. 9.6).

На скатных кровлях атмосферная вода практически сразу же после начала дождя стекает в ее пониженные части — ендовы. При этом в них могут образовываться (если приток воды окажется больше пропускной способности водостоков) достаточно большие по высоте водяные слои. Нагрузка от таких слоев может превысить по величине установленные для кровли значения снеговой нагрузки. Очевидно, что расчетная интенсивность дождя и период однократного превышения ее должны приниматься с учетом того, чтобы нагрузка от водяных слоев в ендовах во всех случаях не превышала бы расчетные значения снеговых нагрузок на покрытие.

Таблица 9.6
Высота слоя воды h на горизонтальной плоскости

Продолжительность дождя, мин	Значение высоты, мм, при интенсивности дождя, л/с • га						
	100	150	200	250	300	400	500
5	3	4,5	6	7,5	9	12	15
10	6	9	12	15	18	24	30
20	12	18	24	30	36	48	60

Расчетные интенсивности q_p для принятого периода однократного переполнения с учетом рельефа (скатного либо пологого) кровли здания определяют по формуле

$$q_p = q_0 K_1, \quad (9.22)$$

где q_0 — предельные интенсивности, вычисленные при $p = 1$ без учета аккумулирующей способности крыши;

K_1 — поправочный коэффициент;

$$q_p = q'_p - q_\omega, \quad (9.23)$$

где q'_p определяют по формуле

$$q'_p = q_0(1 + Clgp); \quad (9.24)$$

q_ω — расход (интенсивность), соответствующий емкости кровли ω ; вычисляют по формуле

$$q_\omega = \frac{\omega}{t}, \quad (9.25)$$

где ω — емкость кровли; определяют по формуле

$$\omega = Fh_p, \quad (9.26)$$

где F — площадь кровли, м;

h_p — расчетная высота водяного слоя, м вод. ст.;

t — расчетная продолжительность дождя интенсивностью q_0 , с.

Коэффициент K_1 определяют по формулам

$$K_1 = (1 + Clgp) - \frac{\omega}{tq_0}; \quad (9.27)$$

$$K_1 = (1 + Clgp) - \frac{Fh_p}{tq_0}. \quad (9.28)$$

Интенсивность q_0 принята для площади в 1 га, и аккумулирующий объем кровли относят к площади такой же величины, т. е. $F = 1 \text{ га} = 10\,000 \text{ м}^2$. Тогда

$$K_1 = (1 + Clgp) - 10\,000 \frac{h_p}{tq_0}, \quad (9.29)$$

где q_0 — расчетная интенсивность дождя q_5 или q_{20} (при $p = 1$), $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{га}$.

Формулу (9.17) можно представить в виде

$$K_1 = (1 + Clgp) - B, \quad (9.30)$$

где

$$B = 10\,000 \frac{h_p}{tq_0}. \quad (9.31)$$

Значения вычитаемого B для определенных величин q_{20} и q_5 принимают с учетом h_p по табл. 9.7 и 9.8. Промежуточные значения определяют интерполяцией.

Таблица 9.7
Значения $B = 10\,000\, h_p/tq_0$ при $q_0 = q_{20}$

$q_{20}, \text{ л/с} \cdot \text{га}$	B для расчетной высоты водяного слоя h_p, мм							
	10	20	30	40	50	60	80	100
40	2,10	4,20	6,20	8,30	10,40	12,50	16,60	20,80
50	1,70	3,30	5,00	6,70	8,30	10,00	13,30	16,60
60	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,30	11,10	13,90
70	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,15	9,50	11,90
80	1,00	2,10	3,10	4,20	5,20	6,35	8,30	10,40
90	0,90	1,85	2,80	3,70	4,60	5,55	7,40	9,30
100	0,80	1,70	2,50	3,30	4,20	5,00	6,70	8,30
110	0,75	1,50	2,30	3,00	3,80	4,50	6,00	7,60
120	0,70	1,40	2,10	2,70	3,50	4,15	5,50	6,90
130	0,65	1,30	1,90	2,60	3,20	3,80	5,10	6,40
140	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,70	5,90
150	0,55	1,10	1,70	2,20	2,70	3,50	4,40	5,50
160	0,50	1,05	1,60	2,00	2,60	3,10	4,20	5,20
170	0,50	1,00	1,50	1,95	2,50	2,90	3,90	4,90
180	0,45	0,90	1,40	1,85	2,30	2,70	3,70	4,60
190	0,45	0,80	1,30	1,75	2,20	2,60	3,50	4,40
200	0,42	0,83	1,25	1,70	2,10	2,50	3,30	4,20

Таблица 9.8
Значения $B = 10\,000\, h_p/tq_0$ при $q_0 = q_5$

$q_5, \text{ л/с} \cdot \text{га}$	B для расчетной высоты водяного слоя h_p, мм							
	10	20	30	40	50	60	80	100
100	3,30	6,60	10,00	13,20	16,50	20,00	26,20	33,00
120	2,80	5,60	8,50	11,20	14,00	17,00	22,40	28,00
140	2,40	4,80	7,20	9,60	12,00	14,40	19,20	24,00
160	2,10	4,20	6,30	8,40	10,50	12,60	16,80	21,00
180	1,85	3,70	5,50	7,40	9,50	11,00	14,80	18,50
200	1,65	3,30	5,00	6,60	8,20	10,00	3,20	6,50
250	1,30	2,60	3,90	5,20	6,50	7,80	10,40	13,00
300	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50	6,60	8,80	11,00
350	0,95	1,90	2,80	3,80	4,80	5,60	7,60	9,50
400	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	6,40	8,00
450	0,75	1,50	2,20	3,00	3,70	4,40	6,00	7,50
500	0,65	1,30	2,00	2,60	3,25	4,00	5,20	6,50
550	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,80	6,00
600	0,55	1,10	1,60	2,20	2,70	3,20	4,40	5,50

Расчетную интенсивность дождя при заданном периоде однократного превышения p с учетом аккумулирующей способности кровли q_p определяют по формуле

$$q_p = K_1 q_0 = \left((1 + C \lg p) - 10\,000 \frac{h_p}{t q_0} \right) q_0. \quad (9.32)$$

В зависимости от рельефа крыши (для значений q_{20} или q_5) принимают равной:

$$q_p = \left((1 + C \lg p) - 10\,000 \frac{h_p}{t q_{20}} \right) q_{20}; \quad (9.33)$$

$$q_p = \left((1 + C \lg p) - 10\,000 \frac{h_p}{t q_5} \right) q_5. \quad (9.34)$$

При этом значения h_p , мм вод. ст., численно не должны превышать допустимые нагрузки, кг/м², на кровлю. Для плоских кровель принимают

$$h_p = h_n - h_c, \quad (9.35)$$

где h_n — высота слоя воды, соответствующая допустимой нагрузке на кровлю, мм;
 h_c — высота слоя воды, заливающей кровлю, мм; как правило, до 100 мм.

Для скатных и пологих кровель величину h_p рассчитывают так, чтобы слой воды в пониженных местах кровли (в ендовах) не превышал допустимые нагрузки.

Объем воды ω в полосе шириной 1 м кровли с уклоном i на пролете длиной l (рис. 9.13) и высоту слоя воды h_p находят по формулам

$$\omega = h_0 l; \quad (9.36)$$

$$\omega = h_0 l - 0,25 i l^2; \quad (9.37)$$

$$h_p = h_0 - 0,25 i l. \quad (9.38)$$

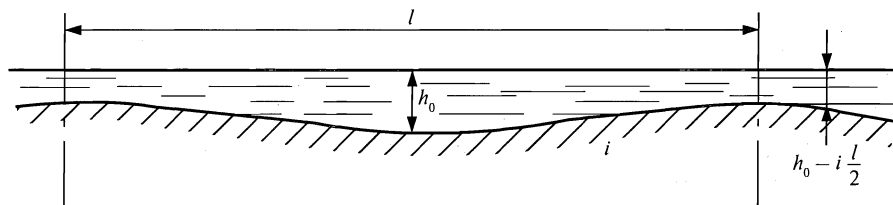


Рис. 9.13. Растекание дождевой воды по пологой кровле

При уклонах кровли $i < 0,03$ можно принять $h_0 = h_n$, т. е. $i = 2 h_0/l = 2h_n/l$, из чего следует, что

$$h_p = h_n - 0,25il. \quad (9.39)$$

При уклонах кровли $i \geq 2$ принимают $h_n/l \rightarrow \omega = h_p/l = ah_0$ и

$$h_p = \frac{h_0^2}{il}, \quad (9.40)$$

где h_0 — глубина воды в центре ендовы (рис. 9.14).

При значительных уклонах кровли h_0 определяют по формуле

$$h_0 = h_n + 0,5bi, \quad (9.41)$$

где b — ширина плиты покрытия (рис. 9.15).

При подстановке h_0 из формулы (9.41) в (9.40) и пренебрежении малой величиной $0,25b^2i^2h_p$ составляет:

$$h_p = \frac{h_n^2 + h_nb i}{il}; \quad (9.42)$$

$$h_p = \frac{h_n^2}{il} + \frac{h_nb}{l}. \quad (9.43)$$

Соотношения формул (9.36)–(9.43) приведены для покрытий с фермами с постоянным уклоном верхнего пояса. Для покрытий на фермах с переменным значением i (полигональные и сегментные фермы) в эти соотношения вводят значение уклона, осредненное в пределах возможного скопления воды (рис. 9.16).

Например, $h_n = 120 \text{ кг/м}^2$ (0,12 м вод. ст.); $l = 18 \text{ м}$; $i = 0,1$; $b = 1,5 \text{ м}$, тогда по формуле (9.43)

$$h_p = \frac{0,12^2}{18 \cdot 0,1} + \frac{15 \cdot 0,12}{18} = 0,018 \text{ м} = 18 \text{ мм}.$$

Учет периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя

Период однократного превышения и аккумулирующую способность плоских ($i \leq 2,5 \%$) и скатных ($i > 2,5 \%$) кровель учитывают посредством ступенчатого введения коэффициентов, а также различной расчетной интенсивностью дождя соответственно по формулам:

$$Q_{\text{расч}} = 0,0001 F q_{20}; \quad (9.44)$$

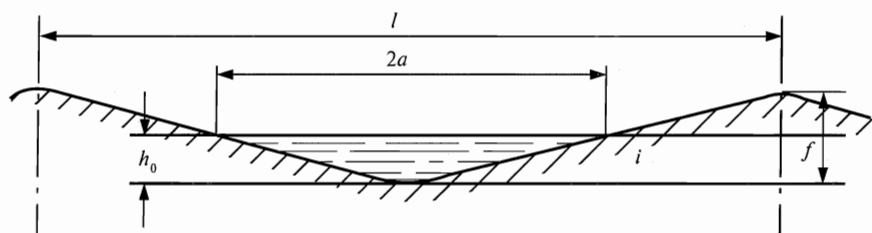


Рис. 9.14. Скопление атмосферной воды в ендове скатной кровли

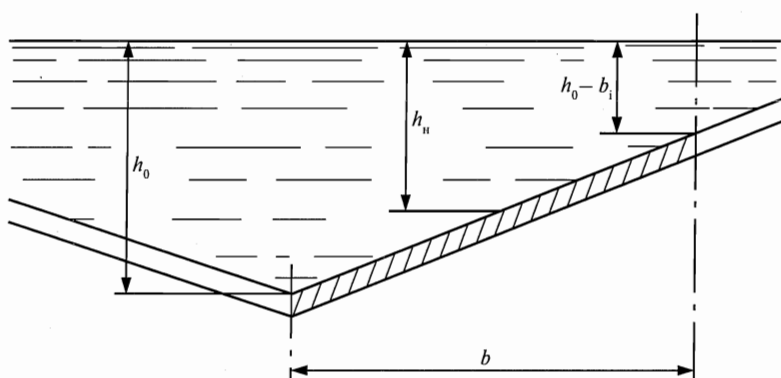


Рис. 9.15. Распределение давления дождевой воды на плиту покрытия

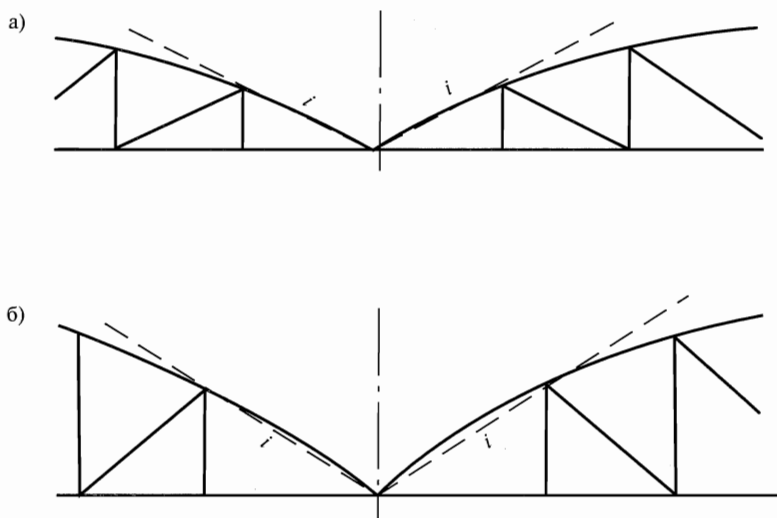


Рис. 9.16. Схемы осреднения уклона на кровлях: а — сегментная ферма; б — полигональная ферма

$$Q_{\text{расч}} = K \cdot 0,0001 F q_5. \quad (9.45)$$

Здесь $Q_{\text{расч}}$ — расчетный расход дождевых вод с водосборной площади F , м², л/с; K — коэффициент, учитывающий период однократного превышения и аккумулирующую способность кровли; принимают при $q_{20} \leq 90$ л/с · га равным 1,0; при 91—150 л/с · га — 1,5; при $q_{20} > 150$ л/с · га — 2,0.

Более точно значения расчетных интенсивностей дождей определяют по формулам (9.29)—(9.43).

Для скатных кровель с большими пролетами ферм величины поправочных коэффициентов и, соответственно, расчетных расходов получаются высокими. Но такие расходы могут повторяться очень редко (в зависимости от принятого периода однократного превышения 1 раз в 20—50 лет), а системы внутренних водостоков, рассчитанные на высокие расходы, являются громоздкими и неэкономичными. В таком случае величину расчетных расходов уменьшают при сохранении назначенной обеспеченности крыши от перегрузок путем устройства специальных водосбросов, например, в виде проема в парапете в месте пересечения его с осью ендовы (рис. 9.17).

Размеры проемов определяют гидравлическими расчетами. Частоту действия водосбросов p_1 (1 раз в год, 1 раз в 5 лет и т. п.) назначают с учетом возможного ущерба, который может возникнуть при действии водосброса. При невысоких зданиях с достаточно прочным покрытием возле них величину p_1 допустимо принимать равной году.

Интенсивность притока воды q_p , л/с · га, к воронкам систем внутренних водостоков при наличии водосбросов определяют по формуле

$$q_p = \left((1 + C \lg p_1) - 10\,000 \frac{h_p}{t q_0} \right) q_0, \quad (9.46)$$

где p_1 — частота действия водосброса, лет.

Интенсивность притока воды к водосбросам $q_{p.в}$, л/с · га, определяют по формулам:

$$q_{p.в} = ((1 + C \lg p) - (1 + C \lg p_1)) q_0; \quad (9.47)$$

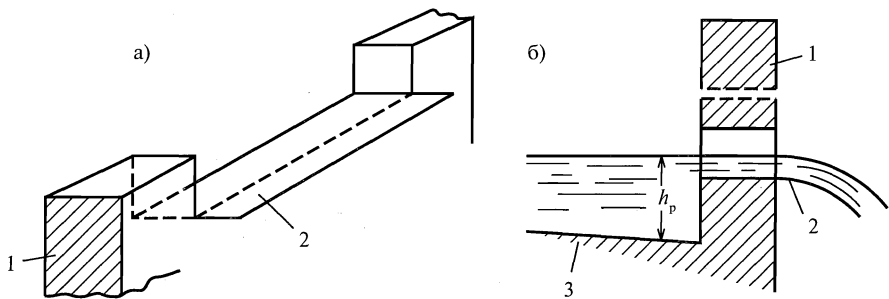


Рис. 9.17. Аварийный водосброс: а — низкий парапет; б — высокий парапет; 1 — парапет; 2 — стальной лист; 3 — ендова

$$q_{p.v} = (\lg p - \lg p_1) C q_0. \quad (9.48)$$

Используя расчетную интенсивность дождя q_p , учитывающую местные условия и особенности конструкции общественного здания (формулы (9.32)—(9.43) или (9.46)), определяют расчетный расход стоков $Q_{\text{расч}}$ с принятой водосборной площади F , м^2 :

$$Q_{\text{расч}} = 0,0001 F q_p. \quad (9.49)$$

Гидравлический расчет водосточных систем

Гидравлический расчет систем удаления жидких атмосферных осадков должен производиться на максимально возможный расход стоков с крыши с обязательным учетом режимов их течения, которые во многом зависят от конструкции и взаимного расположения элементов наружных и внутренних водосточных систем.

Течение жидких атмосферных осадков через водосточную воронку под действием гравитационных сил начинается от отверстий в колпаке и далее, проходя по сливной части, заканчивается в патрубке (рис. 9.18).

Расход Q , $\text{м}^3/\text{с}$, жидких атмосферных осадков, протекающих через воронку с патрубком длиной $3-5D$, связан с ее конструкцией и во многом зависит от высоты h , м, слоя стоков перед ней:

$$Q = 1,41 \mu \omega g^{0,5} h^{0,5}, \quad (9.50)$$

где μ — коэффициент расхода, зависящий от конструкции водосточной воронки;
 ω — площадь рабочего сечения воронки, м^2 .

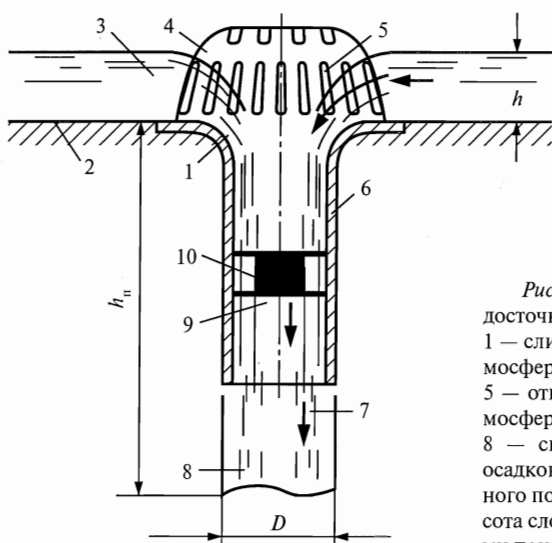


Рис. 9.18. Течение дождевой воды через водосточную воронку с патрубком длиной $3-5D$: 1 — сливная часть; 2 — кровля; 3 — жидкие атмосферные осадки на кровле; 4 — колпак; 5 — отверстия; 6 — патрубок; 7 — жидкие атмосферные осадки на выходе из патрубка; 8 — сплошной поток жидких атмосферных осадков; 9 — воздух; 10 — сечение водовоздушного потока; D — диаметр патрубка, м; h — высота слоя, м; h_n — высота патрубка, м; стрелками показано направление течения

При длине патрубка водосточной воронки более $10\text{--}12D$ кольцевой водовоздушный поток 10 смыкается, и в системе «водосточная воронка — водосточный стояк», как правило, возникает напорное течение жидких атмосферных осадков 8 (рис. 9.18). Если жидкость движется сплошным потоком без включения воздушных пузырьков или воздушных струй, то пропускную способность Q , $\text{м}^3/\text{с}$, определяют по формуле

$$Q = 1,41\mu\omega g^{0,5}H^{0,5}, \quad (9.51)$$

где ω — площадь живого сечения стояка, м^2 ;

H — высота стояка, м .

Коэффициент расхода μ при таком режиме определяют с учетом гидравлического сопротивления водосточного трубопровода по формуле

$$\mu = \frac{1}{\left(\sum \xi + \frac{\lambda l}{g}\right)^{0,5}}, \quad (9.52)$$

где $\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных гидравлических сопротивлений;

λ — коэффициент гидравлического сопротивления трению по длине трубы;

l — суммарная длина трубопровода, м .

При течении по внутренним водосточным системам (воронке — стояку — горизонтальному отводному трубопроводу) в напорном режиме, наступающем при достижении критической глубины $h_{\text{кр}}$, м , слоем осадков, выпадающих на кровлю здания, максимальный расход $Q_{\text{макс}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, составит

$$Q_{\text{макс}} = \frac{H_{\text{п}}^{0,5}}{S_0^{0,5}}; \quad (9.53)$$

$$Q_{\text{макс}} = Ki^{0,5}; \quad (9.54)$$

$$Q_{\text{макс}} = \frac{H_{\text{п}}^{0,5}}{\left(Al + A_{\text{м}} \sum \xi\right)^{0,5}}, \quad (9.55)$$

где $H_{\text{п}}$ — полный напор, равный разности отметок слоя осадков на кровле и устья горизонтального отводного трубопровода, м ;

S_0 — полное сопротивление внутренней водосточной системы, м ; определяют по формуле

$$S_0 = Al + A_{\text{м}} \sum \xi; \quad (9.56)$$

A — удельное сопротивление трению по длине трубопровода, $\text{м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$; выбирают в зависимости от материала труб;

A_m — удельное местное сопротивление, $\text{м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$;
 $\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений элементов внутренней водосточной системы (табл. 9.9);
 K — расходная характеристика водосточной системы, $\text{м}^3/\text{с}$;
 i — гидравлический уклон внутренней водосточной системы.

Таблица 9.9
Коэффициенты местных гидравлических сопротивлений элементов внутренней водосточной системы ξ

Элемент	Значение
Воронка водосточная для незаливаемых водой кровель с колпаком диаметром, мм: • 250 • 360	1,6 1,5
Воронка водосточная для заливаемых водой кровель с колпаком диаметром 360 мм	1,6
Гидравлический затвор: • полимерный • чугунный • стальной сварной	1,3 1,5 2,0
Выпуск (в колодец или открытый)	1,0

Диметры подбирают на основании гидравлического расчета внутренней водосточной системы.

В одном случае требуется, чтобы полная потеря напора ΔH во внутренней водосточной системе (от воронки до выпуска) соответствовала располагаемому напору H , т. е. $\Delta H \leq H$. Сначала определяют расчетный расход жидких атмосферных осадков Q_p , поступающих с кровли здания в рассчитываемую водосточную воронку, затем для него вычисляют полную потерю напора ΔH во всей внутренней водосточной системе по формулам

$$\Delta H = S_0 Q_p^2; \quad (9.57)$$

$$\Delta H = (A_l + A_m \sum \xi) Q_p^2. \quad (9.58)$$

При $\Delta H > H$ производят повторный гидравлический расчет, но с трубами большего диаметра либо с уменьшенной водосборной площадью, приходящейся на рассчитываемую водосточную воронку.

В другом случае требуется, чтобы система отводила критический расход $Q_{\text{макс}}$ выпадающих на кровлю жидких атмосферных стоков. Сначала определяют расход жидких атмосферных стоков Q_p , поступающих в рассчитываемую водосточную воронку с приходящегося на нее участка кровли, затем сравнивают его с критическим расходом $Q_{\text{макс}}$. Этот расход вычисляют по формулам (9.43), (9.44) или (9.46). Если $Q_p \leq Q_{\text{макс}}$, то, следовательно, внутренняя водосточная система запроектирована правильно. Если же $Q_p > Q_{\text{макс}}$, необходимо увеличить диаметр стояков и отводных трубопроводов (допустимо, как и в предыдущем случае, уменьшить водосборную площадь, приходящуюся на рассчитываемую водосточную воронку).

В связи с тем что гидравлическое сопротивление внутренней водосточной системы с течением времени может увеличиваться (в зависимости от материала водосточных труб и деталей из-за зарастания или коррозии их внутренней поверхности), вводят коэффициенты запаса, определяемые по формулам

$$K_3 = \frac{Q_{\text{макс}}}{Q_p}; \quad (9.59)$$

$$K_4 = \frac{H}{\Delta H}. \quad (9.60)$$

Коэффициент запаса, как и расчетный период однократного превышения, должен, кроме прочего, учитывать последствия возможных переполнений системы. В приближенных расчетах используют коэффициенты запаса $K_3 = 1,1$ и $K_4 = 1,2$ — в обычных случаях и $K_3 = 1,4$ и $K_4 = 2$ — для внутренних водосточных систем, переполнение которых может причинить значительный материальный ущерб. Коэффициент запаса для многоэтажных общественных зданий принимают с обязательным учетом местных условий.

Рассмотренные ранее положения — формулы (9.51), (9.52), (9.56) — распространяются в основном на расчет самых простых водосточных систем с одной воронкой на стояке.

Для многоэтажных общественных зданий, в которых водосточные системы устраивают, как правило, с несколькими водосточными воронками и с присоединением их к одному сборному трубопроводу, следует применять другой подход. Водосточные системы с несколькими воронками рассчитывать полностью по напорному режиму не допускается, т. к. следует учитывать возможность попадания в систему воздуха в силу неравномерности притока к различным воронкам. Горизонтальные отводящие трубопроводы (подпольные и/или чердачные — подвесные) рассчитывают как самотечные с наполнением 0,85—0,90 и с уклоном не менее 5 ‰ (для чердачных — подвесных трубопроводов независимо от диаметра), а для подпольных трубопроводов в зависимости от диаметра: при 100 мм — 8 ‰; 125 мм — 6 ‰; 150 мм — 5 ‰ и при 200 мм и более — 4 ‰. Расчет водосточных стояков осуществляют по формулам (9.51)—(9.56), принимая за величину H расстояние от поверхности кровли в месте установки воронки до оси трубопровода: сборного чердачного — подвесного (рис. 9.19д) и/или отводного подпольного (рис. 9.19в).

Подбор типоразмеров труб из непластифицированного поливинилхлорида для внутренних водосточных систем

Большую часть времени (при отсутствии напорного режима) система водосток из труб из непластифицированного поливинилхлорида работает в условиях релаксационного процесса при сопротивлении тепловому расширению в трубопроводах. Все соединения такого стояка являются жесткими (клеевыми), и температурные изменения его длины не компенсируются. Начальный период релаксации характеризуется быстрым снижением уровня напряжений (в течение первых 100 ч относительное снижение напряжений для рассматриваемых труб составляет приблизительно 50 %). Если учесть, что суточный температурный

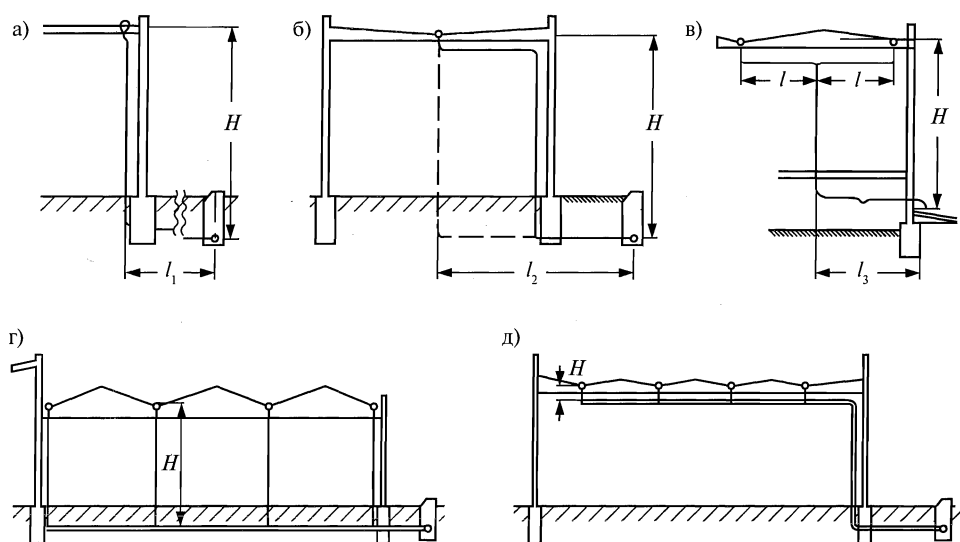


Рис. 9.19. Расчетные схемы внутренней водосточной системы: а, б — с одной водосточной воронкой на водосточном стояке; в — с симметрично расположенными воронками; г — с подпольным отводным трубопроводом; д — со сборным подвесным трубопроводом

перепад в стенках водосточных трубопроводов лишь в редких случаях составляет $1,5\text{--}2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а, как правило, колебания температуры носят сезонный характер и не превышают $5\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$, то можно утверждать, что скорость релаксационных процессов будет выше скорости нарастания температурных напряжений. Поэтому при отсутствии компенсаторов на водосточном стояке уровень температурных напряжений никогда не будет превышать по крайней мере половину его расчетных величин. При принятом запасе перепада температур, равном $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, расчетные температурные напряжения будут составлять приблизительно $2,5\text{ МПа}$. С учетом вышесказанного эти напряжения в водосточном стояке не превысят $1,0\text{--}1,5\text{ МПа}$, что значительно ниже тех уровней напряжений, которые принимают в расчет при оценке долговременной прочности (10 МПа) труб из НПВХ-100 или НПВХ-125.

Работа стояка в условиях, когда он полностью заполнен водой, теоретически соответствует процессу ползучести. Причем уровни растягивающих напряжений, при которых происходит этот процесс, будут различными для разных поперечных сечений стояка по высоте. Растягивающие напряжения σ_p будут линейно увеличиваться от нуля в верхней части стояка начиная от водосточной воронки при $H_{\text{макс}}$ до максимальной величины внизу — в месте присоединения к стальному гидрозатвору — выпуску при $H_{\text{мин}}$ (рис. 9.20).

Так, в 16-этажном здании в водосточном стояке из труб $D = 100\text{ мм}$ максимальные растягивающие напряжения составят 8 МПа (рис. 9.20). Однако учет только уровня растягивающих напряжений при оценке напорного режима работы водосточного стояка недостаточен. Большое значение имеет также продолжительность нагружения. В водосточных стояках с максимальной высотой 50 м напорный режим практически не вызывает ползучести тонкостенных труб. Это позволяет принять в качестве основы для оценки долговечности внутренних

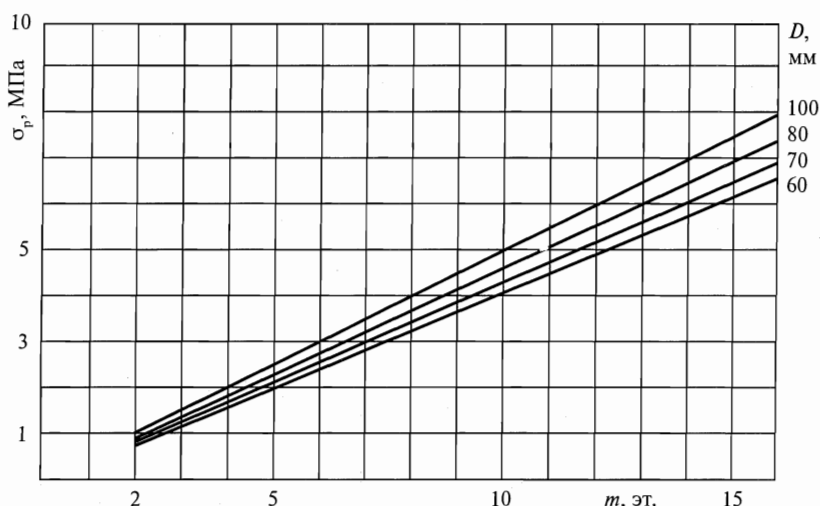


Рис. 9.20. Максимальные растягивающие напряжения в стенках внутренних водосточных труб (трубы из НПВХ-100, SDR 34) в зависимости от высоты здания

водосточных из полимерных труб принцип линейного суммирования повреждений. Согласно этому принципу, разрушение наступает тогда, когда сумма относительных уменьшений долговечности $\tau = 1$. Для систем внутренних водосточных суммирование уменьшений долговечности заключается в определении интегральных данных по продолжительности ливней с интенсивностями выше расчетного за срок эксплуатации 50 лет.

Формула для определения расчетной интенсивности ливней получена сопоставлением критического расхода, характеризующего максимальную пропускную способность системы с расходом дождевой воды, поступающей в водосточную воронку с прилегающего участка плоской кровли:

$$i_p = 60H_{\text{п}}^{0,5}(Al + A_{\text{м}}\sum \xi)^{-0,5}F^{-1}, \quad (9.61)$$

где F — водосборная площадь, м^2 .

Зная характер работы системы водосточных из полимерных труб, в том числе интервалы пребывания ее под нагрузкой и отдыха, и основываясь на принципе суммирования повреждений, можно произвести теоретическое определение долговечности. Такой подход предполагает известную зависимость долговечности от напряжения для статического расчета. Расчеты по формулам показывают, что даже при достаточно низких значениях интенсивности, которые соответствуют возникновению напорного режима в системах с очень большой водосборной площадью (более $1\,000\text{ м}^2$), суммарная продолжительность работы системы в напорном режиме не превышает нескольких десятков часов.

Сравнивая эту величину с долговечностью труб из непластифицированного поливинилхлорида при напряжении, соответствующем наибольшему напряжению в водосточном стояке 16-этажного общественного здания, смонтированного из тонкостенных труб, получаем, что сумма относительных уменьшений

долговечности составляет менее 0,001. Это говорит о том, что напорный режим практически не влияет на долговечность применяемых в системах водостоков общественных зданий максимальной этажности тонкостенных труб из непластифицированного поливинилхлорида. Также данная сумма свидетельствует о нецелесообразности введения в рассмотрение времени, связанного с гидравлическими испытаниями систем водостоков и их засорами, которое составляет всего от нескольких десятков минут до суток.

На основе сопоставления критических и расчетных расходов можно установить, что для общественных зданий с точки зрения гидравлики самой системы вполне достаточно диаметра полимерных труб меньше 100 мм (до 60 мм). Такие трубы можно применять в общественных зданиях любой этажности: уменьшение диаметра создает даже некоторый запас прочности. Так, для 16-этажного здания при $D = 100$ мм максимальные напряжения составят 8 МПа, $D = 90$ мм — 7,5 МПа, $D = 70$ мм — 7 МПа и $D = 60$ мм — 6,6 МПа (см. рис. 9.20). Использование для устройства в общественных зданиях внутренних водостоков из поливинилхлоридных труб канализационного сортамента диаметром 70 мм и SDR 34 взамен поливинилхлоридных напорных труб (SDR 17,4) диаметром 110 мм позволяет в 3 раза уменьшить материалоемкость, значительно снизить трудоемкость заготовки узлов трубопроводов и их монтажа, а также удешевить устройство внутренних водостоков. При этом существенным фактором будут являться также технологии, используемые для монтажа систем [81].

Литература

1. ГОСТ 380—2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
2. ГОСТ 1050—88*. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.
3. ГОСТ 1811—97. Трапы для систем канализации зданий. Технические условия.
4. ГОСТ 3262—75*. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия.
5. ГОСТ 6942—98. Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним. Технические условия.
6. ГОСТ 14332—78*. Поливинилхлорид суспензионный. Технические условия.
7. ГОСТ 18599—2001*. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия.
8. ГОСТ 22689—89. Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним.
9. ГОСТ 26158—84. Сосуды и аппараты из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования.
10. ГОСТ Р 52134—2003*. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
11. ГОСТ Р 52318—2005. Трубы медные круглого сечения для воды и газа. Технические условия.
12. ОСТ 36-17—85. Опоры и подвески технологических пластмассовых трубопроводов. Типы и основные размеры.
13. СанПиН 2.1.4.1074—01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
14. СН 478—80. Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб (СП 40-102—2000).
15. СНиП 2.01.07—85*. Нагрузки и воздействия.
16. СНиП 2.04.01—85*. Внутренний водопровод и канализация зданий.
17. СНиП 2.04.03—85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
18. СНиП 3.05.01—85*. Внутренние санитарно-технические системы.
19. СНиП 23-01—99*. Строительная климатология.
20. СНиП 31-06—2009. Общественные здания и сооружения.
21. СНиП 41-01—2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
22. СП 40-101—96. Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимер».
23. СП 40-102—2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
24. СП 40-103—98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб.
25. СП 40-107—2003. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб.
26. СП 40-108—2004. Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий из медных труб.

27. СП 41-102-98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб.
28. СП 41-109-2005. Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из «сшитого» полиэтилена.
29. СП 51.13330.2011. Защита от шума (актуализированная редакция СНиП 23-03-2003).
30. СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные (актуализированная редакция СНиП 31-01-2003).
31. ТСН 2001.3-16. Трубопроводы внутренние.
32. МГСН 4.13-97. Предприятия розничной торговли.
33. НП 2.0.4. Нормали основных планировочных элементов жилых и общественных зданий.
34. ТУ 6-19-307-86. Трубы и патрубки из непластифицированного поливинилхлорида для канализации.
35. ТУ 6-49-33-92. Части фасонные из непластифицированного поливинилхлорида для канализационных труб.
36. ТУ 10 РФ 13.02-92. Трубы из полиэтилена для систем внутренней канализации зданий.
37. ТУ 2248-001-07629379-96. Трубы напорные металлополимерные.
38. ТУ 2248-001-29325094-97. Трубы металлополимерные.
39. ТУ 2248-001-50151359-2000. Трубы напорные из сшитого полиэтилена для санитарно-технических систем.
40. ТУ 2248-005-47621749-99. Трубы напорные металлополимерные.
41. ТУ 2248-006-88742502-2004. Трубы напорные и фитинги (фасонные части) к ним из полиэтилена.
42. ТУ 2248-039-00284581-99. Трубы напорные из сшитого полиэтилена для систем холодного и горячего водоснабжения и отопления.
43. ТУ 2248-057-72311668-2007. Трубы и патрубки из непластифицированного поливинилхлорида для канализации.
44. Письмо координационного центра по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве от 14.02.2008 г. № КЦ/П2008-02ти. Об индексах изменения сметной стоимости строительства по Федеральным округам и регионам Российской Федерации на февраль 2008 года.
45. Протоколы заседаний Межведомственного совета по ценовой политике в строительстве при Правительстве Москвы (от 24.01.2008 г. № МВС-1-08, от 27.02.2008 г. № МВС-2-08, от 20.03.2008 г. № МВС-3-08, от 24.04.2008 г. № МВС-4-08, от 16.05.2008 г. № МВС-5-08).
46. Распоряжение Правительства Москвы от 4.10.2007 г. № 2199-РП. Укрупненные нормы обслуживания на работы по санитарному содержанию домовладений.
47. Пособия к СНиП 2.08.02-89*. Общественные здания и сооружения.
48. СТО 024947335.2-01-2006. Внутренний водопровод и канализация зданий.
49. СТО НП «АВОК» 6.3.1-2007. Трубопроводы из медных труб для систем внутреннего водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
50. DIN 1986-100-2008. Дренажные системы для частных земельных участков. Ч. 100. Технические условия к DIN EN 752 и DIN EN 12056.
51. DIN 4102. Огнестойкость строительных материалов и конструкций.
52. DIN 4109/VDI 4100. Звукоизоляция в высотных зданиях.

53. DIN 8079—2009. Трубы из хлорированного поливинилхлорида PVC-C 250. Размеры.
54. DIN EN 877—2010. Чугунные трубы и фитинги, соединения и комплектующие детали для удаления воды из зданий. Требования, методы испытаний и обеспечение качества.
55. DIN EN 12056—2001. Системы дренажные гравитационные внутри зданий.
56. DIN EN 19522—2010. Чугунные трубы и фитинги без соединительной муфты.
57. Алескер Я. Б. Монтаж пластмассовых санитарно-технических устройств / Я. Б. Алескер, С. В. Ехлаков. М.: Стройиздат, 1990.
58. Вербицкий А. С. Интегральные функции распределения расходов воды. Инженерное обеспечение строительства / А. С. Вербицкий, А. Л. Лякмунд // Экспресс-информация. М.: ВНИИИС, 1986. Вып. 2. С. 2—10.
59. Гейнц В. Г. Номограммы для гидравлического расчета труб горячего водоснабжения / В. Г. Гейнц, А. Ф. Шевелев // Водоснабжение и санитарная техника. 1986. № 3. С. 22—23.
60. Гейнц В. Г. О гидравлическом расчете трубопроводов горячего водоснабжения / В. Г. Гейнц, А. Ф. Шевелев // Водоснабжение и санитарная техника. 1986. № 1. С. 5—6.
61. Гейнц В. Г. О расчете обеспеченности расходов воды в системах водопроводов жилых зданий // Санитарно-техническое оборудование: сб. науч. тр. М.: НИИ санитарной техники, 1972. Вып. 37. С. 46—48.
62. Гейнц В. Г. Об определении размеров утечек в водопроводах жилых зданий / В. Г. Гейнц, И. О. Обельченко // Отопительное оборудование, санитарно-технические приборы и арматура: сб. науч. тр. М.: НИИ санитарной техники, 1974. Вып. 34. С. 54—58.
63. Добромыслов А. Я. Расчет и конструирование систем канализации зданий / А. Я. Добромыслов. М.: Стройиздат, 1978.
64. Добромыслов А. Я. Таблицы для гидравлических расчетов напорных и безнапорных трубопроводов из полимерных материалов / А. Я. Добромыслов; под ред. В. С. Ромейко // Пособие к СНиП и СП. М.: ТОО «Изд-во ВНИИМП», 2000.
65. Инструкция по проектированию внутренних систем водоснабжения и канализации жилых и общественных зданий / ЦНИИЭПИО. М., 1978.
66. Исаев В. Н. Развитие нормативной базы внутреннего водопровода / В. Н. Исаев, Ф. Сангмамадов // Водоснабжение и санитарная техника. 1993. № 1. С. 6—9.
67. Исаев В. Н. Реформирование нормативной базы систем водоснабжения / В. Н. Исаев // Сантехника. 2005. № 2. С. 2—6.
68. Константинов Ю. М. Гидравлический расчет сетей водоотведения: расчет. таблицы / Ю. М. Константинов и др. Киев: Будивельник, 1987.
69. Курганов А. М. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации / А. М. Курганов, Н. Ф. Федоров. Л.: Ленинградское отделение Стройиздата, 1973. С. 59.
70. Лобачев П. В. Внутренние водостоки зданий. / П. В. Лобачев. М.: Изд-во литературы по строительству, 1967.
71. Майзельс М. П. Величина удельного водопотребления в жилых зданиях в зависимости от влияющих факторов / М. П. Майзельс, М. А. Мордясов // Водопотребление и вопросы проектирования, эксплуатации систем коммунального водоснабжения: сб. науч. тр. М.: ОНТИ АКХ, 1978. С. 3—18.

72. Методика определения эксплуатационных норм водопотребления / МЖКХ СССР. М., 1981.
73. Монтаж внутренних санитарно-технических трубопроводов из полимерных материалов: справ. материалы / под ред. В. С. Ромейко. М.: ТОО «Изд-во ВНИИМП», 2004.
74. Мхитарян М. Г. Совершенствование водоснабжения микрорайонов с целью сокращения потерь воды: автореф. дис. канд. техн. наук. М., 1988.
75. Отставнов А. А. Дождевые системы водоотведения / А. А. Отставнов и др. // СОК. 2011. № 1. С. 20—25.
76. Отставнов А. А. К проблеме использования тонкостенных ПВХ труб во внутренних водосточных системах высотных зданий / А. А. Отставнов, С. С. Бышев // Передовой опыт в строительстве Москвы: реф. сб. 1992. № 4. С. 19—21.
77. Отставнов А. А. Наружные водостоки малоэтажных домов / А. А. Отставнов и др. // СОК. 2011. № 2. С. 12—15.
78. Отставнов А. А. Удаление атмосферных осадков со скатных крыш / А. А. Отставнов и др. // Сантехника. 2011. № 1. С. 12—15.
79. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Разработка “Руководства по устройству туалетов в общественных зданиях из современных конструкций” с проведением экономических расчетов», 1-й этап: «Анализ особенностей объемно-планировочных решений туалетов различных общественных зданий» (промежуточный). М., 2008.
80. Рекомендации по определению расходов воды в системах холодного и горячего водоснабжения // Экспресс-информация. М.: ВНИИИС, 1987. Вып. 1, 2.
81. Ромейко В. С. Строительство трубопроводов. Эксплуатация и ремонт трубопроводов / В. С. Ромейко и др. // Справочные материалы. Пластмассовые трубы в строительстве. М.: ВАЛАНГ, 1997. Ч. 2.
82. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / под общей ред. И. А. Назарова. М.: Изд-во литературы по строительству, 1967.
83. Сухарев М. Г. Расчет на жесткость трубопроводов из наполненного полиэтилена при горизонтальной прокладке / М. Г. Сухарев // Известия вузов МВ и ССО СССР. 1965. № 12.
84. Устюгов В. А. Об использовании труб из термопластов во внутренних водостоках зданий московского климатического района / В. А. Устюгов, А. А. Отставнов // Сантехника. 2005. № 1. С. 13—17.
85. Целевая комплексная программа «Экономия и рациональное использование водных ресурсов в г. Москве и повышение надежности ее водообеспечения на период до 2000 года» / МосводоканалНИИпроект. М., 1988.
86. Шопенский Л. А. Исследования режимов работы водопроводов жилых зданий: автореф. дис. канд. техн. наук. М., 1968.
87. Шопенский Л. А. Построение расчетных графиков водопотребления / Л. А. Шопенский, И. П. Юрьева // Санитарная техника: сб. науч. тр. М.: НИИ санитарной техники, 1970. Вып. 34. С. 27—32.
88. Шопенский Л. А. Совершенствование норм водопотребления для жилых зданий / Л. А. Шопенский, А. Л. Кожина // Водоснабжение и санитарная техника. 1985. № 11. С. 25—27.

Приложение 1 **Планировочные решения санитарных узлов**

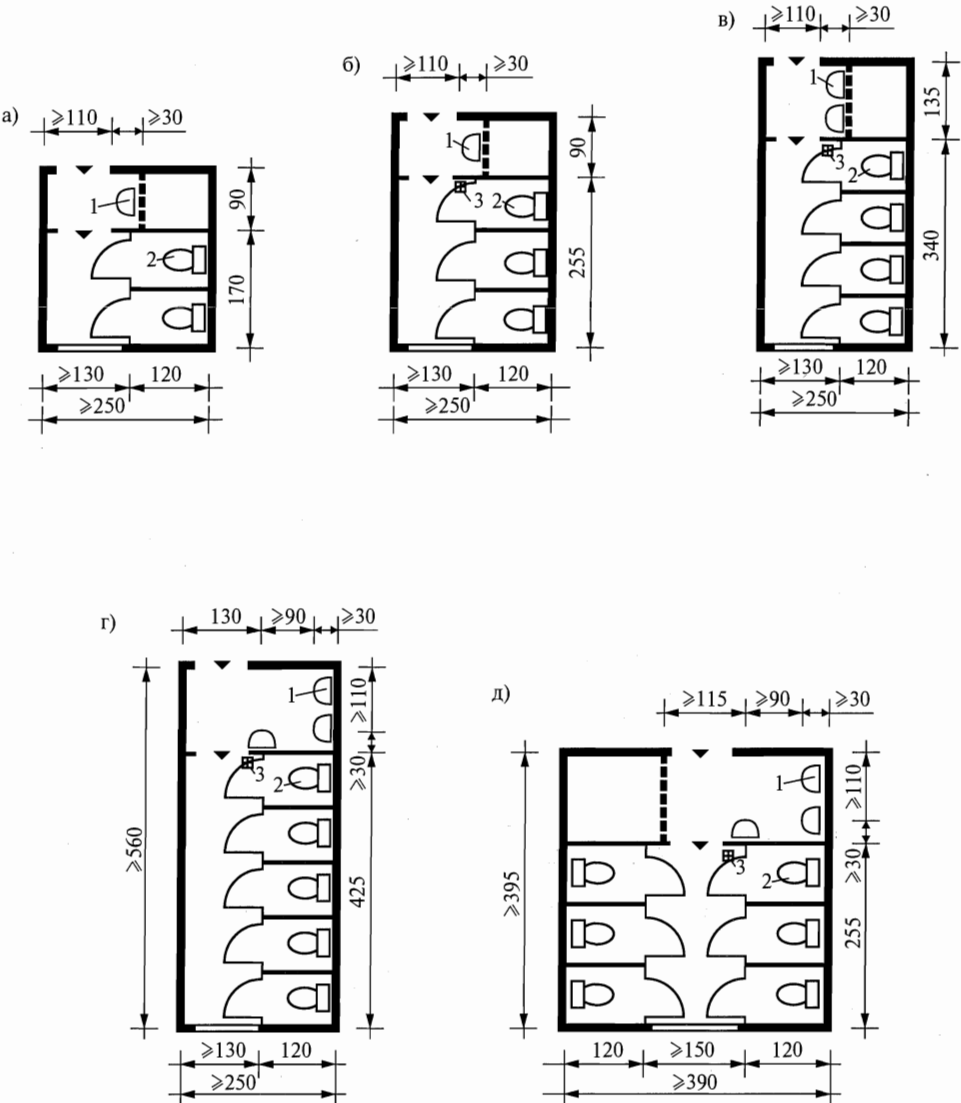


Рис. П.1.1. Планировочные решения санитарных узлов с обязательными помещениями для женщин с кабинами: а — двумя; б — тремя; в — четырьмя; г — пятью; д — шестью; 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — трап (здесь и далее размеры даны в чистоте, см; толщины перегородок не учтены)

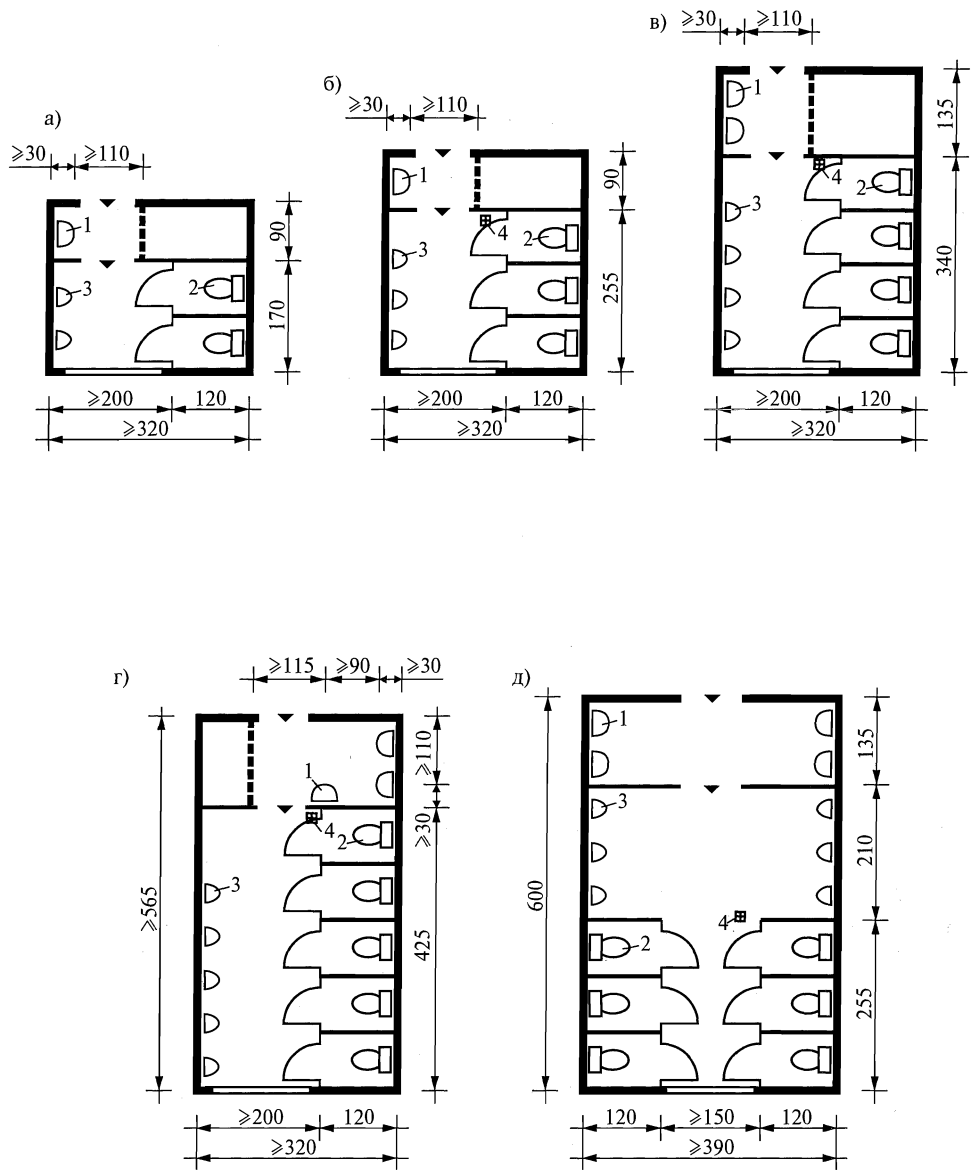


Рис. П.1.2. Планировочные решения санитарных узлов с обязательными помещениями для мужчин с кабинами: а — двумя; б — тремя; в — четырьмя; г — пятью; д — шестью; 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — трап

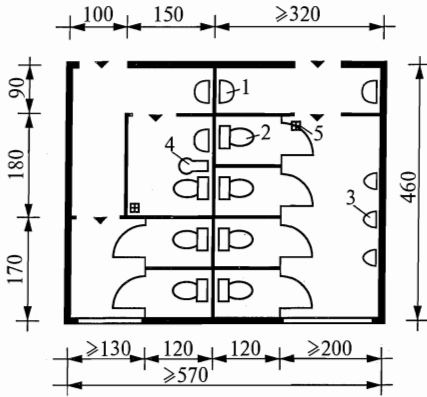


Рис. П.1.3. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (двумя женскими, четырьмя мужскими, одной для личной гигиены женщин): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — биде; 5 — трап

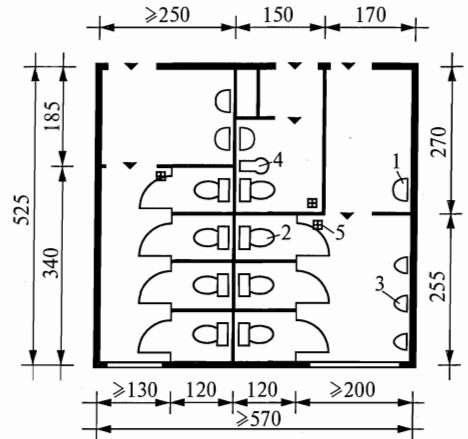


Рис. П.1.4. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (четырьмя женскими, тремя мужскими, одной для личной гигиены женщин): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — биде; 5 — трап

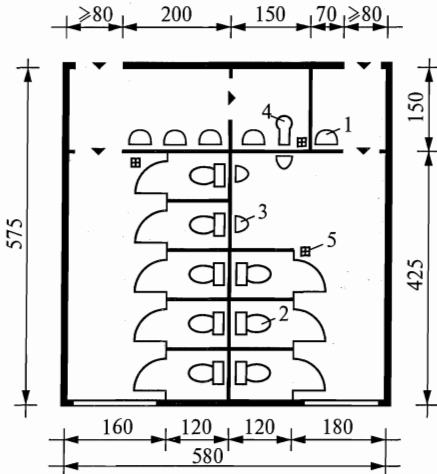


Рис. П.1.5. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (пятью женскими, тремя мужскими, одной для личной гигиены женщин): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — биде; 5 — трап

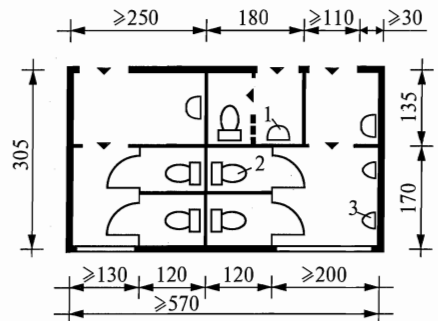


Рис. П.1.6. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (двумя женскими, двумя мужскими, одной индивидуальной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар

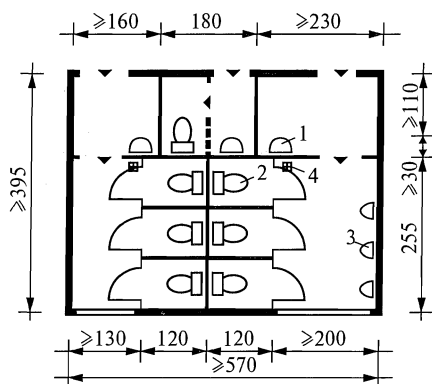


Рис. П.1.7. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (три женскими, тремя мужскими, одной индивидуальной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — трап

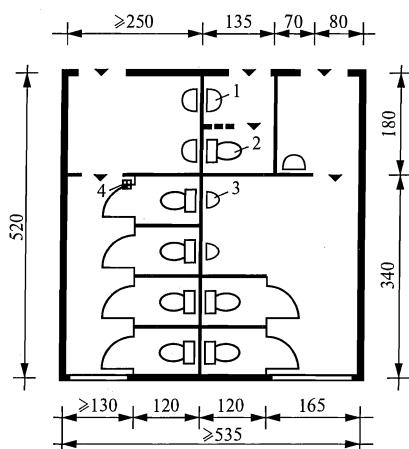


Рис. П.1.8. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (четыре женскими, двумя мужскими, одной индивидуальной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — трап

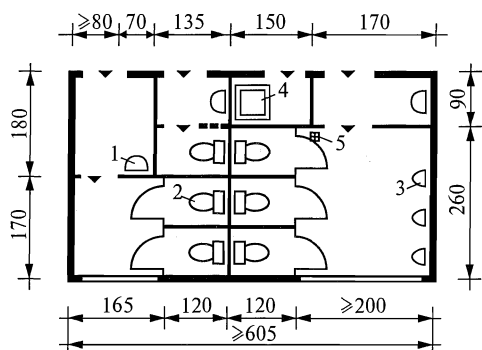


Рис. П.1.9. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (два женскими, тремя мужскими, одной индивидуальной, одной уборочной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

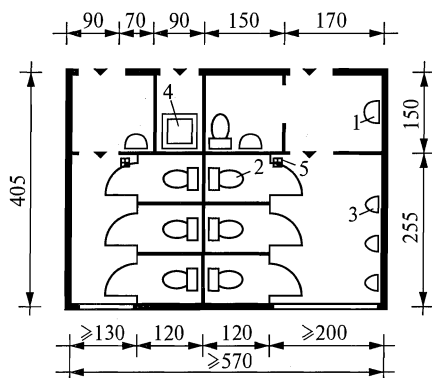


Рис. П.1.10. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (три женскими, тремя мужскими, одной индивидуальной, одной уборочной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

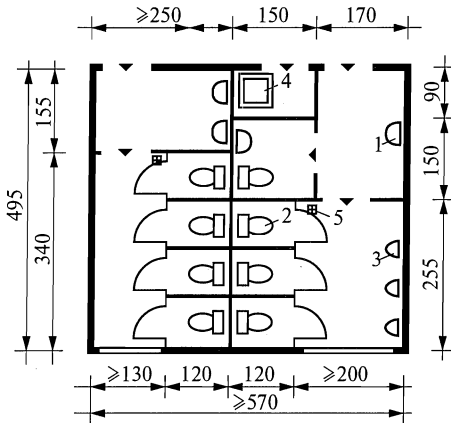


Рис. П.1.11. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (четырьмя женскими, тремя мужскими, одной индивидуальной, одной уборочной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — индивидуальная кабина; 6 — трап

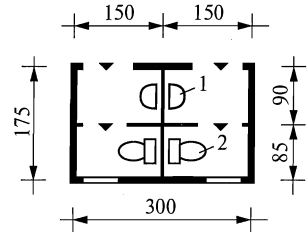


Рис. П.1.12. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (одного женского, одного мужского): 1 — умывальник; 2 — унитаз

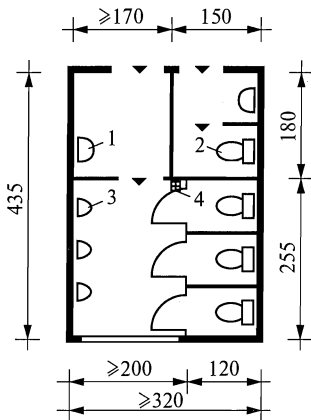


Рис. П.1.13. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (одного женского, трех мужских): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — трап

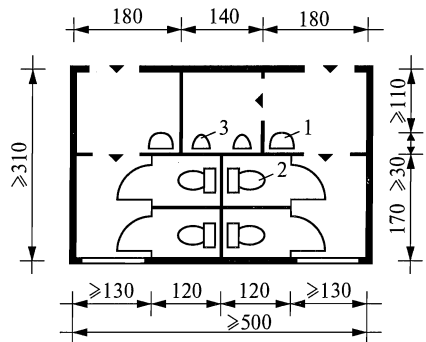


Рис. П.1.14. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (двух женских, двух мужских): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар

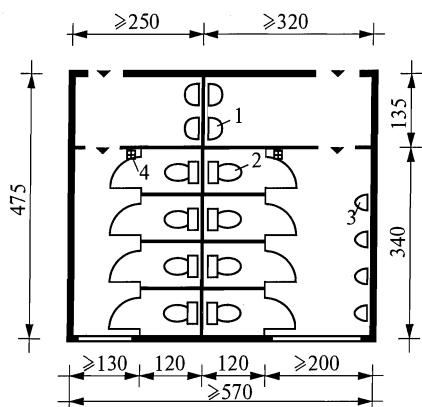


Рис. П.1.15. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (четыре женских, четырех мужских): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — трап

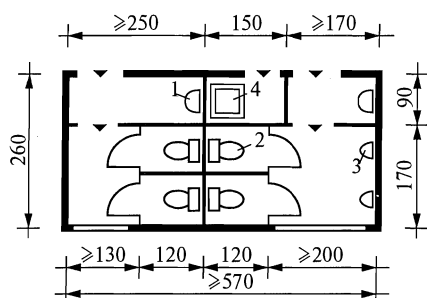


Рис. П.1.16. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (двух женских, двух мужских) с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря

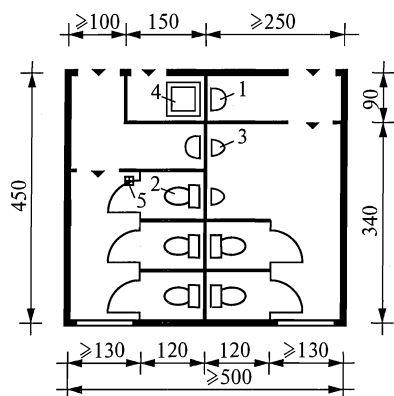


Рис. П.1.17. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (трех женских, двух мужских) с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

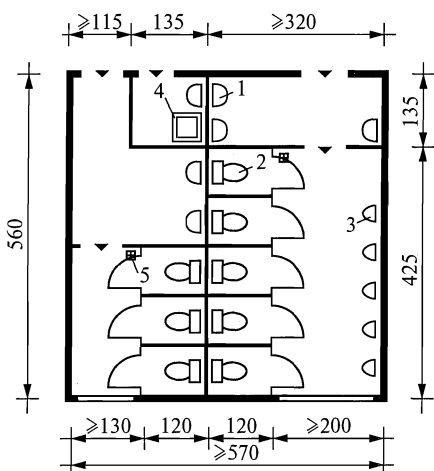


Рис. П.1.18. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (трех женских, пяти мужских) с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

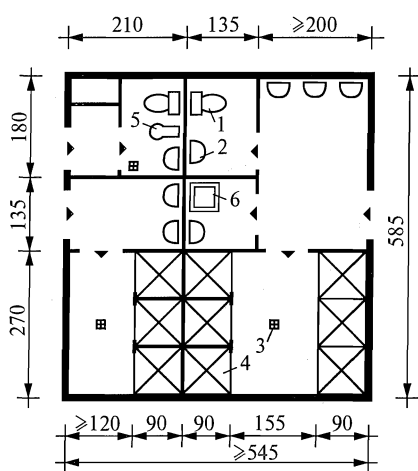


Рис. П. 1.20. Планировочное решение женского и мужского санитарных узлов с душевыми (три душевых поддона для женщин, шесть — для мужчин) при универсальных учебно-производственных мастерских: 1 — унитаз; 2 — умывальник; 3 — трап; 4 — душевой поддон; 5 — биде; 6 — мойка для уборочного инвентаря

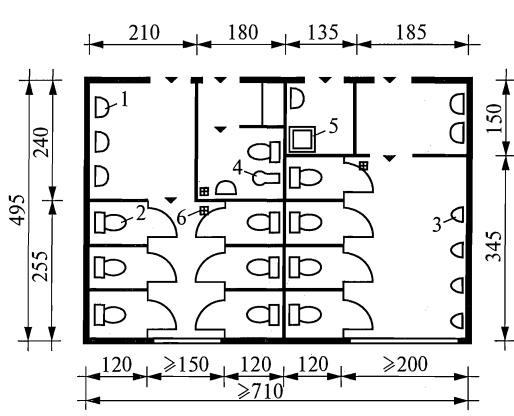


Рис. П. 1.22. Планировочное решение санитарных узлов с кабинами (шестью женскими, четырьмя мужскими, одной для личной гигиены женщин, одной уборочной): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — биде; 5 — мойка для уборочного инвентаря; 6 — трап

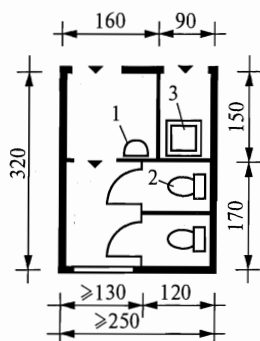


Рис. П.1.23. Планировочное решение двух женских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — мойка для уборочного инвентаря

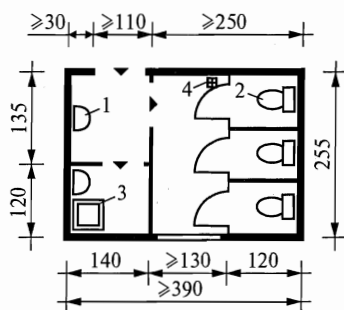


Рис. П.1.24. Планировочное решение трех женских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — мойка для уборочного инвентаря; 4 — трап

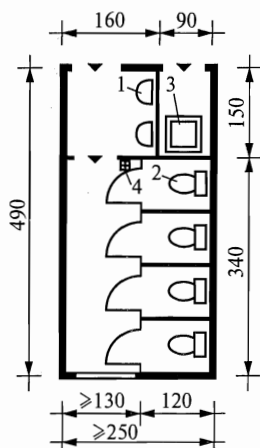


Рис. П.1.25. Планировочное решение четырех женских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — мойка для уборочного инвентаря; 4 — трап

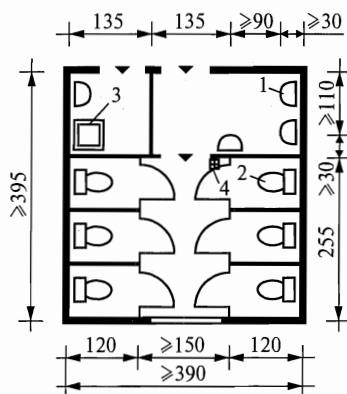


Рис. П.1.26. Планировочное решение шести женских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — мойка для уборочного инвентаря; 4 — трап

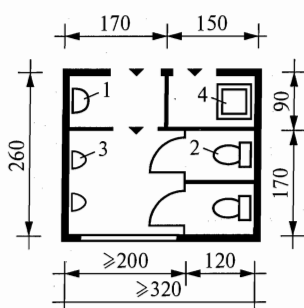


Рис. П.1.27. Планировочное решение двух мужских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря

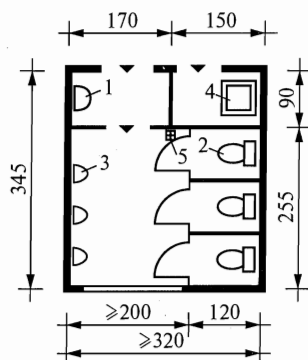


Рис. П.1.28. Планировочное решение трех мужских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

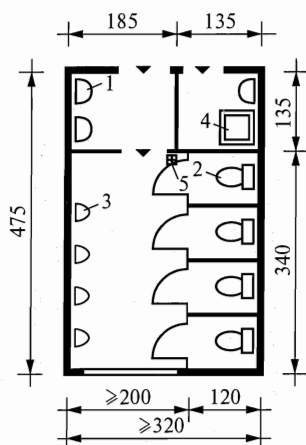


Рис. П.1.29. Планировочное решение четырех мужских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

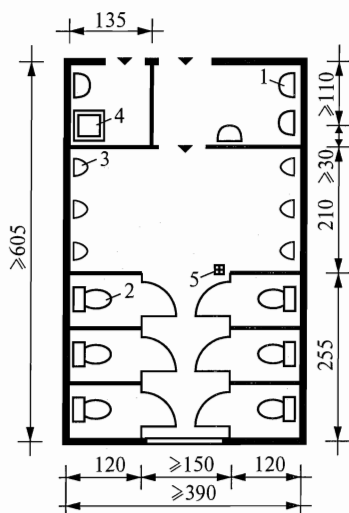


Рис. П.1.30. Планировочное решение шести мужских санитарных узлов с уборочной комнатой: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

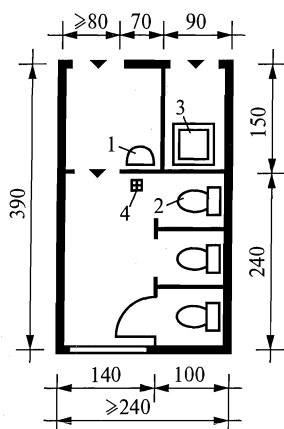


Рис. П.1.31. Планировочное решение трех женских санитарных узлов с уборочной комнатой в школе: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — мойка для уборочного инвентаря; 4 — трап

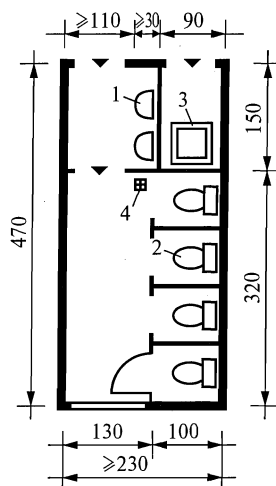


Рис. П.1.32. Планировочное решение четырех женских санитарных узлов с уборочной комнатой в школе: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — мойка для уборочного инвентаря; 4 — трап

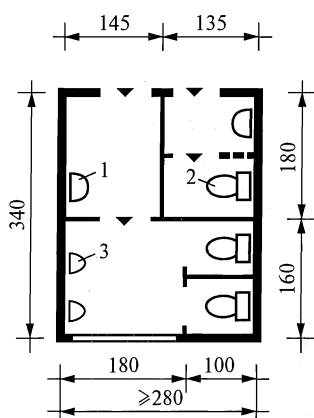


Рис. П.1.33. Планировочное решение санитарных узлов в школе (двух мужских, одного индивидуального): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар

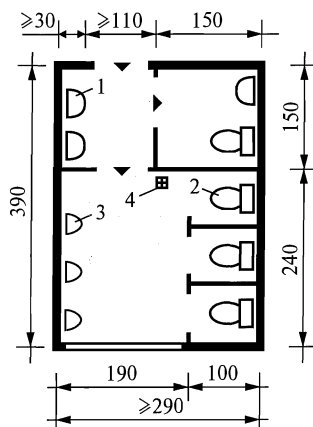


Рис. П.1.34. Планировочное решение санитарных узлов в школе (трех мужских, одного индивидуального): 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — трап

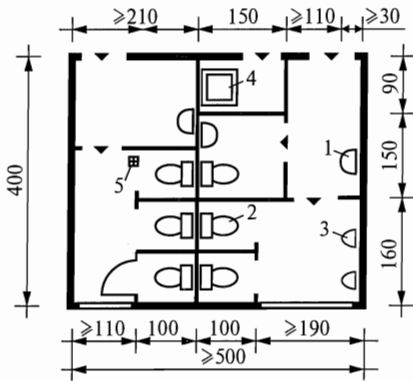


Рис. П.1.35. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (трех женских, двух мужских, одного индивидуального) с уборочной комнатой в школе: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

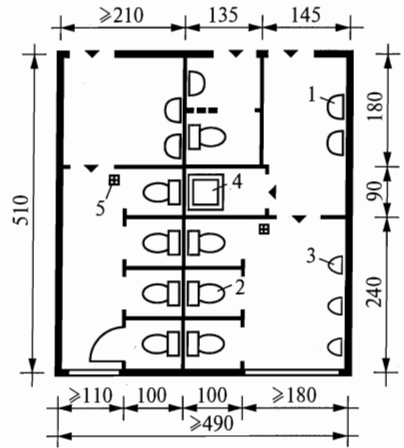


Рис. П.1.36. Планировочное решение блокировки санитарных узлов (четырех женских, трех мужских, одного индивидуального) с уборочной комнатой в школе: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — писсуар; 4 — мойка для уборочного инвентаря; 5 — трап

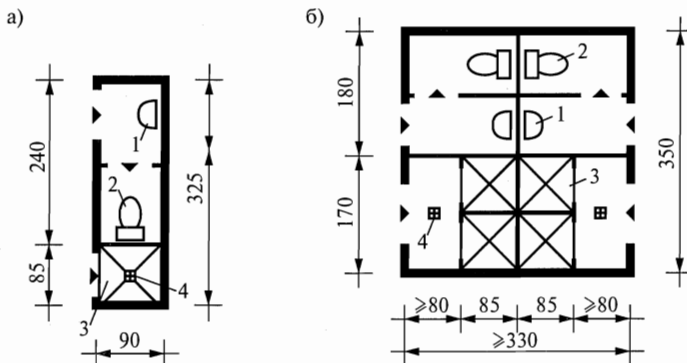


Рис. П.1.37. Планировочное решение санитарных узлов с душевыми при спортивных залах в общеобразовательных школах с числом душевых поддонов: а — одним; б — двумя женскими и двумя мужскими; 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — душевой поддон; 4 — трап

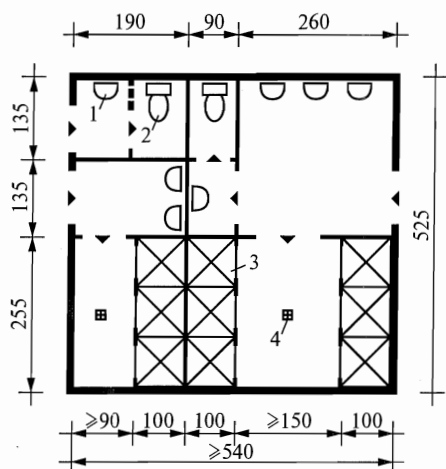


Рис. П.1.38. Планировочное решение санитарных узлов с душевыми (три душевых поддона для женщин, шесть — для мужчин) при спортивных залах в колледжах: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — душевой поддон; 4 — трап

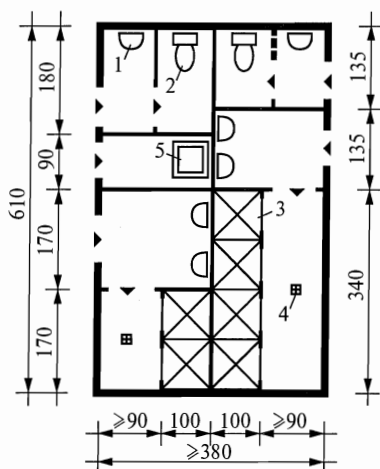


Рис. П.1.39. Планировочное решение санитарных узлов с душевыми (два душевых поддона для женщин, четыре — для мужчин) при спортивных залах в колледжах: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — душевой поддон; 4 — трап; 5 — мойка для уборочного инвентаря

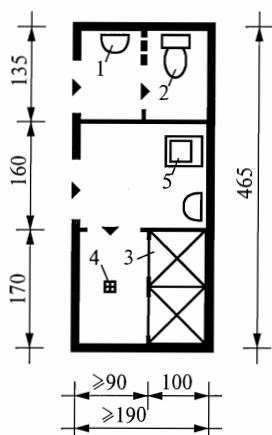


Рис. П.1.40. Планировочное решение женского санитарного узла с душевой (два душевых поддона) в спортивном сооружении: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — душевой поддон; 4 — трап; 5 — ножная ванна

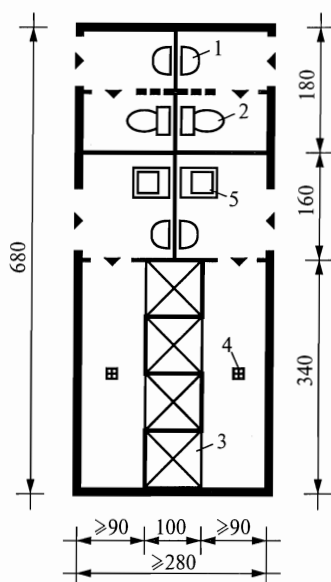


Рис. П.1.41. Планировочное решение женского и мужского санитарных узлов с душевыми (по два душевых поддона для женщин и мужчин) в спортивном сооружении: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — душевой поддон; 4 — трап; 5 — ножная ванна

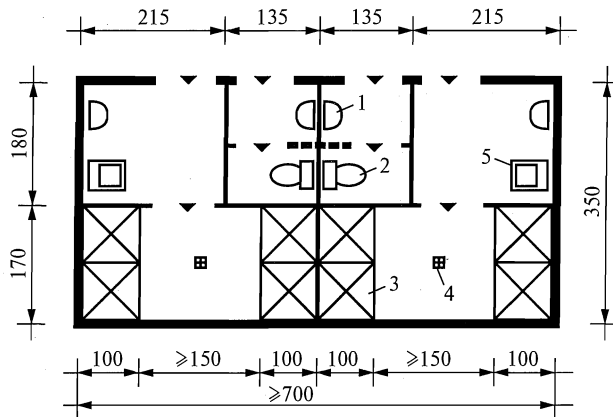


Рис. П.1.42. Планировочное решение женского и мужского санитарных узлов с душевыми (по четыре душевых поддона для женщин и мужчин) в спортивном сооружении: 1 — умывальник; 2 — унитаз; 3 — душевой поддон; 4 — трап; 5 — ножная ванна

Приложение 2

Основные буквенные обозначения

Расходы в системах водоснабжения и канализации

A — параметр, учитывающий аккумулирующую способность горизонтального самотечного канализационного трубопровода и свойства материала труб;

b — число подобия режимов течения воды;

c — коэффициент, зависящий от гидравлического радиуса и шероховатости смоченной поверхности самотечного трубопровода;

D, d — диаметр трубы или участка сборного трубопровода, мм;

$D_{\text{в}}, d_{\text{в}}$ — внутренний диаметр трубы или соединительной детали, мм;

$d_{\text{отв}}$ — внутренний диаметр поэтажного отводного трубопровода, мм;

$D_{\text{ст}}$ — внутренний диаметр стояка, мм;

Dy — диаметр условного прохода, мм;

e — толщина стенки трубы или соединительной детали, мм;

f — коэффициент, учитывающий характер водоразбора в системе;

G — расход теплоносителя в системе отопления, кг/ч;

H — потери напора на участке трубопровода, м;

$H_{\text{с}}$ — потери напора в водоизмерительных устройствах, м вод. ст.;

$H_{\text{л}}$ — потери напора в местных сопротивлениях, м вод. ст.;

$H_{\text{т}}$ — потери напора на трение, м вод. ст.;

$H_{\text{г}}$ — гарантийный напор, м вод. ст.;

$H_{\text{геом}}$ — потери напора геометрической высоты подъема воды, м вод. ст.;

$h_{\text{геом}}$ — геометрическая высота (отметка самой высокой точки расчетного участка трубопровода), м;

$H_{\text{гл.ст}}$ — потери напора главного стояка, м;

$H_{\text{к.п}}$ — потери напора в кольцующей перемычке до первой точки водоразбора по ходу движения воды, м;

$h_{\text{мс}}$ — потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях, м;

$H_{\text{св}}$ — свободный напор перед арматурой, м вод. ст.;

$H_{\text{тр}}$ — напор, необходимый для подачи воды потребителю, м вод. ст.;

i — 1. гидравлический уклон трубопровода, мм; 2. потребители, к которым вода поступает по расчетному участку трубопровода внутреннего водоснабжения к различным санитарно-техническим приборам; 3. удельные потери напора на трение (при температуре воды $T, ^\circ\text{C}$, $i_{\text{т}}$; на местных сопротивлениях $i_{\text{мс}}$), м/м (мм/м);

k — коэффициент, зависящий от угла входа жидкости в стояк;

$k_{\text{сиг}}$ — коэффициент для расчета расхода горячей воды с учетом циркуляционного;

$K_{\text{ж}}$ — корректирующий множитель к $\xi_{\text{ш.с}}$;

$k_{\text{л}}$ — коэффициент, учитывающий местные сопротивления (зарастание труб);

$K_{\text{м}}$ — корректирующий множитель к $\xi_{\text{ш.р}}$;

$K_{\text{с}}$ — коэффициент осреднения расхода стоков в трубопроводе;

$K_{\text{в}}$ — коэффициент, учитывающий изменение скорости движения воды по соединительной детали;

$K_{\text{о}}$ — коэффициент, учитывающий соотношение живых сечений потока при частичном и полном заполнениях самотечного канализационного трубопровода;

- $K_{\text{обор}}$ — коэффициент рационального использования оборудования;
 $K_{\text{рац}}^{\text{во}}$ — коэффициент рационального использования природного ресурса;
 $K_{\text{труд}}$ — коэффициент рационального использования трудовых ресурсов;
 $K_{\text{э}}$ — коэффициент эквивалентной шероховатости, мм;
 $K_{\text{энер}}$ — коэффициент рационального использования энергии;
 L, l — длина трубопровода или его участка, м;
 $L_{\text{ст}}$ — рабочая высота стояка, м;
 $L_{\text{э}}$ — эквивалентная длина соединения, м;
 m — число стояков в узле;
 N — число санитарно-технических приборов;
 n_1 — коэффициент шероховатости;
 P — вероятность действия санитарно-технических приборов, определенная для каждой группы водопотребителей (при общем расходе P^{tot} ; при расходе холодной воды $P^{\text{с}}$; при расходе горячей воды P^{h});
 P_{hr} — вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом;
 Q — средний расход воды (общий $Q_{\text{T}}^{\text{tot}}$, холодной $Q_{\text{T}}^{\text{с}}$, горячей Q_{T}^{h}) за период (час) максимального водопотребления, л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);
 q — максимальный секундный расход воды (общий q^{tot} , холодной $q^{\text{с}}$, горячей q^{h}) на расчетном участке сети, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 q_0 — 1. расход воды (общий q_0^{tot} , холодной $q_0^{\text{с}}$, горячей q_0^{h}) водоразборной арматурой (санитарно-техническим прибором) секундный q_0 , л/с, часовой $q_{0,\text{hr}}$, л/ч; 2. расход стоков от санитарно-технического прибора с максимальной емкостью, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q_0^{\text{с}}$ — расход стоков от санитарно-технического прибора (с максимальным водоотведением $q_0^{\text{с},1}$, с максимальной емкостью $q_0^{\text{с},2}$), л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q^{\text{h},\text{cir}}$ — расчетный расход горячей воды с учетом циркуляционного, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 q_{hr} — средний или максимальный расчетный часовой расход воды (общий $q_{\text{hr}}^{\text{tot}}$, холодной $q_{\text{hr}}^{\text{с}}$, горячей q_{hr}^{h}), л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);
 $q_{\text{hr},\text{мин}}$ — расчетный минимальный часовой расход воды, л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);
 Q^{ht} — теплопотери трубопроводами горячего водоснабжения, кВт;
 $q^{\text{с}}$ — расчетный (максимальный) расход сточных вод, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q^{\text{с},L}$ — расчетный расход в зависимости от числа санитарно-технических приборов N , присоединенных к проектируемому расчетному участку трубопровода, и длины этого участка трубопровода L , м, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 q_{T} — средний часовой расход воды (общий $q_{\text{T}}^{\text{tot}}$, холодной $q_{\text{T}}^{\text{с}}$, горячей q_{T}^{h}) за период (час) максимального водопотребления, л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);
 $Q_{\text{T},i}$ — расчетный средний суточный расход воды (общий $Q_{\text{T},i}^{\text{tot}}$, холодной $Q_{\text{T},i}^{\text{с}}$, горячей $Q_{\text{T},i}^{\text{h}}$) для различных видов потребителей, л/сут ($\text{м}^3/\text{сут}$);
 $q_{\text{T},i}$ — расчетный средний часовой расход воды (общий $q_{\text{T},i}^{\text{tot}}$, холодной $q_{\text{T},i}^{\text{с}}$, горячей $q_{\text{T},i}^{\text{h}}$) для i -го потребителя (санитарно-технического прибора), л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);
 $Q_{\text{T},j}$ — расчетный средний суточный расход воды (общий $Q_{\text{T},j}^{\text{tot}}$, холодной $Q_{\text{T},j}^{\text{с}}$, горячей $Q_{\text{T},j}^{\text{h}}$) для j -го расчетного участка трубопровода, л/сут ($\text{м}^3/\text{сут}$);
 $q_{\text{T},j}$ — расчетный средний часовой расход воды (общий $q_{\text{T},j}^{\text{tot}}$, холодной $q_{\text{T},j}^{\text{с}}$, горячей $q_{\text{T},j}^{\text{h}}$) для j -го расчетного участка трубопровода, л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$);
 $q_{\text{в}}$ — расчетный расход воды на участке, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $Q_{\text{в}}$ — 1. расчетный часовой расход стоков на расчетном участке, л/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$); 2. эжектирующая способность стоков (расход воздуха, увлекаемого в стояк движущейся в нем сверху вниз жидкостью), л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);

- $q_{\text{г.тр}}^{\text{с}}$ — расчетный расход стоков горизонтальных отводных трубопроводов, л/с;
 $q_{\text{ж}}$ — расход сточной жидкости, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q_{\text{о}}$ — расход воды, уходящей в ответвление, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q_{\text{пот}}$ — потери воды, л;
 $q_{\text{потр}}$ — количество воды, равное потребности потребителя, л;
 $q_{\text{пр}}$ — максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q_{\text{прир}}$ — количество воды, изъятое из природных ресурсов, л;
 $q_{\text{ст}}^{\text{с}}$ — расчетный расход стоков, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 $q_{\text{ф}}$ — расход воды, проходящей по фитингу, л/с ($\text{м}^3/\text{с}$);
 R — падение давления вследствие трения теплоносителя (воды) о стенки трубы, Па/м;
 Re — число Рейнольдса (фактическое $Re_{\text{ф}}$, квадратичное $Re_{\text{кв}}$);
 $R_{\text{с}}$ — гидравлический радиус потока сточной жидкости (при заполнении самотечного трубопровода неполном $R_{\text{с.н}}$ и полном $R_{\text{с.п}}$), м;
 $R_{\text{мс}}$ — падение давления на местных сопротивлениях, Па;
 t — период максимального водопотребления, ч;
 $T_{\text{с}}$ — температура сточной жидкости, °C;
 U — количество потребителей (санитарно-технических приборов);
 v — 1. средняя по сечению трубы скорость движения воды (теплоносителя), м/с; 2. скорость течения стоков (при наполнении самотечного трубопровода неполном $v_{\text{н}}$ и полном $v_{\text{п}}$), м/с;
 $v_{\text{см}}$ — средняя скорость движения водовоздушной смеси, м/с;
 $v_{\text{ср}}$ — средняя скорость течения жидкости, м/с;
 $v_{\text{т}}$ — скорость движения воды по трубе при пропуске расчетного расхода $q_{\text{ф}}$, м/с;
 α — угол присоединения поэтажных трубопроводов к стояку, град;
 α ($\alpha_{\text{нр}}$) — коэффициент, определяемый с учетом общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P ($P_{\text{нр}}$);
 β — коэффициент разрегулировки циркуляции в системе горячего водоснабжения;
 ΔD — допуск на диаметр, м;
 Δe — допуск на толщину стенки, м;
 $\Delta H_{\text{ф}}$ — суммарные потери напора соединительной детали, Па;
 ΔP — падение давления, Па/м;
 Δp — величина разрежений в стояке, мм вод. ст.;
 Δt — разность температур в подающих трубопроводах системы от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °C;
 $\Delta_{\text{э}}$ — коэффициент абсолютной гидравлической шероховатости, м;
 λ — коэффициент гидравлического сопротивления трению по длине трубопровода;
 ν — коэффициент кинематической вязкости жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$;
 ξ — коэффициент местного сопротивления элемента трубопровода или соединительной детали (на входе $\xi_{\text{вх}}$, на выходе $\xi_{\text{вых}}$, в теле фитинга $\xi_{\text{тел}}$);
 $\xi_{\text{ф}}$ — коэффициент, учитывающий скругления в фитинге в зависимости от угла скругления φ , град;
 $\xi_{\text{с.д}}$ — коэффициент местного сопротивления соединения с выступами, образующими диафрагму;
 $\xi_{\text{тр}}$ — суммарное сопротивление тройников;

$\xi_{\text{ш}}$ — коэффициент местного сопротивления мест расширения $\xi_{\text{ш.р}}$ и сужения $\xi_{\text{ш.с}}$;

ρ — плотность воды (теплоносителя), кг/м³;

ω — 1. живое сечение (трубы $\omega_{\text{т}}$ и фитинга (по штуцеру) $\omega_{\text{ф}}$); 2. площадь живого сечения потока сточной жидкости, м².

Крепление трубопроводов

d — внутренний диаметр трубы, мм;

D — (номинальный) наружный диаметр трубы, мм;

E — модуль упругости, Па;

E_0 — кратковременный (мгновенный) модуль упругости материала;

F — площадь поперечного сечения, м²;

f — стрела прогиба;

h — полный вылет компенсатора, м;

I — осевой момент инерции (сечения), м⁴;

l — максимально допустимое расстояние от конца отвода до места неподвижного закрепления, м;

l_{T} — длина пролета при перепаде температур ΔT и прочих равных условиях;

n — отношение толщины стенки к наружному диаметру трубы;

N_{T} — расчетные продольные усилия, возникающие в трубопроводе при изменении температуры (сжимающая сила);

$P_{\text{зак}}$ — продольная (закритическая) сила;

$P_{\text{к}}$ — внешняя нагрузка;

q — внешняя нагрузка, интенсивность;

r — радиус изгиба детали, м;

R — расчетное сопротивление материала труб, МПа;

T — температура (транспортируемой жидкости $T_{\text{н}}$, эксплуатационная $T_{\text{э}}$), °С;

U — потенциальная энергия упругой деформации при изгибе;

X, Z — длина пролета;

α — коэффициент линейного температурного расширения, °С⁻¹;

γ — удельный вес материала трубы;

Δl — максимально допустимое продольное перемещение трубопровода от действия температуры, компенсируемое отводом (температурное изменение длины трубопровода), м;

Δl_{T} — величина температурного удлинения, м;

ΔT — 1. перепад температур, °С; 2. максимальная разность между температурами стенок трубопроводов в процессе эксплуатации и окружающей среды, при которой осуществляется монтаж замыкающих стыков трубопроводов, °С;

δ — 1. толщина стенки трубы, мм; 2. изгиб;

ε — относительная деформация после длительного нагружения (полученная в момент нагружения ε_0 и соответствующая прекращению ползучести $\varepsilon_{\text{с}}$);

θ_{T} — коэффициент изменения жесткости пролета;

λ — гибкость стояка;

$\lambda_{\text{з}}$ — коэффициент, учитывающий вариант опирания трубопровода на кронштейны;

σ — растягивающее напряжение (наибольшее напряжение в сечении над опорой σ_0 и посередине пролета $\sigma_{\frac{l_0}{2}}$);

χ — коэффициент, учитывающий геометрию трубы и объемные массы материала трубы и воды;

Π — внешняя сжимающая нагрузка (потенциальная энергия внешних нагрузок);

$\mathcal{E}$ — полная энергия упругой системы.

Расчет экономической эффективности

$k_{\text{тр}}$ — коэффициент использования транспортного средства по грузоподъемности;

l — удаленность склада от МКАД, км;

n_{ji} — число капитальных ремонтов за период функционирования системы;

Q — грузоподъемность транспортного средства, т;

t — время доставки и погрузки-выгрузки, ч;

t_i — время от начала эксплуатации до i -го года расчетного периода, лет;

$t_{\text{кри}}$ — время от начала эксплуатации до j -го капитального ремонта системы, определяемое сроком ее службы, лет;

$t_{\text{ф}}$ — срок службы, лет;

$t_{\text{фи}}$ — расчетный срок службы системы, лет;

$t_{\text{э}}$ — время от начала эксплуатации до j -й полной замены, определяемой сроком службы реконструированной системы, лет;

$\mu_{\text{тв}}$ — коэффициент приведения к одному сроку разновременных затрат для горячего водоснабжения;

$\mu_{\text{огв}}$ — коэффициент приведения дополнительных затрат на электроэнергию в результате возрастания гидравлического сопротивления в системе горячего водоснабжения в процессе эксплуатации;

$\mu_{\text{охв}}$ — коэффициент приведения дополнительных затрат на электроэнергию в результате возрастания гидравлического сопротивления в системе холодного водоснабжения в процессе эксплуатации;

$\mu_{\text{хв}}$ — коэффициент приведения к одному сроку разновременных затрат для холодного водоснабжения;

$\sum m$ — суммарная масса трубных изделий, составляющих комплект для устройства этажестояков, т;

φ — коэффициент пропорциональности;

$E_{\text{нп}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (нижний предел эффективности капитальных вложений в основные производственные фонды);

$E_{\text{нпи}}$ — нормативы приведения затрат сравниваемых вариантов для системы к одному моменту времени;

$K_{\text{зсi}}$ — коэффициент, учитывающий заготовительно-складские расходы на трубы, используемые при монтаже;

K_{oi} — коэффициент, учитывающий отходы труб при монтаже;

$K_{\text{общi}}$ — коэффициент, учитывающий общие эксплуатационные затраты на систему: содержание аварийных служб, административно-управленческого аппарата, технику безопасности, охрану окружающей среды и др.;

$K_{\text{пни}}$ — коэффициент, учитывающий плановые накопления строительных организаций при устройстве системы;

$K_{\text{сми}}$ — коэффициент, учитывающий переход от сметной стоимости к полной стоимости устройства системы;

H_i — накладные расходы строительных организаций на производство строительно-монтажных работ при устройстве системы, р.;

H_{ci} — нормативная численность обслуживающего персонала на 1 км системы;

P_i — 1. приведенные затраты на устройство и эксплуатацию системы по i -му варианту, р.; 2. эксплуатационные затраты на содержание системы внутренней канализации за i -й год, р.;

P_{vi} — расходы на восстановление изношенных элементов системы при ее последующей эксплуатации, р.;

P_{kpi} — расходы на капитальные ремонты, р.;

P_{ci} — составляющая приведенных затрат на устройство системы, р.;

P_{toi} — расходы на техническое обслуживание, р.;

P_{tri} — расходы на текущие ремонты, р.;

$P_{эi}$ — составляющая приведенных затрат на эксплуатацию системы, р.;

P_{vi} — доля ежегодных отчислений на восстановление системы от сметной стоимости, %;

P_{kpi} — доля ежегодных отчислений от сметной стоимости системы на капитальный ремонт, %;

P_{tri} — доля ежегодных отчислений от сметной стоимости системы на текущие ремонты, %;

C_{vi} — среднегодовые расходы на прокладку новой системы взамен отслужившей свой срок, р.;

C_{kpi} — среднегодовые расходы на проведение капитального ремонта системы, р.;

C_{mi} — расходы на производство монтажных работ, в том числе проведение гидравлических испытаний, р.;

C_{oi} — расходы на основную зарплату рабочих, занятых устройством системы, р.;

c_t — удельные затраты, р.;

C_{ti} — расходы на транспортировку труб для устройства системы до места строительства, р.;

C_{toi} — среднегодовые затраты на техническое обслуживание системы, р.;

C_{tri} — среднегодовые расходы на текущий ремонт системы, р.;

$C_{эi}$ — расходы на эксплуатацию механизмов и средств малой механизации, используемых для монтажа системы, р.;

$C_{элгв}$ — годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в системе горячего водоснабжения, р.;

$C_{элхв}$ — годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в системе холодного водоснабжения, р.;

T — часовой тариф аренды транспортного средства в пределах МКАД, р./ч;

$T_{км}$ — тарифная стоимость пробега за пределами МКАД, р./км;

$\Phi_{зпi}$ — годовой фонд зарплаты с начислениями, приходящимися на одного работающего при эксплуатации системы, р.;

Π_i — расходы на приобретение труб и трубных изделий для устройства системы в оптовых ценах, р.;

$\mathcal{E}_i$ — единый экономический показатель приведенных затрат, р.

Удаление атмосферных осадков

A — 1. интенсивность осадков, соотносящаяся с периодом однократного превышения p , лет; 2. удельное сопротивление трению по длине трубопровода, $\text{м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$;

- A_m — удельное местное сопротивление, $\text{м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$;
 b — ширина плиты покрытия;
 C_1 — среднемесячная относительная влажность, %;
 d — среднемесячный дефицит влажности (уточненное значение среднего месячного дефицита влажности d_1), мм рт. ст.;
 d_b — дефицит влажности, мм;
 E_n — упругость водяного пара, соответствующая полному насыщению воздуха при определенной температуре, мм рт. ст.;
 E_ϕ — упругость водяного пара, находящегося в воздухе (абсолютная влажность), мм рт. ст.;
 F — (предельная) водосборная площадь или площадь кровли, м^2 ;
 H — напор во внутренней водосточной системе, м;
 H — среднее годовое количество атмосферных осадков, мм;
 h — среднемесячное количество осадков по месяцам, мм;
 h_0 — глубина воды в центре ендовы, мм;
 h_n — высота слоя воды, соответствующая допустимой нагрузке на кровлю, мм;
 H_n — полный напор, равный разности отметок слоя воды на крыше и устья стояка или отводной линии, м;
 h_p — расчетная высота водяного слоя, мм вод. ст.;
 h_c — высота слоя воды, заливающей кровлю, мм;
 i — гидравлический уклон кровли внутренней водосточной системы, мм;
 i_p — расчетная интенсивность ливней, мм/мин;
 K — 1. расходная характеристика водосточной системы, $\text{м}^3/\text{с}$; 2. коэффициент, учитывающий период однократного превышения и аккумулирующую способность кровли;
 l — длина трубопровода или его отрезка, м;
 m — частота превышения расчетной интенсивности осадков;
 n_r — годовое количество ливней;
 p — период превышения расчетной интенсивности осадков, лет;
 p_1 — частота действия водосброса, лет;
 q — интенсивность выпадения дождей, $\text{л}/\text{с} \cdot \text{га}$;
 q_0 — интенсивность дождей, вычисленная при $p = 1$ год без учета аккумулирующей способности крыши (за расчетный период 5 мин q_5 и 20 мин q_{20}), $\text{л}/\text{с} \cdot \text{га}$;
 q_w — расход (интенсивность), соответствующий емкости кровли ω ;
 $Q_{\text{макс}}$ — максимальный расход осадков, $\text{м}^3/\text{с}$;
 Q_p — расход жидких атмосферных стоков, $\text{м}^3/\text{с}$;
 q_p — интенсивность притока воды, $\text{л}/\text{с} \cdot \text{га}$;
 $Q_{\text{расч}}$ — расчетный расход дождевых вод с водосборной площади F , м^2 , $\text{л}/\text{с}$;
 s — снеговая нагрузка на покрытие крыш зданий, $\text{кг}/\text{м}^2$;
 s_0 — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, $\text{кг}/\text{м}^2$;
 S_0 — полное сопротивление внутренней водосточной системы, м;
 t — продолжительность выпадения дождей, с (мин);
 t_r — время годовой продолжительности дождей расчетной интенсивности, мин;
 t_p — расчетная продолжительность работы в напорном режиме в течение расчетного срока службы систем внутренних водостоков, ч;
 Δd — поправка, служащая для уточнения значений среднемесячного дефицита влажности, мм рт. ст.;

ΔH — полная потеря напора в водосточной системе;

ΔT — разность между максимумом температуры по суточным наблюдениям и средней месячной температурой, °С;

λ — коэффициент гидравлического сопротивления трению по длине трубы;

μ — 1. коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке; 2. коэффициент расхода, зависящий от конструкции водосточной воронки;

$\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных гидравлических сопротивлений водосточной системы;

ω — 1. емкость кровли; 2. площадь живого сечения стояка или рабочего сечения воронки, м².

Приложение 3

Системы внутреннего водостока Geberit Pluvia*

В настоящее время отвод дождевых и талых вод с крыш зданий осуществляется неорганизованным сбросом по свесам карниза и организованным отводом воды по наружным и внутренним водостокам. Внутренние системы водостока состоят из водосточных (приемных) воронок, стояков, отводных (подвесных и подземных) трубопроводов и выпусков. По принципу действия внутренние системы делятся на самотечные и сифонные системы.

В самотечных системах вода собирается водосточными воронками и отводится с крыш за счет уклона в отводящих трубопроводах. Расчет трубопроводов выполняется исходя из частичного их заполнения.

В сифонных системах внутреннего водостока Pluvia швейцарской компании Geberit трубопроводная система полностью заполняется водой. Возникает непрерывный водяной столб от воронки на крыше до перехода на традиционную самотечную канализационную систему. Дождевая вода накапливается на поверхности кровли до определенного уровня. За счет давления подпирающей воды водяной столб продавливается через сборный трубопровод. Когда водяной столб начинает падать в вертикальном стояке, во всей водоотводящей системе образуется пониженное давление, за счет которого дождевая вода с кровли всасывается в трубопроводную систему.

Воздух не должен поступать в систему сифонного ливнестока для поддержания полного заполнения трубопровода и сифонного эффекта. Это достигается за счет герметичности и точного подбора размеров трубопроводной системы. Специальная конструкция водосборных воронок Pluvia и полная герметичность стыков предотвращают проникновение воздуха внутрь системы. Воронки снабжены стабилизатором потока, который пропускает дождевую воду только сбоку и без включений воздуха. Для водоотводящих трубопроводов используется система сварных трубопроводов Geberit HDPE.

Трубы и фитинги Geberit HDPE соединяются методом сварки встык (в труднодоступных местах — электросварными муфтами) и монтируются с использованием специального крепежа и большого количества анкерных опор без установки температурных компенсаторов. Таким образом, система водостока становится полностью герметичной.

При неинтенсивном дожде система Geberit Pluvia действует аналогично традиционной самотечной системе водостока — трубопроводная система лишь частично заполнена дождевой водой (частичное заполнение). При сильном дожде традиционная самотечная система внутреннего водостока продолжает оставаться частично заполненной, тогда как сифонная система Geberit Pluvia полностью заполняется водой из-за меньшего диаметра труб (полное заполнение). За счет этого создается всасывающий эффект и производительность системы резко возрастает.

Из-за высокой производительности сифонной системы ливнестока Geberit Pluvia большие площади кровель могут дренироваться малым количеством стояков, что упрощает проектирование, сокращает издержки и продолжительность строительных работ.

* Приложение публикуется на правах рекламы.

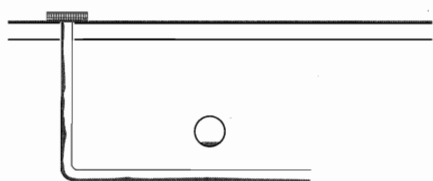


Рис. П.3.1. Самотечная система (неинтенсивный дождь)

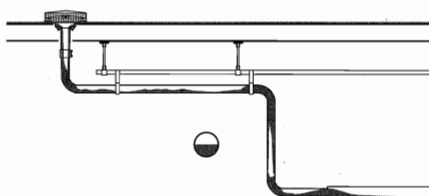


Рис. П.3.3. Система Geberit Pluvia (неинтенсивный дождь)

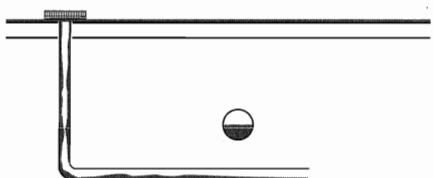


Рис. П.3.2. Самотечная система (интенсивный дождь)

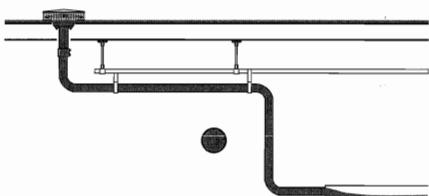


Рис. П.3.4. Система Geberit Pluvia (интенсивный дождь)

Принцип работы системы Pluvia обуславливает ее преимущества по сравнению с традиционной системой: уменьшение диаметра труб и количества воронок, отсутствие уклона горизонтальных участков водостока и труб в основании здания. За счет высокой скорости воды обеспечивается самоочищение трубопроводов. Особый режим потока внутри системы позволяет оптимизировать наружные сети и переносить выпуски на необходимую сторону. Использование труб Geberit HDPE дают возможность предварительной сборки узлов системы.

Система Geberit Pluvia может использоваться в различных крышах: холодных, теплых, крышах с озеленением и др. Наиболее эффективна эта система для больших плоских кровель и складчатых крыш с внутренними желобами. Для обоих типов кровель существуют различные варианты исполнения, например: неизолированная (неутепленная кровля), изолированная (утепленная кровля), изолированная с пароизоляцией, пригодная для передвижения людей и транспортных средств, с озеленением.

Для расчета системы используется специальная программа, разработанная компанией Geberit, — ProPlanner Pluvia. Программа позволяет автоматически рассчитать диаметры всех трубопроводов так, чтобы вода со всех участков кровли, даже расположенных на разных уровнях, отводилась одновременно и не возникало подсоса воздуха через воронки. Программа также выполняет гидравлический расчет системы. Результаты расчетов выдаются в табличной форме и в виде изометрических чертежей стояков. Программа ProPlanner составляет полную спецификацию материалов, необходимых для монтажа.

Размеры системы зависят от интенсивности выпадающих осадков, габаритов поверхности и конструкции крыши и схемы прокладки трубопроводов. При проектировании необходимо проверять кровлю, плиты покрытия на дополни-

тельные нагрузки от обратного подпора дождевой воды. Особенно это актуально для легких кровель.

При размещении воронок Pluvia следует соблюдать следующие правила:

- воронки распределять по возможности рационально, равномерно;
- размещать воронки в самой нижней точке поверхности крыши;
- максимальное расстояние между двумя воронками на одной дренажной ветке не должно превышать 20 м;
- для предотвращения нарушений функционирования воронок последние следует размещать на расстоянии по меньшей мере 1 м от стен, парапетов и т. д.

Посторонние сточные воды не должны направляться в систему Geberit Pluvia. Участки кровли должны дренироваться отдельно, если различны интенсивности осадков, площади участков больше 5 000 м² и/или перепад высот более 4 м.

Максимальное значение пониженного давления в трубопроводной системе для труб Geberit HDPE составляет:

- при диаметрах от 40 до 160 мм — 800 мбар;
- при диаметрах от 200 до 315 мм — 450 мбар;
- при диаметрах от 200 мм до 315 мм (трубы PN 4) — 800 мбар.

Воронки Pluvia для отвода дождевой воды с крыши могут непосредственно подсоединяться к трубопроводной системе с помощью отвода 90°. Все последующие изменения направления на 90° в трубопроводной системе Pluvia допускается выполнять только с помощью двух отводов 45°.

В случае нетеплоизолированных кровель и прежде всего в случае выступающих свесов требуются меры для защиты от замерзания, т. к. некоторые участки трубопровода могут промерзнуть. В таких случаях зона воронки, а также желоба должны защищаться с помощью саморегулирующегося кабеля, обеспечивающего обогрев (воронки с подогревом есть в ассортименте компании Geberit).

При разности температур водостока, поверхности крыши и окружающей среды на трубе Geberit Pluvia может образовываться конденсат. Для предотвращения этого трубопроводы системы следует снабжать противоконденсатной изоляцией.

Вследствие высокой скорости потока в трубопроводе уровень шума при работе системы Geberit Pluvia выше, чем при традиционной самотечной системе внутреннего водостока. В зданиях без особых требований к звукоизоляции система Geberit Pluvia может использоваться без дополнительных мероприятий. В зданиях с высокими требованиями по звукоизоляции оптимальная по шуму прокладка трубопровода достигается путем предотвращения передачи звука на строительную конструкцию (разделение по звуку) и оптимального размещения воронок и трубопроводов. Для предотвращения распространения шума по воздуху прокладку трубопроводов осуществляют в специальных звукоизолированных монтажных каналах и/или производят наружную звукоизоляцию с помощью трубчатой или рулонной изоляции.

Система внутреннего водостока Geberit Pluvia заканчивается либо на вертикальном, либо на горизонтальном участках. Далее трубопровод с полным заполнением (Geberit Pluvia) переходит в безнапорную самотечную систему с частичным заполнением (традиционная самотечная система водостока). Для создания такого перехода необходимо предусмотреть увеличение диаметра трубопровода.

Коэффициент линейного температурного расширения α для Geberit HDPE составляет $0,2 \text{ мм}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$. Перепад температур $\Delta T = 50^\circ\text{С}$ вызывает в случае Geberit HDPE линейное расширение порядка 10 мм на 1 м трубопровода. Перепад температур $\Delta T = -30^\circ\text{С}$ вызывает линейную усадку порядка 6 мм на 1 м трубопровода.

Изменение длины трубопроводной системы, вызванное температурами, должно регулироваться креплением трубопровода с помощью неподвижных и подвижных опор. Неподвижные опоры противодействуют усилиям от температурного изменения и этим регулируют продольное удлинение трубопровода в определенном направлении. Подвижные опоры предотвращают боковое отклонение трубопровода при температурных изменениях и несут вес заполненного водой трубопровода.

Система Geberit Pluvia крепится следующим образом:

- горизонтальное крепление — с помощью системы крепления Pluvia;
- вертикальное крепление — с использованием компенсаторных муфт;
- горизонтальное и вертикальное крепление — посредством жесткого монтажа.

Для монтажа горизонтальных участков трубопроводов сифонной системы ливнестока Geberit Pluvia была специально разработана система крепежа трубопроводов Geberit PluviaFix. Усилия, вызванные температурными изменениями труб, передаются на анкерные опоры и далее на стальной квадратный профиль (шину), который и компенсирует возникающие механические нагрузки. Система монтажа Geberit PluviaFix гарантирует быстрый монтаж, меньшее количество точек крепления к кровле, возможность предварительной сборки отдельных узлов.

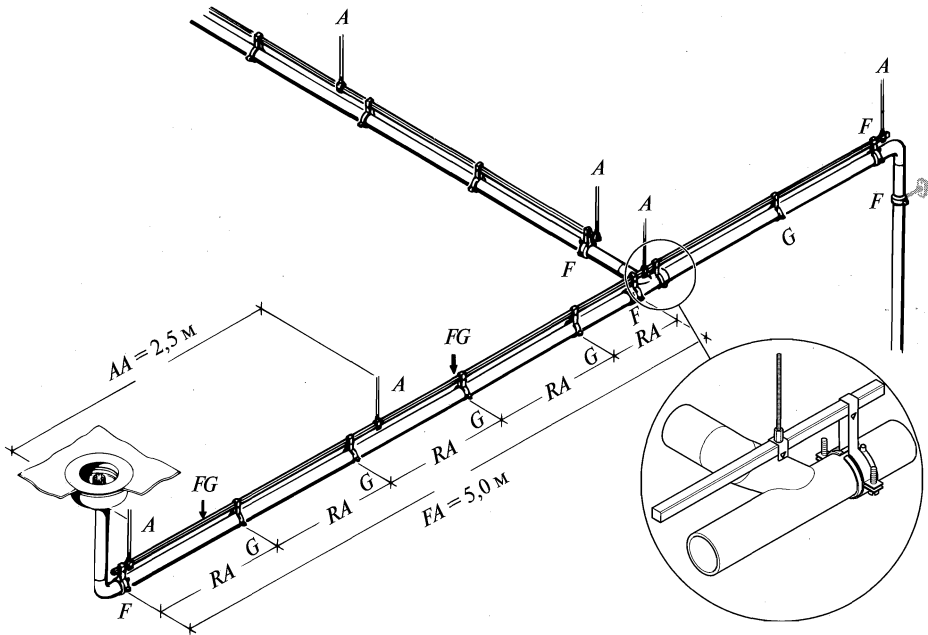


Рис. П.3.5. Система внутреннего водостока Geberit Pluvia: *A* — подвеска (резьбовая шпилька M10); *F* — неподвижная опора; *G* — подвижная опора; *AA* — расстояние между подвесками; *RA* — расстояние между кронштейнами; *FA* — расстояние между неподвижными опорами; *FG* — вес полностью заполненной системы на подвеске

Расстояние между кронштейнами для системы крепления Geberit Pluvia

Диаметр трубы		RA, м	FG, Н
D, мм	Dy, мм		
40	40	0,8	70
50	50	0,8	88
56	56	0,8	107
63	60	0,8	124
75	70	0,8	156
90	90	0,8	203
110	100	1,1	279
125	125	1,2	348
160	150	1,6	550
250	200	2,0	850
300	250	1,7	1 260
350	300	1,7	2 000

Геберит Интернэшнл Сейлз АГ

Москва: +7 (495) 783-83-30

Санкт-Петербург: +7 (812) 331-93-80

Новосибирск: +7 (383) 238-03-35

Самара: +7 (846) 276-30-62

Краснодар: +7 (964) 893-41-26

Екатеринбург: +7 (912) 209-99-15

sales.ru@geberit.com

www.geberit.ru

Приложение 4

Системы внутренних трубопроводов Geberit*

Действующие нормы определяют, что для внутренних трубопроводов холодного и горячего водоснабжения необходимо использовать полимерные трубы и соединительные детали (из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена, металлополимерные, из стеклопластика и др.). Допускается применять медные, бронзовые и латунные трубы, соединительные детали, а также стальные с внутренним и наружным защитным антикоррозионным покрытием. Для трубопроводов систем отопления, теплоснабжения, воздушонагревателей и водоподогревателей систем вентиляции, кондиционирования, воздушного душирования и воздушно-тепловых завес применяют стальные, медные, латунные и полимерные трубы и фитинги, разрешенные к применению в строительстве.

Области применения и ограничения трубопроводов определяют исходя из характеристик термостойкости, газопроницаемости, химической стойкости, коэффициента линейного температурного расширения. Полимерные трубы не подвержены коррозии, отличаются высокой химической стойкостью, их монтаж прост и занимает меньше времени, чем металлических. Вместе с тем в сравнении с металлическими трубами термостойкость полимерных труб значительно ниже, они имеют более высокий коэффициент температурного удлинения; их стенки проницаемы для кислорода, что может приводить к коррозии стальной арматуры и приборов отопления. Полимерные трубы чувствительны к ультрафиолету. Металлические трубы обладают высокой термостойкостью, прочностью, устойчивостью к воздействию ультрафиолета и низким коэффициентом температурного удлинения.

Компания Geberit поставляет металлопластиковые трубы Mepla и металлические трубы Geberit Mapress. Системы пресс-соединений Mapress используются при рабочем давлении до 16 бар, системы пресс-соединений Mepla подходят для давления до 10 бар.

В закрытых системах отопления и холодного и горячего водоснабжения система Mapress устанавливается при температуре теплоносителя до 120 °С, система

Mepla — до 70 °С. Срок службы 50 лет (95 °С — 150 ч/год). Система Mapress подходит для монтажа солнечных установок с температурами до 180 °С. Системы Mapress и Mepla используют при монтаже закрытых бытовых систем охлаждения без ограничения.

Трубы системы Geberit Mepla изготовлены из высококачественного пластика и алюминиевого сплава. Внешний слой, изготовленный из полиэтилена низкого давления, защищает от коррозии и повреждений. Средний слой из



* Приложение публикуется на правах рекламы.

сваренного встык алюминия с высококачественной поверхностью обладает высокой прочностью и диффузионной стойкостью. Внутренний слой из сшитого пищевого полиэтилена (PEX-b) характеризуется стойкостью к коррозии. Фитинги системы изготовлены из высококачественного поливинилиденфторида. Сортамент системы Mepla включает диаметры от 16 до 75 мм.

Трубы Geberit Mapress предлагаются из следующих материалов:

- нержавеющая сталь (эквивалентный класс A316 или A304);
- углеродистая сталь (E195);
- медно-никелевый сплав (CuNi10Fe1,6Mn);
- композитный материал.

Трубы и фитинги Geberit поставляются в широком диапазоне диаметров: от 15 до 108 мм.

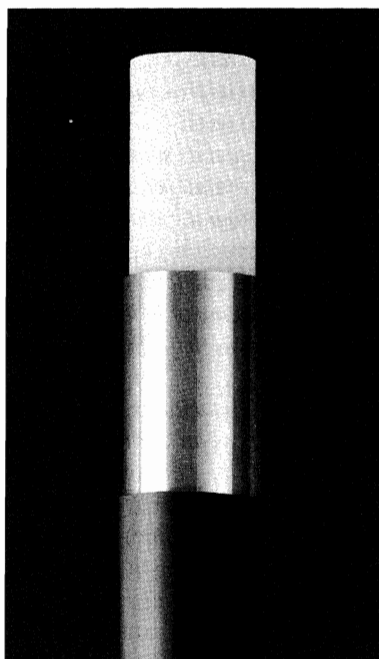
При установке внутри зданий система пресс-соединений Geberit подходит:

- для систем водоснабжения — Mepla и Mapress из нержавеющей стали;
- для систем отопления, охлаждения — Mepla, Mapress из углеродистой, нержавеющей и CrNi-стали;
- для солнечных установок — Mapress из углеродистой и нержавеющей стали с уплотнительными кольцами FKM для солнечных установок;
- для систем газоснабжения — Mapress из нержавеющей стали для газа;
- для противопожарных магистралей — система Mapress из нержавеющей и углеродистой стали.

Системы пресс-соединений Mapress могут использоваться при рабочем давлении до 16 бар, системы пресс-соединений Mepla подходят для давления до 10 бар.

Системы труб и фитингов на основе пресс-соединений Geberit Mapress и Mepla имеют следующие преимущества перед системами, соединяющимися сваркой:

- небольшой вес труб, следовательно, системе легче монтировать;
- более безопасный монтаж, т. к. не используются химикаты, нет огня и высоких температур; возможен монтаж на функционирующих предприятиях (в том числе реконструкция);
- монтаж значительно проще, следовательно, снижается вероятность ошибок;
- до 50 % экономии времени на монтаж;
- более эстетичный внешний вид соединений.



Приложение 5

Сокращения и условные обозначения, принятые в англоязычной научно-технической литературе*

A

- a 1. (*absolute*) (о температуре) абсолютный; 2. (*annual*) ежегодный, годичный;
3. (*ammeter*) амперметр
- ab (*about*) около, приблизительно
- abs 1. (*absolute*) абсолютный; 2. (*absorption*) абсорбция
- abs E (*absolute error*) абсолютная ошибка
- abs H (*absolute humidity*) абсолютная влажность
- a d (*average depth*) средняя глубина
- adj 1. (*adjacent*) смежный, примыкающий, соседний; 2. (*adjustment*) регулировка
- adp (*automatic data processing*) автоматическая обработка данных
- AGL (*above ground level*) выше уровня земли
- alt 1. (*alternating*) переменный; 2. (*altitude*) высота
- am, ampl (*amplitude*) амплитуда
- amt (*amount*) количество, величина, сумма
- amu (*atomic mass unit*) атомная единица массы
- anal 1. (*analogous*) аналогичный, сходный; 2. (*analysis*) анализ
- AOV (*automatically operated valve*) автоматический клапан
- ap (*apex*) вершина, пик
- app (*apparatus*) прибор, устройство, аппарат
- appr(ox) (*approximate*) приблизительный, приближенный
- aq (*aqua*) вода
- aq sol (*aqueous solution*) водный раствор
- AR, ar (*annual return*) годовой отчет
- ARC (*automatic remote control*) автоматическое дистанционное управление
- armtr (*armature*) арматура
- art, art. 1. (*article*) изделие, продукт; 2. (*artificial*) искусственный
- AS (*Academy of Sciences*) Академия наук
- ASCE (*American Society of Civil Engineers*) Американское общество инженеров-строителей
- Ass Inv (*Association of Inventors*) Ассоциация изобретателей
- A/T (*American Terms*) американские технические условия
- ata (*absolute atmosphere*) абсолютная атмосфера, ата
- atm (*atmosphere*) атмосфера, атм
- at v (*atomic volume*) атомный объем, ат о
- at wt (*atomic weight*) атомный вес, ат в
- A.V. (*actual velocity*) действительная скорость
- av (*avoirdupois*) английская система единиц веса и массы
- av eff (*average efficiency*) средний коэффициент полезного действия

* Англо-русский, русско-английский словарь по водоснабжению, водоотведению и охране вод / сост. Л. М. Кулакова. М.: АВОО-ПРЕСС, 2007.

avg (*average*) среднее число, среднее значение

a.w. (*atomic weight*) атомный вес

A/W, AW (*actual weight*) фактический вес

a w p (*actual working pressure*) действительное рабочее давление

AWWA (*American Waterworks Association*) Американская ассоциация водоснабжения

az (*azimuth*) азимут

В

bal (*balance*) остаток, баланс

BAU (*British Association Unit*) единица измерения Британского комитета стандартов

BC (*binary code*) двоичный код

bc (*between centres*) (о расстоянии) между центрами

b d 1. (*bone-dry*) абсолютно сухой, высушенный до постоянного веса; **2.** (*bulk density*) объемная плотность

BDC, b d c (*bottom dead centre*) нижняя мертвая точка

be 1. (*binding energy*) энергия связи; **2.** (*band-elimination filter*) полосно-заграждающий фильтр

BESA (*British Engineering Standards Association*) Британская ассоциация технических стандартов

b f (*band filter*) полосовой фильтр

BOD, bod (*biochemical oxygen demand*) биохимическая потребность в кислороде

BP 1. (*back pressure*) обратное давление; **2.** (*boiling point*) точка кипения; **3.** (*by-pass*) обводной канал

BR (*book of reference*) справочник

Br P (*British Patent*) английский патент

Br S 1. (*British Standard*) британский стандарт; **2.** (*Bureau of Standards*) Бюро стандартов (амер.)

B/S (*both sides*) обе стороны // смотри на обороте

BSI (*British Standards Institution*) Британское управление стандартов

С

C 1. (*coefficient*) коэффициент; **2.** (*company*) компания, общество; **3.** (*constant*) константа; **4.** (*control*) управление

c (*centre line*) осевая линия

ca (*circa*) приблизительно, около

cap (*capacity*) пропускная способность

c b 1. (*control board*) пульт управления; **2.** (*control button*) кнопка управления

c/c (*between centre*) (о расстоянии) между центрами

cc (*cubic centimetre*) кубический сантиметр

cct (*circuit*) цепь, контур

civ (*civil*) гражданский

cm (*centimetre*) сантиметр

cmpd (*compound*) состав, соединение, смесь

cmptr (*computer*) компьютер

c o b (*cleaning, opening, blowing*) очистка, разрыхление, пневматическая транспортировка

coef(f) (*coefficient*) коэффициент

coef(f) ht (*coefficient of heat transfer*) коэффициент теплопроводности, КТП

comp (*composition, compound*) состав, соединение, смесь

con 1. (*concentration*) концентрация; **2.** (*connection*) соединение, включение

cond 1. (*condition*) условие, состояние; **2.** (*conductivity*) удельная проводимость

const (*constant*) постоянная (величина), константа

cont (*contemporary*) современный

CS (*cross section*) поперечное сечение

CS and R (*Construction Standards and Rules*) строительные нормы и правила, СНиП

CST 1. (*critical solution temperature*) критическая температура растворения;

2. (*Central Standard Time*) центральное поясное время

ctr (*centre*) центр, середина

cub exp (*coefficient of cubic(al) expansion*) коэффициент объемного расширения

cu cm (*cubic centimetre*) кубический сантиметр

c/w (*cement-water ratio*) водоцементное отношение, водоцементный фактор

cw (*carrier wave*) несущая волна

D

D (*density*) плотность

d 1. (*density*) плотность; **2.** (*depth*) глубина; **3.** (*distance*) расстояние

d a (*double-acting*) двойного действия

dc 1. (*damp course*) слой гидроизоляции; **2.** (*dead center*) мертвая точка

defl (*deflection*) отклонение

deg (*degree*) степень, градус

Dept S (*departmental standard*) ведомственный стандарт

dev (*device*) устройство, приспособление, аппарат, прибор

d f (*design formula*) расчетная формула

d H (*difference in height*) разность высот

dia 1. (*diagram*) диаграмма; **2.** (*diameter*) диаметр

diff (*difference*) разница, разность

dil 1. (*dilute*) растворять, разжижать; **2.** (*dilution*) растворение, разжижение

dild (*diluted*) растворенный, разжиженный

dim (*dimension*) размер

dir 1. (*directed*) направленный; **2.** (*direction*) направление

DL (*dead load*) собственный вес

dm 1. (*dry-mixed*) сухого смешения; **2.** (*decimetre*) дециметр

d of c (*diagram of connection*) схема соединений

dom (*domestic*) домашний // дом

dos (*dose*) доза

d p c (*damp-proof course*) гидроизоляционный слой

d s (*double strength*) двойная прочность

dsp (*downspout*) водосточная труба

d t l (*direct to line*) (присоединимый) непосредственно к линии

dw (*dead weight*) собственный вес

Е

e 1. (*efficiency*) производительность, коэффициент полезного действия; **2.** (*elasticity*) упругость; **3.** (*error*) ошибка

EE (*errors expected*) ошибки в пределах допустимого

eff(y) (*efficiency*) производительность, коэффициент полезного действия,

КПД

eff(y) curv (*efficiency curve*) кривая отдачи

eng 1. (*engine*) двигатель; **2.** (*engineer*) инженер

eq 1. (*equal*) равный; **2.** (*equipment*) оборудование, аппарат; **3.** (*equation*) уравнение; **4.** (*equivalent*) эквивалент

eqn (*equation*) уравнение

eqpt (*equipment*) оборудование, аппаратура

ER (*external resistance*) внешнее сопротивление

est (*estimated*) вычисленный, расчетный

est wt (*estimated weight*) расчетный вес

ev (*evaporation*) выпаривание, испарение

exp 1. (*expansion*) расширение; **2.** (*experiment*) опыт, эксперимент

ext (*external*) внешний

F

F 1. (*Fahrenheit*) температурная шкала Фаренгейта; **2.** (*force*) сила; **3.** (*frequency*) частота; **4.** (*frequency meter*) волномер

Fahr (*Fahrenheit*) температурная шкала Фаренгейта

f d (*flux density*) плотность потока

fig. (*figure*) рисунок, схема

fl 1. (*fluid*) жидкость; **2.** (*full load*) полная нагрузка

flg (*flange*) фланец, кромка, закраина

f p 1. (*feed pump*) питательный насос; **2.** (*fireplug*) гидрант; **3.** (*freezing point*) точка [температура] замерзания

Fr (*degree Fahrenheit*) температура по Фаренгейту

f/s (*factor of safety*) запас прочности

ft hd (*feet-head*) напор воды в футах

fxd (*fixed*) неподвижный, закрепленный, стационарный

G

G 1. (*gauge*) мера, масштаб, размер, калибр; **2.** (*grid*) сетка, решетка

g a d (*general assembly drawing*) сборочный чертеж

g/cu m (*grammes per cubic metre*) граммов на кубический метр

gd, g d, g-d (*gravimetric density*) гравиметрическая плотность

GFE (*Government furnished equipment*) оборудование, предоставленное правительством

g/l (*grammes per litre, gramme/litre*) граммов на литр

gnd, grd (*ground*) земля

GOP (*ground observation post*) наземный наблюдательный пост

grm (*gramme*) грамм

g s (*grate surface*) поверхность решетки

Н

h 1. (*heat*) теплота; 2. (*humidity*) влажность; 3. (*half*) половина

ha (*hectare*) гектар

HC 1. (*hand control*) ручное регулирование; 2. (*high capacity*) большая емкость;

3. (*high conductivity*) высокая проводимость

hd (*head*) напор

HF, h f (*hard-faced*) цементированный

hf h (*half-hard*) средней твердости

hor (*horizontal*) горизонталь

HP 1. (*high power*) большая мощность; 2. (*high pressure*) высокое давление

HPE, h p f (*high pass filter*) фильтр (пропускания)

hr (*hour*) час

HT (*heat-treated*) термически обработанный

hund (*hundred*) сто

hyd (*hydraulics*) гидравлика

hydroman (*hydraulic manipulator*) гидравлический манипулятор

I

i, in (*inch*) дюйм

ic (*ionization chamber*) ионизационная камера

ICE (*Institute of Civil Engineering*) Общество инженеров-строителей

id 1. (*idem*) тот же, та же; 2. (*internal diameter*) внутренний диаметр

in/in (*between inside walls*) между внутренними стенами

ins 1. (*inches*) дюймы; 2. (*insulated*) изолированный

instr (*instruction*) предписание

in w (*inches of water*) дюймов водяного столба

i p s (*internal pipe size*) внутренний диаметр трубы

i r (*internal resistance*) внутреннее сопротивление

ISA (*Instruments Society of America*) Американское общество измерительных приборов

ISM (*International Standards Method*) международный стандартный метод

iv (*independent variable*) независимая переменная (величина)

К

K (*Kelvin*) температурная шкала Кельвина

kd 1. (*kiln-dried*) искусственной сушки, высушенный в печи; 2. (*knocked-down*) в разобранном виде

kg (*kilogramme*) килограмм, кг

kgpm (*kilogrammes per minute*) килограммы в минуту, кг/мин

k(l)m (*kilometre*) километр, км

kmps (*kilometres per second*) километры в секунду, км/с

kw (*kilowatt*) киловатт, кВт

L

l 1. (*litre*) литр, л; 2. (*left*) левый

lab (*laboratory*) лаборатория

lam (*laminated*) слоистый

lap (*lath and plaster*) обрешетка со штукатуркой

latd (*latitude*) широта

lb (*libra, pound*) фунт

lb. av (*pound, avoirdupois*) английский фунт

lb/cu ft (*pound per cubic foot*) фунт на кубический фут

LCC 1. (*London Construction Code*) Лондонский строительный кодекс; **2.** (*London Country Council*) Лондонский Совет

LD (*lethal dose*) летальная доза

LF, l f (*load factor*) коэффициент нагрузки

l g (*large-grain*) крупнозернистый

lg (*length*) длина

lgth (*length*) длина

lim (*limit*) предел

liq (*liquid*) жидкость

long (*longitude*) долгота

l p (*low pressure*) низкое давление

LT a C (*long thread and collar*) длинная резьба и муфта (обсадных труб)

Ltd (*limited*) (об акционерном обществе) с ограниченной ответственностью

l w 1. (*long wave*) длинная волна; **2.** (*low water*) низкая вода

М

M, m 1. (*mass*) масса; **2.** (*marker beacon*) маркерный маяк, маркер; **3.** (*metre*) метр; **4.** (*module*) модуль

m (*measuring*) измерение

max (*maximum*) максимум

max cap (*maximum capacity*) максимальная скорость

MCW, mcw (*modulated continuous waves*) модулированные незатухающие волны

m e h p (*mean effective horsepower*) средняя эффективная мощность

m e p (*mean effective pressure*) среднее эффективное давление

mfg (*manufacturing*) производство

m h w (*mean high water*) средний уровень полных вод

M Inst WE (*Member of the Institution of Water Engineerings*) член Общества инженеров по водоснабжению

M IOB (*Member of the Institute of Builders*) член Института инженеров-строителей

m l w (*mean low water*) средний уровень малых вод

mol (*molecular*) молекулярный

MPC (*maximum permissible concentration*) предельно допустимая концентрация

MPD (*maximum permissible dose*) максимально допустимая доза

mps (*metres per second*) метров в секунду, м/с

MT (*mean time*) среднее время

MTD (*mean temperature difference*) средняя разность температур

mtl (*material*) материал, вещество

MU 1. (*measurement unit*) единица измерения; **2.** (*mass unit*) массовая единица, масс ед

MW (*molecular weight*) молекулярный вес

mw (*medium wave*) средняя волна

mwe (*metre of water equivalent*) метр водного эквивалента

N

N (*number*) число, номер

n 1. (*normal*) нормальный; **2.** (*net*) чистый вес, вес нетто; **3.** (*number*) число, количество, номер

nat 1. (*natural*) природный, натуральный, естественный; **2.** (*native*) отечественный, отец

NBS (*National Bureau of Standards*) Национальное бюро стандартов (амер.)

no (*number*) число, номер

n p t (*normal pressure and temperature*) нормальные давление и температура

NRC (*National Research Council*) Национальный научно-исследовательский совет (амер.)

n s (*near side*) ближайшая передняя сторона (на чертеже)

NSF (*National Science Foundation*) Национальный научный фонд (амер.)

n t p (*normal temperature and pressure*) нормальные температура и давление

O

OD (*outside diameter*) наружный диаметр

o/o (*between outside faces*) между наружными поверхностями

OPRD (*Office of Production Research and Development*) Комитет промышленных исследований и разработок (амер.)

OSRD (*Office of Scientific Research and Development*) Управление научно-исследовательских работ (англ.)

ox-red (*oxidation-reduction*) окислительно-восстановительный

ox-red p (*oxidation-reduction potential*) окислительно-восстановительный потенциал

P

P, press (*pressure*) давление

p c (*per cent*) процент

p c m (*percentage of moisture*) процент влажности

pct (*per cent*) процент

pH (*hydrogen ion exponent*) показатель концентрации водородных ионов

ph (*per hour*) в час

P I (*point of intersection*) точка пересечения

P/L (*pipeline*) трубопровод

p-l (*plant*) завод, установка

p m (*per minute*) в минуту

port (*portable*) портативный, переносной, передвижной

pp (*peak power*) пиковая мощность

ppa (*per centum per annum*) процент в год

pr 1. (*primary*) первичный, первоначальный; **2.** (*production*) производство

prd (*protected*) защищенный

princ (*principally*) преимущественно

p s w r (*power standing wave ratio*) коэффициент стоячей волны по мощности
PU (*power unit*) единица мощности
pu (*per unit value*) значение в относительных единицах
pwr (*power*) мощность

Q

qual (*qualitative*) качественный
quant (*quantitative*) количественный

R

R (*ratio*) отношение, соотношение, степень, коэффициент
r and m (*repair and maintenance*) ремонт и техническое обслуживание
RC (*remote control*) дистанционное управление
rc (*reinforced concrete*) железобетон
rel un (*relative unit*) относительная единица
res 1. (*research*) исследование; **2.** (*resistance*) сопротивление; **3.** (*restricted*) ограниченного пользования
rev 1. (*reverse*) обратный, противоположный; **2.** (*revolution*) оборот
RH, r h 1. (*relative humidity*) относительная влажность; **2.** (*right-hand*) правый, с правым ходом, с правой резьбой
RIBA (*Royal Institute of British Architects*) Королевский институт британских архитекторов
r m (*reverse motion*) обратное движение
Rto (*ratio*) отношение, соотношение, степень, коэффициент

S

s (*secondary*) вторичный
s a (*sectional area*) площадь сечения
sc 1. (*scale*) шкала, масштаб; **2.** (*science*) наука; **3.** (*standard conditions*) нормальные температура и давление
SD (*standard deviation*) стандартное отклонение
sd (*seasoned*) выдержанный
SG, s g (*specific gravity*) удельный вес
sh (*shunt*) ответвление
sl (*soil*) земельный
Soc (*society*) общество
sorp (*sorption*) сорбция
sp 1. (*soil pipe*) сточная труба; **2.** (*steam pressure*) давление пара
spec 1. (*specification*) спецификация; **2.** (*specimen*) образец, пробный экземпляр
sp vol (*specific volume*) удельный объем
sq (*square*) квадрат // квадратный, кв.
sq m (*square metre*) квадратный метр, м²
SR (*specific resistance*) удельное сопротивление
ST (*standard temperature*) нормальная температура
STP, s t p (*standard temperature and pressure*) нормальные температура и давление

sup (*supplement*) дополнение
SV (*specific volume*) удельный объем
sw 1. (*short wave*) короткая волна; 2. (*specific weight*) удельный вес
swr (*standing-wave ratio*) коэффициент стоячей волны
syst (*system*) система

T

T (*time*) время, период, срок
t 1. (*temperature*) температура; 2. (*time*) время, период, срок
TBG (*tubing*) трубопровод
TC (*temperature coefficient*) температурный коэффициент
TCPA (*Town and Country Planning Association*) Ассоциация планирования городского и сельского строительства (англ.)
TD (*technical director*) технический директор
tech (*technical*) технический
temp (*temperature*) температура
thk (*thickness*) толщина, густота, вязкость
TIB (*Technical Information Bureau*) Бюро технической информации
TM (*technical manual*) техническая инструкция, техническое пособие
tol (*tolerance*) допуск, допустимое отклонение
t p (*test pressure*) давление при испытании
t s (*tensile strength*) прочность на разрыв
TW (*travelling wave*) бегущая волна

U

u/c (*under construction*) в стадии строительства
UG, u/g (*underground*) подземный, подпочвенный
u m (*unit of measurement*) единица измерения
USBS (*United States Bureau of Standards*) Бюро стандартов США
USP (*United States Patent*) патент США, американский патент
USPO (*United States Patent Office*) Бюро патентов США

V

v (*valve*) клапан, вентиль
v, vol (*volume*) объем
vac (*vacuum*) вакуум, пустота
var (*variant*) вариант
vec (*vector*) вектор // векторный
vel (*velocity*) скорость
v i (*viscosity index*) индекс вязкости, ИВ
vm (*volatile matters*) летучие вещества
vs (*versus*) против
vsw (*volumetric solution*) титрованный раствор
v u (*volume unit*) объемная единица
v v (*vice versa*) наоборот
v/v (*per cent volume to volume*) процентное соотношение объемов

W

w (*water*) вода

w c (*water column*) водяной столб, вод. ст.

wp **1.** (*weather-proof*) устойчивый против выветривания или атмосферных влияний, защищенный от непогоды; **2.** (*working pressure*) рабочее давление

wpfg (*waterproofing*) пропитка для придания водонепроницаемости

wt **1.** (*water-tight*) водонепроницаемый, непромокаемый, герметический;
2. (*weight*) вес

wt sth (*weather station*) метеорологическая станция

w/v (*per cent weight in volume*) процентное соотношение веса и объема

X

x (*experimental*) экспериментальный

xpln (*explanation*) объяснение

Y

yr (*year*) год

Z

Z (*azimuth*) азимут

z **1.** (*zero*) нуль; **2.** (*zone*) зона

Отставнов Алексей Алексеевич

Водоснабжение и водоотведение
общественных зданий

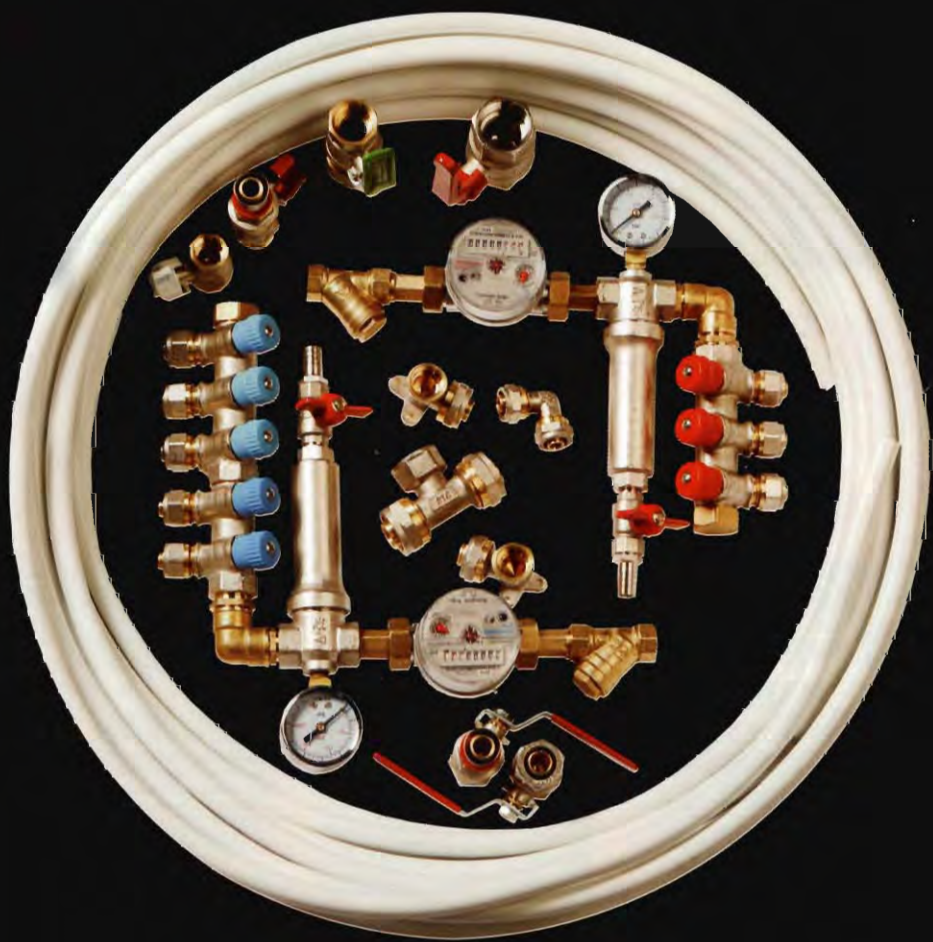
Главный редактор *М. М. Бродач*
Начальник книгоиздательского отдела *П. А. Корсунская*
Ответственный за производство *А. Г. Жучков*
Редактор *Н. О. Рычкова*
Компьютерная верстка *Г. Р. Арифалин*

ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»
127051, Москва, а/я 141, «АВОК-ПРЕСС»
www.abokbook.ru, www.abok.ru, e-mail: book@abok.ru
Тел.: (495) 621-80-48, 621-64-29

Подписано в печать 26.09.2011. Формат 70 x 108/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Ньютон. Печать офсетная.
Тираж 1 000 экз. Заказ № 1251
Отпечатано в ООО «Чебоксарская типография №1»
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 15



инженерная
система



качество в центре внимания

КАЧЕСТВО - НА ВЫСОТЕ

Строительство высотных зданий сегодня невозможно без высококачественных инженерных систем и материалов. В Европе давно, а сегодня и в России широко применяются долговечные, пожаробезопасные, удобные в монтаже, экономичные и экологичные системы водоотведения Ram-Global (SML), производимые ведущим мировым концерном Saint-Gobain.

RAM-GLOBAL S EN 877 C € A2-s1,d0 DIN U DN100 B-01-11

Качество системы Ram-Global проверено временем, она была и есть №1 среди систем SML. В отличие от других подобных систем всемирно известный концерн Saint-Gobain дает многолетнюю гарантию на свою продукцию, все поставки в Россию осуществляются нашей компанией только из Европы. Если нужны надежные, долговечные внутренние системы сточных вод, то вы выбираете лучшее!

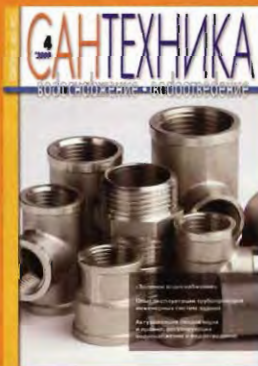


ИНРУССТРЕЙД
комплексные инженерные решения

Официальный дистрибьютор **RAM-GLOB**

Тел.: + 7 495 625-33-78, 623-27-83, 623-23-71.

АВОК-ПРЕСС



... Присоединяйтесь к числу наших читателей! ...

В РЕДАКЦИИ	(495) 621-80-48, 621-60-31
НА САЙТЕ	www.abokbook.ru
НА ПОЧТЕ	в любом почтовом отделении
В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ПОДПИСНОМ АГЕНТСТВЕ	полный список см. на сайте www.abokbook.ru, раздел «Подписка»



oventrop

KME

zehnder



Saunier Duval



eka

Unical

KAMPMANN

GRUNDFOS

WOLF

GLOBAL

GIERSCH



выбор
технического
совершенства

Москва: +7 [499] 724-6022
С.-Петербург: +7 [812] 604-4455
Екатеринбург: +7 [343] 379-9997
Краснодар: +7 [861] 220-7489
www.select.ru

СЭЛЕКТ

www.

abok

.ru



www.abokbook.ru

**Книги и нормативные
документы АВОК – это:**

- актуальная тематика
- высокий профессиональный уровень
- качественное полиграфическое исполнение

А.А. ОТСТАВНОВ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ



В книге обобщен многолетний опыт научных исследований и проектирования систем водоснабжения и водоотведения общественных зданий, рассмотрено их современное состояние и перспективы устройства энергоэффективных и ресурсосберегающих систем.

Отдельные главы посвящены проектированию и монтажу систем, используемому санитарно-техническому оборудованию, подбору труб и арматуры, расчету экономической эффективности водопроводно-канализационного оборудования общественных зданий. Впервые в отечественной практике всесторонне освещен вопрос систем удаления атмосферных осадков с крыш.

В книге изложены методики определения расходов, гидравлических расчетов, подбора труб, определения стоимости жизненного цикла трубопроводов, а также сравнительные расчеты затрат для стальных и полимерных труб; приведены номограммы и гидравлические таблицы.

Приложения содержат планировочные решения санитарно-технических узлов общественных зданий, диск с библиотекой современных графических элементов, наиболее часто применяемых в проектах водоснабжения и канализации. Библиотека графических элементов совместима с программой AutoCAD.

Преимущества диска:

- простой и удобный интерфейс;
- наличие графических обозначений современного оборудования, используемых в отечественной практике проектирования;
- интуитивно понятная систематизация библиотеки.

Издание адресовано широкому кругу специалистов — проектировщикам, монтажникам, эксплуатационникам, аспирантам и студентам строительных специальностей.

ISBN 978-5-98267-071-7



9 785982 670717