

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Факультет инженерных систем и экологии

Кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны
водных ресурсов

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

 С. В. Андreyюк

«16» декабря 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 А. А. Волчек

«16» 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ»**

для специальностей:

1 - 69 01 01 «Архитектура»,

1 - 69 01 02 «Архитектурный дизайн»

Составитель: Белов С.Г. – доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов БрГТУ, канд. техн. наук, доцент

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета университета 29.12.2022 г.,
протокол № 3.

рег. N УМК 22/23-63

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Конспект лекций по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Методические рекомендации к выполнению практических занятий по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Вопросы к экзамену по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Учебная программа дисциплины «Инженерное оборудование зданий»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели ЭУМК

- повышение эффективности образовательного процесса специальностей 1 - 69 01 01 «Архитектура», 1 - 69 01 02 «Архитектурный дизайн» по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»;
- внедрение перспективных технологий хранения и передачи информации в электронном виде.
- обеспечение открытости и доступности образовательных ресурсов путем размещения ЭУМК в локальной сети университета.

Структура ЭУМК

содержит теоретический, практический, вспомогательный раздел и раздел по контролю знаний студентов.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

Необходим IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации.

ВВЕДЕНИЕ

«Инженерное оборудование зданий» – инженерная дисциплина, в которой изучаются основы устройства, проектирования и расчёта внутренних сетей водопровода, канализации, отопления, вентиляции и газоснабжения зданий на основе современных достижений науки и техники. В связи с этим изучение дисциплины «Инженерное оборудование зданий» является актуальным и необходимым условием подготовки высококвалифицированных инженерных кадров, в том числе в области проектирования, строительства и технической эксплуатации сетей и сооружений, устройств и оборудования систем водоснабжения и водоотведения.

Цель преподавания дисциплины – научить студентов правильно выполнять выбор схем и систем инженерного оборудования зданий; подготовить специалиста на основании квалификационной характеристики инженера-архитектора с учетом современных достижений науки и техники, новых планировочных решений в строительстве.

Задачи изучения дисциплины – последовательное раскрытие всех вопросов о внутренних инженерных системах холодного, горячего и противопожарного водоснабжения, канализации, водостоков, отопления, вентиляции и газоснабжения; научить студентов осуществлять оптимальный выбор оборудования для вышеуказанных систем.

В результате изучения дисциплины студент должен научиться производить выбор и обоснование схем внутренних инженерных систем для конкретного объекта, пользоваться учебной и методической литературой, строительными нормами и стандартами, производить обоснование принятых решений.

Для этого студент должен знать устройство систем внутреннего водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и газоснабжения зданий, а также принципы проектирования и расчета данных инженерных систем.

Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса:

«Высшая математика» – средства вычислений, функции и графики, производные, дифференцирование, интегрирование и его приложения.

«Начертательная геометрия» – системы ЕСКД и ЕСПД, проекционное черчение, детализированные чертежи, аксонометрия, спецификация.

Для закрепления теоретического материала, овладения методикой проектирования и расчета предусмотрено проведение практических занятий.


1 Теоретический раздел















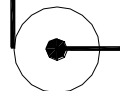







(Структура)

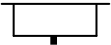



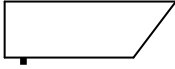
















Конспект лекций по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

Условные обозначения и сокращения	5
ГЛАВА 1 ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ.....	9
Тема 1 Классификация внутренних водопроводов. Трубы, арматура, КИП и оборудование	9
Тема 2 Хозяйственно-питьевой водопровод.....	12
Тема 3 Противопожарный водопровод В2.....	18
Тема 4 Производственный водопровод В3	21
Тема 5 Горячее водоснабжение Т3-Т4	23
Тема 6 Монтаж, испытания, эксплуатация и гидравлический расчет внутренних водопроводов	27
ГЛАВА 2 КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ.....	34
Тема 7 Классификация внутренней канализации. Трубы, санитарно-техническое оборудование	34
Тема 8 Бытовая канализация К1.....	39
Тема 9 Дождевая канализация К2.....	41
Тема 10 Производственная канализация К3	45
Тема 11 Канализация сельскохозяйственных зданий	46
Тема 12 Монтаж, испытания, эксплуатация и гидравлический расчет внутренней канализации	47
ГЛАВА 3 ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЙ	53
Тема 13 Основные требования к системам отопления	53
Тема 14 Классификация систем отопления	54
Тема 15 Теплопроводы систем отопления	58
Тема 16 Запорно-регулирующая арматура	66
Тема 17 Классификация отопительных приборов. Выбор отопительных приборов.	69
Тема 18 Основные виды отопительных приборов	73
Тема 19 Монтаж, испытания и эксплуатация систем отопления	81
ГЛАВА 4 ВЕНТИЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ.....	86
Тема 20 Общие сведения о вентиляции и кондиционировании воздуха...86	
Тема 21 Классификация вентиляционных систем.	87
ГЛАВА 5 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ.....	88
Тема 22 Устройство и проектирование систем газоснабжения.....	88
Тема 23 Расчет системы газоснабжения	93

Условные обозначения и сокращения

ГОСТ	— государственный стандарт.
СНиП	— строительные нормы и правила.
СанПиН	— санитарные правила и нормы.
В0	— водопровод (общее обозначение).
В1	— водопровод хозяйственно-питьевой.
В2	— водопровод противопожарный.
В3	— водопровод производственный.
К0	— канализация (общее обозначение).
К1	— канализация бытовая.
К2	— канализация дождевая (внутренние водостоки).
К3	— канализация производственная.
Д	— дренаж.
Т3	— подающий трубопровод горячего водоснабжения.
Т4	— циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения.
Г0	— газопровод (общее обозначение).
Г1	— газопровод низкого давления до 0,005 МПа.
Ст В1-1	— стояк водопровода В1 по порядку нумерации 1-й.
Ст К1-1	— стояк канализации К1 по порядку нумерации 1-й.
КВ1-1	— колодец водопровода В1 по порядку нумерации 1-й.
КК1-1	— колодец канализации К1 по порядку нумерации 1-й.
—В1—	— видимый трубопровод В1 (открытая прокладка).
---К1---	— невидимый трубопровод К1 (скрытая прокладка).
—Д→	— дренажный трубопровод.
	— дренажный трубопровод (другой вариант надписи).

-  — соединение трубопроводов.
-  — пересечение трубопроводов без соединения.
-  — кран водоразборный.
-  — кран банный (пробковый).
-  — кран поливочный.
-  — поплавковый клапан смывного бачка унитаза.
-  — смеситель для мойки или умывальника.
-  — смеситель с душевой сеткой.
-  — смеситель общий для ванны и умывальника.
-  — вентиль запорный (диаметром 15, 20, 25, 32, 40 мм).
-  — задвижка (диаметром 50 мм и более).
-  — клапан обратный.
-  — водомер (счетчик расхода воды).
-  — манометр.
-  — насос центробежного типа.
-  — вставка (армированный резиновый шланг с фланцами).
-  — кран пожарный.
-  — дренчер-ороситель (на планах).
-  — дренчер-ороситель (на разрезах и схемах).
-  — спринклер-ороситель (на планах).
-  — спринклер-ороситель (на разрезах и схемах).
-  — мойка кухонная (на планах).

-  — мойка кухонная (на разрезах и схемах).
-  — умывальник (на планах).
-  — умывальник (на разрезах и схемах).
-  — ванна (на планах).
-  — ванна (на разрезах и схемах).
-  — унитаз (на планах).
-  — унитаз с косым выпуском (на разрезах и схемах).
-  — трап (на планах).
-  — трап (на разрезах и схемах).
-  — воронка водостока колпаковая (на планах).
-  — воронка водостока колпаковая (на разрезах и схемах).
-  — воронка водостока плоская (на разрезах и схемах).
-  — труба канализационная раструбная.
-  — патрубок переходной (с меньшего на больший диаметр).
-  — колено (угол поворота 90°).
-  — отвод (угол поворота 135°).
-  — тройник прямой (для стояков).
-  — тройник косой (для горизонтальных участков).
-  — крестовина прямая (для стояков).
-  — крестовина косая (для горизонтальных участков).
-  — сифон (гидрозатвор) коленчатого типа.



— сифон (гидрозатвор) бутылочного типа.



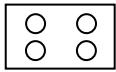
— сифон (гидрозатвор) для ванны или трапа.



— ревизия.



— прочистка (косой тройник с пробкой).



— плита газовая бытовая четырёхгорелочная (в плане).

ГЛАВА 1 ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

Тема 1 Классификация внутренних водопроводов. Трубы, арматура, КИП и оборудование

(Теоретический раздел)

Внутренний водопровод зданий — это система трубопроводов и устройств, подающих воду внутри зданий, включая ввод водопровода, который находится снаружи.

В состав внутреннего водопровода входят:

- 1) трубопроводы и соединительные фасонные детали (фитинги);
- 2) арматура (краны, смесители, вентили, задвижки и т.д.);
- 3) приборы (манометры, водомеры);
- 4) оборудование (насосы).

Классификация внутренних водопроводов

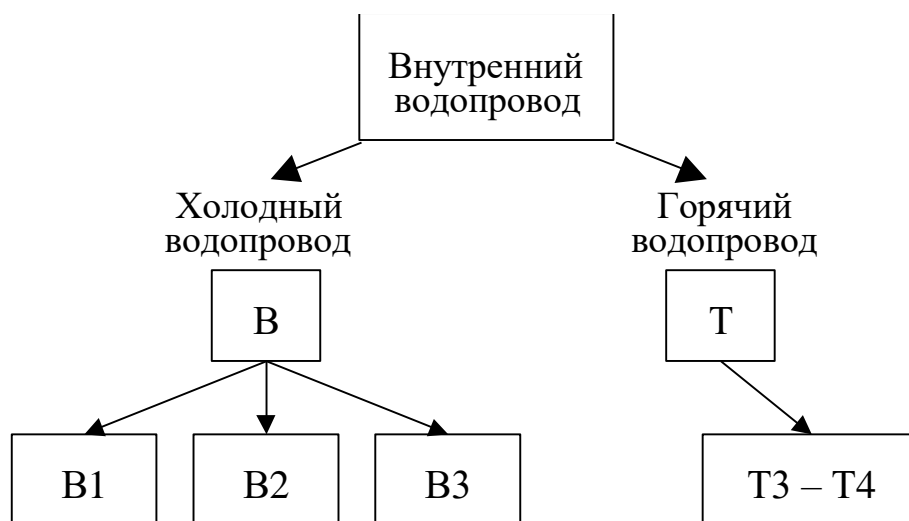


Рис. 1

Таким образом, внутренний водопровод подразделяется в первую очередь на холодный (В) и горячий (Т) водопровод. На схемах и чертежах в отечественной документации холодные водопроводы обозначают буквой русского алфавита В, а горячие — буквой русского алфавита Т.

Холодные водопроводы имеют следующие разновидности:

В1 — хозяйственно-питьевой водопровод;

В2 — противопожарный водопровод (с пожарными кранами);
В3 — производственный водопровод (общее обозначение).

Современный горячий водопровод должен иметь в здании две трубы: Т3 — подающая, Т4 — циркуляционная. Попутно отметим, что Т1-Т2 обозначаются системы отопления (теплосети), которые не относятся непосредственно к водопроводу, однако связаны с ним.

Водопроводные трубы

Все трубы внутреннего водопровода обычно имеют следующие внутренние диаметры: \varnothing 15 мм (в квартирах), 20, 25, 32, 40, 50 мм. В отечественной практике применяют стальные, пластмассовые и металлополимерные (металлопластиковые) трубы.

Стальные водогазопроводные оцинкованные трубы по ГОСТ 3262-75* пока имеют массовое применение для хозяйственно-питьевого водопровода В1 и горячего водопровода Т3-Т4. В настоящее время рекомендуется для перечисленных водопроводов в первую очередь применять пластмассовые трубы из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена, металлополимерные, из стеклопластика. Допускается применять медные, бронзовые, латунные трубы, а также стальные с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии. Это новые приоритеты применения труб, которые должны применяться для новых или реконструируемых зданий.

Срок службы труб холодного водопровода должен быть не менее 50 лет, а горячего водопровода — не менее 25 лет. Любая труба должна выдерживать избыточное (манометрическое) давление не менее 0,45 МПа (45 м водяного столба).

Стальные трубы прокладывают открыто с зазором 3-5 см от строительной конструкции. Пластмассовые и металлополимерные трубы следует прокладывать скрыто в плинтусах, штрабах, шахтах и каналах.

Способы соединений водопроводных труб:

1) Резьбовое соединение. В местах стыков труб применяются фасонные соединительные детали (фитинги). Уплотняют резьбовое соединение либо просмолёной льняной паклей, либо фторопласто-

вым уплотняющим материалом — лентой ФУМ. Способ резьбового соединения надёжный, но трудоёмкий;





2) Сварное соединение. Менее трудоёмкое, но разрушает защитное цинковое покрытие, которое нужно восстанавливать;

3) Фланцевое соединение (пластины с болтами и прокладкой) применяют обычно при монтаже насосов и водомерных узлов;

4) Клеевое соединение. Применяется для пластмассовых труб.

Фасонные детали (фитинги)

Фасонные детали (фитинги) применяются в основном для резьбового соединения водопроводных труб. Они изготавливаются из чугуна, стали или бронзы. Вот наиболее употребляемые фитинги:

-  — муфты (стыковое соединение труб);
-  — угольники (поворот трубы на 90°);
-  — тройники (боковые подсоединения труб);
-  — кресты (боковые подсоединения труб).

Водопроводная арматура

Водопроводная арматура (из чугуна, бронзы, латуни, стали):

— водоразборная (краны водоразборные, банные, поплавковые клапаны смывных бачков унитазов и др.);

— смесительная (смесители для мойки, для умывальника, общий для ванны и умывальника, с душевой сеткой и т.д.);

— запорная (вентили на трубах \varnothing 15-40 мм, задвижки на трубах \varnothing 50 мм и более). Например, вентили на ответвлениях в квартиру, перед смывными бачками и водонагревателями. Для ТЗ до \varnothing 50 мм включительно — из бронзы, латуни или термостойких пластмасс;

— предохранительная (обратные клапаны).

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно-измерительные приборы на водопроводе:

- манометры (измеряют давление и напор);
- водомеры (измеряют расход воды).

Манометры применяют пружинного типа с максимальным давлением до 1 МПа (100 м вод. ст.). Водомеры используют крыльчатые (ВК Ø 15...40 мм) и турбинные (ВТ Ø 50 и более мм).

Оборудование на водопроводе

Насосы — это основное оборудование на водопроводе. Они повышают давление (напор) внутри водопроводных труб. Подавляющее число водопроводных насосов в настоящее время работает за счёт электродвигателей. Насосы чаще всего применяют центробежного типа.

Тема 2 Хозяйственно-питьевой водопровод

Хозяйственно-питьевой водопровод В1 — это разновидность холодного водопровода. Это основной водопровод в городах и населённых пунктах, поэтому ему присвоена цифра 1. В его названии на первом месте стоит слово «хозяйственный», так как основной объём воды — более 95 % — используется в зданиях на хозяйственные нужды и лишь менее 5 % на питьё. Например, на одного жителя в жилом здании, имеющем ванны длиной от 1500 до 1700 мм, суточная норма водопотребления холодной воды, согласно СН, составляет около 180 л/сут, из которых на питьё в среднем расходуется около 3 литров.

Требования к качеству воды В1

Требования к качеству воды в хозяйственно-питьевом водопроводе В1 можно разбить на две группы:

- вода должна быть питьевой;
- вода должна быть холодной, то есть с температурой примерно +8 ... +11°C.

Предназначенная для питья вода в источниках водоснабжения обычно требует улучшения качества с помощью очистки и т.д. При

этом она должна стать безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические (для восприятия органов чувств) свойства.

Температура воды $+8 \dots +11^{\circ}\text{C}$ достигается за счёт контакта водопроводов с грунтом, для чего эти трубы не теплоизолируют под землёй и прокладывают ниже глубины промерзания на 0,5 метра.

Элементы В1

Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1 рассмотрим на примере схематического разреза двухэтажного здания с подвалом (рис. 2).

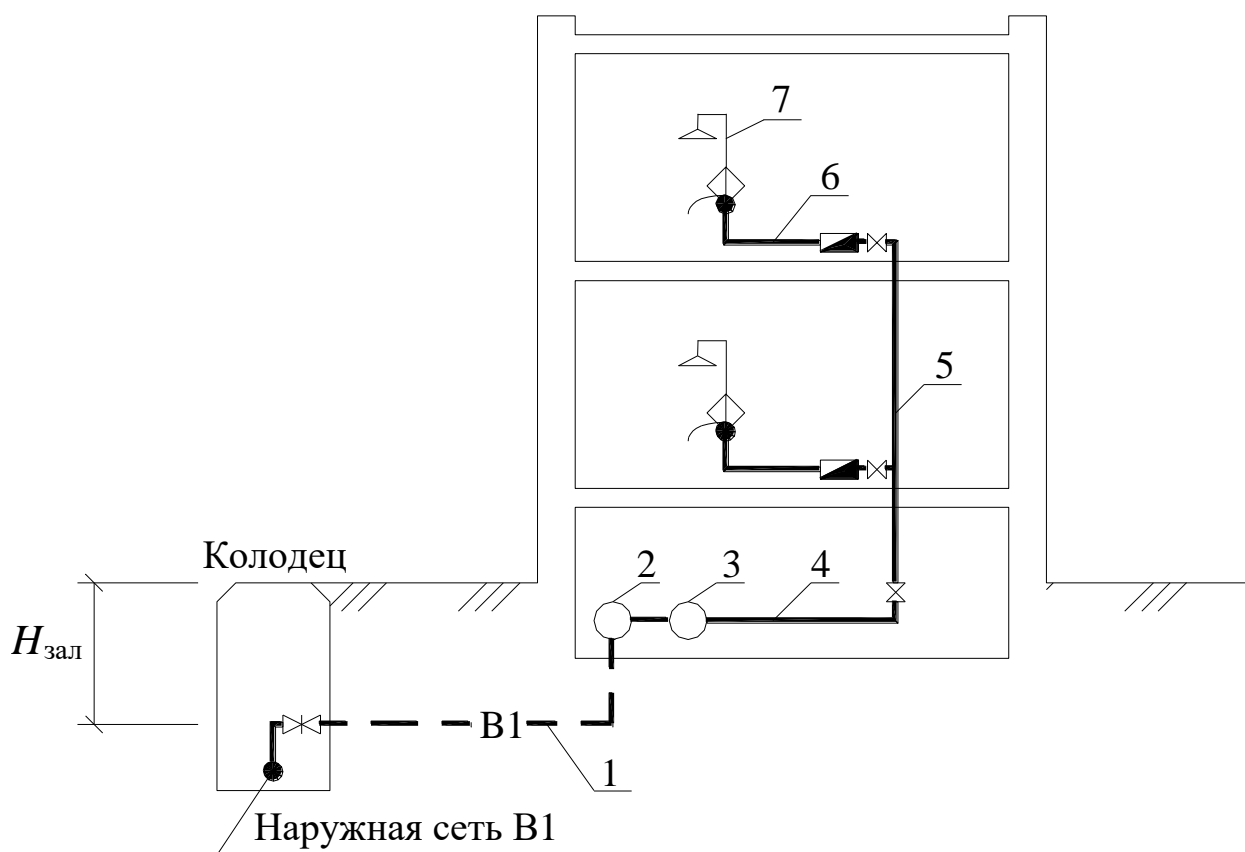


Рис. 2

Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1 (см. рис. 2):

1 - ввод водопровода;

- 2 - водомерный узел;
- 3 - насосная установка (не всегда);
- 4 - разводящая сеть водопровода;
- 5 - водопроводный стояк;
- 6 - поэтажная (поквартирная) подводка;
- 7 - водоразборная и смесительная арматура.

Рассмотрим подробнее каждый из этих элементов. Особенно нормативные требования, связанные с их проектированием.

Ввод водопровода

Ввод водопровода — это участок подземного трубопровода (с запорной арматурой) от смотрового колодца на наружной сети до наружной стены здания, куда подаётся вода (см. рис. 2).

Каждый ввод водопровода в жилых зданиях рассчитан на количество квартир не более 400. На схемах и чертежах ввод обозначается, например, так:

Ввод В1-1.

Это означает, что ввод относится к хозяйственно-питьевому водопроводу В1 и порядковый номер ввода № 1.

Глубина заложения трубы ввода водопровода (см. рис. 2) принимается по СН для наружных сетей и находится по формуле

$$H_{\text{зал}} = d_{fn} + 0,5 \text{ м},$$

где d_{fn} — нормативная глубина промерзания грунта в данной местности; 0,5 м — запас пол-метра ниже границы промерзания.

Водомерный узел

Водомерный узел (водомерная рамка) — это участок водопроводной трубы непосредственно после ввода водопровода, который имеет водомер, манометр, запорную арматуру и обводную линию (рис. 3).

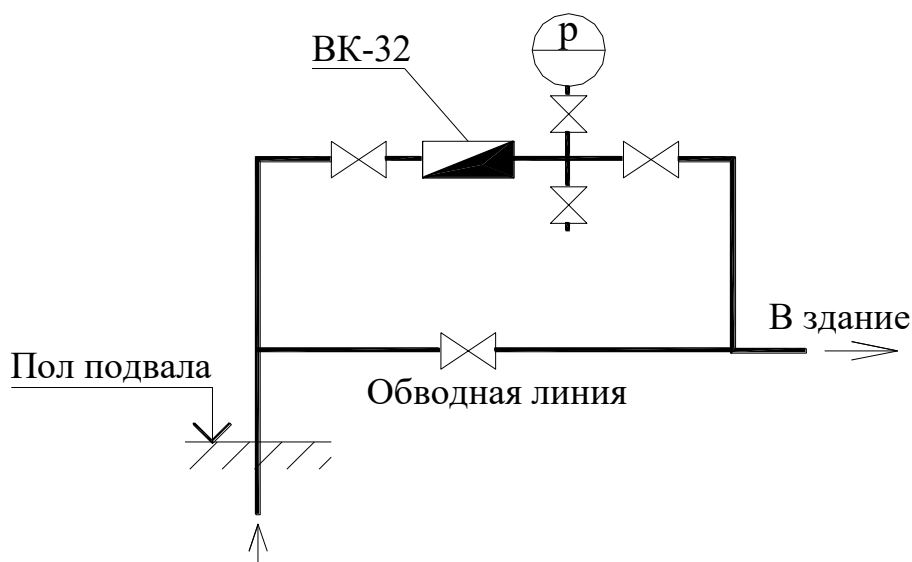


Рис. 3

Водомерный узел надлежит устанавливать у наружной стены здания в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ согласно СН.

Обводная линия водомерного узла обычно закрыта, а арматура на ней опломбирована. Это необходимо для учёта воды через водомер. Достоверность показаний водомера можно проверить с помощью контрольного крана-вентили, установленного после него (см. рис. 3).

Насосная установка

Насосная установка на внутреннем водопроводе необходима при постоянном или периодическом недостатке напора, в случаях, когда вода не доходит по трубам до верхних этажей здания. Насос добавляет необходимый напор в водопроводе. Чаще всего используются насосы центробежного типа с приводом от электродвигателя. Минимальное число насосов — два, из которых один рабочий насос, а другой резервный насос. Схема насосной установки для этого случая показана в аксонометрии на рис. 4.

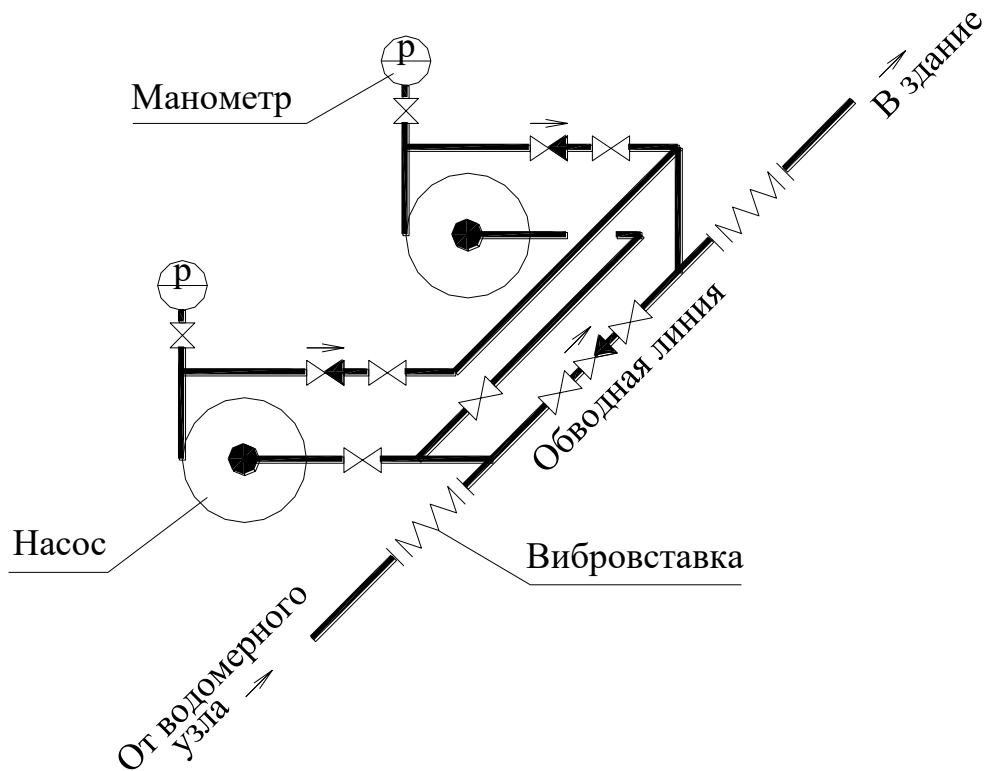


Рис. 4

Обратные клапаны препятствуют противодавлению на насос воды из здания, а также предохраняют от паразитной циркуляции. Обводная линия насосной установки в отличие от водомерного узла наоборот всегда открыта. Это связано с тем, что в периоды достаточного напора из наружной сети работа насоса не требуется. Тогда электроманометром насос выключается, а вода поступает в здание через обводную линию.

Разводящая сеть водопровода

Разводящие сети внутреннего водопровода прокладываются, согласно СН, в подвалах, технических подпольях и этажах, на чердаках, а в случае отсутствия чердаков — на первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления или под полом с устройством съёмного фриза, или под потолком верхнего этажа.

Трубопроводы могут иметь следующие способы креплений:

— с опиранием на стены и перегородки в местах монтажных отверстий;

— с опиранием на пол подвала через бетонные или кирпичные столбики;

— с опиранием на кронштейны вдоль стен и перегородок;

— с опиранием на подвески к перекрытиям.

В подвалах и техподпольях к разводящим сетям водопровода присоединяют трубы \varnothing 15, 20 или 25 мм, подающие воду к поливочным кранам, которые обычно выводят в ниши цокольных стен наружу на высоте над землей около 30-35 см. По периметру здания поливочные краны размещают с шагом 60-70 метров. Кроме того, в мусорокамерах жилых зданий следует подводить от водопровода поливочные краны холодной и горячей воды.

Водопроводные стояки

Стояком называется любой вертикальный трубопровод. Водопроводные стояки размещают и конструируют по следующим принципам (см. рис. 2):

1) Один стояк на группу близкорасположенных водоразборных приборов.

2) Преимущественно в санузлах.

3) С одной стороны от группы близкорасположенных водоразборных приборов.

4) Зазор между стеной и стояком принимают 3-5 см.

5) В основании стояка предусматривают запорный вентиль.

Поэтажные подводки

Поэтажные (поквартирные) подводки (см. рис. 2) подают воду от стояков к водоразборной и смесительной арматуре: к кранам, смесителям, поплавковым клапанам смывных бачков. Диаметры подводов обычно принимают без расчёта \varnothing 15 мм. Это связано с аналогичным диаметром водоразборной и смесительной арматуры.

На подводке около стояка устанавливают вентиль \varnothing 15 мм и квартирный водомер крыльчатого типа ВК-15. Далее подводят трубы к кранам и смесителям, обычно на высоте 10-20 см от пола. Перед смывным бачком на подводке устанавливают дополнительный

вентиль для регулировки напора перед поплавковым клапаном. Ещё вентиль может быть установлен перед водонагревателем (если он есть).

Водоразборная и смесительная арматура

Водоразборная и смесительная арматура служит для получения воды из водопровода В1 и Т3: краны водоразборные, банные, поливочные; питьевые фонтанчики; поплавковые клапаны смывных бачков унитазов; смесители для моек, раковин, умывальников, с душевыми сетками и др.

Эта арматуру устанавливают на концах трубопроводов подвоек на определённой высоте над полом, регламентированной СН. Например, общий смеситель для умывальника и ванны устанавливается на высоте от пола равной 1100 мм (рис. 5).

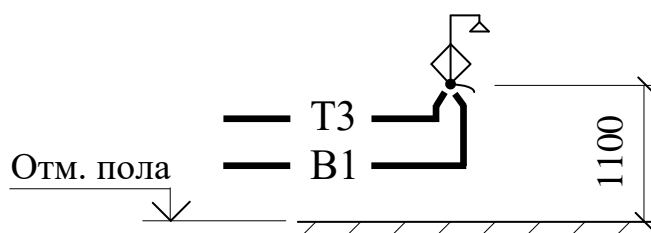


Рис. 5

Тема 3 Противопожарный водопровод В2

Противопожарный водопровод В2 предназначен для тушения пожаров водой в зданиях с помощью пожарных кранов. Согласно СН, систему В2 должны иметь следующие здания:

- 1) жилые здания от 12 и более этажей;
- 2) здания управлений от 6 и более этажей;
- 3) клубы с эстрадой, театры, кинотеатры, актовые и конференц-залы, оборудованные киноаппаратурой;
- 4) общежития и общественные здания объёмом от 5000 м³ и более;
- 5) административно-бытовые здания промпредприятий объёмом от 5000 м³ и более.

Классификация противопожарных водопроводов

Противопожарные водопроводы подразделяются на три разновидности (рис. 6), из которых лишь системы с пожарными кранами обозначаются как В2.

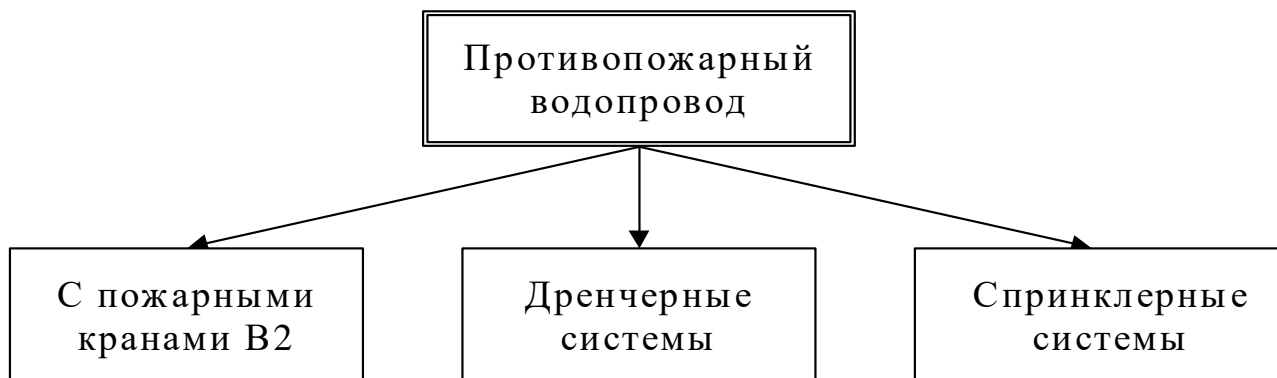


Рис. 6

По другому все эти системы можно определить так:

- 1) В2 — с ручным включением;
- 2) дренчерные — полуавтоматические (включение кнопкой);
- 3) спринклерные — автоматические (сами включаются).

Системы В2 с пожарными кранами

Область применения систем водопровода В2 с пожарными кранами рассмотрена выше (см. с. 18).

Согласно СН, система В2 носит подчинённый характер по отношению к системам В1 или В3. Это означает, что если в здании предусмотрена сеть В1 или В3, то противопожарный водопровод В2 стояками присоединяется к сети В1 или В3.

Стояки В2 принимают диаметром не менее 50 мм и прокладывают в лестничных клетках и коридорах. Пожарные краны \varnothing 50 мм располагают на высоте 1,35 м над полом. Их помещают в шкафчики, куда кладут свёрнутый пеньковый пожарный рукав длиной 10, 15 или 20 м. На одном конце рукава имеется полугайка для быстрого присоединения к пожарному крану, а на другом конце — конический пожарный ствол для получения компактной водяной струи длиной около 10-20 метров. Струи воды при тушении пожара долж-

ны пересекаться примерно на 5 метров.

Нормативный расход воды от одного пожарного крана 2,5 л/с. Гидростатический напор в отдельной системе В2 не должен превышать 90 метров водяного столба. В системе В1+В2 — не более 45 м.

Полуавтоматические дренчерные установки

Полуавтоматические дренчерные установки предназначены для создания водяных завес из мелких капель во время пожара. Они применяются на сценах зрительных залов, а также в боксах крупных производственных гаражей. Главным элементом является дренчер-ороситель — это особый вид водоразборной арматуры. Под потолок прокладывается стальная труба диаметром не менее \varnothing 20 мм и на ней с шагом 3 метра устанавливаются дренчеры, направленные вниз. В ожидании действия система находится без воды, то есть она сухотрубная. При возникновении пожара нажимают на кнопку, почему система и считается полуавтоматической, так как срабатывает от кнопки. В результате включается пожарный насос и открывается электрозадвижка и вода по трубе поступает к дренчерам. Те распыляют воду вниз, например, на занавес сцены и создают водяную завесу, которая кроме тушения огня также способствует благоприятному психологическому эффекту, сбивая панику среди зрителей в зале.

Автоматические спринклерные установки

Автоматические спринклерные установки предназначены для создания площадного орошения водой при тушении пожара. Они применяются в архивах библиотек и документации, в торговых залах крупных супермаркетов и в складах с повышенной пожароопасностью.

Главным элементом является спринклер-ороситель — это особый вид водоразборной арматуры. Под потолком помещения прокладывается разводящая сеть из стальных труб диаметром не менее \varnothing 20 мм. На них с шагом 3 метра устанавливаются спринклеры, направленные вниз. В ожидании действия система находится под напором. При возникновении пожара под конкретным спринклером

внутри него расплавляется легкоплавкая вставка. Спринклер автоматически открывается и начинает поливать — брызгать водой вниз туда, где возник пожар. Поэтому спринклерная система и называется автоматической, так как срабатывает без участия человека.

Тема 4 Производственный водопровод В3

Производственный водопровод подаёт воду в производственные здания на различные технологические нужды, поэтому требования по качеству воды весьма разнообразны. Стандартная классификация производственного водопровода В3 по качеству воды изображена на рис. 7.

В3 — это общее обозначение любого производственного водопровода.

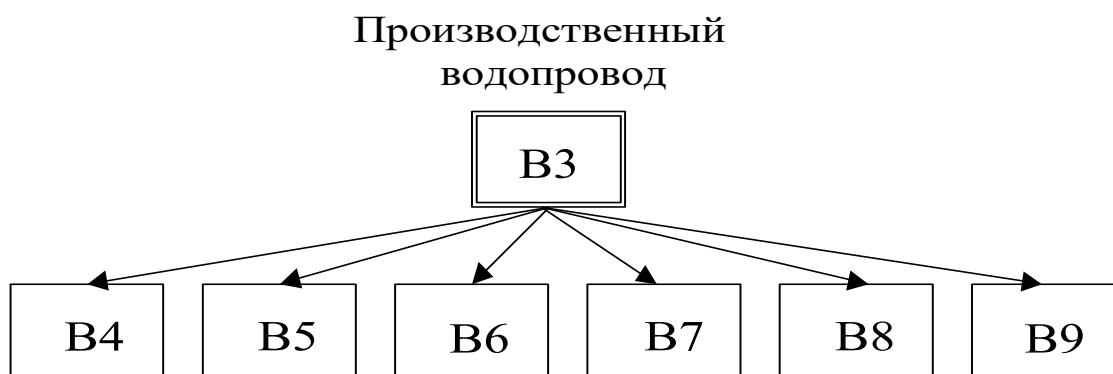


Рис. 7

На первом месте в классификации стоит обратное водоснабжение В4-В5, в котором В4 — подающая труба, а В5 — труба обратная.

В6 — системы с умягчённой водой.

В7 — системы с речной водой.

В8 — системы с речной осветлённой водой.

В9 — системы с подземной (промышленной) водой.

Для широты кругозора рассмотрим две другие классификации.

Классификация производственного водопровода по использованию воды:

1) Прямоточный водопровод. Это самый простой производственный водопровод, когда вода после использования напрямую

сбрасывается в канализацию. Однако он загрязняет окружающую среду и не экономит ресурсы, поэтому предприятия стремятся от него перейти на другие, более прогрессивные системы.

2) С повторным использованием воды. Вода, использованная в технологическом цикле одного цеха, не сбрасывается сразу в канализацию, а используется на другие технологические нужды, по цепочке. Система более прогрессивная по сравнению с предыдущей.

3) Обратное водоснабжение. Вода подаётся из местного очистного сооружения на производственно-технологические нужды по трубопроводу В4, используется и уходит обратно в очистное сооружение по трубопроводу В5. Обратное водоснабжение — это перспективная, экологически чистая и ресурсосберегающая технология. Примером могут служить мойки автомобилей с такими системами, которые к тому же выгодны для данных предприятий автосервиса, так как дают экономию по забору воды из водопровода и сбросу стоков на водоотведение.

Классификация производственного водопровода по объёмам потребляемой воды:

1) Объединённые системы В1+В2+В3. Применяются для небольших производственных зданий при суточном расходе водопотребления не более $100 \text{ м}^3/\text{сут}$.

2) Раздельные системы (В1+В2, В3) или (В1, В3+В2). Применяются для производственных зданий при значительном суточном расходе водопотребления более $100 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Производственные здания содержат системы В1, В2, В3 для различных нужд. Например, в цехах следует устраивать питьевые фонтанчики с шагом не более 75 метров от рабочих мест.

Водопровод сельскохозяйственных зданий

Внутренние системы водоснабжения животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий и сооружений проектируют в соответствии со СН.

Для поения домашних животных, птиц и зверей используют воду питьевого качества. Иначе говоря, применяют хозяйственно-питьевой водопровод В1.

В перечисленных зданиях и сооружениях применяют следующее санитарно-техническое оборудование:

- поилки;
- краны для мытья полов;
- специальные приборы (для обслуживания животных и т.д.);
- гибкие шланги.

Поилка — основной прибор для поения сельскохозяйственных животных. Индивидуальные поилки с клапаном применяют для поения крупного рогатого скота и свиней в отдельных стойлах. Групповые поилки используют при беспривязном содержании скота, для свиней, овец и птицы. Поилки подсоединяют к водопроводу В1.

Из некоторых особенностей упомянутых зданий следует отметить, что конюшни всегда рекомендуется устраивать с внутренним водопроводом, а овчарни (с овцами) — наоборот, чаще без внутреннего водопровода, так как овец поят на выгулах.

Расчетные расходы воды принимают по СН.

Свободные напоры перед приборами принимают не менее 2 метров водяного столба.

Прокладка трубопроводов всегда открытая. Трубы используют пластмассовые или стальные неоцинкованные.

На вводе водопровода устанавливают водомер.

Запорная арматура (вентили и задвижки) должна быть установлена на вводе водопровода, на ответвлениях и на подводках к водоразборной арматуре.

Краны (для мытья полов) должны иметь радиус действия не менее 30 метров с напором не менее 5 метров.

В одноэтажных зданиях противопожарный водопровод В2 не предусматривают.

Тема 5 Горячее водоснабжение Т3-Т4

Современный горячий водопровод Т3-Т4 имеет в здании две трубы:

- Т3 — подающий трубопровод;
- Т4 — циркуляционный трубопровод.

Требования к качеству воды Т3-Т4

Требования к качеству горячей воды в системе Т3-Т4:

- 1) Горячая вода в Т3-Т4 должна быть питьевой. Качество воды,

подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

2) Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

а) не ниже $+60^{\circ}\text{C}$ — для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;

б) не ниже $+50^{\circ}\text{C}$ — для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения;

в) не выше $+75^{\circ}\text{C}$ — для всех систем, указанных в подпунктах "а" и "б".

3) В помещениях детских дошкольных учреждений температура горячей воды, подаваемой для душей и умывальников, не должна превышать $+37^{\circ}\text{C}$.

Классификация Т3-Т4

Классификация горячего водопровода Т3-Т4 по расположению источника тепла показана на рис. 8.

Наружных сетей горячего водопровода обычно нет, то есть горячий водопровод Т3-Т4 — это типично внутренний водопровод с давлением не более 0,45 МПа. Централизованно или местно решают расположение источника тепла (см. рис. 8). В крупных и средних городах (централизованные системы) тепло несут наружные водяные теплосети Т1-Т2. Их заводят в здания отдельными вводами Т1-Т2.

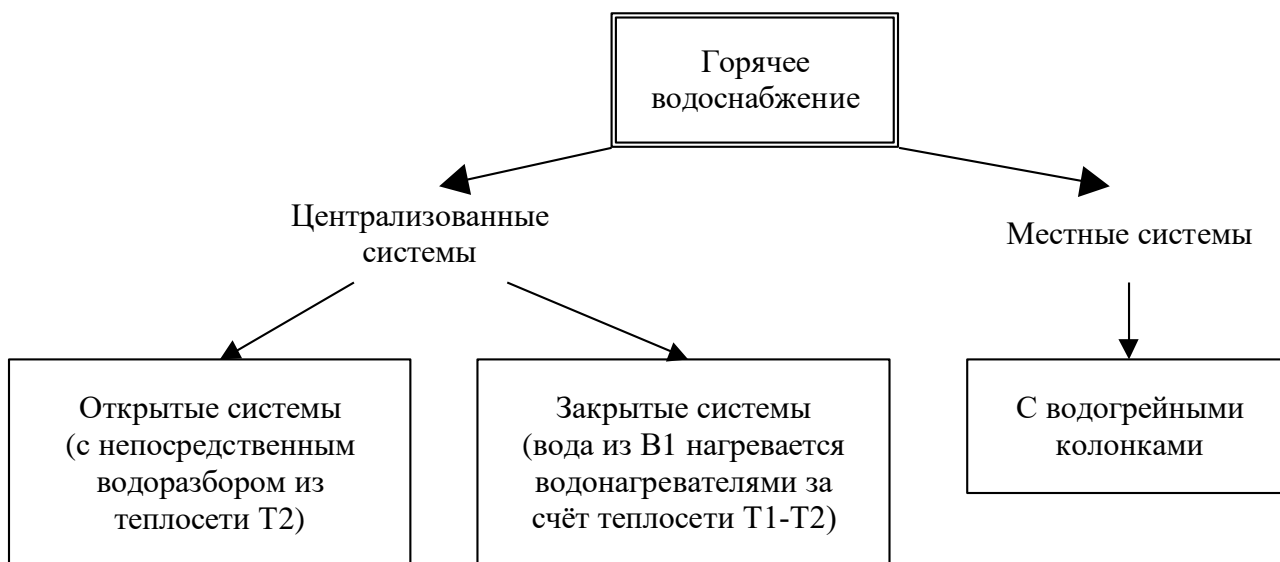


Рис. 8

В малых городах и населённых пунктах источник тепла находится в доме или квартире — домовая котельная или водогрейная колонка, работающие на газе, мазуте, нефти, угле, дровах или электричестве. Это, наоборот, местные системы горячего водоснабжения.

Открытая система горячего водопровода (см. рис. 8) берёт воду из обратного трубопровода теплосети Т2 непосредственно, напрямую, и далее вода поступает по трубе Т3 к смесителям в квартиры. Такое решение горячего водоснабжения не самое лучшее с точки зрения обеспечения питьевого качества горячей воды, так как вода идёт фактически из системы водяного отопления. Однако такое решение весьма недорогое. Таким способом, например, снабжается большинство зданий правобережья г. Омска.

Закрытая система горячего водопровода (см. рис. 8) берёт воду из холодного водопровода В1. Вода нагревается с помощью водонагревателей-теплообменников и поступает по трубе Т3 к смесителям в квартиры. Водонагреватели могут быть ёмкостные (бойлеры) или скоростные. Часть неиспользованной горячей воды циркулирует внутри здания по трубопроводу Т4, что поддерживает постоянную температуру воды. Источником тепла для водонагревателей служит подающая труба теплосети Т1. Такое решение горячего водоснабжения уже лучше с точки зрения обеспечения питьевого качества горячей воды, так как вода берётся из системы хозяйственно-

питьевого водопровода В1. Таким способом, например, снабжается большинство зданий левобережья г. Омска.

Элементы Т3-Т4

Элементы горячего водопровода Т3-Т4 рассмотрим на примере схематического разреза двухэтажного здания с подвалом (рис. 9).

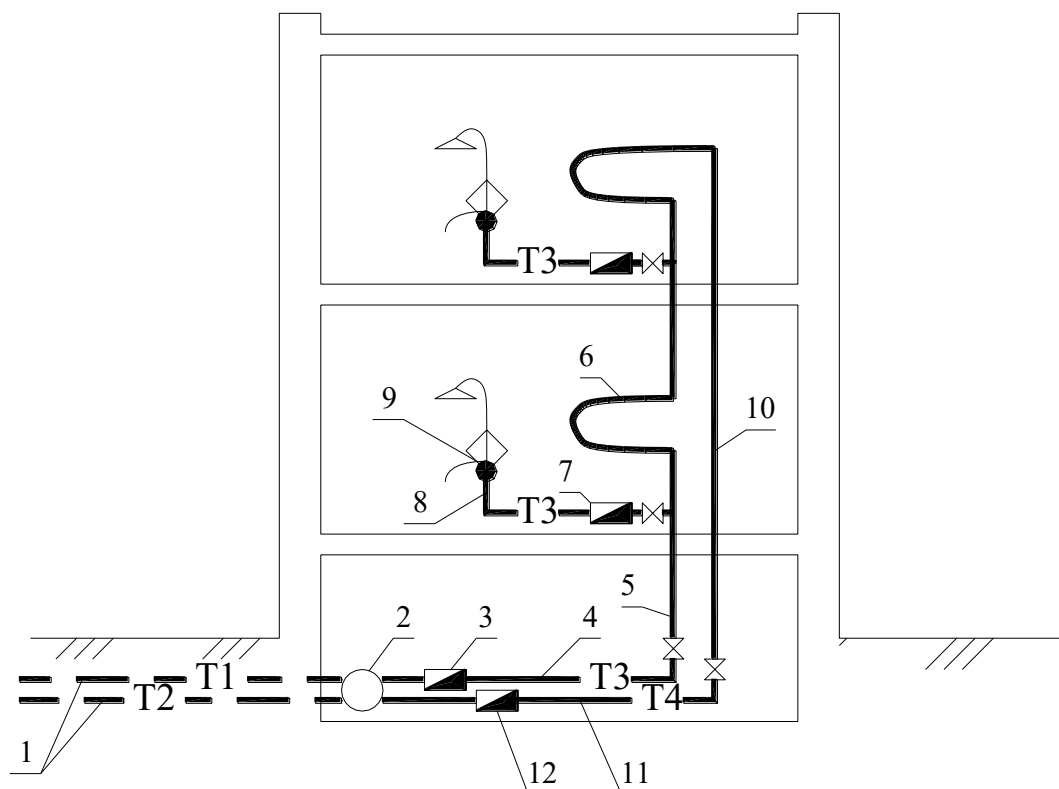


Рис. 9

Элементы горячего водопровода Т3-Т4 (см. рис. 9):

1 — ввод теплосети в техподполье здания. Это ещё не элемент горячего водопровода.

2 — тепловой узел. Здесь начинается горячий водопровод по открытой или закрытой схеме (см. рис. 8).

3 — водомер на подающей трубе горячего водопровода Т3 у теплового узла.

4 — разводящая сеть подающих трубопроводов Т3 горячего водопровода.

5 — подающий стояк Т3 горячего водопровода. В его основании устанавливают запорный вентиль.

6 — полотенцесушители на подающих стояках Т3.

7 — квартирные водомеры горячей воды на поэтажных подводках Т3.

8 — поэтажные подводки горячей воды Т3 (обычно \varnothing 15 мм).

9 — смесительная арматура (на рис. 9 показан смеситель общий для умывальника и ванны с душевой сеткой и поворотным изливом).

10 — циркуляционный стояк Т4 горячего водопровода. В его основании тоже устанавливают запорный вентиль.

11 — отводящая сеть циркуляционных трубопроводов Т4 горячего водопровода.

12 — водомер на циркуляционной трубе горячего водопровода Т4 у теплового узла.

Тема 6 Монтаж, испытания, эксплуатация и гидравлический расчет внутренних водопроводов

Монтаж внутренних водопроводов

Работы по монтажу внутренних водопроводов зданий обычно выполняются специализированными монтажными организациями, которые являются субподрядными организациями по отношению к чисто строительным организациям (генподрядчикам), например, какая-либо монтажная фирма по отношению к строительному тресту.

Монтаж проводят, руководствуясь положениями СН. Перед началом монтажа, до того как монтажники придут на строительный объект, строители должны:

1) выполнить основные строительные работы, то есть возвести фундаменты, стены, перекрытия, покрытия, перегородки и т.д., но до отделочных работ;

2) пробить все монтажные отверстия в стенах, перекрытиях и перегородках для пропуска трубопроводов и оборудования;

3) установить монтажные закладные детали в стенах, перекрытиях и перегородках для крепления трубопроводов и оборудования;

4) прокопать траншеи вводов водопровода;

5) прочертить по стенам отметки 0,5 метра выше уровня пола,

так как самого уровня пола пока нет.

Монтажная организация выполняет следующие работы:

— монтажное проектирование (составление эскизов и чертежей заготовок по рабочим чертежам и натурным обмерам);

— заготовительные работы (нарезка труб, резьбы на их концах, изготовление заготовок);

— собственно монтаж на объекте (он выполняется всегда по способу «снизу – вверх»).

Методы монтажа:

1. Россыпью. То есть сборка водопровода по месту. Такой метод применяется при строительстве здания по индивидуальному проекту.

2. Блоками. Выполняется для зданий по типовым проектам.

3. Санитарно-техническими кабинами. Применяется в крупнопанельном домостроении. Основные трубопроводы и арматура установлены в кабине на заводе, а в условиях стройки кабины нужно лишь тщательно стыковать по осям.

Как только монтаж водопровода закончен, наступает следующая стадия — испытание.

Испытание внутренних водопроводов

Испытание смонтированной системы внутреннего водопровода проводится в присутствии комиссии в составе представителей:

а) заказчика;

б) генподрядчика (строительной организации);

в) субподрядчика (монтажной организации).

Проверяются следующие показатели системы:

1) Расходы. Например, нормальный расход холодной воды из крана или смесителя должен быть не менее 0,2 л/с.

2) Напоры. Минимальный свободный напор у наиболее удалённого и самого высокого водоразборного прибора на верхнем этаже не должен быть менее 2-3 метров водяного столба.

3) Система должна соответствовать проекту по размерам, высотным отметкам, диаметрам труб, их материалу, в том числе по показателям качества воды.

4) Не должно быть каких-либо утечек и подтеканий на трубо-

проводах.

Испытание внутреннего водопровода проводят в течении 10 минут при давлении в полтора раза превышающем максимально допустимое избыточное (манометрическое) давление для данной системы. Если система успешно выдержала испытание давлением, то есть не потекла, то окончательно составляют акт манометрического испытания на герметичность, который подписывается представителями вышеупомянутой комиссии.

После испытания система внутреннего водопровода готова к передаче на её эксплуатацию.

Эксплуатация внутренних водопроводов

Эксплуатация внутренних водопроводов находится в ведении ПЖРЭУ (производственных жилищно-ремонтно-эксплуатационных участков) или в ведении отделов главного энергетика или механика предприятий — это зависит от принадлежности здания (муниципальное или ведомственное) и от типа системы (В1, В2, В3, Т3-Т4).

Выполняемые работы следующие:

— текущие ремонты по заявкам жильцов (смена прокладок кранов, замена неисправной арматуры, оборудования, устранение течей в трубах, постановка хомутов, замена участков труб с большой степенью повреждения коррозией и т.д.);

— капитальные ремонты с заменой трубопроводов через 15-20 лет при стальных трубопроводах, через 50 лет при пластмассовых трубах, а также когда физический износ инженерной системы достиг 60 %.

Реконструкция внутренних водопроводов

Реконструкция любой санитарно-технической системы — это производство строительно-монтажных работ с целью приведения эксплуатационных показателей системы к уровню современных требований (ГОСТов, СНиПов и др.). Любая реконструкция должна проводиться на основании проекта реконструкции.

Бывает два вида реконструкции инженерных систем:

1) расширение;

2) ликвидация старой системы и монтаж новой.

Например, до 1970-х годов в нашей стране горячий водопровод зданий сооружали только с подающими трубопроводами ТЗ. Затем в зданиях начали внедрять горячее водоснабжение, расширив системы дополнительными трубопроводами Т4 (циркуляционными). Это был первый вид реконструкции.

Другим примером реконструкции является полная замена хозяйственно-питьевых водопроводов В1 из стальных труб на системы, собираемые из металлополимерных (металлопластиковых) труб. Это второй вид реконструкции, который проводят в последнее время в связи с внесением изменений в нормативную документацию (смена приоритетов материалов водопроводных труб).

Гидравлический расчёт внутренних водопроводов

Гидравлический расчёт внутренних водопроводов — это довольно большая тема. Поэтому рассмотрим лишь основные его принципы.

Водопровод — это напорная система. Вода может идти в любом направлении под влиянием разности напоров, от большего напора к меньшему напору. При движении воды в трубах происходят два вида потерь напоров:

- 1) линейные потери напора (на прямых участках труб);
- 2) местные потери напора (на поворотах, тройниках и т.д.).

Общие (суммарные) потери напора складываются из суммы линейных и местных потерь напора.

Потери напора рассчитывают по специальным гидравлическим формулам. В общем случае потеря напора может быть рассчитана по формуле Вейсбаха

$$H = \zeta \frac{V^2}{2g},$$

где ζ — коэффициент гидравлического сопротивления; V — средняя скорость потока в трубе; g — ускорение свободного падения.

В случае прямолинейного участка трубопровода коэффициент гидравлического сопротивления

$$\zeta = \lambda l / d,$$

где λ — коэффициент гидравлического трения; l — длина участка трубы; d — внутренний диаметр трубы.

Водопроводы обычно работают в условиях турбулентного режима течения. Поэтому коэффициент гидравлического трения может быть определён по приближённой формуле А.Д. Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25},$$

где Re — число Рейнольдса; Δ — абсолютная шероховатость стенок трубопровода. Например, для старых стальных труб $\Delta \approx 1,5$ мм.

Число Рейнольдса для напорных трубопроводов

$$\text{Re} = \frac{Vd}{\nu_B},$$

где ν_B — кинематическая вязкость воды, $\text{м}^2/\text{с}$.

Для облегчения гидравлических расчётов применяют таблицы или графики. В нашей стране используют таблицы Ф.А. Шевелёва, которые приведены в большинстве учебников и гидравлических справочников.

Начинают гидравлический расчёт внутреннего водопровода с определения нормативных расходов водоразборных приборов (кранов, смесителей). Например, расход холодной воды для крана равен 0,2 л/с.

Затем выбирают расчетную линию сети, от ввода водопровода до наиболее удалённого и высокорасположенного прибора (рассматриваем тупиковые системы В1, без циркуляции).

Эту линию разбивают на участки в местах ответвлений трубопроводов, то есть там, где меняется расход воды. Определяют длину каждого участка и количество приборов, которое обслуживается данным участком. При этом учитывают вероятность совместного действия приборов.

Рассмотрим пример. Конечный участок водопровода в квартире обслуживает один прибор — смеситель для кухонной мойки. Тогда расчётный расход данного участка будет 0,2 л/с. Следующий против движения воды участок обслуживает два прибора: смеситель для мойки и смеситель для умывальника. Однако расчетный расход данного участка не является простой суммой $0,2 + 0,2 = 0,4$ л/с. Дело в том, что одновременно эти приборы включают не часто. По-

этому, рассчитанный по специальным формулам расчётный расход получается около 0,22-0,23 л/с. Так учитывают вероятность совместного действия приборов.

После определения расчётного расхода на каждом участке расчётной линии сети подбирают внутренний диаметр труб так, чтобы средняя скорость в трубе была оптимальной:

$$V_0 = 0,9...1,2 \text{ м/с.}$$

Эту скорость называют экономически целесообразной.

Следующим шагом гидравлического расчёта является определение линейных потерь напора на каждом расчётном участке. Как уже было сказано, потери напора рассчитывают либо по формулам, либо с помощью таблиц.

Местные потери напора СНиП разрешает определять как долю линейных потерь напора.

Общая потеря напора на каждом участке трубопровода холодного водоснабжения может быть определена по формуле

$$H = i l (1 + k_l),$$

где i — гидравлический уклон (безразмерный), может быть найден, например, по таблицам Ф.А. Шевелёва; l — длина участка трубопровода; k_l — коэффициент, учитывающий долю местных потерь напора. Например, для хозяйственно-питьевого водопровода В1 рекомендуется принимать $k_l = 0,3$.

Таким образом, рассчитав на каждом расчётном участке потерю напора, находят суммарные потери напора в сети внутреннего водопровода.

Приведенные расчёты удобнее всего выполнять в таблице. Кроме того, вместо ручного счёта лучше применять электронные таблицы типа SuperCalc, Lotus 1-2-3 или Microsoft Excel. На наш взгляд, наиболее удобными для автоматизации расчётов являются таблицы Excel версий 97/2000/XP/2003 и др. Таблицы MS Excel в настоящее время установлены практически на любом компьютере. Нами разработаны файлы-шаблоны таблиц гидравлического расчёта водопровода, которые можно получить через Интернет (см. с. 5).

В наружных сетях водопровода имеется гарантированный напор H_g . Его величина должна быть не менее 10 м и не более 60 метров, считая от верха водопроводной трубы. Обычно в городах гарантированный напор находится в пределах 20-30 метров водяно-

го столба. Для водоснабжения малоэтажных зданий часто хватает гарантированного напора, то есть дополнительной подкачки насосами не требуется. Для многоэтажных зданий, наоборот, надо проверять потребность в насосах, повышающих напор.

Насос для повышения напора в сети требуется, если напор насоса получается положительный по формуле

$$H_p = H_{mp} - H_g ,$$

где H_{mp} — требуемый напор для здания, который можно найти так:

$$H_{mp} = H_{geom} + H_B + H_f + \Sigma H ,$$

где H_{geom} — геометрическая высота от наружного трубопровода до самого высокого прибора в здании; H_B — потеря напора на водометрах; H_f — свободный напор перед прибором (2-3 метра водяного столба); ΣH — суммарные потери напора в сети внутреннего водопровода, взятые из предыдущего расчёта (в табличной форме).

ГЛАВА 2 КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

Тема 7 Классификация внутренней канализации. Трубы, санитарно-техническое оборудование

(Теоретический раздел)

Внутренняя канализация зданий — это система трубопроводов и устройств, отводящих сточные воды из зданий, включая наружные выпуски.

В состав внутренней канализации входят:

- 1) санитарно-технические приборы и приёмники сточных вод;
- 2) раструбные трубопроводы;
- 3) соединительные фасонные детали;
- 4) устройства для прочистки сети.

Условные обозначения по внутренней канализации см. с. 8-10.

Классификация внутренней канализации

Классификация внутренней канализации изображена на рис. 10.

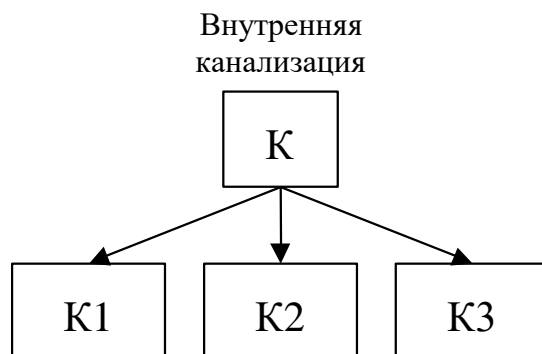


Рис. 10

Внутреннюю канализацию на схемах и чертежах в отечественной документации обозначают буквой русского алфавита К.

Внутренняя канализация может быть следующих типов:

К1 — бытовая канализация (старое название — «хозяйственно-фекальная канализация», которое в настоящее время не рекомендуется употреблять);

К2 — дождевая канализация или внутренние водостоки (оба названия равноправны);

К3 — производственная канализация (это общее обозначение, а цифры больше 3 обозначают разновидности производственной канализации, например, К4, К5, К6 и т.д.).

Санитарно-технические приборы и приёмники сточных вод

Санитарно-технические приборы и приёмники сточных вод первыми в канализации принимают стоки. Вот наиболее применимые в бытовой канализации К1 санитарно-технические приборы (типовой набор):

- мойки кухонные;
- умывальники;
- ванны;
- унитазы.

Писсуары применяют для общественных туалетов, а души-биде — для комнат гигиены женщин.

В полу общественных туалетов и мусорокамер зданий в К1 устанавливают напольные трапы (разновидность воронок) из чугуна или пластмассы по ГОСТ соответственно диаметром 50 мм и 100 мм.

В дождевой канализации К2 на кровлях зданий устанавливают водосточные воронки: колпаковые (для неэксплуатируемых кровель) или плоские (для эксплуатируемых кровель).

В производственной канализации К3 применяют следующие приёмники сточных вод: трапы, ванны, напольные решетки (с гидрозатворами и без гидрозатворов), лотки.

Условные обозначения санитарно-технических приборов и приёмников сточных вод см. с. 9-10.

Сифоны и гидравлические затворы

Сифоны и гидравлические затворы располагают сразу под санитарно-техническими приборами и приёмниками сточных вод. Принцип их действия можно рассмотреть на примере сифона колленчатого типа, устанавливаемого под умывальником или кухонной

мойкой (рис. 11).

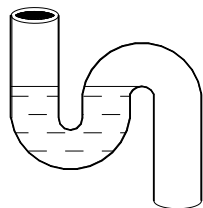


Рис. 11

Вследствие изогнутости трубы сифона в виде петли в нём всегда остаётся вода, создающая гидравлический затвор, то есть водяную пробку, препятствующую проникновению запахов из системы канализации в помещения зданий.

Условные обозначения сифонов см. с. 10.

Канализационные раструбные трубопроводы

Трубы для канализации применяют раструбные. Раструб — это уширение на одном конце трубы, служащее для соединения с другими трубами или с фасонными деталями (рис. 12). Раструбы должны быть направлены против движения сточных вод.

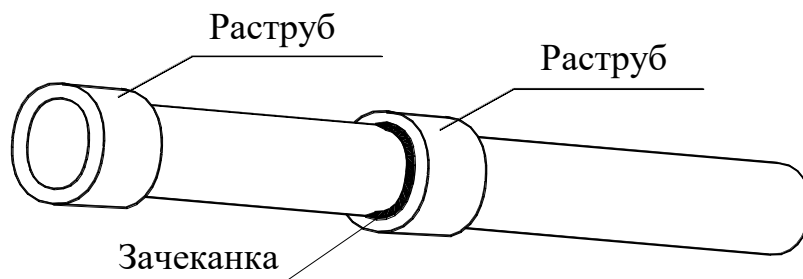


Рис. 12. Раструбное соединение

Диаметры труб внутренней канализации чаще всего применяют 50 мм и 100 мм. В бытовой канализации К1 трубы \varnothing 50 мм используют для отведения сточных вод от умывальников, моек и ванн. Трубы \varnothing 100 мм служат для присоединения унитазов.

По материалу наибольшее распространение получили чугунные и пластмассовые трубопроводы.

Чугунные канализационные трубы \varnothing 50 мм и \varnothing 100 мм применяют по ГОСТ 6942-98 «Трубы чугунные канализационные и фа-

сонные части к ним» (введён с 1 января 1999 г.). Они могут быть длиной 750 мм, 1000 мм, 1250 мм, 2000 мм, 2100 мм, 2200 мм. Покажем, как обозначают марку трубы. Например, труба чугунная канализационная Ø 100 мм длиной 2000 мм обозначается в спецификациях так:

ТЧК-100-2000.

Раструбный стык чугунных труб зачеканивают смоляной или битумизированной пеньковой пряжей (каболкой) и замазывают расширяющимся цементным раствором (см. рис. 12).

Пластмассовые канализационные трубы диаметрами 40, 50, 90 и 110 мм применяют по ГОСТ 22689-89* «Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним». Их изготавливают из полиэтилена низкого (ПНД) и высокого (ПВД) давления. Они предназначены для систем внутренней канализации зданий с максимальной температурой сточной жидкости +60 °С и кратковременной (до 1 мин) +95°С. Это является недостатком данных полиэтиленовых труб. В настоящее время имеются различные пластмассовые трубы отечественных и зарубежных производителей.

Раструбный стык пластмассовых трубопроводов уплотняют резиновым кольцом, которое вставлено в паз раструба. С силой вдвигая трубу в раструб, получают необходимое уплотнение стыка за счёт обжатия резинового кольца.

Уклоны внутренней канализации обычно не рассчитывают, а назначают конструктивно так:

- для Ø 50 мм уклон 0,035;
- для Ø 100 мм уклон 0,02.

Условные обозначения канализационных труб см. с. 11. Полный перечень условных обозначений см. в ГОСТ 6942-98 «Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним» (введён с 1 января 1999 г.).

Соединительные фасонные детали

Как уже было сказано, канализационные трубы соединяют между собой с помощью раструбов этих же труб (см. рис. 12). Однако обойтись одними раструбами труб невозможно. Поэтому применяют соединительные фасонные детали:

- патрубки переходные (для перехода с меньшего на больший диаметр);
- колена (для поворота трубопроводов на 90°);
- отводы (для поворота трубопроводов на 135°);
- тройники прямые (для стояков);
- тройники косые (преимущественно для горизонтальных участков);
- крестовины прямые (для стояков);
- крестовины косые (преимущественно для горизонтальных участков).

Устройства для прочистки сети

Для прочистки канализационных сетей от засоров применяют следующие фасонные детали:

- ревизии (на стояках);
- прочистки из косых тройников или отводов с пробками-заглушками (на горизонтальных участках) или прямых тройников с пробками-заглушками (на вертикальных участках), а также по ГОСТ 6942-98 «Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним».

Ревизия — это раструбная труба, на боковой поверхности которой имеется съёмный фланец с резиновой прокладкой, прикрепленный к трубе четырьмя или двумя болтами (рис. 13).

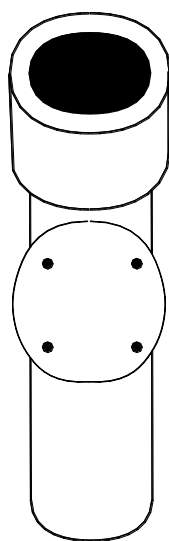


Рис. 13

Ревизии устанавливаются на стояках в соответствии с требованиями СН:

- на верхнем и нижнем этажах;
- в жилых зданиях высотой 5 этажей и более — не реже чем через три этажа.

Прочистки устанавливают на горизонтальных участках (вернее, почти горизонтальных, так как они прокладываются с уклоном) с шагом не более 8-10 метров.

Если канализация засоряется, то ее прочищают через ревизии и прочистки специальными гибкими стальными тросами.

Тема 8 Бытовая канализация К1

Бытовая канализация К1 предназначена для отведения сточных вод от санузлов, ванн, кухонь, душевых, общественных уборных, мусорокамер и т.д. Это основная канализация зданий. Старое её название «хозяйственно-фекальная» канализация не рекомендуется употреблять.

Элементы К1

Элементы бытовой канализации К1 рассмотрим на примере двухэтажного здания с подвалом (рис. 14).

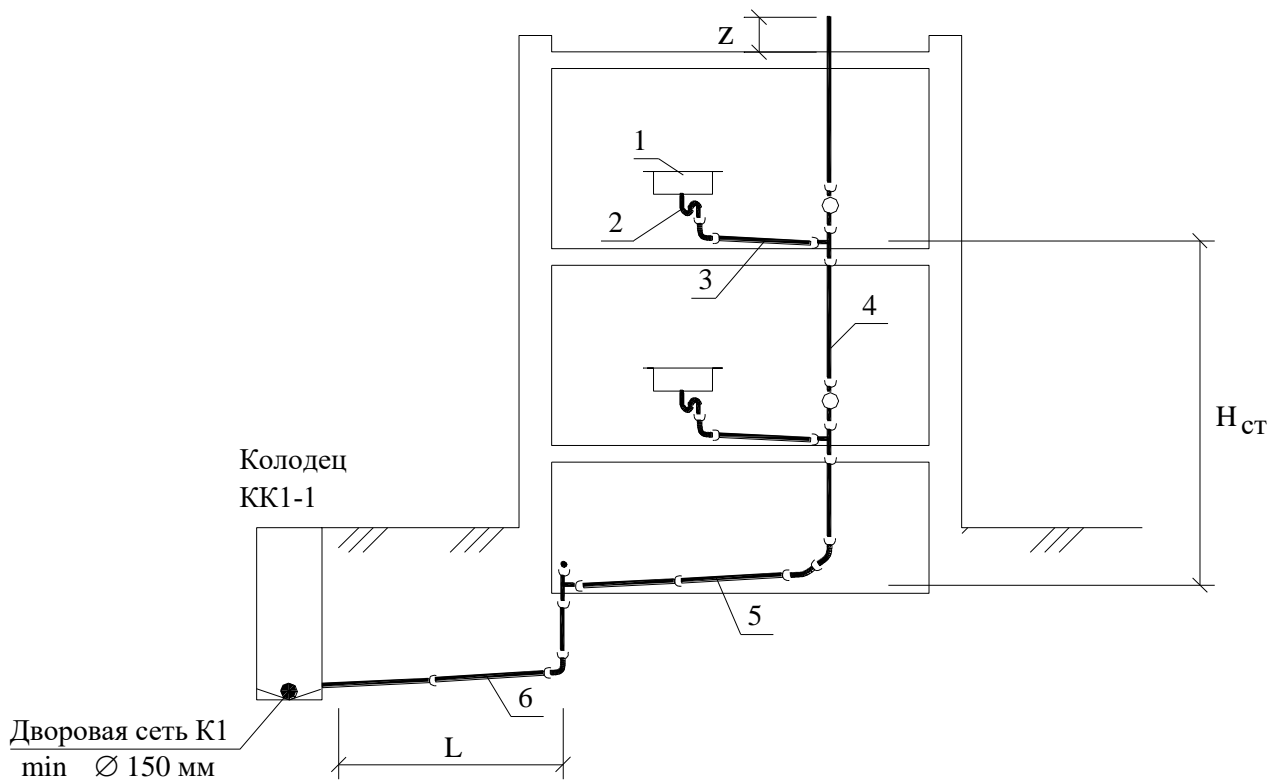


Рис. 14

Вот основные элементы К1 по ходу движения сточных вод:

- 1 — санитарно-технический прибор;
- 2 — сифон (гидравлический затвор);
- 3 — отводящий поэтажный трубопровод;
- 4 — канализационный стояк;
- 5 — отводящая сеть в подвале;
- 6 — выпуск канализации.

Отметим некоторые детали. Под сифоном показано колено. Оно применяется на невысоких стояках (не более 1 этажа). Отводящий поэтажный трубопровод 3 проложен с уклоном и присоединён с помощью прямого тройника к стояку 4. На стояке установлены ревизии.

Верх стояка выведен выше кровли в атмосферу на высоту z — это вентиляция канализационного стояка. Она необходима для проветривания канализации, от появления избыточного давления или, наоборот, вакуума в канализации. Вакуум может появиться при неисправной вентиляции стояка во время слива воды с верхнего этажа, что приведёт к срыву сифонов, то есть вода из сифонов будет

уходить, появится запах в помещении.

Высоту стояка над кровлей принимают не менее величин:

$z = 0,3$ м — для плоских неэксплуатируемых кровель;

$z = 0,5$ м — для скатных кровель;

$z = 3$ м — для эксплуатируемых кровель.

Канализационный стояк можно устраивать без вентиляции, то есть не выводить над кровлей, если его высота $H_{ст}$ не превышает 90 внутренних диаметров трубы стояка (см. рис. 14).

В последнее время появились вакуумные клапаны для канализационных стояков, постановка которых в уровне верхнего этажа избавляет от устройства вентиляционного вывода стояка над кровлей.

В основании стояка установлены два отвода, так как стояк крайний на сети в подвале. Если стояк сверху попадает на трубу, то применяют косой тройник и отвод.

В конце сети 5 перед наружной стеной ставят прочистку из прямого тройника с пробкой. Считая от неё, длина выпуска канализации L (см. рис. 14) не должна быть более 12 м при диаметре трубы 100 мм. Кроме того, расстояние от смотрового колодца дворовой канализации до стены здания не должно быть менее 3 м. Поэтому расстояние от дома до колодца принимают от 3 до 12 м. Минимальное расстояние в свету между вводом В1 и выпуском К1 не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно.

Глубина заложения выпуска канализации принимается равной глубине промерзания, уменьшенной на величину 0,3 метра (учитывается влияние здания на грунт рядом с домом).

Трубу выпуска присоединяют в колодце к трубе дворовой сети способом «шелыга в шелыгу», то есть по уровням верха труб.

Тема 9 Дождевая канализация К2

Дождевая канализация (внутренние водостоки) К2 предназначена для отведения атмосферных (дождевых и талых) вод с кровель зданий. Необходимость в устройстве К2 устанавливают архитекторы.

Известно три способа отведения атмосферных (дождевых и талых) вод с кровель зданий:

1) Неорганизованный способ. Применяется для одно- и двухэтажных зданий. Вода просто стекает с карниза здания, для чего вынос карниза от вертикальной поверхности наружной стены должен быть не менее 0,6 метра.

2) Организованный способ по наружным водостокам (это ещё не К2). Применяется для 3-5 этажных зданий. Вдоль карниза здания устраивается желоб, который направляет стекающие атмосферные воды в водосточным воронкам. Далее вода стекает вниз по наружным водосточным стоякам и выходит через выпуски на отмостку здания, которую обычно укрепляют бетонированием от размывания.

3) Организованный способ по внутренним водостокам — это дождевая канализация К2. Применяется для жилых зданий более 5 этажей, а также для зданий любой этажности с широкой кровлей (более 48 метров) или многопролётных зданий (обычно это промздания).

Элементы К2

Элементы дождевой канализации К2 рассмотрим на примере двухэтажного здания с подвалом (рис. 15).

1 — водосточная воронка. Показана воронка колпакового типа, для неэксплуатируемых кровель. Плоские коронки устраиваются для эксплуатируемых кровель. Максимальное расстояние между водосточными воронками на кровлях зданий не более 48 м.

2 — водосточный стояк. Прокладывается в лестничных клетках и коридорах.

3 — ревизия.

4 — сифон (гидравлический затвор). Предохраняет от образования ледяной пробки на выпуске К2 в весенний период.

5 — открытый выпуск К2. Устраивают при отсутствии наружной водосточной сети К2. Его рекомендуется располагать с южной стороны здания.

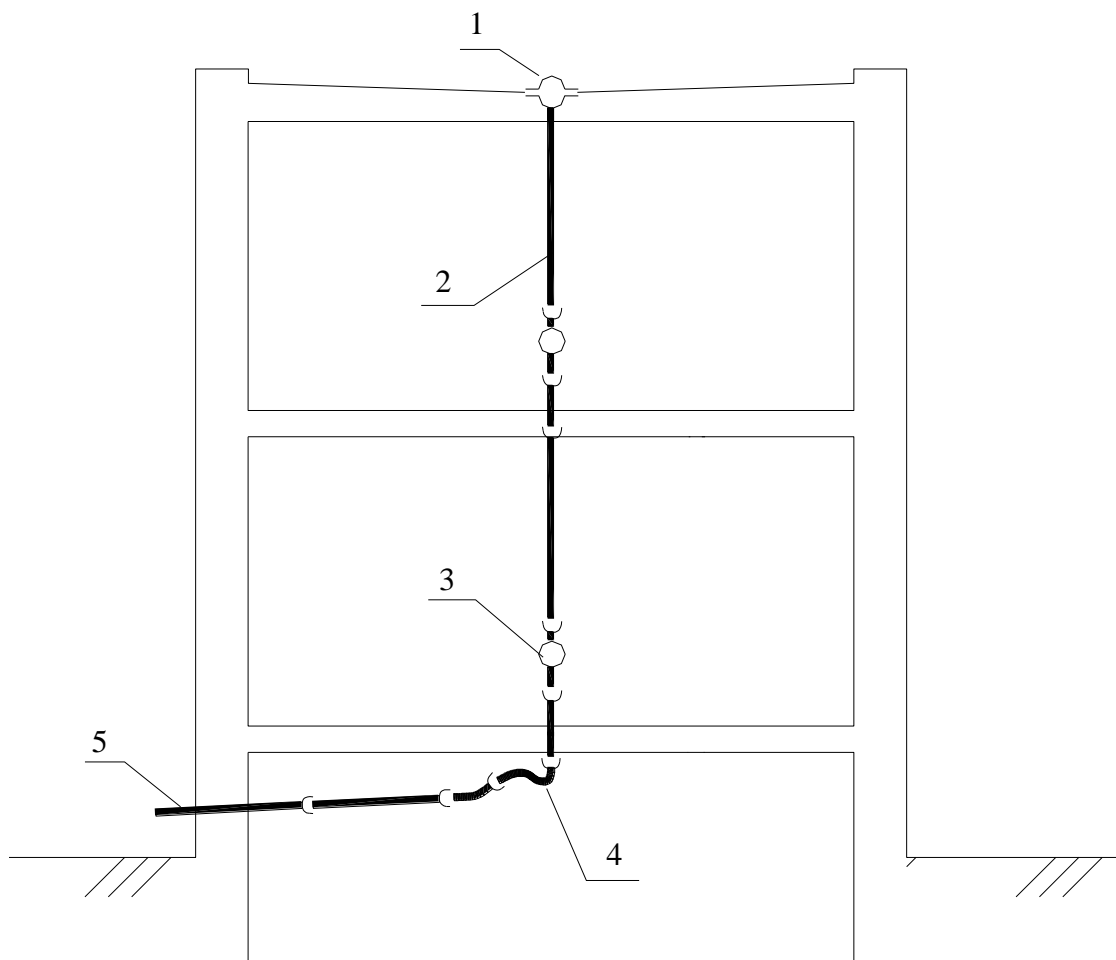


Рис. 15. Элементы дождевой канализации К2

Дренаж зданий

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

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

УПВ — это уровень подземных вод. В частном случае УПВ — это уровень грунтовых вод (УГВ).

Дренаж чаще всего связан с дождевой канализацией К2, но в

отличие от неё отводит не поверхностные, а подземные воды.

Перечислим основные элементы дренажа:

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

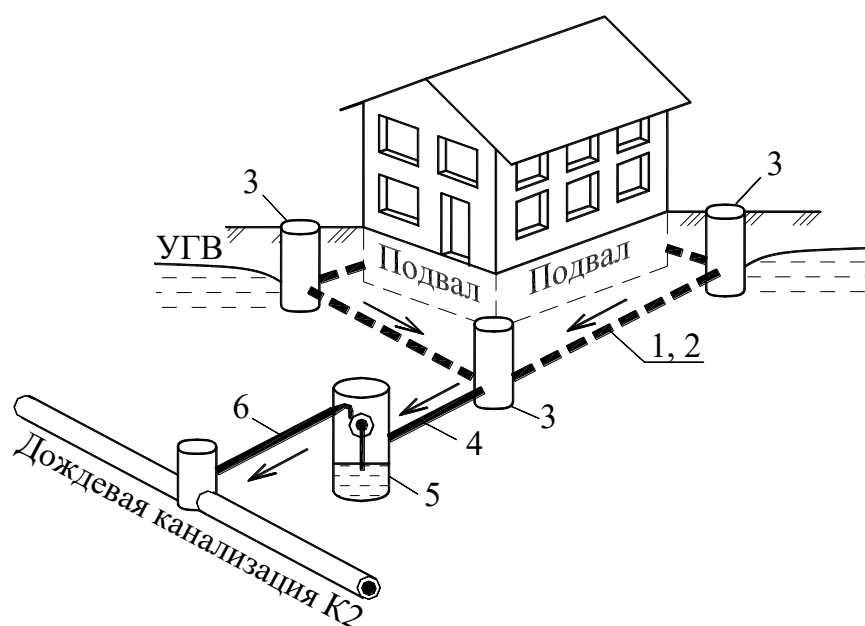


Рис. 16. Элементы дренажа

Элементы дренажа рассмотрим на примере кольцевого дренажа (рис. 16). Он защищает от подтопления грунтовыми водами подвал дома. Дрены 1 уложены вокруг здания на такой глубине, чтобы кривая депрессии УГВ находилась относительно пола подвала как минимум на 0,5 метра ниже. Дрены обсыпаны слоями щебня (в непосредственной близости) и песка (между щебнем и окружающим грунтом). Это необходимо для защиты внутреннего пространства дрен от заиления частицами грунта. Грунтовая вода проходит фильтрующую обсыпку 2 и, довольно чистая, попадает в дренаж 1 через водоприёмные отверстия или щели-пропилы. Подземная вода, попавшая внутрь дрен, называется дренажным стоком, который самотёком отводится дренажами и через один из смотровых колодцев

3 поступает по дренажному коллектору 4 в резервуар насосной станции перекачки 5. Оттуда дренажные воды время от времени насосом перекачиваются в коллектор дождевой канализации К2. Элемент 5 не всегда нужен.

Тема 10 Производственная канализация К3

Производственная канализация К3 предназначена для отведения технологических сточных вод из промзданий. Отличительной особенностью К3 от К1 и К2 является наличие дополнительных сооружений (местных очистных сооружений, насосных станций перекачки и т.д.).

Классификация производственной канализации К3 по составу сточных вод изображена на рис. 17.

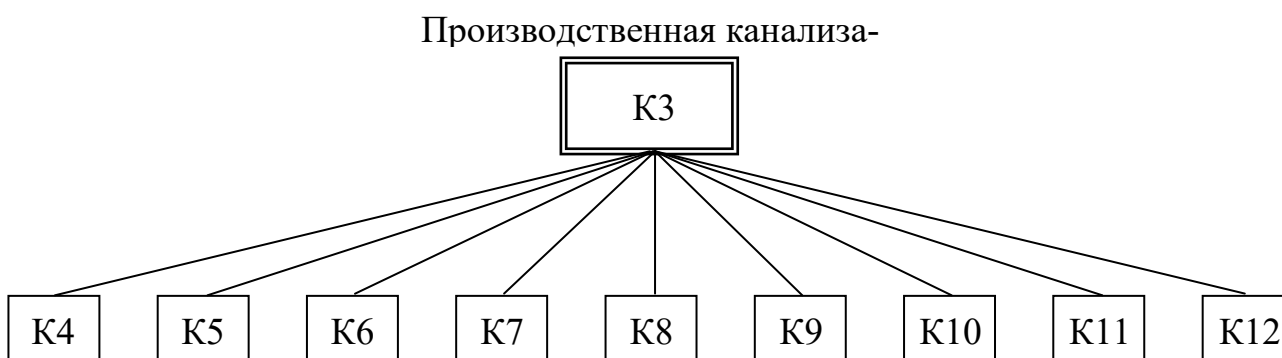


Рис. 17

К3 — общее обозначение любой производственной канализации.

К4 — системы с механически загрязнёнными сточными водами.

К5 — системы с илосодержащими сточными водами.

К6 — системы с шламодержащими сточными водами.

К7 — системы с химически загрязненными сточными водами.

К8 — системы с кислыми сточными водами.

К9 — системы со щелочными сточными водами.

К10 — системы с кислотощелочными сточными водами.

К11 — системы с цианосодержащими сточными водами.

К12 — системы с хромсодержащими сточными водами.

Элементы К3

Элементы производственной канализации К3 рассмотрим на примере одноэтажного промздания. Механически загрязнённые производственные сточные воды стекают с поверхности пола в напольный трап (воронку). В этом случае система К3 конкретизируется системой К4.

Элементы К3 (пример):

- 1) приёмник сточных вод (в данном случае трап);
- 2) отводящая внутренняя канализационная сеть;
- 3) местное очистное сооружение;
- 4) насосная станция перекачки (для заглубленных помещений);
- 5) выпуск канализации К3 в городскую канализационную сеть.

В качестве местного очистного сооружения может быть песколовка, жироловка, нефтеловушка и т.д. Местные очистные сооружения и насосные станции перекачки являются дополнительными сооружениями К3 в сравнении с системами К1 и К2.

Тема 11 Канализация сельскохозяйственных зданий

Внутренние системы водоотведения (канализации) животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий и сооружений проектируют в соответствии со СН.

Канализацию устраивают с целью отведения:

- 1) сточных вод от мытья полов, мойки животных и кормов и для проточных поилок (в птичниках);
- 2) хозяйственно-бытовых вод от санитарных приборов санузлов этих зданий (для персонала).

В полах одноэтажных зданий, где производится мытье полов и мойка животных, устраивают трапы (разновидность плоских водосточных воронок) с открытыми водоотводящими лотками под уклон.

Из некоторых особенностей устройства канализации сельскохозяйственных зданий можно упомянуть следующие.

На магистральных выпусках сточных вод от проточных поилок птицеводческих зданий следует предусматривать местные очистные сооружения в виде уловителей пуха и пера. Это придает сходство с

производственной канализацией.

Технологическое оборудование для молока следует присоединять к канализации с разрывом струи не менее 20 мм. Это требуется для предотвращения случайного попадания канализационных стоков в молоко.

Устройства для сбора и удаления навоза (или помета) и стоков от мытья полов необходимо проектировать по специальным нормам технологического проектирования.

Тема 12 Монтаж, испытания, эксплуатация и гидравлический расчет внутренней канализации

Монтаж внутренней канализации

Работы по монтажу внутренней канализации зданий обычно выполняются специализированными монтажными организациями, которые являются субподрядными организациями по отношению к чисто строительным организациям (генподрядчикам), например, какая-либо монтажная фирма по отношению к строительному тресту.

Перед началом монтажа, до того как монтажники придут на строительный объект, строители должны сделать:

1) выполнить основные строительные работы, то есть возвести фундаменты, стены, перекрытия, покрытия, перегородки и т.д., но до отделочных работ;

2) пробить все монтажные отверстия в стенах, перекрытиях и перегородках для пропуска трубопроводов и оборудования;

3) установить монтажные закладные детали в стенах, перекрытиях и перегородках для крепления трубопроводов и оборудования;

4) прокопать траншеи выпусков канализации;

5) прочертить по стенам отметки 0,5 метра выше уровня пола, так как самого уровня пола пока нет.

Монтажная организация выполняет следующие работы:

— монтажное проектирование (составление эскизов и чертежей заготовок по рабочим чертежам и натурным обмерам);

— заготовительные работы;

— собственно монтаж на объекте (он выполняется всегда по

способу «снизу – вверх»).

Методы монтажа:

1. Россыпью. То есть в виде сборки канализации по месту. Такой метод применяется при строительстве здания по индивидуальному проекту.

2. Блоками. Выполняется для зданий по типовым проектам.

3. Санитарно-техническими кабинами. Применяется в крупнопанельном домостроении. Основные трубопроводы и фасонные детали установлены в кабине на заводе, а в условиях стройки кабины нужно лишь тщательно стыковать по осям.

Как только монтаж канализации закончен, наступает следующая стадия: испытание.

Испытание внутренней канализации

Испытание смонтированной системы внутренней канализации проводится в присутствии комиссии в составе представителей:

а) заказчика;

б) генподрядчика (строительной организации);

в) субподрядчика (монтажной организации).

Проверяются следующие показатели системы:

1) Сток от приборов.

2) Система должна соответствовать проекту по размерам, высотным отметкам, диаметрам труб, их материалу.

3) Не должно быть каких-либо утечек и подтеканий на трубопроводах.

Испытание бытовой канализации К1 проводится способом пролива воды из 75% водоразборных приборов в здании. Система должна обеспечивать нормальный сток. Если система успешно выдержала испытание, то окончательно составляется акт испытания внутренней канализации, который подписывается представителями вышеупомянутой комиссии.

Испытание дождевой канализации К2 проводится способом заполнения водосточного стояка водой до отметки кровли. В течение 10 минут стояк не должен протечь в местах его установки (лестничные клетки, коридоры).

Испытание производственной канализации К3 проводится способом пролива воды из 75% водоразборных приборов в промзда-

нии. Кроме того проверяют эффективность работы очистных сооружений и насосов станций перекачки.

После испытания система внутренней канализации готова к передаче на её эксплуатацию.

Эксплуатация внутренней канализации

Эксплуатация внутренней канализации может находиться в ведении ПЖРЭУ (производственных жилищно-ремонтно-эксплуатационных участков) или в ведении отдела главного энергетика или механика предприятий — это зависит от принадлежности здания (муниципальное или ведомственное) и от типа системы (К1, К2, К3).

При эксплуатации внутренней канализации выполняют следующие работы:

— текущие ремонты по заявкам жильцов (чаще всего прочистка засорившихся труб с помощью гибких стальных тросов длиной от 3 до 10 метров);

— капитальные ремонты с заменой трубопроводов.

Основанием для проведения капитального ремонта системы канализации может быть физический износ канализации (рис. 18).

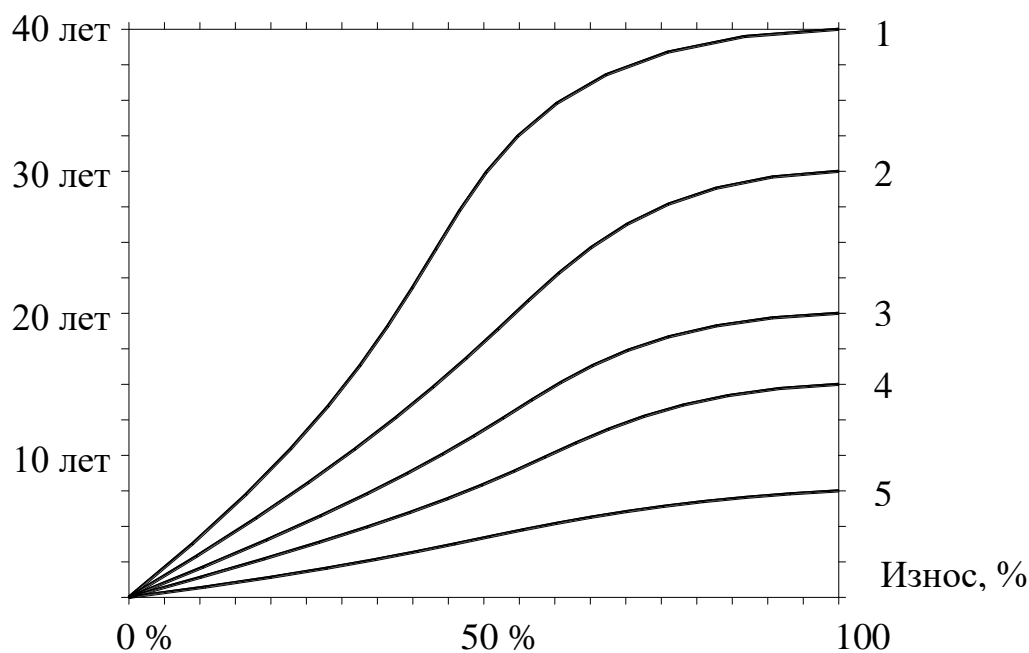


Рис. 18. Физический износ системы внутренней канализации:
1 — трубопроводы и ванны из чугуна;

- 2 — мойки и раковины (чугун и нержавеющая сталь);
- 3 — стальные трубы, ванны; керамические унитазы, мойки;
- 4 — мойки и ванны стальные эмалированные;
- 5 — трубопроводы из полихлорвинила (пластмассовые)

Реконструкция внутренней канализации

Реконструкция любой канализационной системы — это производство строительно-монтажных работ с целью приведения эксплуатационных показателей системы к уровню современных требований (ГОСТов, СНиПов и др.).

Гидравлический расчёт внутренней канализации

Внутреннюю канализацию обычно не рассчитывают, а проверяют гидравлику отдельных участков в соответствии с требованиями строительных норм.

Канализация — это система с безнапорными потоками сточной жидкости, имеющими свободную поверхность. Свободная поверхность — это граница между жидкостью и газом, на которой действует атмосферное давление. Внутри канализации поддерживают атмосферное давление с помощью вентиляционных стояков или вакуумных клапанов.

Сточные воды внутри канализации движутся самотёком. С этой целью горизонтальные участки труб имеют уклон в сторону стояков. Диаметры и оптимальные уклоны труб назначают конструктивно:

Ø 50 мм от моек, умывальников и ванн с уклоном 0,035;

Ø 100 мм от унитазов с уклоном 0,02.

При проведении гидравлического расчёта безнапорных потоков учитывают ограничения по скорости V (м/с), наполнению h/d и уклону $i = \Delta z/L$ (см. рис. 19). Например, при расчёте канализационных труб должны быть выполнены три таких ограничения:

$$0,7 \leq V \leq 4 \text{ м/с};$$

$$0,3 \leq h/d \leq 0,6;$$

$$1/d_{\text{мм}} \leq i \leq 0,15,$$

где $d_{\text{мм}}$ — внутренний диаметр трубы в миллиметрах.

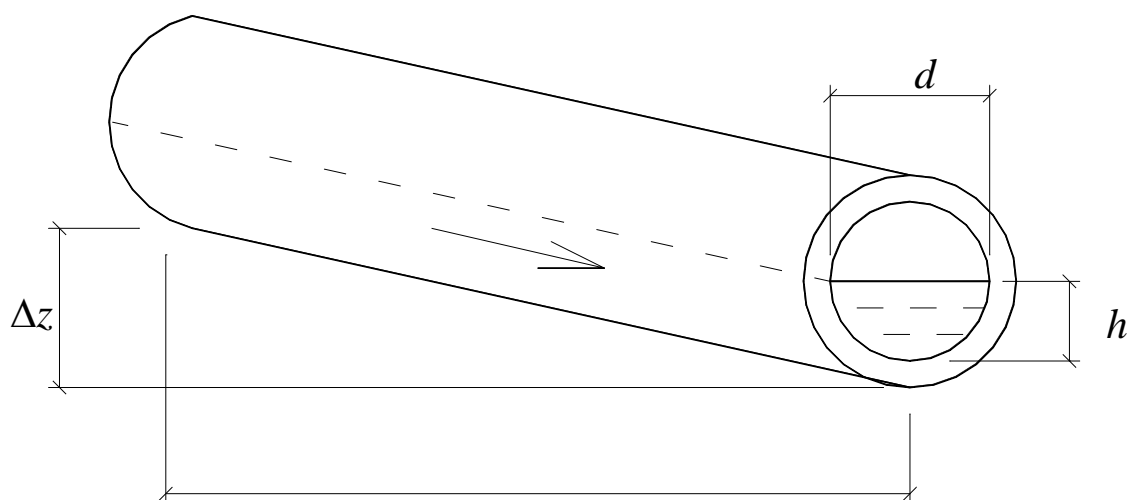


Рис. 19. Гидравлика канализационной трубы

Для расчёта безнапорных потоков широко применяется формула Шезу́:

$$i = \frac{V^2}{RC^2},$$

где R — гидравлический радиус в метрах;
 C — коэффициент Шезу́.

Гидравлический радиус находят так:

$$R = \omega / \chi,$$

где ω — площадь живого сечения потока (поперечного сечения);
 χ — смоченный периметр, то есть часть периметра живого сечения потока, где жидкость соприкасается с твердыми стенками.

Коэффициент Шезу́ можно определить по формуле Маннинга

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6},$$

где n — коэффициент шероховатости стенок трубы или канала обычно в пределах 0,012...0,014;

R — гидравлический радиус, подставляемый в метрах.

Более точной является формула Н.Н. Павловского, которая здесь не приводится. На её основе А.А. Лукиных и Н.А. Лукиных составили подробные таблицы для гидравлического расчёта канализационных сетей.

Скорость потока связана с расходом q соотношением вида

$$V = q/\omega.$$

Таким образом, приведённые формулы позволяют осуществлять гидравлический расчёт любых безнапорных потоков, в том числе в системах внутренней канализации.

Обычно для расчётов используют вспомогательные таблицы или номограммы, составленные на основе формулы Шези. Заметим, что формула Шези справедлива для потоков с турбулентным режимом. Таких потоков на практике подавляющее большинство, а особенно в канализационных сетях.

ГЛАВА 3 ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЙ

(Теоретический раздел)

Тема 13 Основные требования к системам отопления

Обеспечение нормальных условий для работы и отдыха людей требует колоссальных расходов на производство тепловой энергии. Проблема сокращения этих расходов, другими словами, снижение расходования энергетических ресурсов, направленных на выработку тепла, стала сегодня не только государственной, но и мировой проблемой. При этом значительное количество тепловой энергии сегодня направлено на обогрев "воздуха". По некоторым данным, порядка 70% тепла, направленного на обогрев жилых и общественных зданий, растрачивается отчасти на пути к потребителю в трубопроводах и частично в зданиях через стены, перекрытия, окна. Такая ситуация приводит не только к значительным потерям энергоресурсов, но и создает неудобства для людей.

Требования комфорта, предъявляемые к зданиям, направлены на обеспечение во внутренних помещениях определенного температурно-влажностного режима. Оптимальное сочетание этих показателей обеспечивает нормальное физиологическое состояние людей.

Гигиенические исследования микроклимата помещений и того, как влияют изменения его отдельных компонентов на организм человека, позволили выработать следующие требования к системам отопления:

1 Система отопления должна возмещать потери тепла через все наружные ограждающие конструкции здания.

2 Поддерживать заданную, установленную гигиеническими нормами, температуру внутреннего воздуха.

3 Система отопления должна поддерживать заданную температуру внутренней поверхности ограждений помещения.

4 Система отопления не должна обеспечивать значительного и ощутимого для человека колебания температуры внутреннего воздуха в помещении. В зимнее время года суточные колебания температуры не должны превышать $1,5^{\circ}\text{C}$.

5 Температура внутреннего воздуха должна быть равномерной как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Температура считается равномерной, если в горизонтальном направлении от окон до противоположной стены разница температуры воздуха не превышает 2°C , а в вертикальном направлении - 1°C на каждый метр высоты.

6 Должна поддерживаться относительная влажность и скорость движения воздуха в пределах гигиенических норм.

7 Должна поддерживаться безопасная для человека температура отопительных приборов.

8 Система отопления должна быть управляемой и регулируемой.

9 Все элементы системы отопления должны соответствовать интерьеру помещения, быть компактными и увязываться со строительными конструкциями.

10 Система отопления должна проектироваться с разумными капитальными вложениями и минимальным расходом металла.

11 При эксплуатации системы отопления должен поддерживаться экономный расход тепловой энергии.

12 Система отопления должна быть индустриальной в изготовлении и монтаже, экономичной в эксплуатации и безопасной в пожарном отношении.

Тема 14 Классификация систем отопления

Система отопления представляет собой комплекс элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи необходимого количества теплоты в обогреваемые помещения. Классификацию систем отопления проводят по ряду признаков:

По взаимному расположению основных элементов

системы отопления подразделяются на центральные и местные. Местное (автономное) отопление - источник теплоносителя (котел) и вся трубопроводная сеть находятся в помещении и полностью обеспечивают весь процесс обогрева. Никаких внешних устройств данная система не использует.

По виду теплоносителя

системы отопления делят на паровые, водяные и воздушные.

Паровое отопление

Для организации парового отопления пригоден обычный водогрейный котел, снабженный накопителем пара. Роль нагревательных приборов выполняют чугунные ребристые трубы и радиаторы, реже — гладкие стальные трубы и конвекторы. Среди всех применяемых теплоносителей пар имеет наилучшие показатели теплоаккумулирующей способности: 1 кг пара переносит тепла в 90 раз больше, чем столько же воздуха, и в 20 раз больше, чем килограмм воды. Отсюда — преимущества парового отопления: 1 меньше диаметр трубопроводов, а значит, меньший расход металла; 2 благодаря более высокой температуре нагревательных приборов можно обойтись меньшей их поверхностью. Но все эти достоинства сводит на «нет» один недостаток — низкие санитарно-гигиенические характеристики (высокая температура теплоотдающих поверхностей). К этому добавляется укороченный, по сравнению с водяными, срок службы систем. Температуру в помещениях, отапливаемых паровыми котлами, регулировать довольно сложно. Кроме того, в случае прекращения подачи пара (вызванного, например, внеплановым отключением электричества) происходит быстрое снижение температуры в помеще-

нии. Вообще, считается, что паровое отопление - наименее экономичная разновидность конвективного отопления. По возможности, от этого вида отопления стараются отказываться, и используется он в основном в административно-хозяйственных зданиях и на промышленных предприятиях.

Водяное отопление

Если же в трубы системы отопления подавать не пар, а горячую воду, то вследствие высокой удельной теплоемкости последней в помещении будет тепло еще довольно долго после отключения котла. Радиаторы не будут столь горячими, как в случае парового отопления. Плюс к тому, возможна "плавная" регулировка температуры. Системы водяного отопления в настоящее время являются наиболее распространенными, поэтому позволим себе остановиться на них подробнее. Вода, нагреваемая в котле, течет по трубам за счет разности ее плотностей при различных температурах, либо за счет работы циркуляционного насоса.

По способу создания циркуляции

водяные системы подразделяют на: – системы с естественной циркуляцией (гравитационные), – системы с искусственной циркуляцией (насосные).

В **гравитационных системах** роль насоса выполняет, гравитационная сила, возникающая за счет разности плотностей теплоносителя в подающей и обратной трубах. Плотность горячей воды, меньше, чем плотность холодной воды. Для такой системы требуются трубы большого диаметра, что способствует её удорожанию, и она практически не поддается регулированию. Все эти приспособления стоят довольно дорого. Весьма существенный недостаток многих систем такого типа заключается в том, что их работа сопровождается потерями воды в результате испарения. К сожалению, содержащиеся в воде соли не испаряются, а остаются в системе и по мере накопления приводят к "зарастанию" труб и отложению накипи в самом котле. Если же воду в системе отопления подаёт насос (система с принудительной циркуляцией), теплоотдача интенсифицируется, становится возможным использование труб малого диаметра, которые можно "прятать" в стены или под пол, во многих случаях исключаются потери воды. Установка циркуляционного насоса оправдывает себя практически всегда. Избежать потерь воды из контура отопления можно путем его герметичного исполнения. Но, к сожалению, полной герметичности при создании очень мощных систем удастся достичь не всегда. Если не исключаются потери, нужно позаботиться о подаче в систему свежей воды. Но при этом нужно помнить, что природная вода содержит в больших или меньших количествах различные примеси, многие из которых способны вызвать накипь или стать причиной интенсивной коррозии оборудования.

Воду, используемую в системах водяного и парового отопления, обычно подвергают умягчению и деаэрации. Кроме того, водяные системы отопления могут быть открытого и закрытого типа. В первом случае для компен-

сации расширения теплоносителя (воды или антифриза) в системе отопления используется открытый расширительный бак. Во втором - применяется закрытый мембранный бак. В открытой системе расширительный бак должен устанавливаться в наивысшей точке системы. В закрытой же - размещать мембранный бак наверху нет никакой необходимости. Система с закрытым мембранным баком имеет ряд преимуществ по сравнению с открытой системой:

1 бак можно расположить там же, где и котел, то есть, нет необходимости тянуть трубу на чердак,

2 нет контакта воды и воздуха, а, следовательно, и возможности растворения в воде дополнительного кислорода (что продлевает срок "жизни" радиаторам и котлу),

3 есть возможность создать дополнительное давление даже в верхней точке системы отопления, что уменьшает риск образования воздушных пробок в верхних радиаторах.

По способу присоединения к источнику тепла

бывают зависимые и независимые системы теплоснабжения.

Зависимая система наиболее распространена. Нагретая до 150°C в котле вода поступает к узлу управления, где после подмешивания холодной воды общая ее температура падает до 90°C , а затем попадает в радиаторы помещений. После этого потерявшая температуру вода попадает в обратный теплопровод и поступает снова в котел для повторного нагрева.

Независимая система. Теплоноситель (горячая вода) поступает в водонагреватель, где температура горячей воды используется для нагрева воды в системе отопления здания. При этом поступающий от котла теплоноситель (горячая вода $t = 150^{\circ}\text{C}$) и вода в системе отопления ($t = 90^{\circ}\text{C}$) изолированы друг от друга.

По схеме питания отопительных приборов

системы отопления разделяют –

на двухтрубные (вода поступает в приборы по одним стоякам, а отводится по другим, приборы присоединены параллельно по теплоносителю) и однотрубные (вода поступает в прибор и отводится из него по одному стояку, приборы присоединены последовательно по теплоносителю).

Отопительные системы бывают вертикальные и горизонтальные. Однотрубные системы бывают проточные, проточно - регулируемые с осевыми и смещенными обходными участками, а также регулируемые с осевыми и смещенными замыкающимися участками.

Однотрубные системы водяного отопления отличаются от двухтрубных тем, что не имеют обратных стояков. Поэтому вода, охлажденная в нагревательных приборах, возвращается в подающие стояки. В однотрубных системах горячая вода охлаждается в верхних нагревательных приборах, оттуда

смесь горячей и охлажденной воды поступает в нижние нагревательные приборы. Поверхность нагрева нижних приборов должна быть несколько увеличена. В однотрубных системах, нагревательных приборах и стояках вода циркулирует вследствие разности температур. Количество воды для каждого нагревательного прибора регулируется с помощью кранов, установленных у приборов. При однотрубной системе водяного отопления с замыкающимися участками только часть воды поступает из стояка в верхние отопительные приборы. Оставшаяся часть вода опускается по стояку к нижерасположенным отопительным приборам. При проточной схеме водяного отопления вся вода из стояка проходит через нагревательные приборы последовательно, начиная с верхних. Проточная система характерна тем, что в нижерасположенные радиаторы поступает только охлажденная вода, а не смесь горячей и охлажденной в верхних приборах воды. Недостаток однотрубных систем состоит в том, что поэтажный пуск данных систем в действие невозможен.

По расположению подающих магистралей

системы отопления - на системы с верхней разводкой (при прокладке подающих магистралей по чердаку, откуда она направляется в различные стояки, а затем по ним же поступает к нагревательным приборам) и системы с нижней разводкой (при прокладке подающих магистралей по подвалу). Поскольку естественное циркуляционное давление в системах отопления с нижней разводкой меньше, чем в системах с верхней разводкой, их рекомендуют применять только при насосном побуждении. Двухтрубные системы с нижней разводкой обладают большей гидравлической устойчивостью по сравнению с системами с верхней разводкой и дают возможность вводить их частично в эксплуатацию. Воздух из системы с нижней разводкой можно удалить через воздушные краны, устанавливаемые в верхние радиаторные пробки нагревательных приборов верхнего этажа с присоединением в этом случае подводки к приборам через нижнюю радиаторную пробку. Такое присоединение обеспечивает лучшее удаление воздуха и циркуляцию воды через верхние приборы. В однотрубных вертикальных системах отопления с верхней разводкой вода из котла поступает в главный стояк, а из него в подающую магистраль, откуда она распределяется по отдельным стоякам. В точках присоединения приборов верхнего этажа к стоякам часть воды из них направляется в нагревательные приборы, а часть в осевые замыкающие участки. Вода, охладившаяся в приборах, смешивается с водой поступающей по замыкающему участку. Далее вода поступает в точки присоединения приборов нижележащего этажа, причем часть воды поступает в приборы, а часть воды по замыкающему участку, где она смешивается с водой охладившейся в нагревательных приборах. Проходя указанным образом через приборы всех этажей, вода постепенно охлаждается и из стояков поступает в обратную магистраль, а из нее - в котел или тепловой пункт.

По направлению движения воды в подающих и обратных магистралях

- на тупиковые (при встречном движении воды) и с попутным движением (при движении воды в одном направлении).

Системы с естественной циркуляцией воды целесообразно проектировать тупиковыми. Характерной особенностью тупиковых систем является разная длина циркуляционных колец. Через стояк, ближайший к котлу, проходит самое короткое кольцо, через стояк, отдаленный от котла, - самое длинное циркуляционное кольцо. Для систем водяного отопления с попутным движением воды характерна одинаковая длина все циркуляционных колец. При одинаковой тепловой нагрузке стояков сопротивление колец тоже будет одинаковым. Для данной системы требуется, чтобы все стояки и нагревательные приборы находились почти в равных условиях, что позволяет значительно облегчить регулировку. Поэтому их устраивают только в системах с насосной циркуляцией. Недостаток системы отопления с попутным движением воды в магистралях состоит в ее высокой себестоимости, так как для нее по сравнению с тупиковой системой требуется большее количество труб.

По расположению стояков

системы отопления - с вертикальными стояками (нагревательные приборы разных этажей подключаются к единому стояку) и горизонтальными ветвями (нагревательные приборы только одного этажа подключаются к единой ветви). Широкое распространение получили «водяные» напольные системы отопления. Их отличает высокая степень тепловой комфортности, теплоустойчивость, а скрытая прокладка трубопроводов не портит интерьер и не отбирает даже квадратного сантиметра площади помещений.

Тема 15 Теплопроводы систем отопления

Классификация и материал теплопроводов

Теплопроводы - это совокупность труб, используемых для подачи теплоносителя в отопительные приборы, а также для вывода охлажденного теплоносителя из них. Трубопроводы систем отопления следует проектировать из стальных, медных, латунных труб, термостойких труб из полимерных материалов (в том числе металлополимерных и из стеклопластика), разрешенных к применению в строительстве. В комплекте с пластмассовыми трубами следует применять соединительные детали и изделия, соответствующие применяемому типу труб. Трубы из полимерных материалов, применяемые в системах отопления совместно с металлическими трубами или с приборами и оборудованием, в том числе в наружных системах теплоснабжения, имеющими ограничения по содержанию растворенного кислорода в теплоносителе, должны иметь антидиффузный слой.

Стальные трубы

Трубы для систем водяного отопления изготавливают из мягкой углеродистой стали. Выбор такого материала неслучаен, так как сталь обладает одновременно высокой прочностью и пластичностью, позволяющей её сгибать, резать и выполнять прочие операции, облегчающие монтаж отопительной системы. В водяной системе отопления могут применяться водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262-75). Это чёрные (неоцинкованные) стальные трубы. По толщине стенок они подразделяются на три вида: лёгкие, обыкновенные, усиленные. Стальные электросварные (ГОСТ 10704-76) и бесшовные цельнотянутые трубы выпускают со стенками различной толщины, поэтому в условном обозначении следует указывать наружный диаметр и толщину стенки, например 76×3 мм. Наиболее употребительны для систем отопления обыкновенные и лёгкие трубы.

У стальных труб высокая теплопроводность - 74 Вт/м × К, что является хорошим качеством для трубопроводов, несущих нагретую воду. Наоборот, в условиях транспортировки холодной воды высокая теплопроводность стали - недостаток, так как стальные трубы "отпотевают", покрываются снаружи ржавчиной и намокают, в результате чего разрушаются прилегающие к трубам строительные конструкции. Дабы избежать разрушения стен, на стальные трубы рекомендуют надевать специальные изоляционные трубки из вспененного полиэтилена или каучука. Кроме высокой теплопроводности, сталь обладает низким температурным коэффициентом линейного расширения, соответствующим температурному коэффициенту расширения бетона, что является важным фактором при заделке стальных труб в бетон.

Главный недостаток стальных труб - малая устойчивость перед коррозией. Ржавчина не только медленно и верно разрушает стальные трубы, но также оказывает негативное влияние на качество воды и засоряет внутреннюю полость труб, уменьшая их пропускную способность и ухудшая работу запорнорегулирующей арматуры. Для замедления коррозии используют цинковое покрытие, которое, однако, полностью не предотвращает образование ржавчины. Срок службы стальных труб в отопительных системах составляет примерно 30-40 лет. По окончании этого срока стальной трубопровод приходится заменять чуть ли не целиком, так как при ремонте старые трубы буквально разваливаются в руках.

Второй минус стальных труб заключается в их низкой пропускной способности по сравнению с медными и пластиковыми трубами того же диаметра. Причина недостаточной пропускной способности - в шероховатой внутренней поверхности стальных труб, увеличивающей сопротивление движению теплоносителя. Понятно, что со временем пропускная способность труб из стали становится все меньше и меньше, так как на их внутренних стенках оседают продукты коррозии и прочие отложения.

Наконец, монтаж стальных теплопроводов - занятие не из легких. Для

соединения стальных труб обычно используют специальные соединительные детали на резьбе. Для оцинкованных стальных труб противопоказана сварка, так как в местах соединения труб цинковое покрытие сгорает, в результате чего сварной стык становится самым уязвимым местом в системе.

Подбор стальных труб

В системах водяного отопления загородных домов используют следующие виды стальных труб:

1 водогазопроводные черные (неоцинкованные) сварные трубы, полученные загибом стального листа заданной величины с последующей сваркой шва (по методу изготовления данные трубы называют еще "шовными");

2 электросварные прямошовные трубы;

3 бесшовные цельнотянутые трубы.

Стальные трубы выпускают с различной толщиной стенок и по этому параметру делят на легкие, обыкновенные и усиленные. Диаметр (условный проход) стальных труб составляет от 8 до 150 мм. В системах водяного отопления, как правило, используют легкие и обыкновенные трубы с диаметром 15, 20 и 25 мм.

Медные трубы

О медных трубах знали уже древние египтяне, их широко использовали римляне, а в 17 веке медь была одним из наиболее любимых материалов для производства труб. Появление стальных труб в середине 19 века заметно потеснило медные трубопроводы. В современном варианте медные трубы стали использовать в строительстве в первой четверти 20 века, достигнув пика популярности в 70-е годы столетия.

Медь является превосходным материалом для создания теплопроводов водяного отопления, а также холодного и горячего водоснабжения, что обусловлено ее отменными физическими и механическими свойствами:

- хорошей тепло- и электропроводностью (в 5 раз больше, чем у стали);
- высокой стойкостью к коррозии;
- стойкостью к окислению;
- стойкостью к изменениям температуры;
- стойкостью к действию ультрафиолетовых лучей;
- бактерицидными свойствами;
- большой пластичностью.

Внутренняя поверхность стенок медных труб - абсолютно гладкая (в 100 раз более гладкая, чем у стальных труб, и в 4-5 раз, чем у пластиковых), что гарантирует высокую пропускную способность трубопроводов из меди. Благодаря антикоррозийной стойкости пропускная способность на протяжении всего срока эксплуатации медных труб остается неизменной. Тем не менее, нередко на внутреннюю поверхность медных труб методом окисления фосфором дополнительно наносят слой, защищающий металл от точечной

коррозии.

Иногда медные трубы имеют наружное полимерное (полиэтиленовое или поливинилхлоридное) покрытие. Это не только дань моде и шаг в направлении улучшения внешнего облика металлических труб, но и один из способов улучшить их свойства. Полимерное покрытие уменьшает потери тепла при транспортировке горячей воды, препятствует образованию конденсата при транспортировке холодной воды, защищает металл от царапин и прочего механического повреждения, а также снижает шумность медных труб.

Благодаря высокой пластичности металла медный трубопровод при замерзании находящейся в нем воды не трескается, а лишь слегка расширяется, а после оттаивания восстанавливается до исходного состояния. При нормальных условиях эксплуатации срок службы медных теплопроводов составляет не менее 40 лет. При этом долговечность труб практически не зависит от давления и температуры теплоносителя в сети. Использование медных труб диктует определенные требования к отопительной системе в целом. И первое из них - однородность строительных материалов. Это значит, что все трубы, соединительные элементы и запорнорегулирующая арматура должны быть выполнены из меди. Но это в идеале, на практике же нередко оказывается так, что часть трубопровода - стальная и лишь некоторые трубы (обычно подводки) сделаны из меди. В этом случае необходимо соблюдать следующие правила:

1 не ставить стальные оцинкованные трубы после медных труб (по направлению воды), так как цинковое покрытие начнет интенсивно разрушаться;

2 не использовать металлический стык меди и нелегированной оцинкованной стали, так как возникшая в данном случае электрохимическая реакция, способствует ускоренной коррозии стали.

Трубы, фасонные детали и соединения должны выдерживать без разрушения и потери герметичности:

- пробное давление воды, превышающее рабочее давление в системе отопления в 1,5 раза, но не менее 0,6 МПа, при постоянной температуре воды 95 С;

- постоянное давление воды, равное рабочему давлению воды в системе отопления, но не менее 0,4 МПа, при постоянной расчетной температуре теплоносителя, но не ниже 80°С, в течение 25-ти летнего расчетного периода эксплуатации.

Полимерные трубы

Производство и использование пластиковых труб началось практически одновременно в нескольких странах Европы, в США и Японии. Время рождения полимеров - начало 50-х годов прошлого столетия. Превосходство нового материала перед металлом было отмечено практически сразу, что объяс-

нялось уникальными свойствами полимеров и, в первую очередь, их долговечностью по сравнению со сталью. С момента изобретения полимеров прошли десятки лет, и с тех пор они претерпели существенные изменения, обретая целый ряд положительных качеств, благодаря которым заняли лидирующее положение во многих отраслях современной промышленности, в том числе в производстве водогазопроводных труб.

Советская промышленность также производила трубы из полимеров, но их количество составляло не более 5 % по сравнению с производством стальных труб. Непопулярность пластиковых труб у строительных организаций и индивидуальных застройщиков объяснялась низким качеством отечественных полимеров. В частности, в строительстве пытались использовать пропиленовые трубы, которые при отрицательных температурах становились хрупкими и трескались.

В настоящий момент полимерные трубы являются главным конкурентом металлических труб. В некоторых европейских странах (Швейцарии, Финляндии, Германии) большая часть водяных, газовых и отопительных систем собрана из пластиковых труб. Наиболее популярным направлением использования полимерных труб являются напольные системы отопления, где на их долю приходится порядка 50 % всех труб. Реже трубы из полимеров встречаются в сетях водоснабжения (более 30 %) и радиаторного отопления (17,5 %). Общая же тенденция такова, что использование пластиковых труб будет неизменно расти.

Полимеры - это органические вещества, близкие по своему химическому строению природным высокомолекулярным веществам, таким как древесина или шерсть. Природа полимеров обуславливает основные достоинства труб, изготовленных из этого вещества:

- меньшую плотность и, как следствие, малый вес;
- эластичность;
- способность принимать заданную форму и "запоминать" ее;
- прочность;
- меньшую теплопроводность (применительно к отопительным системам это означает незначительные теплопотери при транспортировке горячего теплоносителя);
- долговечность (срок службы пластиковых труб в 3-5 раз больше металлических);
- высокую пропускную способность, обусловленную гладкой внутренней поверхностью пластиковых труб;
- относительную дешевизну - стоимость пластикового трубопровода ниже стоимости системы отопления из стальных оцинкованных труб и примерно такая же, как у системы из черных (неоцинкованных) труб;
- легкость монтажных работ;
- эстетичность;
- легкость сцепления с красителем.

Главный недостаток полимеров и сделанных из них труб - старение, свойственное всем органическим веществам. Со временем полимерные трубы теряют прочность и эластичность, становятся хрупкими и растрескиваются. Скорость старения полимеров зависит от температуры и давления транспортируемой жидкости. Негативное воздействие на полимерные материалы оказывают и ультрафиолетовые лучи. Старение пластиковых труб происходит по всей массе, а не только на поверхности, как у металлических труб. Поэтому рано или поздно наступит момент, когда пластиковые теплоносители придется заменять целиком, ибо ремонту они не поддаются, разрушаясь окончательно и навсегда.

К другим недостаткам полимерных труб относятся:

- снижение прочности при нагревании,
- горючесть;
- большой температурный коэффициент линейного расширения.

При производстве водогазопроводных труб используют только термостойкие полимеры, которые при нагревании переходят в вязкое состояние, а, охлаждаясь, отвердевают. Это полиэтилен (PE), полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC) и полибутен (PB).

Полиэтиленовые трубы

Первые полиэтиленовые трубы производились из обычного полиэтилена и не отличались долговечностью и использовались исключительно для транспортировки холодной воды. Сегодня полиэтилен является самым популярным материалом в производстве труб для систем холодного водоснабжения. Полиэтиленовые трубы, предназначенные для холодного водоснабжения и канализации малоэтажных зданий, выпускают в 2-х видах:

1 трубы ПНД (из полиэтилена низкого давления и высокой плотности), рассчитанные на напряжение в стенке

2 трубы ПВД (из полиэтилена высокого давления и низкой плотности), рассчитанные на напряжение в стенке трубы не более 2,5 МПа. По ГОСТу 18599-83, полиэтиленовые трубы должны иметь наружный диаметр 10-1200 мм для ПВД и 10-160 мм для ПНД. Кроме указанных труб, из полиэтилена производят газопроводные трубы, а также трубы, предназначенные для газопроводов, транспортирующих природные газы и газозоодушные смеси, не содержащие ароматических и хлорированных углеводородов (по ГОСТу 5542-87).

С целью улучшения физико-технических параметров обычного полиэтилена уже в 80-х годах 20 века был изобретен молекулярно-сшитый полиэтилен, который отличался повышенной стойкостью к высоким и низким температурам, ультрафиолетовым излучениям и механическим нагрузкам, сохраняя свойственную простому полиэтилену гибкость. Трубы из сшитого полиэтилена не теряли своей прочности при нагреве воды до 95⁰С, что позволило их использовать не только для холодного, но и для горячего водоснаб-

жения и отопления.

Сшивание полиэтилена осуществляется тремя способами:

1 пероксидным (с использованием соляного раствора при температуре 200⁰С);

2 силановым (с пароводяным процессом образования молекулярных связей);

3 радиационным.

Благодаря сшиванию свойства исходного полиэтилена существенно изменяются, причем характер изменений напрямую зависит от способа сшивания. В настоящий момент водогазопроводные трубы из сшитого полиэтилена составляют больше половины всех пластиковых труб, используемых в системах напольного и радиаторного отопления. Причина - в способности трубопроводов из молекулярно-сшитого полиэтилена выдерживать температуру 95⁰С при давлении 1 МПа. Диаметр труб из молекулярно-сшитого полиэтилена обычно не превышает 32 мм, что объясняется дороговизной труб больших диаметров. Маркируют изделия из этого материала буквами РЕ-Х или РЕХ, где Х указывает на то, что полимер "сшит". В маркировке отображают и способ получения сшитого полиэтилена: РЕХ а - полиэтилен, сшитый пероксидным способом, РЕХ b - полиэтилен, сшитый силановым способом, РЕХ с - полиэтилен, сшитый радиационным способом.

Полипропиленовые трубы

Полипропиленовые трубы по своим физико-механическим свойствам очень близки к трубам из молекулярно-сшитого полиэтилена. Они более жесткие, поэтому полипропиленовые трубы труднее монтировать, так как требуется большое количество соединительных элементов. С другой стороны, полипропилен можно сваривать, что значительно удешевляет процесс монтажа, но одновременно делает его более трудоемким и зависимым от квалифицированной работы монтажника. Во время сварки труб и фитингов из полипропилена нельзя допускать сильного давления, чтобы избежать его разрушения. Выпускают полипропиленовые трубы в виде мерных отрезков. Для напольного отопления и высокотемпературных систем отопления полипропиленовые трубы не применяются.

Поливинилхлоридные трубы

Поливинилхлоридные трубы менее чувствительны к ультрафиолетовым излучениям, поэтому их нередко используют в устройстве открытых водосточных систем. Эти трубы обладают негорючестью, пониженным коэффициентом линейного теплового расширения и повышенной химической стойкостью, поэтому их также применяют для создания технологических трубопроводов. Трубы из простого поливинилхлорида выдерживают температуру до 45⁰С, а трубы из хлорированного поливинилхлорида - до 95⁰С. Трубы из поливинилхлорида не подходят для горячего водоснабжения, так как в состав

полимера входят вредные для человека вещества (в частности, хлор).

Полибутиеновые трубы

Полибутиеновые трубы по своим техническим характеристикам близки к трубам из сшитого полиэтилена, превосходя его в теплостойкости. Они легко выдерживают температуру в 70⁰С (срок службы труб из полибутена в таких условиях достигает 50 лет). Максимальная температура эксплуатации полибутиеновых труб - 95⁰С. Трубы из полибутена эластичны, теплостойки и устойчивы к ультрафиолетовым излучениям. При этом толщина стенок таких труб ниже, чем у других полимерных труб. Полибутиеновые трубы достаточно хорошо себя зарекомендовали в системах отопления и горячего водоснабжения. Они составляют большую часть пластиковых труб, используемых в Англии и Германии. Полибутиеновые трубы можно соединять низкотемпературной сваркой, что значительно удешевляет монтажные работы.

Металлополимерные трубы

В 70-х годах прошлого века на рынке строительных материалов появились пластиковые трубы нового поколения, которые назывались «супертрубы». Они представляли собой многослойные конструкции из алюминиевой фольги, "облицованной" с двух сторон полиэтиленом. Трубы выдерживают температуру теплоносителя в 95⁰С и давление до 1 МПа. Металлополимерные трубы (МПТ) объединяют в себе достоинства сразу двух материалов - полимера (обычный или молекулярно-сшитый полиэтилен) и металла.

От пластиковых труб МПТ унаследовали:

- малый вес (двухметровая бухта диаметром 16 мм весит всего 20 кг), – пластичность;
- коррозионную стойкость;
- устойчивость к агрессивным средам;
- тепло- и звукоизоляцию;
- высокую пропускную способность благодаря гладкому внутреннему слою;

– долговечность: срок службы МПТ в нормальных условиях эксплуатации достигает 50 лет.

Благодаря металлическому слою МПТ выдерживают более высокое давление и температуру транспортируемой среды, а также отличаются газонепроницаемостью (антидиффузностью), что особенно важно для отопительных систем. Металл принимает на себя основную нагрузку, температурную и создаваемую давлением транспортируемой среды. И хотя благодаря металлическому сердечнику прочность на разрыв у МПТ в 1,5-1,7 раза выше, чем у полимерных труб, при резких перепадах она резко падает из-за десятикратного различия коэффициентов линейного расширения металла и полимера. В результате МПТ расслаивается. Величина прочности композиционной трубы зависит от толщины металлического слоя и типа полимера. Кроме перечис-

ленных свойств, металлополимерные трубы имеют низкий коэффициент линейного теплового расширения, близкий к медному, что позволяет стыковать их со стальными трубами и металлическими приборами.

Тема 16 Запорно-регулирующая арматура

На трубопроводах систем отопления устанавливают запорную и запорно-регулирующую арматуру.

Виды арматуры

- задвижки;
- проходные краны с дросселирующим устройством;
- балансировочные клапаны;
- запорные и регулирующие вентили;
- шаровые краны;
- регуляторы давления, поддерживающие заданное значение перепада давления на термостатах (их используют в сложных системах и устанавливают на обратном трубопроводе);
- регуляторы расхода, автоматически ограничивающие расход теплоносителя до установленного значения.

Задвижки

состоят из корпуса и шпинделя, к нижней части которого прикреплены диски затвора. Задвижки необходимы для отключения отдельных участков отопительной системы, поэтому их монтируют практически на всех участках теплопровода, в том числе на подводках к водогрейным котлам.

Дросселирующие шайбы и балансировочные клапаны

используют с целью автоматического поддержания постоянной разности давления в двухтрубных системах отопления или для автоматической стабилизации расхода теплоносителя в однострунных системах отопления.

Проходные краны и краны с дросселирующим устройством

устанавливают на магистралях и стояках, а также на подводках к отопительным приборам. Принцип работы проходного крана - такой же, как у задвижки, только конец шпинделя соединен с золотником. При опускании шпинделя уплотнительная прокладка золотника плотно закрывает отверстие в корпусе крана, пресекая движение теплоносителя. Сегодня проходные краны с дросселирующим устройством активно вытесняют балансировочные клапаны, что объясняется массой достоинств последних. Балансировочные клапаны

Балансировочные клапаны

- это дросселирующие устройства, предназначенные для монтажной регулировки системы водяного отопления с целью обеспечения в ней расчет-

ного распределения потока теплоносителя. Они осуществляют гидравлическую балансировку отопительной системы, регулируют расход теплоносителя, измеряют перепады давления и температуру теплоносителя, а также выполняют функцию задвижки. В некоторые модели балансировочных клапанов встроено устройство для дренажа отопительной системы при сливе теплоносителя.

Балансировочный клапан представляет собой дросселирующую шайбу переменного сечения. В центре клапана находится шаровой кран с проходным отверстием. Одна из сторон отверстия образована торцом регулирующего винта, позволяющего регулировать сечение потока. На внешнюю сторону винта нанесена шкала предварительной настройки. Внутри шарового крана имеется регулировочный шток со шкалой, показывающей установленную настройку. Положение регулировочного штока относительно шарового крана не зависит от положения последнего. Таким образом, настройка отопительной системы при помощи балансировочных клапанов осуществляется независимо от того, закрыт или открыт шаровой кран. Измерение температуры и расхода теплоносителя происходит при помощи специального измерительного патрубка с щупом, вводимым непосредственно в поток теплоносителя.

Балансировочные клапаны выпускают с муфтовым резьбовым, фланцевым, сварным и комбинированным соединением. В отличие от термостата, балансировочный клапан может быть установлен в любом положении, однако нижнее расположение измерительного входа более удобно в эксплуатации. Поток через клапан должен идти в направлении, указанном на его корпусе.

Шаровые краны

Во всем цивилизованном мире в системах отопления, а также горячего и холодного водоснабжения запорные вентили сменили более удобные в эксплуатации шаровые краны. Запорный шаровый кран следует использовать для остановки потока, а не для регулирования. Благодаря простоте внутреннего устройства шаровые краны являются наиболее совершенным и долговечным видом запорно-регулирующей арматуры. Шаровой кран представляет собой корпус, внутри которого находится заключенный в обойму тефлоновых колец шар с цилиндрическим отверстием. При помощи штока с рукояткой в форме рычага или бабочки осуществляется вращение шара вокруг своей оси. Важным элементом шарового крана является сальник штока, который может быть разборным или неразборным.

По пропускной способности шаровые краны делятся на:

- 1 неполнопроходные (с величиной прохода в 40-50 %);
- 2 стандартные (с величиной прохода в 70-80 %);
- 3 полнопроходные (с величиной прохода в 90-100 %).

Величина прохода шарового крана определяется отношением площади сечения отверстия в шаре крана к площади сечения подводящего трубопровода. В целом, пропускная способность шаровых кранов выше, чем у вентиляей.

Пропускная способность даже неполнопроходного шарового крана вдвое больше, чем у традиционного вентиля, а его установка приводит к снижению давления в традиционной системе отопления. В отопительных системах с естественной циркуляцией воды необходимо устанавливать только полнопроходные шаровые краны! Так как шаровые краны имеют только два положения, "открыто" и "закрыто", и не предполагают промежуточных вариантов, их не рекомендуют устанавливать на подводках к отопительным приборам. Изготавливают шаровые краны из цветных и черных металлов.

Арматуру из цветных металлов (латуни, бронзы, цветных сплавов) в большинстве случаев присоединяют к трубопроводам при помощи муфтового соединения (на резьбе). Ее широко используют в системах отопления.

Размещение запорно-регулирующей арматуры

Ручную запорно-регулирующую арматуру систем центрального отопления подразделяют на муфтовую и фланцевую.

Муфтовую арматуру (с внутренней резьбой на концах для соединения с трубами) устанавливают на трубах малого диаметра (50 мм).

Арматура на подводках к приборам систем водяного отопления различна: при двухтрубных стояках применяют краны, обладающие повышенным гидравлическим сопротивлением, при однотрубных стояках — пониженным сопротивлением протеканию теплоносителя.

В первом случае повышение гидравлического сопротивления кранов делается для равномерности распределения теплоносителя воды по отопительным приборам. Во втором понижению сопротивления способствует затеканию в приборы большего количества воды, что повышает среднюю температуру теплоносителя в них и, следовательно, обеспечивает уменьшение их площади.

Регулирующую арматуру на подводках к приборам устанавливают не всегда. Ее не применяют во вспомогательных помещениях и в лестничных клетках зданий, близ ворот и загрузочных проемов, люков и прочих мест, опасных в отношении замерзания воды в трубах и приборах.

Арматура у приборов для эксплуатационного регулирования не нужна, если предусмотрено регулирование температуры воздуха.

Арматура на стояках предназначена для полного отключения отдельных стояков, если требуется проводить ремонтные и другие работы во время отопительного сезона. Арматуру для тех же целей помещают в начале и конце каждой ветви горизонтальных систем отопления. Арматуру на стояках малоэтажных (1 - 3 этажа) зданий устанавливать нецелесообразно. Здесь проще предусматривать возможность отключения арматурой сравнительно небольшой части системы отопления (например, вдоль одного фасада здания). На стояках лестничных клеток арматуру применяют независимо от числа этажей. В многоэтажных зданиях на стояках систем отопления устанавливают запорные краны и вентили.

Проходные краны

используют при температуре теплоносителя воды до 105 °С и небольшом гидростатическом давлении в системе. В высоких зданиях при гидростатическом давлении, превышающем 0,6 МПа в нижней части стояков, проходные краны заменяют более прочными и надежными в работе вентилями.

Вентили

также предусматривают на стояках при других теплоносителях - высокотемпературной воде и паре.

В системах отопления следует предусматривать устройства для их опорожнения: в зданиях с числом этажей 4 и более, в системах отопления с нижней разводкой в зданиях 2 этажа и более и на лестничных клетках независимо от этажности здания. На каждом стояке следует предусматривать запорную арматуру со штуцерами для присоединения шлангов. Арматуру и дренажные устройства, как правило, не следует размещать в подпольных каналах.

При паровом отоплении иногда (при значительном протяжении систем) на конденсатных трубах удаленных стояков предусматривают установку спускных вентилей для «продувки» системы, т. е. для быстрого удаления воздуха из нее при пуске пара.

Арматура на магистралях необходима для отключения отдельных частей системы отопления. В качестве такой арматуры используют муфтовые проходные краны и вентили, а также фланцевые задвижки на трубах большого диаметра (более 50 мм). В пониженных местах на магистралях устанавливают спускные краны. В повышенных местах водяных магистралей - воздушные краны и воздухоотборники.

Тема 17 Классификация отопительных приборов. Выбор отопительных приборов.

Нагревательные приборы являются основным элементом системы отопления и должны отвечать определенным теплотехническим, санитарно-гигиеническим и технико-экономическим требованиям. В отечественных нормах крайне скудно представлены термины и определения для отопительных приборов, поэтому для описания основных понятий обратимся к Европейским нормам EN 442-2, которые подразделяют отопительные приборы для систем водяного (парового) отопления на два основных типа - радиаторы и конвекторы и дает для них основные определения.

Радиатор

— отопительный прибор, отдающий теплоту путем конвекции и радиации. Радиаторы могут изготавливаться из различных материалов (сталь, чугун, алюминий и др.), различных конструкций (колончатые, трубчатые, па-

нельные и др.).

Конвектор

— отопительный прибор, отдающий теплоту путем свободной конвекции. Конвектор состоит, как правило, из нагревательного элемента и кожуха, образующего необогреваемый канал определенной высоты для естественной конвекции.

Основная характеристика отопительного прибора

— это номинальный тепловой поток (в быту — теплоотдача, мощность, тепловая мощность). Для него дается такое определение — это тепловой поток, кВт, определяемый при следующих условиях:

1 разность между средней температурой теплоносителя в отопительном приборе и температурой воздуха в помещении составляет 70°C ;

2 расход теплоносителя — $0,1 \text{ кг/с}$ при его движении в приборе по схеме «сверху - вниз»;

3 атмосферное давление $1013,3 \text{ гПа}$, что соответствует привычным 760 мм ртутного столба.

Принятое значение номинального расхода теплоносителя $0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч) является характерной особенностью систем отопления в странах СНГ, обусловленной повсеместным применением однотрубных систем, особенно в массовом жилищном и гражданском строительстве.

Как известно, расход теплоносителя в однотрубных системах значительно превосходит расход в двухтрубных, в которых температурный перепад между подающей и обратной магистралями полностью сбрасывается в каждом отопительном приборе.

По способу теплоотдачи отопительные приборы

разделяются на три группы:

1 Радиационные приборы, которые передают излучением не менее 50% суммарного теплового потока (излучатели и отопительные панели).

2 Конвективно-радиационные приборы, которые передают конвекцией от 50 до 70% суммарного теплового потока (секционные и панельные радиаторы, гладкотрубные приборы).

3 Конвективные приборы, которые передают конвекцией не менее 75% суммарного теплового потока (конвекторы и ребристые трубы).

По материалу отопительные приборы

разделяются на: металлические (чугун, сталь, алюминий, медь); биметаллические (сталь - алюминий, медь - алюминий); неметаллические (керамические, бетонные); комбинированные (металл - бетон, металл - керамика).

По высоте отопительные приборы

разделяются на: высокие (высотой более 650 мм), средние (от 400 мм до 650 мм), низкие (от 200 мм до 400 мм) и плинтусные (высотой до 200 мм).

По глубине установки

с учетом расстояния от прибора до стены: отопительные приборы малой глубины (до 120 мм), средней глубины (от 120 мм до 200 мм), большой глубины (более 200 мм).

Теплотехнические требования

сводятся к тому, чтобы нагревательные приборы хорошо передавали тепло от теплоносителя отапливаемым помещениям, т.е. чтобы коэффициент теплопередачи их был как можно выше. Величина коэффициента зависит от ряда факторов: разности средней температуры теплоносителя и температуры воздуха помещения, размеров и формы поверхности нагрева, способа подачи и отвода воды из прибора, количества секций в приборе и места его установки, количества воды, проходящей через прибор, и др.

Температура поверхности приборов

ограничивается санитарно-гигиеническими требованиями. В помещениях с длительным пребыванием человека она не должна быть выше 95°C , так как при более высокой температуре может быть сухая возгонка оседающей на приборе органической пыли, сопровождающаяся выделением вредных веществ, в частности окиси углерода.

Нагревательные приборы должны быть компактны, с легкодоступной для осмотра и очистки от пыли поверхностью, форма и отделка приборов должны соответствовать назначению помещения.

С санитарно-гигиенической точки зрения желательно устанавливать приборы, у которых преобладает передача тепла излучением, так как они создают лучшие микроклиматические условия в помещении.

Способ передачи тепла

зависит от конструкции прибора и места его установки. Технико-экономические требования, предъявляемые к нагревательным приборам, следующие:

1 Необходимо, чтобы форма и конструкция прибора соответствовала требованиям технологии их массового производства.

2 Конструкция приборов должна быть такой, чтобы из отдельных элементов можно было собрать прибор с любой поверхностью нагрева.

3 Стенки прибора должны быть прочные, паро- и водонепроницаемые.

4 Приборы должны быть долговечными, удобными для транспортировки и монтажа.

5 Затрата металла и стоимость отопительных приборов, отнесенная к

единице полезно передаваемого тепла, должны быть наименьшими.

Выбор, размещение и присоединение отопительных приборов

Местные отопительные приборы (радиаторы, конвекторы, панели, ребристые трубы) принимают из числа изготавливаемых промышленностью и выбирают с учетом технико-экономических, архитектурных, теплотехнических, санитарно-гигиенических и производственно-монтажных требований. В помещениях с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями применяют приборы с гладкой поверхностью, лучше всего отопительные панели, совмещенные со строительными конструкциями; применение гладкотрубных приборов должно быть обосновано. При нормальных санитарно-гигиенических требованиях в помещениях используют приборы с гладкой или ребристой поверхностью. Рекомендуется устанавливать не более одного-двух видов приборов для всего отапливаемого здания. В гражданских зданиях чаще применяют радиаторы и конвекторы, в промышленных - радиаторы и ребристые трубы. При пониженных санитарно-гигиенических требованиях в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, могут устанавливаться приборы любого вида; предпочтение отдается приборам с высокими технико-экономическими показателями. Для отопления лестничных клеток многоэтажных зданий следует использовать высокие конвекторы (типа КВ), которые применяют также для отопления залов и других помещений большого объема.

Отопительные приборы располагают преимущественно под световыми проемами (под витринами - по всей их длине). При этом вертикальные оси прибора и оконного проема должны совпадать с отклонением не более 50 мм. В жилых домах (в том числе в гостиничных зданиях, общежитиях) и вспомогательных зданиях предприятий совпадение вертикальных осей оконного проема и отопительного прибора не обязательно. Установка отопительных приборов недопустима в отсеках тамбуров имеющих наружные двери. В крупных помещениях без рабочих мест у наружных ограждений допускается перенос части приборов к внутренним стенам с применением высоких конвекторов. В помещениях высотой более 6 м, особенно при теплотерях через потолки и световые проемы наверху, целесообразно часть приборов (от 1/4 до 1/3 общего их числа) размещать в верхней зоне. Отопительные приборы размещают так, чтобы был обеспечен их осмотр, очистка и ремонт. Следует применять открытую установку приборов. Ограждения и укрытия отопительных приборов допустимы в помещениях детских учреждений, картинных галерей и музеев, в спортивных, торговых и зрелищных залах, в фойе, холлах и вестибюлях. В помещениях, не имеющих вертикальных наружных ограждений (например, во внутренних коридорах), приборы не устанавливают, а теплотери этих помещений относят к смежным с ними помещениям с наружными ограждениями. В лестничных клетках 2- и 3-этажных зданий отопительные приборы устанавливают, в основном, на первом этаже, не размещая

часть их на лестничных площадках. Для отопления ванных комнат применяют регистры - полотенцесушители, которые в домах с газовыми колонками подключаются к системе отопления, а в зданиях с централизованным горячим водоснабжением - к системе горячего водоснабжения. В последнем случае теплопотери ванных комнат в проекте отопления не учитываются. В зданиях массового строительства следует предусматривать, как правило, одностороннее присоединение отопительных приборов к трубопроводам, используя унифицированные проточно-регулируемые узлы и узлы с замыкающими участками. Разностороннее присоединение допускается в случаях, когда обратная магистраль находится непосредственно под приборами или когда приборы необходимо установить ниже магистралей системы отопления, а также при вынужденной установке более 20 секций в радиаторе (более 15 секций в системах с естественной циркуляцией) или соединении нескольких приборов «на сцепке». Установка двух приборов «на сцепке» допускается в пределах одного помещения, а также когда последующий прибор предназначается для нерегулируемого отопления второстепенного помещения (коридора, уборной, кухни жилого здания и т.д.). Длина «сцепки» при этом не должна превышать 1,5 м, а диаметры «сцепки» принимают равными диаметрам ниппельных отверстий приборов. У отопительных приборов устанавливают регулирующие краны. Однако у приборов, размещаемых близ наружных проемов, при входах в лестничные клетки, во входных тамбурах, а также у проточных приборов в подвалах регулирующие краны не устанавливают. При наличии в помещении нескольких приборов допускается регулирующие краны устанавливать только у части их. При размещении отопительных приборов в помещениях, где имеются периодические тепловыделения, предусматривают их групповое выключение. Для поддержания в помещении требуемой температуры необходимо, чтобы количество тепла, отдаваемого нагревательными приборами, установленными в помещении, соответствовало расчетным теплопотерям помещения.

Тема 18 Основные виды отопительных приборов

Чугунные радиаторы

Чугун - это материал, обладающий хорошей теплопроводностью, нейтральный по отношению практически ко всем теплоносителям. Именно поэтому чугунные радиаторы можно использовать в системах отопления с плохой подготовкой теплоносителя (повышенная агрессивность, загрязненность и пр.).

Радиаторы отдают большую часть (60 %) тепла излучением тепловой энергии, остальная часть отдается конвективным путем. При этом достигается минимальная конвекция горячего воздуха и успешно нагреваются объекты, находящиеся в помещении. В этом радиаторное отопление наиболее близко к

отоплению теплым полом.

Радиаторы водяного отопления делятся на две группы:

- 1 - секционные - из чугуна, стали, алюминия;
- 2 - панельные - стальные и биметаллические (из алюминия и стали).

Секционные радиаторы из чугуна проверены временем и зарекомендовали себя как надежные и практичные. Они стойки к коррозии, обладают большой тепловой мощностью на единицу длины прибора. Могут применяться в системах отопления с плохим качеством теплоносителя. Большинство этих приборов рассчитано на давление от 6 до 9 атм. Опрессовочное давление до 15-16 атм. Максимальная температура теплоносителя до 130⁰С. При этом чугунный радиатор имеет большую тепловую инерцию, т.е долго прогревает помещение и долго отдает тепло. Из-за этого чугунные радиаторы не подходят для отопления помещения, где нужно иметь постоянно (или по желанию) температуру днем +25⁰С, а ночью +17⁰С при меняющейся (довольно быстро) температуре наружного воздуха. Чугунные секционные радиаторы — древнейший, но отнюдь не отмирающий вид. Главное достоинство — высокая коррозионная стойкость в самых тяжелых условиях эксплуатации, прочность, увеличивающаяся со временем, срок службы практически не ограничен; недостатки — большой объем воды и, соответственно, большая тепловая инерция, препятствующая эффективному применению в динамичных системах отопления с терморегуляторами и программаторами; большие габариты; высокая шероховатость поверхности; отсутствие, как правило, декоративного покрытия. Многих не устраивает также и внешний вид радиаторов. Из отечественных чугунных радиаторов самыми распространенными являются радиаторы МС-140, которые могут эксплуатироваться при рабочем давлении теплоносителя до 8 атмосфер, все остальные радиаторы до 6 атмосфер.

Алюминиевые радиаторы

Алюминиевые секционные радиаторы появились не так давно. Разделяются на две основные группы — литые и радиаторы из пресованного профиля. Материал для литых — силумин, литейный алюминиевый сплав, содержащий 12-13% кремния. Секции собирают на стальных резьбовых ниппелях. В пресованных используются, как правило, два различных по свойствам алюминиевых сплава — коллекторы изготовлены из силумина, колонки — из пластичного алюминий-магниевого сплава, содержащего не менее 98% алюминия.

Известны модели пресованных радиаторов, в которых применены короткие участки коллекторов (на 2 или 3 секции); при сборке таких радиаторов коллекторные участки собирают на обычных ниппелях. Не менее распространены и конструкции с цельными коллекторами, длина которых пропорциональна количеству колонок.

Главное достоинство алюминиевых приборов — компактность, малый водяной объем, хороший внешний вид, высококачественное декоративное

покрытие (порошковая эмаль с горячей сушкой). Прочность алюминиевых радиаторов, как и для иных сосудов под давлением, зависит от геометрических характеристик, главным образом от толщины стенки и формы поперечного сечения канала, так и от свойств материала. Из этого следует, что при прочих равных прессованные радиаторы обладают наибольшей прочностью, потому что водяной канал колонки имеет круглое сечение. Прочность литых радиаторов ниже, однако и среди них имеются модели, выдерживающие давление более 6 МПа. Главный недостаток алюминиевых радиаторов - низкая коррозионная стойкость. «Стойкая» оксидная пленка на поверхности алюминия, известная со школьной скамьи, в действительности оказывается нестойкой даже в условиях эксплуатации, полностью соответствующих требованиям нормативных документов к воде тепловых сетей, не говоря уже о далеко не единичных случаях несоответствия. Причина кроется в водородном показателе воды (рН), который для тепловых сетей должен быть не менее 8,4, а для алюминиевых элементов систем отопления должен быть не более 8. Скорость коррозии зависит также от количества растворенного в воде кислорода, присутствия частиц иных металлов, в первую очередь меди.

Область разумного применения алюминиевых радиаторов чрезвычайно узка и ограничивается объектами, устройство и уровень эксплуатации которых позволяют гарантированно обеспечивать качество воды на допускеваемом уровне постоянно, в течение всего запланированного срока службы. Качество воды в подавляющем большинстве наших отопительных систем не соответствует этому уровню, поэтому вывод однозначен — применение в них алюминиевых радиаторов не является разумным. Для повышения коррозионной устойчивости алюминиевых радиаторов, а также всех иных металлических элементов системы отопления рекомендуется дозирование в воду специальных антикоррозионных добавок.

Биметаллические радиаторы

Биметаллические радиаторы имеют алюминиевый корпус и стальную трубу, по которой движется теплоноситель. Они сочетают в себе плюсы алюминиевых радиаторов - высокая теплоотдача, низкая масса, хороший внешний вид и, кроме того, при определенных условиях имеют более высокую коррозионную стойкость и обычно рассчитаны на большее давление в системе отопления. Опять же, их основной минус - высокая цена. Благодаря тому, что эти радиаторы способны выдержать большое давление, они могут использоваться в городских квартирах. Биметаллические (сталь-алюминий, медь-алюминий) секционные радиаторы появились с целью устранения главного недостатка алюминиевых радиаторов. Сегодня существуют радиаторы, в которых полностью исключен контакт воды с алюминием. Имеющийся положительный опыт эксплуатации биметаллических радиаторов позволяют рекомендовать их для широкого применения. По понятным причинам биметаллические радиаторы дороже алюминиевых (имеется в виду цена одного кило-

ватта), однако это удорожание представляется вполне оправданным, так как сопровождается радикальным изменением свойств изделия — расширением области применения и увеличением срока службы.

Стальные радиаторы

Стальные радиаторы можно условно разделить на:

- панельные (наиболее популярный вид отопительного прибора в Западной Европе),
- трубчатые (могут применяться трубы не только круглого сечения; одни из самых дорогих, представленных на рынке)
- секционные (изготовлены из тонколистового проката, по форме напоминают чугунные радиаторы).

Стальные панельные радиаторы наиболее часто используются при индивидуальном отоплении. Стальные панельные радиаторы обладают небольшой тепловой инерцией, а значит, с их помощью легче осуществлять автоматическое регулирование температуры в помещении.

Панельные радиаторы очень компактны, представлены в широкой гамме размеров (легко подобрать для любого интерьера), имеют небольшой водяной объем. Многие изготовители комплектуют их термостатическими вентилями, а также деталями для нижнего подключения. Панельные радиаторы могут работать при относительно низком рабочем давлении (порядка 0,9 МПа), что обусловлено, главным образом, большим поперечным сечением водяных каналов. На украинском рынке встречается целый ряд похожих по эстетическому оформлению и близких по своим технико-экономическим характеристикам марок, среди которых наибольшее распространение получили приборы отечественного производства. Из всего многообразия представленных на рынке моделей наибольшей популярностью пользуются радиаторы с высотой 600 мм, так как они наилучшим образом вписываются в привычное для отопительных приборов место под подоконником. Их конструкция обеспечивает хорошее распределение теплого воздушного потока и позволяет избежать скопления пыли на стене и на самом радиаторе. Это играет немаловажную роль. Особенно при установке отопительных приборов в зданиях с повышенными гигиеническими требованиями (детских учреждениях, больницах и т. п.).

Существует три типа панельных радиаторов - с нижним, боковым и универсальным подключением. В радиаторы с нижним подключением встроен термостатический вентиль, на который можно установить терморегулятор, для поддержания заданной температуры в помещении. Как следствие, стоимость радиаторов с нижним подключением выше, чем аналогов с боковым подключением.

Стальные панельные радиаторы рассчитаны на рабочее давление до 10 атмосфер и температуру до 150 °С. Выпускают радиаторы двух типов: РСВ - колончатые с вертикальными каналами между верхним и нижним горизон-

тальными регистрами и РСТ - с горизонтальными каналами. Наиболее дешевыми являются радиаторы серии 11 К, а радиаторы серии 22 К обладают большей теплопроводностью и компактностью.

По мнению специалистов, радиаторы этих серий являются самыми экономичными и привлекательными с эстетической точки зрения. Двойное эмалированное покрытие обеспечивает максимальную стойкость краски. В заводской окраске используется широкая гамма цветов, в том числе - хром, антрацит, золото. Стальные трубчатые радиаторы - обычно наиболее дорогой тип радиаторов (в пересчете на 1 кВт).

Трубчатые радиаторы изготавливают из тонкостенных (1,25 - 1,5 мм) электросварных прямошовных труб. Соединение отдельных элементов радиатора сварное. Основное достоинство этого типа радиаторов — широчайшая гамма возможных высот (от 0,2 до 2,5 м), что в сочетании с высоким качеством защитно-декоративного покрытия, широкой цветовой гаммой и возможностью заказа дугообразных моделей с заданным радиусом кривизны может удовлетворить запросы самого взыскательного дизайнера.

Секционные радиаторы имеют крайне ограниченные перспективы на отечественном рынке из-за их низкой прочности, обусловленной большим поперечным сечением канала и вытянутой его формой. Разрушающее давление для этих радиаторов может составлять менее 1 МПа (10 атм). Все стальные отопительные приборы подвержены кислородной коррозии, скорость которой возрастает под слоем шлама, в зонах раздела фаз, а также в местах сварки. Это замечание является особенно существенным для импортных приборов. Известны случаи, когда в результате нарушения правил эксплуатации стальные радиаторы выходили из строя в течение первого отопительного сезона.

Отечественные правила и нормы эксплуатации тепловых сетей ориентированы, в первую очередь, на максимальную долговечность стальных труб, поэтому стальные радиаторы могут применяться достаточно широко при выполнении установленных требований и грамотной эксплуатации; так, целесообразно строго контролировать давление при гидравлическом испытании, сократить до минимума количество и длительность отключений системы отопления и спуска воды.

Отложения шлама особо опасны для стальных радиаторов из-за коррозии; в то же время большое суммарное сечение параллельных каналов обуславливает малые скорости воды и создает благоприятные условия для выпадения шлама в нижних точках радиаторов. Таким образом, при проектировании и эксплуатации систем со стальными радиаторами особое внимание следует уделять очистке теплоносителя от твердых частиц.

Ребристые чугунные трубы

Ребристые трубы отливаются из серого чугуна с круглыми ребрами, назначение которых состоит в увеличении поверхности контакта между воз-

духом и нагревательным прибором. Ребристые трубы трудно очищаются от пыли, что ограничивает их применение в производственных цехах предприятий.

Конвекторы

Конвекторы содержат нагревательный элемент и кожух (известны отечественные модели без кожуха, но их эффективность и внешний вид не соответствуют современным требованиям). Нагревательный элемент — это, как правило, труба с развитым поперечным оребрением.

Конвекторы можно разделить на стальные и биметаллические, иные представители этого типа, например медные (медные ребра на медной трубе) изготавливаются в небольших количествах, не получили широкой известности и по свойствам не имеют существенных отличий от биметаллических. Общее достоинство конвекторов — компактность, а для конвекторов из труб малого диаметра — малый водяной объем.

Принципиальное замечание: при прочих равных эффективность конвектора определяется термическим сопротивлением контакта несущей трубы и оребрения, причем особенно важно постоянство этой величины в течение всего срока службы.

Стальные конвекторы с кожухом — широко применяемый в массовом жилищном строительстве вид отопительных приборов. В этих конвекторах используются трубы с толщиной стенки около 3 мм с насаженными стальными ребрами прямоугольной формы; в них отсутствуют зоны выпадения шлама и раздела фаз, то есть эти приборы с точки зрения надежности являются равнопрочным элементом системы отопления и обеспечивают близкое к оптимальному техническое решение для существующих систем отопления. Конечно, применение паяных или приваренных сплошным швом ребер могло бы повысить потребительские качества конвектора, однако привело бы к заметному удорожанию изделий.

На рынке представлены также импортные стальные конвекторы, в которых единственный нагревательный элемент представляет собой отрезок трубы прямоугольного сечения, к которой по одной или двум противоположным сторонам контактной точечной сваркой приварена гофрированная лента. Такие конвекторы чаще всего применяют в зрелищных, спортивных зданиях, допускаемое рабочее давление для них существенно ниже, чем для конвекторов на базе круглой трубы из-за больших размеров и плоских стенок водяного канала.

Биметаллические конвекторы — это чаще всего конвекторы на базе медной трубы с насаженными алюминиевыми ребрами. Малый диаметр трубы обеспечивает, пожалуй, минимально возможный на сегодняшний день водяной объем прибора и делает его практически незаменимым для динамичных систем водяного отопления. Если к этому добавить высокую коррозионную стойкость медной трубы, широкую гамму размеров и цветовых решений,

кажется парадоксальным их положение на рынке — ведь до настоящего времени они занимали очень узкий его сегмент.

Известны также биметаллические литые конвекторы на базе стальной трубы с алюминиевым оребрением. Идея та же самая, что и для биметаллических радиаторов, — получить максимальный эффект от развитого оребрения из теплопроводного алюминия, не допуская его контакта с водой. На тепловой поток таких конвекторов существенно влияет технология их изготовления. Так, при классическом способе изготовления (заливке несущей трубы в форме) удастся обеспечить плотный контакт трубы с оребрением и стабильность теплового потока. При новом способе (литой алюминиевый блок насаживается на трубу), внедренном на нескольких отечественных предприятиях, не удастся добиться такой же плотной посадки, вследствие чего номинальный тепловой поток снижается. Для конвекторов, как и для других отопительных приборов, важно поддержание нормальных условий эксплуатации. В общем случае гидравлическое сопротивление конвектора больше, чем радиатора, поэтому при проектировании и монтаже отопительной системы с конвекторами следует учитывать паспортные данные по сопротивлению. Конвектор особенно удачно вписывается в современную, предполагающую большие окна, эркеры, зимние сады и т.д., архитектуру. С точки зрения дизайна этот прибор хорош тем, что может быть легко спрятан в пол или закрыт декоративным экраном. Конструктивно возможны четыре решения. Радиаторные конвекторы — комбинация двух приборов, отраженная в самом названии. Их устанавливают около окон, на полу или на небольших подставках. Плинтусные конвекторы располагаются в полу под большими окнами. Малая высота (90-100 мм) не требует ниш, а слабый конвективный поток можно усилить медленно вращающимся вентилятором. Конвекторы, заглубленные в пол — вариант, пригодный для первых этажей. Прибор помещается в некоторое подобие шахты. Нисходящий вдоль окна холодный воздух беспрепятственно попадает в конвектор, а поток теплого воздуха обеспечивает естественную циркуляцию в помещении. Конвекторы, закрытые декоративным экраном. В отличие от радиаторов, закрытый конвектор ничуть не теряет в теплоотдаче, напротив, экран способствует увеличению тяги.

Полотенцесушители

Полотенцесушители, - наиболее известный и распространенный тип дизайн-радиаторов, постепенно вытесняющий унылые U-образные модели советского периода. Стройные "лесенки", "эллипсы", "спирали", "полукольца" и "панели", представленные на рынке как отечественными, так и зарубежными производителями, сделали актуальной проблему выбора. Современные полотенцесушители бывают трех видов:

- водяные;
- электрические;
- комбинированные.

Абсолютное большинство моделей изготавливается из стальных или латунных труб.

По способу теплопередачи трубчатые полотенцесушители относятся к классу радиационно-конвекционных приборов. Примерно 25 % тепла они передают посредством теплового излучения, а оставшиеся 75 % прогревают воздух в помещении за счет конвекции.

С точки зрения монтажа наименее проблемными являются электрические полотенцесушители. Обязательным условием для их установки является лишь специальная влагостойкая розетка, расположенная в защищенном от брызг месте. В массовом жилищном строительстве полотенцесушители, как правило, подключают к системе горячего водоснабжения (ГВС).

Содержание кислорода в горячей воде не нормировано, что выдвигает особые требования к коррозионной стойкости полотенцесушителей. В странах Запада такое проектное решение не практикуется — полотенцесушители подключены к системе отопления. В 90-е годы прошлого века, когда отечественный рынок заполнился массой импортной сантехники, это противоречие приобрело особую остроту. Подавляющее большинство импортных изделий изготовлено из тонкостенных стальных труб и, стало быть, абсолютно не пригодно для установки в наших ваннах. Дело усугублялось тем, что поставки и продажи такого, казалось бы, простейшего товара не сопровождались должной информационной поддержкой, потребитель не получал полную информацию о свойствах изделия. Достаточно сказать, что были случаи продажи алюминиевых полотенцесушителей.

В последние годы положение изменилось к лучшему, и сегодня уже трудно встретить случаи продажи отопительных приборов без паспорта или другого эксплуатационного документа, в котором с достаточной полнотой приведены его свойства, правила монтажа и другие необходимые сведения.

Таким образом, полотенцесушители по области применения можно разделить на две группы:

- для систем отопления;
- для систем ГВС;
- универсальные.

К первой группе можно отнести изделия из тонкостенных стальных труб различного сечения в виде лесенок, змеевиков и т.д., ко второй — из нержавеющей стали, специальной латуни, а также включающие промежуточный теплообменник. Относительно дешевые стальные полотенцесушители в системах горячего водоснабжения должны иметь покрытие из коррозионно-стойкого материала. В замкнутом объеме полотенцесушителя циркулирует небольшое количество воды. Полотенцесушители, подключаемые к системе отопления, не предъявляют к ней какие-либо специальные требования по сравнению с другими отопительными приборами из того же материала.

Тема 19 Монтаж, испытания и эксплуатация систем отопления

Основные методы организации монтажных работ

На сегодняшний день весьма сложным и противоречивым становится вопрос о том, из каких материалов следует устраивать трубопроводы отопления согласно выбранной схеме. Из металлических (стальных, медных, латунных), из полимерных (из сшитого полиэтилена, поливинилхлорида, полипропилена и т. п.) или из какого-либо другого материала. Оптимальный выбор схем и соответствующих им труб из конкретного материала является основной проблемой. Только ее правильное решение способно удовлетворить как технические, так и экономические требования, которые предъявляются к внутренним сантехническим системам. При монтаже систем центрального отопления широко применяется индустриализация работ. При индустриализации монтажа заготовительные работы отделяются от сборочных работ. Заготовительные работы (отдельные узлы трубопроводов, подводка к нагревательным приборам и пр.) выполняются на заводах монтажных заготовок и в центральных заготовительных мастерских. Непосредственно же на объектах устанавливаются приборы, собираются уже изготовленные трубные узлы и пр. При таком методе производства работ сокращаются сроки и уменьшается стоимость монтажных работ. При подготовке к производству монтажных работ выбирается метод производства работ, составляется проект, выдаются заказы на материалы, оборудование, монтажные заготовки, механизмы и необходимый инструмент. Монтажные работы могут выполняться последовательным методом (после общестроительных работ) или параллельным, при котором работы по монтажу систем отопления выполняются одновременно с общестроительными работами.

Монтаж отопительных приборов

1 Монтаж отопительных приборов, в том числе и стальных панельных радиаторов, производится согласно требованиям СН.

2 Радиаторы поставляются окрашенными, упакованными в картонную коробку и обёрнутыми поверх неё полиэтиленовой плёнкой.

3 Монтаж радиаторов производится в индивидуальной упаковке, которая снимается после окончания отделочных работ. Не допускается бросать радиаторы и подвергать их ударным нагрузкам.

4 Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

5 Радиаторы следует устанавливать на расстоянии не менее 25 мм от поверхности стены.

6 Монтаж радиаторов необходимо производить в следующем порядке: - разметить места установки кронштейнов; - закрепить кронштейны на стене

дубелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления); - не снимая упаковки, освободить от неё радиаторы в местах их навески на кронштейны; - установить радиатор на кронштейнах (2 сверху и 1 снизу) так, чтобы нижние грани коллекторов радиатора легли на крюки кронштейнов; - соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней или верхней подводке краном, вентилем или термостатом; - обязательно установить воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводов стороны; - после окончания отделочных работ снять упаковку.

7 При монтаже следует избегать неправильной установки радиатора: - слишком низкого его размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 80 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором; - установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые следы над прибором; - слишком высокой установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части; - слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 75 % глубины радиатора в установке), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора; - неvertикального положения секций, т. к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид радиатора; - установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т. к. это также приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик прибора и искажает работу термостата с автономным датчиком.

8 Категорически запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками (например, «серебрянкой») и воздуховыпускного отверстия воздухоотводчика.

9 В процессе эксплуатации следует производить очистку радиатора в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода.

10 При очистке радиаторов нельзя использовать абразивные материалы.

11 Исключается навешивание на радиаторы пористых увлажнителей, например, из обожжённой глины.

12 При использовании в качестве теплоносителя горячей воды её параметры должны удовлетворять соответствующим требованиям

13 Содержание кислорода в воде систем отопления не должно превышать 20 мкг/дм³, а значение рН должно быть в пределах 6,5-9 (оптимально в пределах 7-8). С целью выполнения требования о содержании кислорода и значении рН радиаторы рекомендуется применять в закрытых системах отопления с закрытыми расширительными сосудами и герметичными циркуляционными насосами, а также с устройствами для подпитки деаэрированной водой из водопровода или непосредственно из тепловой сети. Не допускается промывка системы отопления щёлочными растворами.

14 Содержание в воде соединений железа (до 0,5 мг/дм³)

15 Для уменьшения опасности подшламовой коррозии целесообразна установка дополнительных грязевиков, а в случае применения термостатов ещё и фильтров, в том числе и постоянных. В общем случае количество взвешенных веществ не должно превышать 7 мг/дм³.

16 Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса или давления в магистралях тепловой сети (при элеваторных вводах) и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любом радиаторе 1,6 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего. СН допускает полуторное превышение рабочего давления при опрессовке. Однако практика и анализ условий эксплуатации отопительных приборов в отечественных системах отопления показывают, что это превышение целесообразно выдерживать в пределах 25 %. При этом следует иметь в виду, что давление при опрессовке не должно превышать максимально допустимого для самого «слабого» элемента системы. Например, при использовании термостатов, рассчитанных на максимальное рабочее давление 1 МПа, допустимое давление опрессовки системы не должно превышать 1,25-1,5 МПа независимо от максимального рабочего избыточного давления, на которое рассчитан радиатор.

17 Каждый радиатор независимо от схемы его обвязки теплопроводами следует оснащать воздухоотводчиком, устанавливаемым в одной из верхних пробок радиатора.

18 При обслуживании воздухоотводчиков в системах отопления категорически запрещается освещать воздухоотводчик спичками, фонарями с открытым огнём и курение в период выпуска из него воздуха (газа), особенно в первые 2-3 года эксплуатации системы отопления.

19 В случае слишком частой необходимости спуска воздуха из радиатора, что является признаком неправильной работы системы отопления, рекомендуется вызывать специалиста.

20 Не рекомендуется допускать полного перекрытия подвода теплоносителя к радиатору из системы отопления, особенно в летний период. Возможно полное отключение радиаторов только на период опрессовки системы отопления. При этом следует обязательно открыть ручной воздухоотводчик.

21 Не рекомендуется опорожнять систему отопления со стальными приборами более чем на 15 дней в году.

22 Во избежание замерзания воды в радиаторах, приводящего к их разрыву, не допускается обдув радиатора струями воздуха с отрицательной температурой (например, при постоянно открытой форточке или боковой створке окна).

23 В системах, заполняемых антифризом, не допускается применение масляной краски для герметизации резьбовых соединений льном. Рекомендуется для этой цели использовать эпоксидные эмали, а также эмали на основе

растворов винилхлоридов, акриловых смол и акриловых сополимеров. Антифриз должен строго соответствовать требованиям соответствующих технических условий. Заполнение системы антифризом допускается не ранее, чем через 2-3 дня после её монтажа.

Испытание систем отопления

По окончании монтажа системы водяного отопления наполняются водой и их испытывают на прочность. Системы наполняются водой из водопровода через обратную магистраль. При этом имеющиеся в системе краны и вентили должны быть полностью открыты, чтобы осуществить полное удаление воздуха через воздухоборники. При заполнении системы водой должен производиться осмотр системы с отметкой всех имеющихся изъянов. Если же в соединениях трубопроводов обнаружена незначительная течь, ее устраняют подтяжкой. В случае значительных неисправностей, влекущих за собой смену отдельных частей труб или отдельных приборов, заполнение системы водой прекращают до полного устранения всех неисправностей. После заполнения системы водой вторично производят осмотр системы и, убедившись, что никаких дефектов не имеется, приступают к гидравлическому испытанию системы. Гидравлическое испытание производится гидравлическим прессом. Пресс присоединяется к обратной магистрали соединительной трубой диаметром до 25 мм. Давление в системе в самой низкой точке по манометру доводится на 0,1 атм более нормального для данной системы, но не должно быть менее 0,4 атм. Если по истечении 5 мин падение по манометру не превысит 0,02 атм, система может быть допущена к пробной топке. При испытании водяных систем в зимнее время процесс заполнения водой несколько отличается от обычного. Системы, непосредственно присоединенные к тепловым сетям, заполняются горячей водой из теплосетей. После заполнения системы водой и гидравлического испытания ее проводится испытание системы на равномерность прогрева и ее регулирование. Регулирование при правильно спроектированной системе водяного отопления производится установкой расчетных настроек на термостатическом клапане у каждого отопительного прибора и ручных балансировочных кранов на ветках. Основной возможной причиной непрогрева отдельных частей систем отопления являются: засоры, образующиеся за счет остатков формовочной земли и загрязнения системы при ее монтаже, и воздушные пробки, возникающие в связи с неполным удалением из системы воздуха при ее заполнении. При обнаружении этих неполадок топка котла прекращается и все неполадки устраняются. Регулировка обычно проверяется по степени прогрева приборов. Основная задача регулирования заключается в том, чтобы установить во всех помещениях такие температуры, которые отличались бы от предусмотренных проектом на $\pm 1 - 2$ °С.

Эксплуатация систем отопления

Если при регулировании системы не обнаружались дефекты, связанные с недочетами проектирования и требующие устранения, она может быть сдана в эксплуатацию. Однако и в период эксплуатации за системой необходимы наблюдение и уход. Система отопления должна иметь паспорт и исполнительные чертежи, которые передаются обслуживающему персоналу с инструкцией по уходу за системой. Все неисправности, выявившиеся при эксплуатации, должны немедленно устраняться. Необходимо подвергать наиболее частому осмотру такие части системы, как насосы, моторы, а также магистральные трубопроводы. Следует также наблюдать за состоянием изоляции трубопроводов. Правильность работы системы нужно наблюдать по показаниям двух манометров, поставленных на горячем и обратном трубопроводах у насосов или на вводе теплофикационных линий. Манометры при остановке системы должны показывать одно и то же давление, равное гидростатическому давлению в системе, а при работе системы — проектную расчетную разность давлений. Если манометры показывают меньшее давление, а разница их показаний остается постоянной, то причина заключается в том, что система полностью не заполнена водой. Как правило, в течение отопительного сезона в системе отопления должна быть одна и та же вода. Это вызвано тем, что при постоянстве одной и той же воды в ней содержится малое количество воздуха и система не подвергается коррозии. По окончании отопительного сезона систему промывают, для чего воду спускают. Систему отопления заполняют свежей водой, которую нагревают до температуры 95 °С. Эту температуру поддерживают в течение 1 часа с целью возможно полного удаления воздуха. Вода в системе остается на все время, до следующего отопительного сезона. Недочеты в работе системы, которые не могут быть устранены немедленно, записываются в особый журнал и устраняются по окончании отопительного сезона. Проектирование на основе нескольких вариантов, монтаж и эксплуатация отопительных систем должна осуществляться квалифицированными специалистами. Только при правильном проектировании, монтаже и эксплуатации системы отопления смогут обеспечить комфортные условия в помещениях.

ГЛАВА 4 ВЕНТИЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ

(Теоретический раздел)

Тема 20 Общие сведения о вентиляции и кондиционировании воздуха.

Вентиляция и кондиционирование воздуха на предприятиях создают воздушную среду, которая соответствует нормам гигиены труда. С помощью вентиляции можно регулировать температуру, влажность и чистоту воздуха в помещениях. Кондиционирование воздуха создает оптимальный искусственный климат.

Необходимость вентиляции воздуха в административных, бытовых и других помещениях вызвана конструктивным устройством помещений, устройством естественного и искусственного освещения, технологическими процессами, количеством работников и посетителей, санитарно-гигиеническими требованиями.

К конструктивным элементам относятся высота и планировка помещений, площадь пола и окон, количество этажей, устройство входов и выходов и др.

Недостаточный воздухообмен в помещениях предприятий ослабляет внимание и трудоспособность работников, вызывает нервную раздражительность, а как результат — снижает производительность и качество труда.

Кондиционирование воздуха — это создание и поддержание в закрытых помещениях определенных параметров воздушной среды по температуре, влажности, чистоте, составу, скорости движения и давлению воздуха. Параметры воздушной среды должны быть благоприятными для человека и устойчивыми. Кондиционирование воздуха достигается системой технических средств, служащих для приготовления, перемещения и распределения воздуха, а также автоматического регулирования его параметров.

Современные автоматические кондиционерные установки очищают воздух, подогревают или охлаждают его, увлажняют или высушивают в зависимости от времени года и других условий, подвергают ионизации или озонированию, а также подают его в помещения с определенной скоростью.

Основные элементы систем кондиционирования — калориферы, фильтр, холодильные установки, увлажнители, терморегуляторы и другие приборы, регулирующие работу кондиционерных установок. Установки для кондиционирования воздуха подразделяют на местные (для отдельных помещений) и центральные (для всех помещений здания).

Кондиционирование воздуха все чаще применяют в жилых помещениях, общественных зданиях, лечебных учреждениях и торговых предприятиях.

Тема 21 Классификация вентиляционных систем.

По способу подачи в помещение свежего воздуха и удалению из него загрязненного системы вентиляции подразделяют на три группы: естественную, механическую и смешанную. Вентиляцию с естественным побуждением (в том числе периодическое проветривание) проектируют, если она допустима по условиям ведения технологического процесса или пребывания людей, а также хранения изделий или материалов. Вентиляцию с механическим побуждением следует проектировать, если требуемые метеорологические условия и чистота воздуха в помещениях не могут быть обеспечены вентиляцией с естественным побуждением. Смешанную вентиляцию проектируют, если допустимо и возможно частичное использование вентиляции с естественным побуждением для притока или удаления воздуха.

По назначению системы вентиляции подразделяют на рабочие и аварийные. Рабочие системы постоянно создают необходимые метеорологические, санитарно-гигиенические, пожаро- и взрывобезопасные условия. Аварийные системы вентиляции включают в работу только при отключении рабочей вентиляции, нарушении герметизации или внезапном поступлении в воздух производственного помещения опасных токсических или взрывоопасных веществ, а также при загрязнении воздуха парами и газами 1-го и 2-го классов опасности.

По способу воздухообмена системы вентиляции можно подразделить на общеобменные и местные. Общеобменная вентиляция характеризуется подачей или удалением воздуха по бесканальной системе или по системе каналов, расположенных в вентилируемом помещении. Такую вентиляцию устраивают, если нет необходимости по токсичности ограничить распространение выделяющихся вредностей определенными участками помещений, а также, если вредности выделяются равномерно по всему помещению. Эта система вентиляции вне зависимости от применяемого способа подачи или удаления воздуха предназначена для разбавлений в помещении вредных выделений (тепла, влаги, паров, газов и пыли) до безвредной предельно-допустимой концентрации. Она обеспечивает поддержание общих метеорологических и санитарно-гигиенических воздушных условий во всем объеме производственного помещения, в любой его точке.

Местная вентиляция характеризуется тем, что при ней создаются специальные метеорологические и санитарно-гигиенические и взрывобезопасные условия на рабочем месте. Это достигается удалением загрязненного воздуха местной вытяжной вентиляцией и подачей чистого воздуха к рабочему месту местной приточной вентиляцией.

ГЛАВА 5 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

(Теоретический раздел)

Тема 22 Устройство и проектирование систем газоснабжения

Горючие газы – природные и искусственные, их свойства и применение. Системы распределения газа. Газопроводы высокого, среднего и низкого давления. Газорегуляторные станции. Газорегуляторные пункты.

Для газоснабжения жилых зданий, коммунальных и промышленных предприятий используют природные, искусственные и смешанные газы. Газообразное топливо является, смесью горючих и негорючих компонентов (примесей). К горючим газам относятся углеводороды, водород и окись углерода, а к негорючим — азот, кислород, углекислый газ, водяные пары, сероводород, аммиак, нафталин и др. В природных газах или их газоздушных смесях, которые предназначены для газоснабжения населенных пунктов, содержание вредных примесей не должно превышать значений, указанных в ГОСТах.

Для централизованного снабжения населенных пунктов и производственных объектов широко применяют природные газы. Если нет природных газов или газоздушных смесей, то применяют сжиженные углеводородные газы. К сжиженным углеводородным газам относятся такие углеводороды, которые в нормальных условиях находятся в газообразном состоянии, а при небольшом повышении давления переходят в жидкое состояние. Сжиженные газы хранят в баллонах и металлических резервуарах.

Газ транспортируется и распределяется с помощью газовых кольцевых, тупиковых и смешанных сетей трубопроводов, построенных в населенном пункте внутри кварталов и внутри зданий.

По территории населенного пункта прокладывают газораспределительные магистральные уличные сети на различное давление газа. В зависимости от давления транспортируемого газа различают газопроводы высокого давления I категории с рабочим давлением от 0,6 до 1,2 МПа и II категории – от 0,3 до 0,6 МПа, а также среднего давления — от $5 \cdot 10^{-3}$ до 0,3 МПа и низкого давления – до $5 \cdot 10^{-3}$ МПа.

Газовые сети по числу ступеней давления подразделяют на следующие: двухступенчатые, состоящие из сетей низкого и высокого или низкого и среднего давления; трехступенчатые, состоящие из сетей низкого, среднего и высокого давления; многоступенчатые, включающие еще и сеть с давлением газа 1,2 МПа.

В зависимости от местоположения газопроводы бывают: наружные (прокладываемые вдоль улиц населенного пункта), внутриквартальные, дворовые межцеховые, внутренние (расположенные внутри зданий).

При двухступенчатой схеме газоснабжения населенного пункта газ по-

ступает по магистральным газопроводам высокого давления в газораспределительные станции. На сети среднего давления предусмотрены газораспределительные пункты (ГРП), которые снижают давление до низкого, и газ поступает в уличные сети и далее к потребителям. Зона действия одного ГРП не должна перекрываться зоной действия другого. При холмистой местности, если используемый газ легче воздуха, то ГРП и основные распределительные газопроводы прокладывают вдоль транспортных проездов с более низкими геодезическими отметками. В ГРП монтируют регуляторы давления, запорную арматуру, предохранительные устройства (предохранительные запорный и сбросной клапаны, контрольно-измерительные приборы). Регулятор давления (РД) выбирают по требуемому перепаду давлений с таким расчетом, чтобы пропускная способность его была на 15-20% больше максимального расчетного расхода газа. Предохранительный запорный клапан устанавливают перед РД, а предохранительный сбросной клапан – после РД. Большое внимание уделяют выбору места размещения ГРП и ГРУ. Запрещается размещать их в подвалах и в цокольных помещениях зданий, а также встраивать и пристраивать их к жилым и общественным зданиям. Обычно ГРП размещают в отдельно стоящих одноэтажных зданиях, отвечающих требованиям СНиП 2.09.02-85, а также внутри промзданий. В населенных пунктах отдельно стоящие ГРП размещают внутри жилых кварталов среди зеленых насаждений на расстоянии в свету не менее 10 м от зданий и сооружений. Газорегуляторные установки можно размещать в зданиях вблизи ввода газопровода в помещении, где используют газ, или в смежных помещениях с трехкратным воздухообменом в час.

Дворовая сеть газопроводов

В микрорайонах жилой застройки, где требуется потребление газа низкого давления, устраивают ответвление от уличного газопровода с отключающим устройством, к которому присоединяют распределительную сеть для подачи газа в отдельные жилые здания. Подключение вводов здания возможно непосредственно и к уличным сетям среднего и высокого давления с установкой на каждом вводе газорегуляторного пункта или установки для снижения давления до низкого.

Ответвление для подачи газа в дворовую или микрорайонную сеть должно быть по возможности коротким. В качестве отключающего устройства на ответвлении монтируют запорную арматуру – пробочный кран или задвижку. Если применяют осушенный газ, то на газопроводах ответвления и дворовой сети устанавливают конденсатосборники. Газопроводы прокладывают параллельно зданиям на расстоянии от фундамента не ближе 2 м, а для газопроводов среднего давления – не ближе 5 м. Расстояние газопроводов от других подземных коммуникаций (водопровода, канализации и др.) принимают не

менее 1 м, а при транспортировании газа среднего давления – не менее 1,5 м.

Ввод газопровода в здание

Вводы газопроводов устраивают в нежилые помещения, лестничные клетки, коридоры, кухни, в помещения с газовыми приборами или в изолированные помещения, оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией и отдельным входом и выходом.

Трубопровод ввода не разрешается прокладывать в помещения вентиляционных камер, шахты, каналы, помещения лифтов, машин и механизмов, складов и распределительных устройств. Трубопровод ввода прокладывают с уклоном не менее 0,002 в сторону, противоположную направлению движения газа.

При подаче осушенного газа ввод и распределительный трубопровод рекомендуется располагать с внешней стороны здания. При подаче влажного газа, чтобы предотвратить образование конденсата и его замерзание, труба ввода принимается диаметром в 1,5—2 раза больше расчетного и покрывается теплоизоляцией.

Если ввод предусматривается в здание, то распределительный газопровод прокладывают или в коридорах первого этажа, или в специально оборудованном подвале.

Элементы системы внутреннего газоснабжения. Арматура, контрольно-измерительные приборы. Газовые приборы: газовые плиты, газовые проточные и емкостные водонагреватели

В систему газоснабжения здания входят следующие элементы: ввод, распределительный газопровод, стояки, поэтажные подводки, запорная арматура, газовые приборы, в отдельных случаях – контрольно-измерительные устройства.

Запорную отключающую арматуру – пробковые краны – устанавливают у оснований стояков, на подводках к каждому газовому прибору. Высота установки пробковых кранов перед приборами рекомендуется не менее 1,5 м.

На подводках газа высокого давления к горелкам технологического оборудования устанавливают последовательно запорные устройства – краны или задвижки.

Арматура устанавливается в местах, удобных и доступных для осмотра и ремонта; не следует устанавливать ее в каналах, технических подпольях.

Пробковые краны применяют муфтовые и цапковые с условным проходом от 15 до 70 мм из бронзы, комбинированные и из ковкого чугуна. На газопроводах диаметром более 70 мм применяют газовые задвижки клинкер-

ного типа, плотно закрывающие проходное отверстие.

Расход газа (особенно на коммунальных, бытовых и промышленных предприятиях) учитывают с помощью газовых счетчиков или расходомеров.

Газовые счетчики устанавливают в зданиях предприятий, как правило, в специальном помещении, несгораемом, с приточно-вытяжной вентиляцией, или в помещении газорегуляторного пункта (ГРП). В отдельных случаях контрольно-измерительные приборы (газовые счетчики) устанавливают даже перед технологическим оборудованием.

Отечественная промышленность выпускает газовые ротационные счетчики типа РГ, отсчитывающие количество пропущенного газа за определенный промежуток времени. Промышленные ротационные газовые счетчики изготовляют на давление до 0,1 МПа и пропускную способность от 40 до 1000 м³/ч (типа РГ-40, 100, 250, 400, 600, 1000).

Большое распространение получили газовые счетчики мембранного типа ГКФ-6 и барабанные ГСБ2400.

Для учета расхода газа на промышленных объектах применяют расходомеры, состоящие из камерной диафрагмы и дифференциального манометра.

При выборе расходомера учитывают характеристику состояния газа (расчетные параметры): температуру, избыточное давление, плотность.

Расход газа бытовыми потребителями определяется без измерительных приборов (газовых счетчиков) в зависимости от типа и количества установленных газовых приборов и числа людей, пользующихся этими приборами.

В жилых и общественных зданиях устанавливают следующие газовые приборы: кухонные плиты для приготовления пищи, газовые водонагреватели, обеспечивающие подогрев воды для хозяйственно-бытовых нужд и местных систем отопления, газовые котлы, камины, инфракрасные излучатели.

Газовые приборы имеют следующие характеристики: тепловую нагрузку, или количество теплоты, которое расходуется прибором; производительность – количество полезно используемой теплоты; коэффициент полезного действия (отношение производительности к тепловой нагрузке); давление газа, на которое газовый прибор рассчитан, и максимальный расход газа.

Основным элементов всех газовых приборов является горелка. В газовых горелках готовится газоздушная смесь, необходимая для нормальной реакции горения. Конструкция горелки должна быть простой и удобной в монтаже и эксплуатации, должна обеспечивать простоту регулировки подачи газа, хорошее смешение газа с воздухом и полноту сжигания газа.

Газовые приборы, устанавливаемые в жилых и общественных зданиях, работают на газе низкого давления, поэтому оборудуются инжекционными газовыми горелками. Большое распространение имеют двух- и четырехкомфорочные газовые плиты с духовыми шкафами или без них. Промышленность выпускает газовые плиты, оборудованные газовыми горелками инжекционного типа, терморегуляторами, автоматикой и даже программным управлением.

В жилых зданиях для приготовления горячей воды применяют скоростные проточные водонагреватели, а для местной системы горячей воды и отопления – емкостные газовые.

Газовые водонагреватели являются полуавтоматическими приборами, которые включаются вручную, а при прекращении подачи газа или воды отключаются автоматически. Водонагреватели бывают с одноточечным водоразбором (для обслуживания одной ванны) и многоточечным водоразбором (для подачи горячей воды для ванны, умывальника и мойки на кухне). Такие газовые водонагреватели называются скоростными проточными, в них вода нагревается при движении по змеевику-калориферу, обогреваемому горячими продуктами сгорания газа, идущими от горелки через калорифер в отводной канал (дымоход-газоход).

Емкостной водонагреватель состоит из утепленного резервуара, внутри которого проходит жаровая труба для отвода сгоревшего газа и передачи теплоты нагреваемой воде. В нижней части резервуара расположена огневая камера с газовой горелкой, оборудованной термопарой и запальником.

Емкостный газовый водонагреватель автоматического типа АГВ снабжен электромагнитным клапаном, обеспечивающим автоматическое отключение подачи газа при затухании пламени и автоматическое поддержание заданной температуры нагреваемой воды.

Проектирование систем внутреннего газоснабжения: газовые приборы, разводящие трубы, стояки, поэтажные разводки, арматура

Внутри здания газопроводы прокладывают, как правило, открыто и монтируют из стальных труб на сварке с разъемными резьбовыми или фланцевыми соединениями в местах установки запорной арматуры и газовых приборов, регуляторов давления. В производственных зданиях допускается скрытая прокладка участков труб в полу с заделкой их цементным раствором после окраски водостойкими красками или в каналах, засыпанных песком и перекрытых плитами. Запорную арматуру внутри зданий устанавливают на вводе на ответвлениях к каждому газовому прибору или агрегату, перед газовыми горелками и запальниками, на продувочных трубопроводах, внизу каждого стояка, обслуживающего пять и более этажей. В производственных зданиях для присоединения переносных и передвижных газовых приборов после отключающей арматуры допускается применение резиноканевых шлангов.

Газопроводы крепят к стенам зданий с помощью хомутов, крючьев, подвесок, кронштейнов на расстоянии, обеспечивающем монтаж, ремонт и осмотр трубопроводов. Газопроводы, транспортирующие влажный газ, прокладывают с уклоном в сторону ввода.

На вводе вблизи распределительного трубопровода устанавливают главную отключающую запорную арматуру – пробковый кран или задвижку. От главного запорного крана на вводе до стояков прокладывают распределительный трубопровод, а от стояков делают подводки на каждом этаже к местам установки газовых приборов и технологического оборудования, потребляющих газ.

Все газопроводы в зданиях прокладывают в местах, легкодоступных для обслуживания. Допускается прокладывать трубопроводы в бороздах и каналах, обеспечивая вентиляцию и свободный доступ для осмотра и ремонта. Стояки проходят в кухнях, коридорах, лестничных клетках, нежилых помещениях; в жилых помещениях, санузлах, ванных комнатах их прокладка запрещена. Заделка стыков труб в строительные конструкции не допускается.

Все горизонтальные прокладки газопроводов выполняют на высоте не менее 2,2 м с креплением труб с помощью скоб, крючьев, хомутов, кронштейнов.

Прокладка всех газопроводов должна выполняться только по нежилым помещениям, а при вынужденной прокладке требуется устройство газопровода с установкой арматуры и тщательным выполнением сварных стыков труб. Желательна прокладка газопроводов по помещениям, где может быть обеспечен круглосуточный доступ обслуживающего персонала. Газопроводы не должны пересекать дверные и оконные проемы. Трубы прокладывают с уклоном в сторону газовых приборов, к конденсатосборникам (при подаче влажного газа), в противоположную сторону от контрольно-измерительных приборов.

Газовые плиты размещают у стен на расстоянии 100 мм от задней стенки шкафа плиты. В кухнях жилых зданий, где установлена газовая плита, особенно необходимы вентиляция и отвод продуктов сгорания в канал или дымоход.

Газовые водонагреватели устанавливают в помещениях ванных комнат, совмещенных санузлах, кухнях, при условии, если объем помещения не менее 7,5 м³ для проточных и не менее 6 м³ для емкостных водонагревателей.

Тема 23 Расчет системы газоснабжения

Определение потребления газа в жилых, общественных и промышленных зданиях

Потребление газа характеризуется большой неравномерностью по месяцам года, дням, неделям и часам суток.

Режим работы системы газоснабжения зданий зависит от многих факторов: в жилых зданиях – от числа и типа установленных газовых приборов, степени благоустройства зданий, климатических условий. Времени года, количества людей, проживающих в зданиях; в коммунально-бытовых, обще-

ственных и производственных зданиях – помимо перечисленных факторов от характера работы технологического оборудования и технологических процессов, режима работы цехов и предприятия в целом.

Общую потребность в газе определяют по годовым нормативным расходам теплоты для каждой категории потребителей с учетом продолжительности расчетного периода.

Нормативный расход теплоты (МДж или тыс. ккал), отнесенный к единичному потребителю (чел., 1 т изделий, 1 обед и т.д.), приводится в нормативных документах.

Для ориентировочного определения потребности в газе пользуются укрупненными показателями потребления газа, например, при теплоте сгорания газа 33,36 МДж/м³ (8000 ккал/м³) для отдельных районов населенного пункта с централизованным горячим водоснабжением нормативный удельный расход газа составляет 100 м³/год на 1 человека, а для районов с децентрализованным горячим водоснабжением норма газа – 250 м³/год на 1 человека.

Систему газоснабжения рассчитывают на подачу максимального расчетного часового расхода газа, который определяется по годовой потребности в газе.

Максимальный часовой расход газа на хозяйственные и производственные нужды при нормальных условиях (давлении 0,1 МПа при 0°С) определяют по формуле:

$$Q_{\partial}^h = K_{max}^h \cdot Q_y \quad , \text{ м}^3 / \text{ час} ,$$

где Q_y – годовой расход газа, м³/год; K_{max}^h - коэффициент перехода от годового расхода газа к максимальному часовому (коэффициент часового максимума расхода газа).

Для жилых и общественных зданий расчетный часовой расход газа определяют с учетом числа газовых одноступенчатых приборов n , числа их типов или одноступенчатых групп m , номинального расхода газа одним газовым прибором – по паспорту или технической характеристике q_{nom} , м³/час, и коэффициенту одновременного действия приборов k_{sim} по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i \quad , \text{ м}^3 / \text{ ч}$$

Определение расчетного расхода газа на участках сети. Определение потерь давления в сети и диаметра трубопровода

Проектирование и расчет систем внутреннего газопровода производится в следующей последовательности:

1. Производится трассировка сети внутреннего газопровода, назначается расположение стояков газопровода, намечаются места расположения запорно-

регулирующей арматуры.

2. Составляется аксонометрическая схема сети внутреннего газопровода. Выбирается наиболее далеко расположенный от ввода газопроводный стояк, и расчетное направление на схеме разбивается на расчетные участки, определяется длина расчетных участков.

3. Определяются расчетные расходы газа на участках газопровода по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где k_{sim} - коэффициент одновременности для жилых домов, принимается по таблице 1.

Таблица 1. Значение коэффициента одновременности (K_{sim}) для жилых домов

Число квартир	Коэффициент одновременности K_{sim} в зависимости от установки в жилых домах газового оборудования			
	Плита 4-конфорочная	Плита 2-конфорочная	Плита 4-конфорочная и газовый проточный водонагреватель	Плита 2-конфорочная и газовый проточный водонагреватель
1	1	1	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,392	0,360
7	0,274	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335
9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,231	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193
60	0,220	0,207	0,203	0,186
70	0,217	0,205	0,195	0,180
80	0,214	0,204	0,192	0,175
90	0,212	0,203	0,187	0,171
100	0,210	0,202	0,185	0,163
400	0,180	0,170	0,150	0,135

q_{nom} – номинальный расход газа прибором, принимается 1,2 м³/ч;

n_i – число однотипных приборов (плит).

4. По расчетным расходам газа назначаются диаметры труб на участках сети.

Данные расчета сводятся в таблицу 2.

Таблица 2. Таблица расчета внутреннего газопровода

№ участка	Расчетный расход газа, м ³ /час	Диаметр условного прохода газопровода, мм	Длина участка, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$	Эквивалентная длина при $\xi=1$, м	Эквивалентная длина местных сопротивлений, м	Расчетная длина участка, м	Удельные потери в Па на 1 м длины	Потери давления на участке, Па	Гидростатическое давление, Па	Потери давления с учетом гидростатического давления, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяется по таблице 3:

Таблица 3. Таблица для определения коэффициентов местного сопротивления

Вид местных сопротивлений	Значение ξ	Вид местного сопротивления	Значение ξ для диаметров в мм					
			15	20	25	32	40	>50
Внезапное сужение в пределах перехода на следующий диаметр по ГОСТу	0,35	Угольник 90°	2,2	2,1	2	1,8	1,6	1,1
Тройник проходной	1	Пробочный кран	4	2	2	2	2	2
Тройник поворотный (ответвление)	1,5	Вентиль прямой	11	7	6	6	6	5
Крестовина проходная	2	Вентиль «косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Крестовина поворотная	3	—	—	—	—	—	—	—
Отвод гнутый 90°	0,3	Задвижка	0,5 (D=50-100)		0,25 (D=175-200)		0,15 (D=300 и более)	

6. Эквивалентная длина при $\xi = 1$, м, определяется по рис. 1. (для природного газа).

7. Эквивалентная длина местных сопротивлений, м, определяется как произведение суммы коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$ и эквивалентной длины при $\xi=1$ (гр.5 * гр.6).

8. Расчетная длина участка определяется как сумма длины расчетного участка газопровода и эквивалентной длины местных сопротивлений (гр.4 + гр.7).

9. Удельные потери в Па на 1 м длины определяются по рисунку 2. (для природного

газа).

10. Потери давления на участке определяются как произведение расчетной длины участка на удельное давление на 1 м длины (гр.8 * гр.9).

11. Гидростатическое давление определяется по формуле:

$$\Delta p = gH(1,29 - \rho_{газа}), Па$$

где Н – разность геометрических отметок конца и начала участка, считая по ходу газа, м;

1,29 – плотность воздуха, кг/м³;

$\rho_{газа}$ – плотность природного газа, $\rho_{газа} = 0,73$ кг/м³.

12. Общие потери давления определяются как сумма потерь давления на участке и гидростатического давления (гр.10 + гр.11). Сумма общих потерь давления на расчетных участках сравнивается с допустимыми потерями давления, которые не должны быть более 350 Па (для домов многоэтажной застройки).

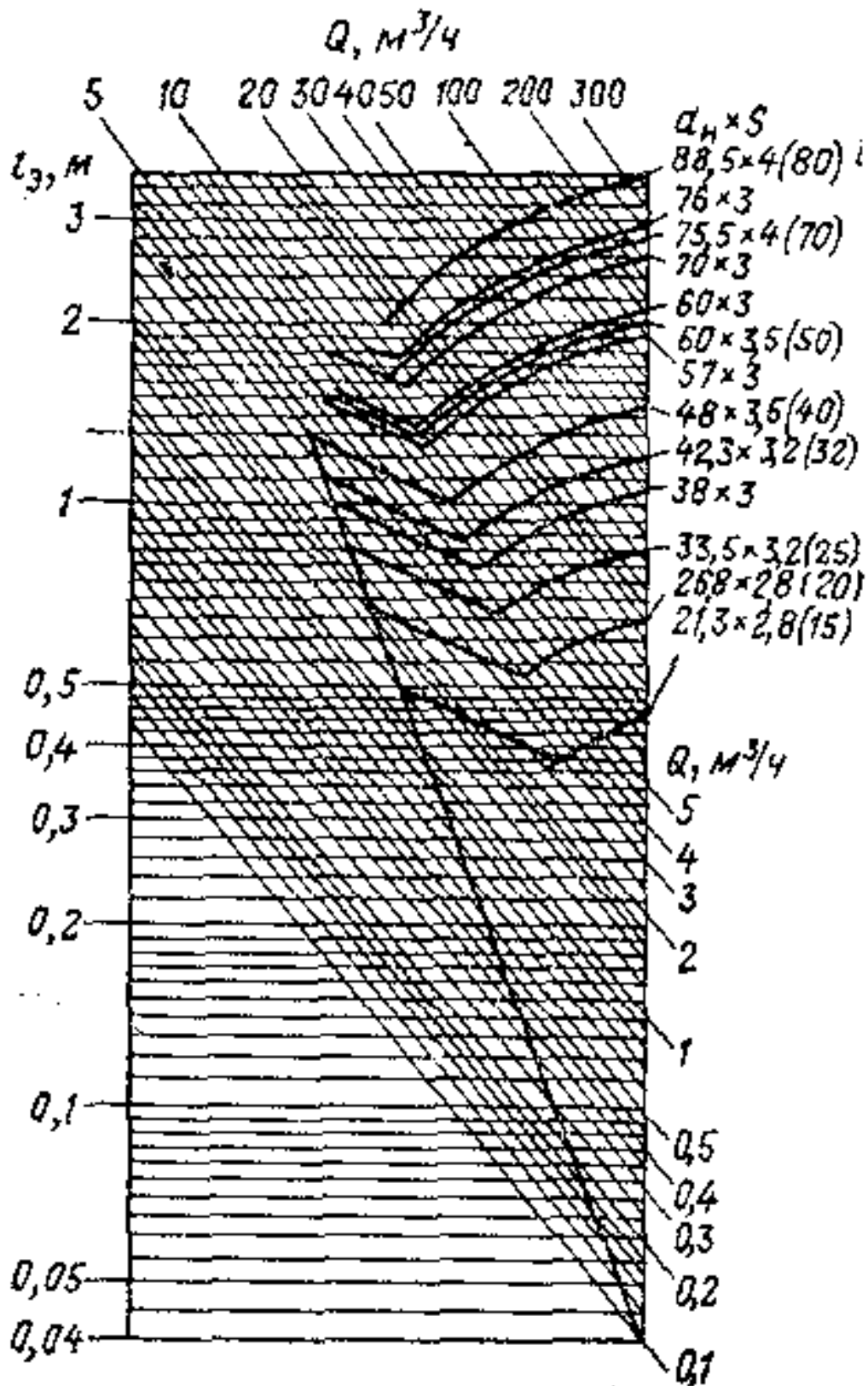


Рис. 1. Номограмма для определения эквивалентных длин при $\xi=1$.

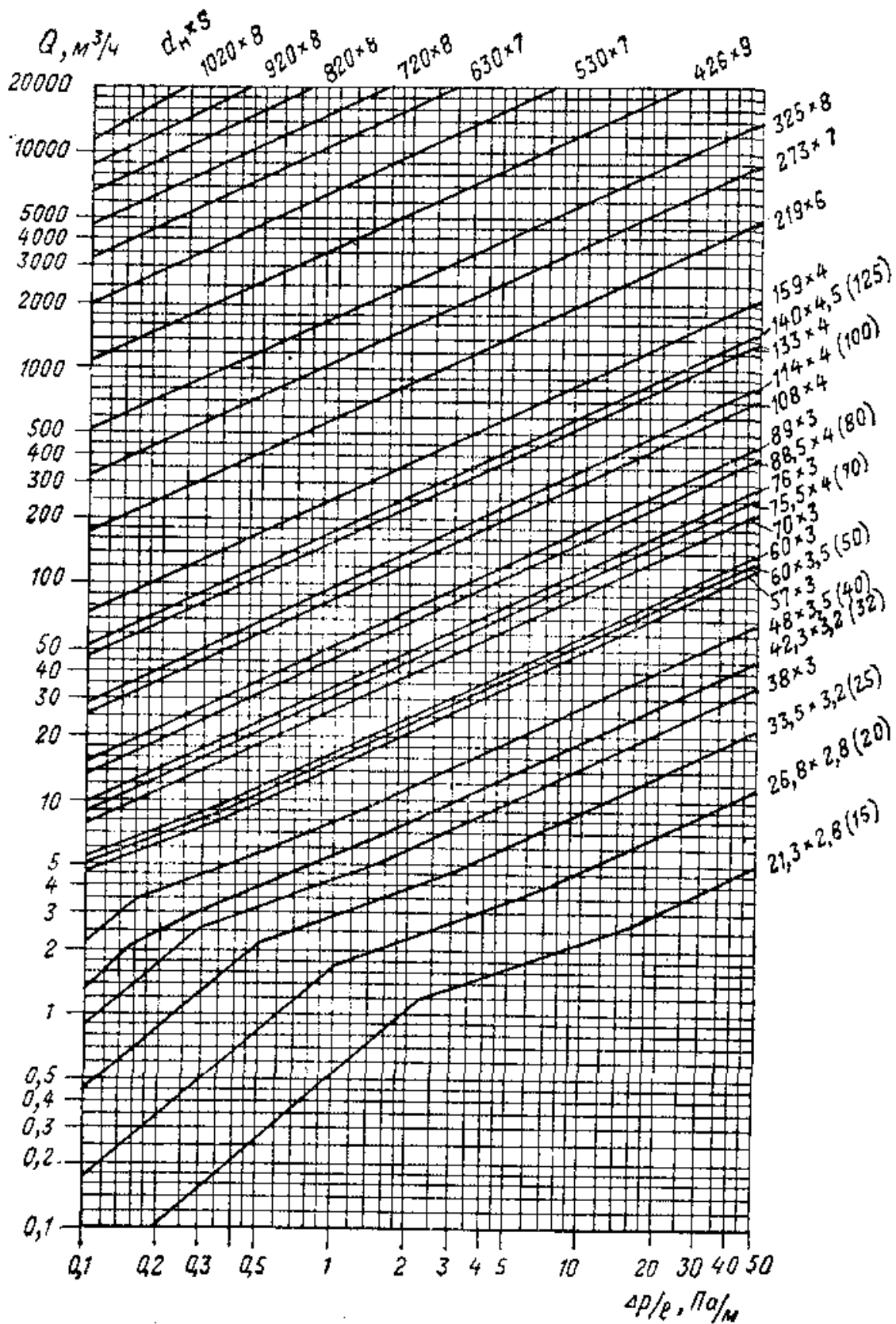


Рис. 2. Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления (до 5 кПа). Природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

2 Практический раздел

(Структура)

Методические рекомендации к выполнению практических занятий по дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

1	Внутренний водопровод холодного водоснабжения	101
1.1	Выбор системы внутреннего водопровода, его устройство и трассировка	101
1.2	Составление аксонометрической схемы	102
1.3	Гидравлический расчет внутреннего водопровода	102
1.3.1	Определение расчетных расходов воды	103
1.3.2	Определение диаметров труб и потерь напора на расчетных участках	103
1.3.3	Подбор водомера	104
1.3.4	Определение требуемого напора	105
2	Внутренний водопровод горячего водоснабжения	106
3	Внутренняя канализация	109
3.1	Устройство и трассирование внутренней канализации	109
3.2	Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках	110
3.3	Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных выпусках	112
4	Внутренние водостоки	113
5	Внутриквартальная канализационная сеть	116
5.1	Устройство внутриквартальной канализационной сети	116
5.2	Определение расчетных расходов на участках внутриквартальной сети	116
6	Устройство и расчет внутридомового газопровода	118
	Пример расчета	123
	Расчет внутреннего водопровода холодного водоснабжения	123
	Расчет системы внутреннего горячего водопровода	125
	Расчет системы внутренней канализации	129
	Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети	132
	Расчет внутренних водостоков	134
	Расчет внутридомового газопровода	135

1 Внутренний водопровод холодного водоснабжения

1.1 Выбор системы внутреннего водопровода, его устройство и трассировка

Система инженерных устройств из труб, приборов, установок и арматуры, предназначенная для подачи воды от внешней сети или источника потребителю внутри здания, называется внутренним водопроводом. Сети внутреннего водопровода бывают: 1) тупиковыми, которые применяют в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве одного ввода; 2) кольцевыми, которые применяют в системах внутренних водопроводов, требующих непрерывной подачи воды; 3) комбинированными, которые применяют в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств; 4) зонными, при которых подача воды в здание производится не менее, чем по двум вводам, а в каждую зоны – не менее, чем под двум стоякам из кольцевой магистральной сети.

Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают: вводы в здание, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам и технологическим установкам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода надлежит включать насосные установки и запасные и регулирующие емкости, присоединенные к системе внутреннего водопровода.

Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала и к качеству воды. Для трубопроводов, подающих воду питьевого качества применяют, стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75 (легкие оцинкованные, обыкновенные оцинкованные), электросварные по ГОСТ 10704-76, напорные из полиэтилена по ГОСТ 18599-73. Для устройства вводов водопровода рекомендуется применять чугунные напорные трубы класса А и Б по ГОСТ 9583-75.

Трассировкой сети называется размещение на водопроводной сети арматуры, фасонных частей, водопроводных колодцев и других деталей, которые показаны условными обозначениями. Трубы прокладывают по кратчайшим расстояниям, учитывая удобство монтажа труб, простоту и надежность крепления их к стенам, возможность свободного доступа к трубам и арматуре.

Вводом называется участок напорного трубопровода, проложенный в грунте ниже глубины промерзания и соединяющий внутренний водопровод с сетью наружного городского или производственного водопровода. Длина ввода определяется расстоянием между колодцем, в котором ввод присоединяется к наружной сети, и водомерным узлом, устанавливаемом внутри здания или в наружном водопроводном колодце. Ввод водопровода в здание состоит из узла присоединения к наружной сети водопровода, подземного участка трубопровода, проложенного от наружной сети до здания с уклоном 0,003 в сторону наружной сети для возможности его опорожнения. В местах присоединения вводов к наружным сетям городских и производственных водопроводов устраиваются колодцы с установленными в них задвижками, при диаметре вводов 40 мм и менее – вентилями. Ввод прокладывают из чугунных труб диаметром 50 мм и более, из стальных труб диаметром менее 50 мм. Количество вводов принимается на основании.

Для учета расхода воды применяют различного типа счетчики, которые устанавливаются на вводе в жилое здание. При диаметре ввода до 50 мм устанавливаются крыльчатые водомеры, при диаметре свыше 50 мм – турбинные водомеры.

Водомерный узел состоит из водомера, запорной арматуры и контрольно-впускного крана. Кроме того, водомерный узел включает обводную линию с установкой вентиля, который в обычное время запломбирован и находится в закрытом положении.

В зданиях водомеры размещают, открыто вблизи наружной стены в подвалах в приемках под лестничными клетками или под коридорами.

Магистральные трубопроводы служат для подачи воды к распределительным трубопроводам (стоякам). Магистралы могут прокладываться в подвале или под полом первого этажа (нижняя разводка), под потолком верхнего этажа или на чердаке (верхняя разводка). Магистральная сеть устраивается обычно открыто под потолком подвала с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода.

Распределительные трубопроводы (стояки) служат для подачи воды к группам водоразборных приборов, установленных на разных этажах, а подводки – для подачи воды от стояка к отдельным водоразборным приборам. Стояки и подводки прокладывают двумя способами: открытой прокладкой (по колоннам, стенам) или скрытой прокладкой (в бороздах и каналах).

Подводки прокладывают на высоте 0,3 м от пола с уклоном 0,002-0,005 в сторону стояков для возможности выпуска воздуха из сети и спуска воды. На подводках в местах их ответвления от стояков устанавливают вентили.

1.2 Составление аксонометрической схемы

На аксонометрической схеме показывается ввод, водомерный узел, насосные установки, все трубопроводы, арматура. На расчетном направлении указывают длины, диаметры и уклоны расчетных участков, определенные в результате гидравлического расчета. На схеме должны быть отметки пола, ввода, осей насосов, магистралей, подводок к приборам. Необходимо предусматривать установку запорной арматуры (вентилей и задвижек) в следующих местах:

- на каждом вводе;
- у основания стояков в зданиях высотой в три этажа и более;
- на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных приборов;
- на ответвлениях в каждую квартиру;
- на подводках к смывным бачкам, к смывным кранам.

1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Гидравлический расчет внутреннего водопровода заключается в определении необходимых диаметров труб для пропуска расчетных расходов воды, потерь напора, требуемого напора, в случае необходимости в подборе насосной установки.

Внутренний водопровод должен обеспечить подачу необходимого количества воды с заданным напором к любому водоразборному устройству внутри здания, поэтому расчет ведется для наиболее удаленного от ввода и высоко расположенного водоразборного устройства (диктующей точки). Направление (путь), по которому движется вода к диктующей точке, является расчетным. В него входят: подводка к диктующему прибору, стояк, часть магистралы и ввод.

Расчетное направление разбивается на расчетные участки, за которые принимают участок сети с постоянным расходом

Расчет выполняют в следующей последовательности:

- выбирают расчетное направление, которое разбивают на расчетные участки;
- по расчетным расходам и рекомендуемой скорости воды подбирают диаметр труб расчетных участков;
- вычисляют потери напора на расчетных участках;
- подбирают водомер и определяют потери напора в нем;
- определяют требуемый напор для внутреннего водопровода и сравнивают его с величиной гарантийного напора;
- в случае необходимости производят подбор насосной установки.

1.3.1 Определение расчетных расходов воды

Определение расчетных расходов воды осуществляется после построения аксонометрической схемы. Гидравлический расчет внутреннего водопровода производят по максимальному секундному расходу воды, который определяется по формуле:

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

где q_0^c – секундный расход холодной воды прибором, величину которого следует определять согласно СН 4.01.03-2019; $q_0^c = 0,2$ л/с;

α – коэффициент, определяемый в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по формуле:

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

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления, $q_{hr,u}^c = 5,6$ л/с

N – общее число санитарно-технических приборов в здании;

U – общее число водопотребителей в здании, чел.

1.3.2 Определение диаметров труб и потерь напора на расчетных участках

Диаметры труб на расчетных участках назначают, исходя из расчетного расхода и рекомендуемой скорости движения воды, которая не должна превышать 1,5-2 м/с в магистралях и стояках, в подводках – не более 2,5 м/с. Рекомендуется наиболее экономичная скорость 0,7-1,2 м/с.

После определения диаметров труб на расчетных участках определяют потери напора, удельные потери напора $1000i$ определяют по таблицам СН 4.01.03-2019. Определив из таблиц потери напора на 1 м трубы, вычисляют потери напора по длине на участке

$$h_l = i \cdot l, \text{ м}$$

где l – длина расчетного участка, м;

i – уклон трубопровода.

Суммарные потери напора на расчетных участках не должны превышать 7 метров.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Гидравлический расчет внутреннего водопровода

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	$N \cdot P$	α	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d , мм	Скорость воды v , м/с	Удельные потери напора $1000i$, мм/м	Длина расчетного участка l , м	Потери напора на участке $H = i \cdot l$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1.3.3 Подбор водомера

Применяют счетчики следующих типов: скоростные крыльчатые, скоростные турбинные. Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при расчетном максимальном расходе воды до 15 м³/час, турбинные – при большем расходе воды. Счетчики расхода воды предназначены для установки на вводах внутренних водопроводных сетей (см. рис. 1.)

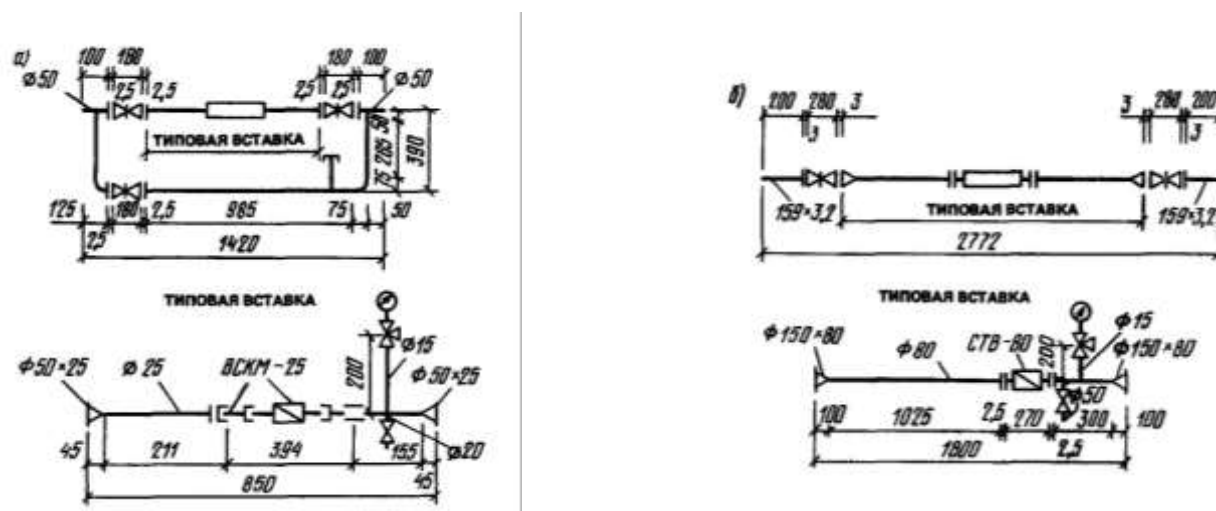


Рис. 1. Водомерный узел: а) с крыльчатым счетчиком; б) с турбинным счетчиком.

При подборе счетчика воды учитывают его гидрометрические характеристики (предел чувствительности, область учета, характерный предельно максимальный расход), а также допустимые потери напора и условия установки.

Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать, исходя из среднечасового расхода воды за сутки, определяемого по формуле:

$$Q_{ч.ср} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где U – общее число водопотребителей в здании, чел.;

Q_0 – норма водопотребления, л/сут на 1 человека.

Диаметр условного прохода счетчика подбирается по таблице 1.2. по величине $Q_{ч.ср}$. (эксплуатационного расхода).

Таблица 1.2. Подбор счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	расход воды, куб.м/ч			порог чувствительности, куб.м/ч, не более	максимальный объем воды за сутки, куб.м	гидравлическое сопротивление счетчика S, $\frac{м \cdot с^2}{л^2}$
	минимальный	эксплуатационный	максимальный			
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64

32	0,1	4	10	0,05	140	1,3
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143
65	1,5	17	70	0,6	610	$810 \cdot 10^{-5}$
80	2	36	110	0,7	1300	$264 \cdot 10^{-5}$
100	3	65	180	1,2	2350	$76,6 \cdot 10^{-5}$
150	4	140	350	1,6	5100	$13 \cdot 10^{-5}$
200	6	210	600	3	7600	$3,5 \cdot 10^{-5}$
250	15	380	1000	7	13700	$1,8 \cdot 10^{-5}$

Величина эксплуатационного расхода подобранного счетчика должна быть больше величины среднечасового расхода воды.

При учете воды на хозяйственно-питьевые, производственные и другие нужды потери напора в крыльчатых счетчиках не должны превышать $h_{доп} = 2,5$ м, а в турбинных – 1 м. Если потери напора в счетчике оказались меньше 20% от $h_{доп}$, то следует принять другой счетчик (меньшего калибра), чтобы он мог учитывать малые расходы воды.

Потери напора в счетчике воды определяются по формуле:

$$h_{сч} = S \cdot q^2, \text{ м}$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, $\text{м}^2/\text{л}^2$;

q – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе), л/с.

1.3.4 Определение требуемого напора

Требуемый напор внутреннего водопровода определяют из выражения:

$$H_{тр} = H_2 + h_{вв} + h_{сч} + h_l + h_m + H_f, \text{ м}$$

где H_2 – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода, м;

h_l – сумма потерь напора по длине на расчетных участках, м;

h_m – сумма местных потерь напора, м, для хозяйственно-питьевого водопровода жилых и общественных зданий местные потери напора (в соединениях и фасонных частях труб) принимаются в размере 30% от потерь напора по длине труб;

H_f – свободный напор у диктующего водоразборного устройства, принимаемый у смесителя умывальника, смесителя мойки – 2 м, для ванной со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальников) – 3 м, для унитаза со смывным бачком – 2 м.

$h_{вв}$ – потери напора на трение во вводе, м:

$$h_{вв} = i \cdot l, \text{ м}$$

где l – длина ввода (от наружной сети до водомерного узла), м

i – уклон ввода, принимается 0,005.

Полученную величину требуемого напора необходимо сравнить с величиной гарантийного напора.

Если в результате расчета требуемый напор меньше гарантийного на величину до 1 м, то повысительная насосная установка не требуется.

Если требуемый напор больше гарантийного напора на величину до 2 м, следует

увеличить диаметры некоторых расчетных участков с целью уменьшения потерь напора в сети.

Если требуемый напор больше гарантийного напора на величину более 2 м, необходимо предусмотреть насосную установку.

Подбор насоса осуществляется по расчетной его подаче, равной расходу воды на вводе и напору, определяемому из выражения:

$$H = H_{mp} - H_{zap} + h_{ny}, \text{ м}$$

где h_{ny} – потери напора в насосной установке (1,5-2,5м).

Насосы присоединяют к сети после водомерного узла. Размещают насосные установки в тепловых пунктах, в сухом и теплом изолированном помещении высотой не менее 2,2 м. Не допускается размещение насосных установок под жилыми помещениями. Насосные агрегаты устанавливают на виброизолирующих основаниях, возвышающихся над уровнем пола не менее, чем на 20 см. Количество резервных насосов следует принимать: при количестве рабочих насосов 1-3 – один резервный насос, а при 4-6 рабочих – два резервных агрегата. При установке насоса целесообразно предусматривать устройство обводной линии с задвижкой и обратным клапаном в обход насосов. Для обвязки насосов применяют стальные трубы на сварке и фланцевые соединения с арматурой и насосами. На напорной линии каждого насоса устанавливают манометр, обратный клапан и задвижку или вентиль, а на всасывающей линии – задвижку.

Подачу хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок следует определять по расчетному секунднему расходу воды на вводе. Подбор насосов осуществляют по таблице 1.3.

Таблица 1.3. Подбор повысительной насосной установки

Марка насосов	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, мин ⁻¹	Мощность, кВт
Водопроводные насосы				
К8/18(1,5К-6)	6,0-8-12	19-18-14	3000	1,5
К 20/18	10,5- 20-22 ,5	22-18-17	3000	2,2
ЦВЦ2,5-2	2,5	2,0	3000	0,075
ЦВЦ4-2,8	4,0	2,8	3000	0,11
ЦВЦ-Т 6,3/3,5	6,3	3,5	1500	0,18
ЦВЦ 6,3/7,1	1,0-6,3-9,5	9,5-7,1-3,2	1500	0,37
К 20/30 (2К 6)	10-20-28	33-30-24	3000	4,0
К 45/55 (3К 6)	45	55	3000	15
К45/30 (3К 9)	28-45-58	35-30-25	3000	7,5
К 90/20	56-90-110	26-20-16	3000	7,5

2 Внутренний водопровод горячего водоснабжения

Горячее водоснабжение обеспечивает потребителей водой температурой от 50 до 75°С. Такой водой снабжаются жилые здания, большинство общественно-коммунальных зданий, а также промышленные здания и сооружения.

Все централизованные системы горячего водоснабжения проектируют с циркуляционными трубопроводами. Циркуляционные трубопроводы в системах горячего водоснабжения могут функционировать круглосуточно (в жилых домах, больницах), или только перед началом водоразбора (за полчаса или час), если потребление горячей воды происходит периодически (например, в душевых промышленных предприятий).

В жилых зданиях с числом этажей до 4 включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляцию воды предусматривают только в магистральных трубах, до начала водоразборных стояков. Тупиковые сети горячего водоснабжения без циркуляции разрешается применять только в местных системах или в системах с длительным непрерывным разбором воды (например, в банях). Допускается не предусматривать циркуляцию в системах с регламентированным по времени потреблением горячей воды, если температура ее в это время в местах водоразбора не будет ниже указанных в нормах. Во избежание быстрого разрушения от коррозии системы горячего водоснабжения собираются из оцинкованных труб (ГОСТ 3262-75).

В жилых и общественных зданиях прокладку разводящих трубопроводов горячего водоснабжения следует предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах, чердаках, на первом этаже в подпольных каналах (в случае отсутствия чердаков), по конструкциям здания, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов или под потолком верхнего этажа. Прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода следует предусматривать в шахтах, открыто – по стенам душевых, кухонь и других помещений.

Аксонметрическая схема внутреннего водопровода горячего водоснабжения составляется аналогично схеме внутреннего водопровода холодного водоснабжения.

Гидравлический расчет внутреннего водопровода горячего водоснабжения ведут аналогично гидравлическому расчету внутреннего водопровода холодного водоснабжения.

Норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления $q_{hr,u}^h = 10 \text{ л/с}$.

Секундный расход горячей воды прибором составляет $q_o^h = 0,2 \text{ л/с}$.

Общее число приборов N для горячего водоснабжения определяется без учета смывных бачков унитазов.

Расчет подающих трубопроводов. Определение диаметров труб по расчетным расходам для сети горячего водоснабжения выполняют, как и для сети холодного водоснабжения, но с учетом уменьшения диаметров вследствие отложения накипи и зарастания труб в системах горячего водоснабжения.

Потери напора в подающем трубопроводе следует определять по секундным расходам горячей воды (q, л/с) на хозяйственно-бытовые нужды с учетом циркуляционного расхода (при наличии циркуляции).

Потери напора в отдельных участках трубопроводов систем горячего водоснабжения следует определять по формуле:

$$\Delta H_{уч} = R_{л}(1 + \alpha), \text{ кПа/м} \left(\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2 \cdot \text{м}} \right)$$

где $R_{л}$ – удельные потери напора, $\text{кПа/м} \left(\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2 \cdot \text{м}} \right)$; l – длина участка трубопровода, м;

α – коэффициент местных потерь напора, принимается: 0,2 – для подающих (распределительных) трубопроводов; 0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов и для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями; 0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей.

Общая потеря напора в подающем трубопроводе расчетного направления (от водоподогревателя до самой высокой точки водоразбора наиболее удаленного стояка) определяется как сумма потерь напора на каждом из расчетных участков:

$$\Delta H_{под} = \sum_1^i \Delta H_{уч}, м$$

где i – номера участков; $\Delta H_{уч}$ – потери напора на участках, м.

Повышение шероховатости труб от накипи можно учитывать с помощью коэффициента 1,2.

Требуемый напор в точке присоединения системы горячего водоснабжения к городскому водопроводу определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{вод} + H_z + H_{св} + \Delta H_{под}, м$$

где $H_{вод}$ – потери напора в водомере :

$$h_{сч} = S \cdot q^2 < 2,5 м \text{ (для крыльчатых счетчиков)}$$

где q – расход воды на вводе без учета циркуляционного расхода, л/с;

S – гидравлическое сопротивление счетчика, принимаем счетчик с диаметром условного прохода, м/(л/с²).

H_z – геометрическая высота подъема воды от оси трубопровода на вводе до оси наиболее высоко расположенного водоразборного прибора (определяется по аксонометрической схеме горячего водопровода), м;

$H_{св}$ – свободный напор перед диктующим прибором (для умывальника, кухонной мойки – 2 м, для ванны со смесителем – 3 м);

$\Delta H_{под}$ – потери напора в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения (принимаются из гидравлического расчета с учетом повышения шероховатости стенок труб от накипи, коэффициент 1,2), м.

При недостаточном напоре в наружной водопроводной сети в системах горячего водоснабжения жилых зданий в качестве дополнительных повысительных насосов используют циркуляционные насосы, устанавливаемые на подающем трубопроводе. Требуемый напор повысительных насосов определяют по формуле:

$$H_{нов} = H_{тр} - H_{гар}, м$$

где $H_{гар}$ – напор в городском водопроводе, м.

Производительность насоса принимаем равной расходу на горячее водоснабжение с учетом циркуляции: $G_{ц.н.} = q + G_{ц}$, м³/час. Предусматривают не менее двух насосов, один из которых резервный. Размещают их, как правило, в центральном или индивидуальном тепловых пунктов.

Расчет циркуляционных трубопроводов. Требуемый циркуляционный расход $G_{ц}$, л/ч, в системах трубопроводов горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора определяется по количеству тепла, необходимого для возмещения тепловых потерь в подающих трубопроводах:

$$G_{ц} = \frac{Q_n}{\Delta t}, л/с$$

где Q_n – потери тепла подающими трубопроводами, определяемые при одной для трубопроводов всех стояков системы средней температуре горячей воды, $\frac{кДж}{ч} (\frac{ккал}{ч})$; Δt – разница температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков, принимается от 5 до 15°С в зависимости от протяженности циркуляционного кольца.

Теплопотери, $\frac{кДж}{ч} (\frac{ккал}{ч})$, на участке трубопроводов определяют по формуле:

$$Q_i = k \pi d_n l_i (t_{2,ср} - t_o) (1 - \eta), \frac{кДж}{ч} (\frac{ккал}{ч})$$

где k – коэффициент теплопередачи неизолированной трубы, принимается равным $42 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}}$ или $10 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}}$; d_n – наружный диаметр трубопровода, м; l_i – длина расчетного участка, м; $t_{г.ср.}$ – средняя температура воды на участке, °С; t_o – температура окружающей среды, принимается: в бороздах и каналах +40 °С; в неотапливаемых подвалах +5 °С; на чердаках +10 °С; в помещениях +20 °С; η – коэффициент полезного действия изоляции, принимается 0,6-0,8; для неизолированных труб $\eta = 0$.

Значения расчетных диаметров стальных водогазопроводных труб

Диаметр условного прохода d_v , мм	15	20	25	32	40	50	65	80
Наружный диаметр d_n , мм	21,3	26,8	33,5	42,3	48	60	75,5	88,5

Суммарные теплотери всей системы трубопроводов:

$$Q_n = \sum_1^i Q_i$$

Общий циркуляционный расход, вычисленный по формуле $G_{ц} = \frac{Q_n}{\Delta t}$, л/с, между участками магистралей и стояками распределяется пропорционально теплотерям на этих участках. По полученным циркуляционным расходам определяют диаметры циркуляционных трубопроводов и потери напора так же, как при расчете подающих трубопроводов.

Диаметрами циркуляционных трубопроводов обычно задаются и принимают в системах с насосной циркуляцией на один-два размера меньше соответствующих участков подающих трубопроводов. Однако при выборе диаметров циркуляционных стояков следует обеспечить увязку потерь напора в трубопроводах водоразборных и циркуляционных стояков с располагаемым перепадом давлений в точках их подсоединения к подающим и циркуляционным трубопроводам. Разница в потерях давления циркуляционных колец не должна превышать 10%. Потери напора в водоразборном и циркуляционном стояках при абсолютной величине должны составлять 19,6-39,2 кПа (0,2-0,4 кгс/см²; 2-4 м).

При невозможности увязки давлений путем соответствующего подбора диаметров труб на циркуляционном трубопроводе устанавливают диафрагмы.

Диаметр диафрагм не следует принимать менее 10 мм, а если по расчету получается менее 10 мм, то вместо диафрагм предусматривают регулировочные краны. Диаметр диафрагмы, мм, определяют по формуле:

$$d_D = 11,3 \sqrt{\frac{G_{ц}}{\sqrt{\Delta H_D}}}$$

где $G_{ц}$ – циркуляционный расход воды, м³/час; ΔH_D – перепад в диафрагме, который следует погасить, м.

3 Внутренняя канализация

3.1 Устройство и трассирование внутренней канализации

Система внутренней канализации состоит из приемников сточных вод и сети трубопроводов, включающих отводные трубопроводы, стояки, коллекторы, а также выпуски.

Для устройства сетей внутренней бытовой канализации применяют чугунные канализационные трубы (ГОСТ 6942.3–80), керамические канализационные трубы (ГОСТ 268–82), полиэтиленовые трубы (ГОСТ 18599–83), асбестоцементные безнапорные трубы

(ГОСТ 1839–80).

Прокладку внутренних канализационных сетей осуществляют: открыто – в подпольях, подвалах, цехах, подсобных и вспомогательных помещениях, коридорах, технических этажах и в специальных помещениях, предназначенных для размещения сетей, с креплением к конструкциям зданий (стенам, колоннам, потолкам, фермам и др.), а также на специальных опорах; скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом (в земле, каналах), панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен), в подшивных потолках, в санитарно-технических кабинках, в вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

Отводные трубопроводы служат для отвода сточных вод от приемников (унитазов, ванн, моек, умывальников) к стоякам. Минимальные уклоны отводных труб от санитарно-технических приборов следует принимать при диаметре 100 мм – 0,012, при диаметре 50 мм – 0,025. Минимальный диаметр отводной трубы: для умывальника, ванны – 40 мм, для мойки – 50 мм, для унитаза – 100 мм. Отводные линии прокладываются открыто по стенам выше пола по кратчайшему расстоянию с установкой на поворотах и концах прочисток.

Стояки служат для приема сточных вод из отводных труб по всем этажам. Стояки прокладываются вертикально и размещаются вблизи приемников сточных вод (в туалетах, кухнях), через которые отводится наиболее загрязненная жидкость (унитазы, мойки). По всей высоте канализационные стояки должны иметь одинаковый диаметр.

Вентиляцию сети необходимо предусматривать через вентиляционные стояки, присоединяемые к высшим точкам трубопроводов, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту 0,3 м (плоская кровля) или 0,5 м (скатная кровля).

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий (устройств, позволяющих прочистить трубу в обоих направлениях) или прочисток (устройств, необходимых для прочистки трубы только в одном направлении): на стояках при отсутствии на них отступов – в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов – также и в вышерасположенных над отступами этажах; в жилых зданиях высотой 5 этажей и более – не реже, чем через три этажа; в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки; на поворотах сети – при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть почищены через другие участки. Высота от пола до центра ревизии должна составлять 1 м.

Выпуски предназначены для приема и отвода сточных вод от одного или нескольких стояков в дворовую и внутриквартальную сеть. Стояки присоединяются к выпуску в начале его с помощью одного или двух отводов по 135°. В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети устраивают смотровые колодцы. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм и не более 12 м при диаметре 100 мм. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до смотрового колодца 3 м. Выпуски следует предусматривать с уклоном не менее 0,02.

3.2 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках

Сети внутренней канализации рассчитывают на максимальный секундный расход сточных вод.

Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках ведется в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ - общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на стояке;

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным стояком, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов N на стояке и вероятности их действия P;

3) в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном стояке и вероятности их действия P подбирается коэффициент α ;

4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

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

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

при $q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$; для мойки со смесителем $q_0^s = 0,6 \text{ л/с}$;

при $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}$$

Диаметр канализационного стояка надлежит принимать по табл. 3.1. в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости q_s , л/с, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку.

Таблица 3.1. Диаметры канализационных стояков

Диаметр поэтажного отвода	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм			
		50	85	100	150
	90	0,8	2,8	4,3	11,4
50	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
	90	–	2,1	–	–
85	60	–	3,2	–	–
	45	–	3,6	–	–
	90	–	–	3,2	8,5
100	60	–	–	4,9	12,8
	45	–	–	5,5	14,5
	90	–	–	–	17,2
150	60	–	–	–	11,0
	45	–	–	–	12,6

Примечание: Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку.

3.3 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных выпусках

Для каждого выпуска расчет ведется отдельно в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном выпуске (на всех стояках, присоединяемых к данному выпуску);

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным выпуском, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов N на выпуске и вероятности действия приборов P ;

3) в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном выпуске и вероятности их действия P подбирается коэффициент α ;

4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

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

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

$$\text{при } q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$;

$$\text{при } q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$$

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}$$

Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Гидравлический расчет выпусков следует производить расчетом, назначая скорость движения жидкости v , м/с, и наполнение h/d таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K$$

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

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

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

В тех случаях, когда выполнить это условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром $40\text{-}50$ мм следует прокладывать с уклоном $0,03$, а диаметром 85 и 100 мм – с уклоном $0,02$.

4 Внутренние водостоки

Отвод атмосферных осадков (дождевых и талых вод) с крыш зданий осуществляется по трубопроводам, расположенным внутри зданий. Вода из систем внутренних водостоков отводится в наружные сети дождевой или общесплавной системы канализации.

Внутренние водостоки состоят из следующих элементов:

- водосточные воронки;
- отводные трубопроводы, стояки, коллекторы и выпуски;
- устройства для осмотра и прочистки (ревизии, прочистки и смотровые колодцы).

На плоских кровлях жилых и общественных зданий допускается устанавливать по одной водосточной воронке на каждую секцию. Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м. Длина выпуска L от стояка до колодца внутриквартальной сети при диаметре трубы 100 мм и более не должна превышать 10 м.

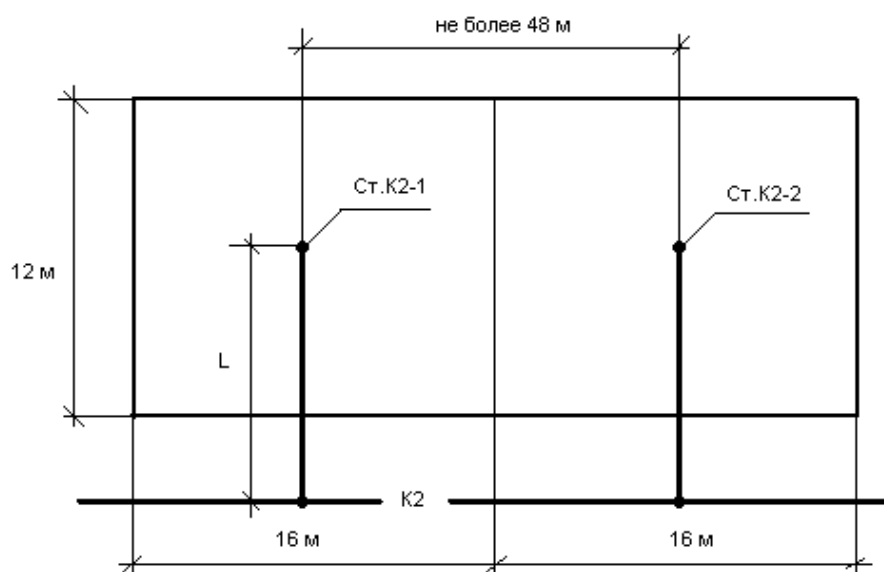


Рис. 4.1. План кровли с размещением внутренних водостоков.

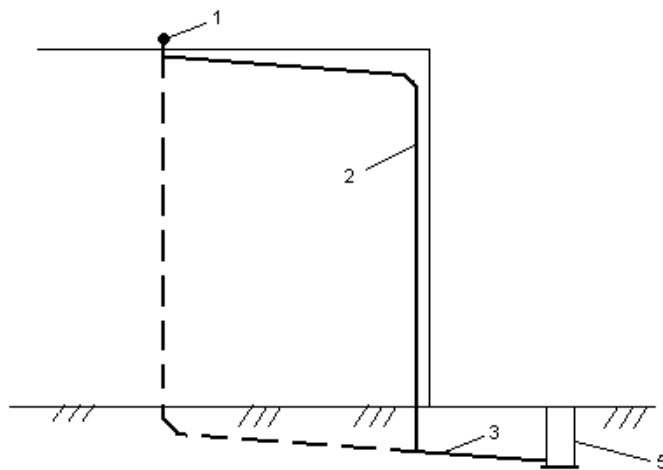
Для водостоков применяются чугунные (напорные и безнапорные), пластмассовые и асбестоцементные трубы.

Водосточные стояки прокладываются в отапливаемых помещениях лестничных клеток, коридоров или других подсобных помещений. Прокладка стояков может быть открытой (по стенам, колоннам) или скрытой (в бороздах внутренних стен зданий) в коробах или шахтах. Диаметры водосточных стояков определяются по таблице 4.1.

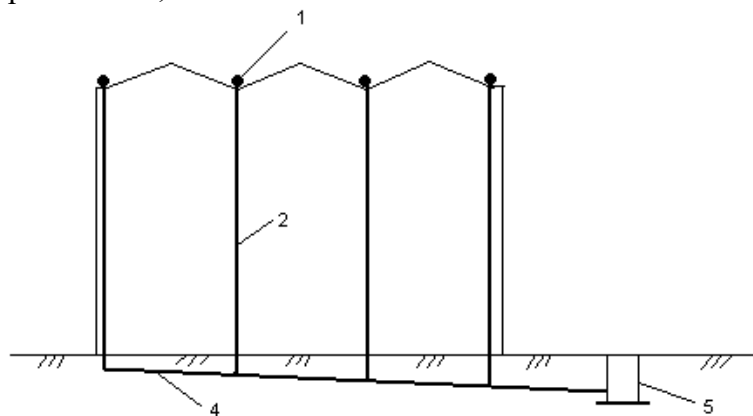
Таблица 4.1.

Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Расчетный расход дождевых сточных вод на водосточный стояк, л/с	10	20	50	80

При перпендикулярной схеме (рис. 4.2а) каждый стояк оборудуется отдельным выпуском, отводящим дождевые сточные воды за пределы здания. При пересеченной схеме (рис. 4.2б) все стояки присоединяются к сборному коллектору, оборудованному одним выпуском.



а) перпендикулярная схема;



б) пересеченная схема.

Рис. 4.2. Схемы внутренней дождевой канализации.

1 – воронка; 2 – стояк; 3 – выпуск; 4 – коллектор; 5 – колодец.

Для жилых зданий с плоскими кровлями применяются воронки Вр7А с патрубком с условным проходом 80 мм, с плоскими эксплуатируемыми кровлями – воронки Вр10 с условным проходом 150 мм.

При условном проходе патрубка 80 мм наибольшая пропускная способность воронки – 5 л/с, при 100 мм – 12 л/с, при 150 мм – 35 л/с. Пропускная способность водосточных стояков соответственно 10, 20 и 50 л/с.

Порядок расчета:

Расчетный расход дождевых вод $Q_{расч}$ определяется по методу предельных интенсивностей, в зависимости от величины водосборной площади кровли (F , м²) и интенсивности дождя (q , л/с с 1 га).

1. Водосборная площадь:

$F = F_{кровли} + 30\%$ от суммарной площади вертикальных стен примыкающих к кровле и возвышающихся над ней

2. При расчета плоских кровель с уклоном менее 1,5% задаются интенсивностью дождя q_{20} для данной местности продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год и определяют $Q_{расч}$.

2.1. Для кровель с уклоном менее 1,5%:

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, л/с$$

где F – водосборная площадь для всех подъездов, м^2 ,
 q_{20} – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год, л/с с 1 га, принимается по СН 4.01.03-2019.

2.2. Для кровель с уклоном более 1,5%:

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \text{л/с}$$

где q_5 – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 5 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год, л/с с 1 га, определяется по формуле:

$$q_5 = 4^n q_{20}$$

где n – параметр, принимаемый согласно СН 4.01.03-2019.

3. Пропускную способность, то есть максимальный расчетный расход (в л/с) при напорном режиме определяется по формуле:

$$q = \sqrt{\frac{H}{S_o}}, \text{л/с}$$

где H – напор в системе, м, определяется как разность отметок кровли у воронки и оси выпуска;

S_o – полное сопротивление системы, $\text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{л}^2$, то есть сумма сопротивлений по всей длине труб ($A_l \cdot l$) и местных сопротивлений фасонных частей труб, включая сопротивления воронки и выпуска, определяется по формуле:

$$S_o = A_l \cdot l + A_m \cdot \sum \xi, \text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{л}^2$$

где A_l – удельное сопротивление по длине трубопровода, определяется по табл. 4.2.

l – длина трубопровода, м ;

A_m – удельное местное сопротивление, принимается в зависимости от диаметра трубопровода по таблице 4.3.

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, определяется по таблице 4.4.

Таблица 4.2. Удельные сопротивления A_l для расчета водопроводных неновых труб.

Стальные трубы		Чугунные трубы	
Условный проход, мм	A_l	Условный проход, мм	A_l
80	1167	80	0,846
100	281,3	100	0,373
150	33,9	150	0,19

Таблица 4.3. Удельные местные сопротивления A_m

d , мм	50	75	80	100	150	200
A_m	0,0132	0,0026	0,002	0,00083	0,000165	0,000052

Таблица 4.4. Коэффициенты местных сопротивлений ξ внутренних водостоков

Вид местного сопротивления	Коэффициент ξ
Приемная воронка	1,5-1,6

Отвод чугунный 90 и 135°	0,65 и 0,45
Отступ	1,0
Тройник прямой и косой	0,025 и 0,8
Крестовина косая	1,2
Гидравлический затвор чугунный	1,5
То же, стальной сварной	2,0

4. После вычисления расчетного расхода определяется необходимое количество водосточных воронок с учетом допустимых расходов, расчетный расход должен быть меньше допустимого расхода.

$$Q_{расч} < Q_{доп}$$

5 Внутриквартальная канализационная сеть

5.1 Устройство внутриквартальной канализационной сети

Внутриквартальная сеть принимает сточную жидкость из выпусков зданий. В местах присоединения выпусков к внутриквартальной канализационной сети устраиваются смотровые колодцы. Последний колодец внутриквартальной канализационной сети называют контрольным.

Внутриквартальную канализационную сеть прокладывают параллельно фасаду здания, по кратчайшему расстоянию к уличному коллектору, с наименьшей глубиной заложения труб. Внутриквартальная сеть устраивается из керамических или чугунных труб.

5.2 Определение расчетных расходов на участках внутриквартальной сети

Смотровые колодцы на внутриквартальной сети обозначаются КК1, КК2 и т.д. в зависимости от количества выпусков.

Для каждого участка дворовой сети расчет ведется отдельно в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ - общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном участке (на всех выпусках, относящихся к данному участку);

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным участком, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов N на участке и вероятности действия приборов P ;

3) в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном участке и вероятности их действия P подбирается коэффициент α ;

4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

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

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

$$\text{при } q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, л/с$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 л/с$;

при $q^{tot} \geq 8 л/с$

$$q_s = q^{tot}, л/с$$

5.3 Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети

Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети заключается в определение диаметров труб, скоростей движения сточной жидкости, уклонов, наполнения, а также глубины заложения труб. Результатом гидравлического расчета канализационной сети является построение ее продольного профиля.

При гидравлическом расчете канализационной сети необходимо выполнить ряд следующих требований:

- 1) минимальный диаметр труб принимается 150 мм;
- 2) скорость движения сточной жидкости рекомендуется принимать не менее 0,7 м/с;
- 3) уклон труб назначается не менее 0,007;
- 4) максимальное наполнение не должно превышать 0,6 для труб диаметром 150-300 мм;
- 5) на канализационной сети не должно быть подпоров, т.е. лоток трубы в конце участка не должен находиться выше, чем лоток трубы в начале участка;
- 6) Расчетные участки в местах их соединения должны выравниваться по уровням воды (при одинаковом диаметре труб) или по шельгам (при разных диаметрах труб), в колодце ГК трубы соединяются по шельгам;
- 7) при необходимости перепада, последний устраивается в контрольном колодце;
- 8) отметка лотка трубы в колодце КК1 вычисляется по следующей формуле:

$$\nabla_{лотка КК1} = \nabla_{пов.земли} - h_{промерз.} + 0,3, м$$

При гидравлическом расчете начальная глубина заложения трубопровода должна быть не менее 0,7 м от верха трубы ($0,7 + d$). Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм.

Построение продольного профиля дворовой канализационной сети ведется после заполнения таблицы 5.1.

Таблица 5.1. Гидравлический расчет канализационной сети

№ участка сети	Длина участка сети L, м	Расчетный расход q, л/с	d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Потери напора, $h = i \cdot L$, м
						$\frac{h}{d}$	h, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Отметки, м						Глубина заложения лотка, м	
Поверхность земли, м		Поверхность воды, м		Поверхность лотка, м		В начале участка	В конце участка
Н	К	Н	К	Н	К		
10	11	12	13	14	15	16	17

6 Устройство и расчет внутридомового газопровода

В жилые здания газ поступает по газопроводам от городской распределительной сети. Эти газопроводы состоят из ответвлений, подводящих газ к зданию, и внутридомовых газопроводов, которые транспортируют газ внутри здания и распределяют его между отдельными газовыми приборами. Внутридомовые газопроводы состоят из ввода, внутриквартирного или дворового газопровода, внутридомовой сети, газовых приборов, запорной, регулирующей и предохранительной арматуры, контрольно-измерительных приборов.

Вводы газопроводов в жилые и общественные здания устраивают через нежилые общественные помещения (лестничные клетки, кухни, коридоры), доступные для осмотра труб.

Газовые стояки прокладывают в лестничных клетках, коридорах, непосредственно на кухне. Не допускается прокладка стояков в жилых помещениях, санузлах, ванных комнатах.

Для устройства внутридомовых газопроводов применяют стальные водогазопроводные трубы. Соединение труб осуществляется на сварке, резьбовые и фланцевые соединения устраивают только в местах установки арматуры.

Проектирование и расчет систем внутреннего газопровода производится в следующей последовательности:

1. Производится трассировка сети внутреннего газопровода, назначается расположение стояков газопровода, намечаются места расположения запорно-регулирующей арматуры.

2. Составляется аксонометрическая схема сети внутреннего газопровода. Выбирается наиболее далеко расположенный от ввода газопроводный стояк, и расчетное направление на схеме разбивается на расчетные участки, определяется длина расчетных участков.

3. Определяются расчетные расходы газа на участках газопровода по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где k_{sim} - коэффициент одновременности для жилых домов, принимается по таблице 6.1.

Таблица 6.1. Значение коэффициента одновременности (K_{sim}) для жилых домов

Число квартир	Коэффициент одновременности K_{sim} в зависимости от установки в жилых домах газового оборудования			
	Плита 4-конфорочная	Плита 2-конфорочная	Плита 4-конфорочная и газовый проточный водонагреватель	Плита 2-конфорочная и газовый проточный водонагреватель
1	1	1	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,392	0,360
7	0,274	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335

9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,231	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193
60	0,220	0,207	0,203	0,186
70	0,217	0,205	0,195	0,180
80	0,214	0,204	0,192	0,175
90	0,212	0,203	0,187	0,171
100	0,210	0,202	0,185	0,163
400	0,180	0,170	0,150	0,135

$Q_{ном}$ – номинальный расход газа прибором, принимается $1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$;

n_i – число однотипных приборов (плит).

4. По расчетным расходам газа назначаются диаметры труб на участках сети. Данные расчета сводятся в таблицу 6.2.

Таблица 6.2. Таблица расчета внутреннего газопровода

№ участка	Расчетный расход газа, $\text{м}^3/\text{час}$	Диаметр условного прохода газопровода, мм	Длина участка, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$	Эквивалентная длина при $\xi=1$, м	Эквивалентная длина местных сопротивлений, м	Расчетная длина участка, м	Удельные потери в Па на 1 м длины	Потери давления на участке, Па	Гидростатическое давление, Па	Потери давления с учетом гидростатического давления, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяется по таблице 6.3:

Таблица 6.3. Таблица для определения коэффициентов местного сопротивления

Вид местных сопротивлений	Значение ξ	Вид местного сопротивления	Значение ξ для диаметров в мм					
			15	20	25	32	40	>50
Внезапное сужение в пределах перехода на следующий диаметр по ГОСТу	0,35	Угольник 90°	2,2	2,1	2	1,8	1,6	1,1
Тройник проходной	1	Пробочный кран	4	2	2	2	2	2
Тройник поворотный (ответвление)	1,5	Вентиль прямой	11	7	6	6	6	5
Крестовина проходная	2	Вентиль «косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Крестовина поворотная	3	–	–	–	–	–	–	–

Отвод гнутый 90°	0,3	Задвижка	0,5 (D=50-100)	0,25 (D=175-200)	0,15 (D=300 и более)
------------------	-----	----------	----------------	------------------	----------------------

6. Эквивалентная длина при $\xi = 1$, м (для природного газа).

7. Эквивалентная длина местных сопротивлений, м, определяется как произведение суммы коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$ и эквивалентной длины при $\xi=1$ (гр.5 * гр.6).

8. Расчетная длина участка определяется как сумма длины расчетного участка газопровода и эквивалентной длины местных сопротивлений (гр.4 + гр.7).

9. Удельные потери в Па на 1 м длины определяются по рисунку 6.2. (для природного газа).

10. Потери давления на участке определяются как произведение расчетной длины участка на удельное давление на 1 м длины (гр.8 * гр.9).

11. Гидростатическое давление определяется по формуле:

$$\Delta p = gH(1,29 - \rho_{\text{газа}}), \text{Па}$$

где H – разность геометрических отметок конца и начала участка, считая по ходу газа, м;

1,29 – плотность воздуха, кг/м³;

$\rho_{\text{газа}}$ – плотность природного газа, $\rho_{\text{газа}} = 0,73$ кг/м³.

12. Общие потери давления определяются как сумма потерь давления на участке и гидростатического давления (гр.10 + гр.11). Сумма общих потерь давления на расчетных участках сравнивается с допустимыми потерями давления, которые не должны быть более 350 Па (для домов многоэтажной застройки).

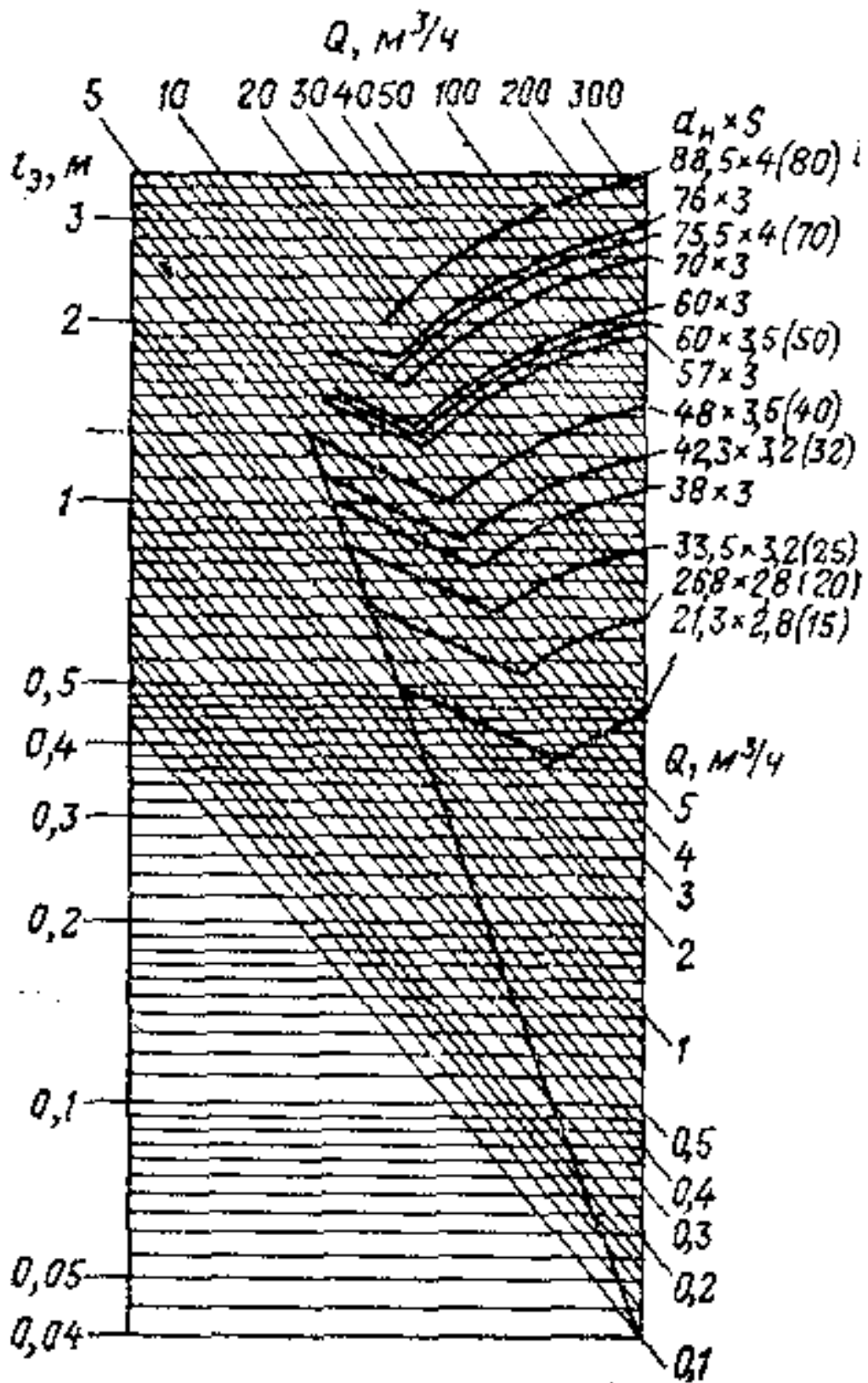


Рис. 6.1. Номограмма для определения эквивалентных длин при $\xi=1$.

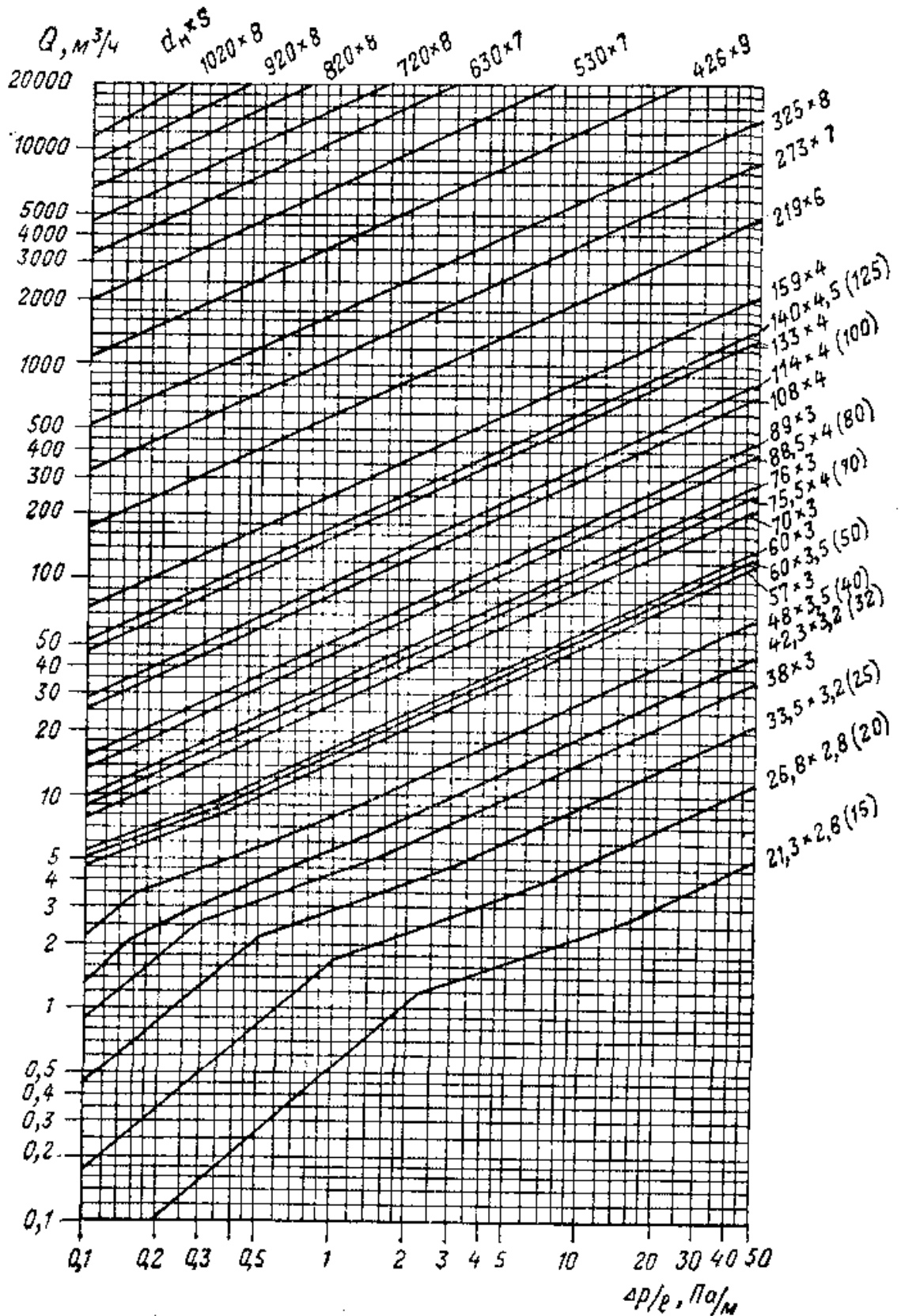


Рис. 6.2. Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления (до 5 кПа). Природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

Пример расчета

Исходные данные: Количество этажей в здании – 5, высота этажа (от пола до пола) – 2,8 м, высота подвала (от пола первого этажа до пола подвала) – 2,2 м, отметка пола первого этажа – 126,0 м, отметка поверхности земли участка – 125 м, гарантийный напор в сети – 22 м, норма водопотребления – 270 л/сут·чел., глубина промерзания – 1 м, отметка лотка трубы в городском колодце – 122,5 м. Планы типового этажа и подвала.

Расчет внутреннего водопровода холодного водоснабжения

Составляем аксонометрическую схему внутреннего холодного водопровода.

Выбираем расчетное направление, которое разбиваем на расчетные участки.

Определяем вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_o^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{5,6 \cdot 90}{0,2 \cdot 90 \cdot 3600} = 0,0078$$

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления, $q_{hr,u}^c = 5,6$ л/с

q_o^c – секундный расход холодной воды прибором; $q_o^c = 0,2$ л/с;

N – общее число санитарно-технических приборов в здании, N = 90;

U – общее число водопотребителей в здании, U = 90 чел.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводим в таблицу.

Гидравлический расчет внутреннего холодного водопровода

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	N*P	α	$q^c = 5q_o^c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d, мм	Скорость воды v, м/с	Удельные потери напора 1000i, мм/м	Длина расчетного участка L, м	Потери напора на участке H = i*L, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	1	0,0078	0,0078	0,2	0,2	15	1,18	360,5	0,7	0,25
1-2	2	0,0078	0,0156	0,205	0,205	15	1,18	360,5	1,2	0,43
2-3	3	0,0078	0,0234	0,222	0,222	15	1,28	420,6	4,3	1,81
3-4	6	0,0078	0,0468	0,268	0,268	20	0,86	134,2	2,8	0,38
4-5	9	0,0078	0,0702	0,304	0,304	20	0,94	154,9	2,8	0,43
5-6	12	0,0078	0,0936	0,336	0,336	20	1,02	189,4	2,8	0,45
6-7	15	0,0078	0,117	0,367	0,367	20	1,12	225,3	6,1	1,38

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	N*P	α	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d, мм	Скорость воды v, м/с	Удельные потери напора 1000i, мм/м	Длина расчетного участка L, м	Потери напора на участке H = i*L, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7-8	30	0,0078	0,234	0,476	0,476	25	0,95	102,4	0,5	0,05
8-9	45	0,0078	0,351	0,573	0,573	25	1,07	149,6	5,6	0,84
9-10	90	0,0078	0,702	0,703	0,703	32	0,73	48,4	1,1	0,053
										$\Sigma 6,073$

Выполняем подбор водомера.

Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать, исходя из среднечасового расхода воды за сутки, определяемого по формуле:

$$Q_{ч.ср} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24} = \frac{0,001 \cdot 270 \cdot 90}{24} = 1,013 \quad \text{м}^3/\text{час}$$

где U – общее число водопотребителей в здании, чел.;

Q₀ – норма водопотребления, л/сут на 1 человека.

Диаметр условного прохода счетчика подбираем по таблице 1.2. по величине Q_{час.ср.} (эксплуатационного расхода). Принимаем счетчик с условным проходом 25 мм, эксплуатационный расход – 2,8 м³/час.

Потери напора в счетчике воды определяем по формуле:

$$h_{сч} = S \cdot q^2 = 2,64 \cdot 0,703^2 = 1,31 \text{ м} < 2,5 \text{ м}$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м·с²/л²;

q – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе), л/с.

После выполнения гидравлического расчета определяем требуемый напор.

$$H_{тр} = H_2 + h_{вв} + h_{сч} + h_l + h_M + H_f, \text{ м}$$

где H₂ – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода

$$H_2 = 137,2 - 123,1 = 14,1 \text{ м};$$

h_l – сумма потерь напора по длине на расчетных участках, h_l = 6,073 м;

h_M – сумма местных потерь напора, м, для хозяйственно-питьевого водопровода жилых и общественных зданий местные потери напора (в соединениях и фасонных частях труб) принимаются в размере 30% от потерь напора по длине труб;

$$h_M = 6,073 \cdot 0,3 = 1,822 \text{ м}$$

H_f – свободный напор у диктующего водоразборного устройства, принимаем у смесителя мойки – 2 м.

$h_{\text{вв}}$ - потери напора на трение во вводе, м:

$$h_{\text{вв}} = i \cdot l, \text{ м}$$

где l – длина ввода (от наружной сети до водомерного узла), $l = 17,5$ м;
 i – уклон ввода, принимается $0,005$.

$$h_{\text{вв}} = i \cdot l = 0,005 \cdot 17,5 = 0,088 \text{ м}$$

$$H_{\text{тр}} = 14,1 + 0,088 + 1,31 + 6,073 + 1,822 + 2 = 25,393 \text{ м}$$

Полученную величину требуемого напора необходимо сравнить с величиной гарантийного напора.

$$H_{\text{тр}} = 25,393 \text{ м} > H_{\text{гар}} = 22 \text{ м}$$

Поскольку требуемый напор больше гарантийного на величину более 2 м, необходимо предусмотреть повысительную насосную установку.

Подбор насоса осуществляем по его расчетной подаче, равной расходу воды на вводе – $0,703$ л/с ($2,53$ м³/час), и напору, определяемому из выражения:

$$H = H_{\text{тр}} - H_{\text{гар}} + h_{\text{н.у.}} = 25,393 - 22 + 2 = 5,393 \text{ м}$$

Для установки принимаем насосы марки ЦВЦ (1 рабочий, 1 резервный), подача 2,5-25 м³/час, напор 2-9,2 м.

Расчет системы внутреннего горячего водопровода

Аксонметрическая схема внутреннего водопровода горячего водоснабжения составляем аналогично схеме внутреннего водопровода холодного водоснабжения.

Гидравлический расчет внутреннего водопровода горячего водоснабжения ведем аналогично гидравлическому расчету внутреннего водопровода холодного водоснабжения. В длину расчетного участка входит также длина полотенцесушителя (2 м).

Общее число приборов N для горячего водоснабжения определяем без учета смывных бачков унитазов.

Выбираем расчетное направление, которое разбиваем на расчетные участки.

Определяем вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{\text{hr,u}}^c \cdot U}{q_o^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{10 \cdot 90}{0,2 \cdot 60 \cdot 3600} = 0,0208$$

где $q_{\text{hr,u}}^c$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего потребления, $q_{\text{hr,u}}^c = 10$ л/с

q_o^c – секундный расход горячей воды прибором; $q_o^c = 0,2$ л/с;

N – общее число санитарно-технических приборов, потребляющих горячую воду, в здании, $N = 60$;

U – общее число водопотребителей в здании, $U = 90$ чел.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводим в таблицу.

Гидравлический расчет внутреннего горячего водопровода

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	N*P	α	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d, мм	Скорость воды v, м/с	Удельные потери напора 1000l, мм/м	Длина расчетного участка l, м	Потери напора на участке $H = i^*l$, м
0-1	1	0,0208	0,0208	0,217	0,217	15	1,47	560,4	0,7	0,39
1-2	2	0,0208	0,0416	0,259	0,259	20	0,78	110,6	6	0,66
2-3	4	0,0208	0,0832	0,323	0,323	20	0,94	206,4	4,8	1,18
3-4	6	0,0208	0,1248	0,378	0,378	20	1,25	265,6	4,8	0,99
4-5	8	0,0208	0,1664	0,42	0,42	20	1,4	336,1	4,8	1,61
5-6	10	0,0208	0,208	0,458	0,458	25	0,84	91,3	6,1	0,56
6-7	20	0,0208	0,416	0,624	0,624	25	1,21	180,7	0,5	0,09
7-8	30	0,0208	0,624	0,755	0,755	32	0,78	54,9	5,6	0,31
8-9	60	0,0208	1,248	1,096	1,096	32	1,15	111,9	1,1	0,12
										$\Sigma 5,91$

Расчет циркуляционных расходов начинаем с определения потерь тепла на участках и всей системы горячего водоснабжения. Результаты расчета приведены в таблице.

Определение потерь тепла и циркуляционных расходов

№ участка	Диаметр трубы, мм		Температурный напор Δt , °C	Длина участка l, м	1 - η	Потери тепла на участке Q_i , ккал/час	Сумма потерь ΣQ_i , ккал/час	Циркуляционный расход $G_{ц}$	
	наружный d_n	внутренний d_b						л/час	л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5-1 (ст. Т3-1)	26,8	20	55-20 =35	19,4	1	571	571	-	-
5-6 (подводка к ст. Т3-1)	33,5	25	55-5 = =50	6,1	1-0,7= =0,3	96	667	66,7	0,019

Ст. Т3-2	26,8	20	35	19,4	1	571	571	–	–
Подводка к ст. Т3-2	33,5	25	50	3,1	0,3	50	621	62,1	0,017
6-7	33,5	25	50	0,5	0,3	8	1296	129,6	0,036
Ст. Т3-3	26,8	20	35	19,4	1	571	571	–	–
Подводка к ст. Т3-3	33,5	25	50	3,1	0,3	50	621	62,1	0,017
7-8	42,3	32	50	5,6	0,3	112	2029	202,9	0,056
Ст. Т3-6	26,8	20	35	19,4	1	571	571	–	–
12-11 (подводка к ст. Т3-6)	33,5	25	50	6,1	0,3	96	667	66,7	0,019
Ст. Т3-5	26,8	20	35	19,4	1	571	571	–	–
Подводка к ст. Т3-5	33,5	25	50	3,1	0,3	50	621	62,1	0,017
10-11	33,5	25	50	0,5	0,3	8	1296	129,6	0,036
Ст. Т3-4	26,8	20	35	19,4	1	571	571	–	–
Подводка к ст. Т3-4	33,5	25	50	3,1	0,3	50	621	62,1	0,017
10-8	42,3	32	50	5,6	0,3	112	2029	202,9	0,056
8-9	42,3	32	50	1,1	0,3	22	4080	408	0,113

1. Участок 1а-5 (ст. Т3-1):

$$Q_{5-1a} = k\pi d_n l (t_{2,ср} - t_o) (1 - \eta) = 10 \cdot 3,14 \cdot 0,0268 \cdot 19,4 \cdot 35 \cdot 1 = 571 \text{ ккал/ч}$$

$\eta = 0$, так как трубы неизолированные, температура в помещении $t_o = 20^\circ\text{C}$, $k = 10 \frac{\text{ккал}}{\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$.

2. Подводка к ст. Т3-2 (5-6):

$$Q_{5-6} = k\pi d_n l (t_{2,ср} - t_o) (1 - \eta) = 10 \cdot 3,14 \cdot 0,0335 \cdot 6,1 \cdot 50 \cdot 0,3 = 96 \text{ ккал/ч}$$

$\eta = 0,7$ для изолированных труб, находящихся в неотапливаемом помещении, температура в помещении $t_o = 20^\circ\text{C}$.

3. Сумма потерь на участке 5-6:

$$Q_n = Q_{5-1a} + Q_{5-6} = 571 + 96 = 667 \text{ ккал/ч}$$

4. Необходимый циркуляционный расход через стояк Т3-1:

$$G_{ц} = \frac{Q_n}{\Delta t} = \frac{667}{10} = 66,7 \text{ л/час} = 0,019 \text{ л/с}$$

Δt – разница температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков, принимается от 5 до 15 $^\circ\text{C}$, для расчета принимаем $\Delta t = 10^\circ\text{C}$.

5. Суммарные потери тепла на участке 6-7:

$$Q_n = Q_{5-1a} + Q_{5-6} + Q_{Т3-2} + Q_{подв.Т3-2} + Q_{6-7} = 571 + 96 + 571 + 50 + 8 = 1296 \text{ ккал/ч}$$

Уточненный гидравлический расчет внутреннего горячего водопровода

№	Расход воды, л/с	Длина	Диа-	Ско-	Потери напора
---	------------------	-------	------	------	---------------

участка	горячей q	циркуляционной G _ц	сумма q+ G _ц	l, м	метр d, мм	рость v, м/с	R _л , кгс/м ²	на участке ΔH _{уч} , мм. вод. ст.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8-9	1,096	0,113	1,209	1,1	32	1,26	152	201
7-8	0,755	0,056	0,811	5,6	32	0,84	64	430
6-7	0,624	0,036	0,66	0,5	25	1,23	187	112
5-6	0,458	0,019	0,477	6,1	25	0,89	102	747
4-5	0,42	0,019	0,439	4,8	25	0,82	85	490
3-4	0,378	0,019	0,397	4,8	20	1,24	262	1509
2-3	0,323	0,019	0,342	4,8	20	1,22	256	1475
1а-2	0,259	0,019	0,278	5	20	0,87	135	810
Цирк. стояк 1	–	0,019	0,019	15,7	20	0,06	1,1	26
5'-6'	–	0,019	0,019	6,1	20	0,06	1,1	10
6'-7'	–	0,036	0,036	0,5	20	0,12	2,07	2
7'-8'	–	0,056	0,056	5,6	20	0,18	3,22	27
8'-9'	–	0,113	0,113	1,1	20	0,36	25	41
								Σ5880
6 – Ст.2	0,458	0,017	0,475	3,1	25	0,88	100	372
Ст. 2	Из расчета ст. 1: 490+1509+1475+810							4284
Цирк. стояк 2	–	0,017	0,017	15,7	20	0,05	0,92	22
Цирк. стояк 2 – 6'	–	0,017	0,017	3,1	20	0,05	0,92	4,3
								Σ4682

Потери напора на отдельных участках определяем по формуле:

$$\Delta H_{уч} = R_{л}(1 + \alpha), \text{ кгс/м}^2$$

где R_л – удельные потери напора, кгс/м² · м; α – коэффициент местных потерь напора, принимаем 0,2 для подающих трубопроводов; 0,5 – для циркуляционных трубопроводов.

Для проверки увязки потерь напора в трубопроводах водоразборных и циркуляционных стояков с располагаемым перепадом давлений в точках их присоединения к подающим и циркуляционным трубопроводам рассчитываем другие кольца.

Расчет кольца через стояк № 2.

Располагаемый напор в кольце Н_р = 5067 кгс/м².

Невязка в месте присоединения ст. 2 к магистрали $\frac{5067 - 4682}{5067} \cdot 100 = 7,5\%$ не превышает допустимой 10%.

Расчет кольца через стояк № 3.

Располагаемый напор в кольце через стояк № 3 равен сумме располагаемого напора в месте подсоединения стояка № 2 (точки 6 и 6') и потерь напора на подающем участке 6-7 и циркуляционном участке 6'-7', то есть Н_р = 5067 + 112 + 2 = 5181 кгс/м².

Падение напора в кольце то же, что и в стояке № 2, и равно 4682 кгс/м². Невязка $\frac{5181 - 4682}{5181} \cdot 100 = 9,6\%$ не превышает допустимой 10%.

Требуемый напор в точке присоединения системы горячего водоснабжения к городскому водопроводу определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{вод} + H_2 + H_{св} + \Delta H_{под,м}$$

где Н_{вод} – потери напора в водомере :

$$h_{сч} = S \cdot q^2 = 1,3 \cdot 1,096^2 = 1,56 \text{ м} < 2,5 \text{ м}$$

где q – расход воды на вводе (участок 8-9) без учета циркуляционного расхода, л/с;

S – гидравлическое сопротивление счетчика, принимаем счетчик с диаметром условного прохода 32 мм, $S = 1,3 \text{ м}/(\text{л}/\text{с}^2)$.

H_r – геометрическая высота подъема воды от оси трубопровода на вводе до оси наиболее высоко расположенного водоразборного прибора (см. аксонометрическую схему горячего водопровода), м;

$H_{св}$ – свободный напор перед диктующим прибором (для умывальника, кухонной мойки – 2 м, для ванны со смесителем – 3 м);

$\Delta H_{под}$ – потери напора в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения (принимаются из гидравлического расчета с учетом повышения шероховатости стенок труб от накипи), $\Delta H_{п} = 5880 \cdot 1,2 = 7056 \text{ мм.вод.ст.} \approx 7 \text{ м}$

$$H_{мп} = 1,56 + 14,1 + 2 + 7 = 24,46 \text{ м} > H_{зар} = 22 \text{ м}$$

Поскольку требуемый напор превышает гарантийный, необходимо предусмотреть установку повысительных насосов. В системах горячего водоснабжения жилых зданий в качестве дополнительных повысительных насосов используют циркуляционные насосы, устанавливаемые на подающем трубопроводе между ступенями подогревателя. Требуемый напор повысительных насосов определяется по формуле:

$$H_{нов} = H_{мп} - H_{зар} = 24,46 - 22 = 2,46 \text{ м}$$

Производительность насоса принимаем равной расходу на горячее водоснабжение с учетом циркуляции (см. участок 8-9):

$$G_{ц.н.} = q + G_y = 1,209 \text{ л/с} = 4,35 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Принимаем к установке два насоса марки ЦВЦ (1 рабочий, 1 резервный), производительностью 2,5-25 м³/час, напором 2-9,2 м.

Расчет системы внутренней канализации

Трассировка сети внутренней канализации представлена в Приложении 2, фрагмент аксонометрической схемы внутренней канализации – в Приложении 5.

Определяем расчетные расходы сточных вод на канализационных стояках.

Стояк К1-1 (К1-6):

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 10}{0,3 \cdot 20 \cdot 3600} = 0,0072$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на стояке;

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным стояком, чел.;

– произведение общего числа санитарно-технических приборов на стояке и вероятности их действия P :

$$N \cdot P = 10 \cdot 0,0072 = 0,072$$

коэффициент $\alpha = 0,2$;

–общий максимальный расход воды:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ л/с}$$

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

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

– максимальный секундный расход сточных вод:

так как $q^{tot} = 0,3 \text{ л/с} \leq 8 \text{ л/с}$, то

$$q_s = q^{tot} + q_o^s = 0,3 + 1,6 = 1,9 \text{ л/с}$$

где q_o^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_o^s = 1,6 \text{ л/с}$; для мойки со смесителем $q_o^s = 0,6 \text{ л/с}$.

По табл. 3.1. принимаем диаметр канализационного стояка в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости $q_s = 1,9 \text{ л/с}$, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Так как диаметр отвода от унитаза составляет 100 мм, диаметр стояка принимаем 100 мм, максимальная пропускная способность стояка 3,2 л/с, угол присоединения поэтажного отвода к стояку 90° .

Стояк К1-2 (К1-5):

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_o^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 15}{0,3 \cdot 20 \cdot 3600} = 0,0108$$

– произведение общего числа санитарно-технических приборов на стояке и вероятности их действия P:

$$N \cdot P = 15 \cdot 0,0108 = 0,162$$

$$\text{коэффициент } \alpha = 0,205;$$

– общий максимальный расход воды:

$$q^{tot} = 5q_o^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,205 = 0,308 \text{ л/с}$$

– максимальный секундный расход сточных вод:

так как $q^{tot} = 0,308 \text{ л/с} \leq 8 \text{ л/с}$, то

$$q_s = q^{tot} + q_o^s = 0,308 + 1,6 = 1,908 \text{ л/с}$$

где q_o^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_o^s = 1,6 \text{ л/с}$; для мойки со смесителем $q_o^s = 0,6 \text{ л/с}$.

По табл. 3.1. принимаем диаметр канализационного стояка в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости $q_s = 1,908 \text{ л/с}$, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Так как диаметр отвода от унитаза составляет 100 мм, диаметр стояка принимаем 100 мм, максимальная пропускная способность стояка 3,2 л/с, угол присоединения поэтажного отвода к стояку 90° .

Стояк К1-3 (К1-4):

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_o^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 20}{0,3 \cdot 20 \cdot 3600} = 0,014$$

– произведение общего числа санитарно-технических приборов на стояке и вероятности их действия P:

$$N \cdot P = 20 \cdot 0,014 = 0,28$$

$$\text{коэффициент } \alpha = 0,518;$$

– общий максимальный расход воды:

$$q^{tot} = 5q_o^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,518 = 0,777 \text{ л/с}$$

– максимальный секундный расход сточных вод:

так как $q^{tot} = 0,777 \text{ л/с} \leq 8 \text{ л/с}$, то

$$q_s = q^{tot} + q_o^s = 0,777 + 1,6 = 2,377 \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$; для мойки со смесителем $q_0^s = 0,6 \text{ л/с}$.

По табл. 3.1. принимаем диаметр канализационного стояка в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости $q_s = 2,377 \text{ л/с}$, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Так как диаметр отвода от унитаза составляет 100 мм, диаметр стояка принимаем 100 мм, максимальная пропускная способность стояка 3,2 л/с, угол присоединения поэтажного отвода к стояку 90° .

Определяем расчетные расходы сточных вод на канализационных выпусках

В здании имеются два выпуска. Для каждого выпуска расчет ведется отдельно в следующей последовательности.

Выпуск 1:

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 45}{0,3 \cdot 60 \cdot 3600} = 0,0108$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном выпуске;

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным выпуском, чел.;

– произведение общего числа санитарно-технических приборов N на выпуске и вероятности действия приборов P:

$$N \cdot P = 45 \cdot 0,0108 = 0,486$$

коэффициент $\alpha = 0,672$;

– общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,672 = 1,008 \text{ л/с}$$

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

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

максимальный секундный расход сточных вод:

$$\text{Так как } q^{tot} = 1,008 \text{ л/с} \leq 8 \text{ л/с}$$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s = 1,008 + 1,6 = 2,608 \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$;

Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску, при этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов – не менее 0,3.

Принимаем диаметр выпуска 100 мм, расчетное наполнение составит 0,44, скорость 0,82 м/с. Гидравлический расчет выпусков следует производить расчетом, назначая скорость движения жидкости v , м/с, и наполнение h/d таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq 0,6$$

$$0,82 \sqrt{0,44} = 0,54 \leq 0,6$$

Это условие не выполняется из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, однако принять меньший диаметр выпуска мы не можем, так как диаметры стояков,

присоединяемых к данному выпуску, 100 мм, а диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

Расчет выпуска № 2 аналогичен расчету выпуска № 1.

Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети

Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети заключается в определении диаметров труб, скоростей движения сточной жидкости, уклонов, наполнения, а также глубины заложения труб. Результатом гидравлического расчета канализационной сети является построение ее продольного профиля.

Определяем расчетные расходы по участкам внутриквартальной канализационной сети:

Участок КК1–КК2:

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 45}{0,3 \cdot 60 \cdot 3600} = 0,0108$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном выпуске;

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным выпуском, чел.;

– произведение общего числа санитарно-технических приборов N на выпуске и вероятности действия приборов P :

$$N \cdot P = 45 \cdot 0,0108 = 0,486$$

коэффициент $\alpha = 0,672$;

– общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,672 = 1,008 \text{ л/с}$$

где q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой):
 $q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с}$;

максимальный секундный расход сточных вод:

Так как $q^{tot} = 1,008 \text{ л/с} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s = 1,008 + 1,6 = 2,608 \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$.

Участок КК1–КК2:

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 90}{0,3 \cdot 120 \cdot 3600} = 0,0108$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном выпуске;

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным выпуском, чел.;

– произведение общего числа санитарно-технических приборов N на выпуске и вероятности действия приборов P :

$$N \cdot P = 90 \cdot 0,0108 = 0,959$$

коэффициент $\alpha = 0,672$;

– общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,959 = 1,439 \text{ л/с}$$

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

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

максимальный секундный расход сточных вод:

Так как $q^{tot} = 1,439 \text{ л/с} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s = 1,439 + 1,6 = 3,039 \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$.

Расчетный расход на участке КК2-ККК равен расходу на участке КК1-КК2.

Отметка лотка трубы в колодце КК1 вычисляется по следующей формуле:

$$\nabla_{\text{лотка КК1}} = \nabla_{\text{пов.земли}} - h_{\text{промерз.}} + 0,3 = 125 - 1 + 0,3 = 124,3 \text{ м}$$

При гидравлическом расчете начальная глубина заложения трубопровода должна быть не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм.

Глубина заложения:

$$h = \nabla_{\text{пов.земли}} - \nabla_{\text{лотка КК1}} = 125 - 124,3 = 0,7 \text{ м} < h_{\text{min}}$$

$$h_{\text{min}} = 0,7 + d = 0,7 + 0,15 = 0,85 \text{ м}$$

Принимаем к расчету глубину заложения $h = 0,85 \text{ м}$.

Гидравлический расчет канализационной сети

№ участка сети	Длина участка сети L, м	Расчетный расход q, л/с	d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Потери напора, h = i·L, м
						$\frac{h}{d}$	h, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КК1-КК2	10,5	2,608	150	0,007	0,54	0,31	0,047	0,074
КК2-ККК	10,5	3,039	150	0,007	0,56	0,44	0,066	0,074
ККК-ГК	5	3,039	150	0,007	0,56	0,44	0,066	0,035

Отметки, м						Глубина заложения лотка, м	
Поверхность земли, м		Поверхность воды, м		Поверхность лотка, м		В начале участка	В конце участка
Н	К	Н	К	Н	К		
10	11	12	13	14	15	16	17
125	125	124,197	124,123	124,15	124,076	0,85	0,924
125	125	124,123	124,049	124,057	123,983	0,943	1,017
125	125	122,601	122,566	122,535	122,5	2,465	2,5

По результатам гидравлического расчета построен продольный профиль дворовой сети.

Расчет внутренних водостоков

Расчетный расход дождевых вод $Q_{расч}$ определяем по методу предельных интенсивностей, в зависимости от величины водосборной площади кровли (F , м²) и интенсивности дождя (q , л/с с 1 га).

1. Водосборная площадь:

$$F = F_{кровли} = 340,8 \text{ м}^2$$

2. Для расчета плоской кровли с уклоном менее 1,5% задаемся интенсивностью дождя q_{20} для данной местности продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год (СН 4.01.03-2019) и определяют $Q_{расч}$.

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} = \frac{340,8 \cdot 95}{10000} = 3,24 \text{ л/с}$$

где F – водосборная площадь для всех подъездов, м²,

q_{20} – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год, л/с с 1 га, принимается по СН 4.01.03-2019.

3. Пропускную способность, то есть максимальный расчетный расход (в л/с) при напорном режиме определяем по формуле:

$$q = \sqrt{\frac{H}{S_o}} = \sqrt{\frac{16,52}{10,16}} = 1,27 \text{ л/с}$$

где H – напор в системе, м, определяется как разность отметок кровли у воронки и оси выпуска, $H = \nabla_{\text{кровли}} - \nabla_{\text{выпуска}} = 140,5 - 123,98 = 16,52 \text{ м}$;

S_o – полное сопротивление системы, $\text{м}^5/\text{л}^2$, то есть сумма сопротивлений по всей длине труб (A_l) и местных сопротивлений фасонных частей труб, включая сопротивления воронки и выпуска, определяем по формуле:

$$S_o = A_l \cdot l + A_m \cdot \sum \xi, \text{ м} \cdot \text{с}^2 / \text{л}^2 = 0,846 \cdot 12 + 0,002 \cdot (1,5 + 0,45 + 1,0) = 10,16$$

где A_l – удельное сопротивление по длине трубопровода, определяем по табл. 4.2 для диаметра трубопровода 80 мм.

l – длина трубопровода (12 м), м ;

A_m – удельное местное сопротивление, принимаем в зависимости от диаметра трубопровода (80 мм) по таблице 4.3.

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (приемная воронка, чугунный отвод 135°, отступ), определяем по таблице 4.4.

4. После вычисления расчетного расхода определяется необходимое количество водосточных воронок с учетом допустимых расходов, расчетный расход должен быть меньше допустимого расхода.

$$Q_{\text{расч}} < Q_{\text{дон}}$$

Расчет внутридомового газопровода

Производим трассировку сети внутреннего газопровода, назначаем расположение стояков газопровода, намечаем места расположения запорно-регулирующей арматуры.

Составляем аксонометрическую схему сети внутреннего газопровода. Выбираем наиболее далеко расположенный от ввода газопроводный стояк, и расчетное направление на схеме разбиваем на расчетные участки, определяем длину расчетных участков.

Определяем расчетные расходы газа на участках газопровода по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где k_{sim} – коэффициент одновременности для жилых домов, принимаем по таблице 6.1.;

q_{nom} – номинальный расход газа прибором, принимается 1,2 $\text{м}^3/\text{ч}$;

n_i – число однотипных приборов (плит).

По расчетным расходам газа назначаем диаметры труб на участках сети. Данные расчета сводим в таблицу. Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяем по таблице 6.3, эквивалентные длины при $\xi=1$ определяем по рис. 6.1. (для природного газа), удельные потери в Па на 1 м длины определяем по рисунку 6.2. (для природного газа). Сумма общих потерь давления на расчетных участках должна быть не более 350 Па.

3 Раздел контроля знаний

(Структура)

Перечень вопросов, выносимых на экзамен по учебной дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

1. Системы водоснабжения.
2. Классификация систем водоснабжения.
3. Схемы сетей внутренних водопроводов.
4. Трассировка и конструирование водопроводной сети.
5. Материалы для водопроводной сети.
6. Водопроводная арматура (классификация).
7. Водоразборная арматура.
8. Запорная арматура.
9. Регулирующая и предохранительная арматура.
10. Утепление и звукоизоляция трубопроводов и оборудования.
11. Устройство вводов.
12. Водомерные узлы.
13. Водосчетчики (крыльчатые, турбинные, комбинированные).
14. Подбор водосчетчиков.
16. Гидравлический расчет внутреннего водопровода.
17. Стабилизация напоров в сети внутреннего водопровода.
18. Насосные повысительные водонапорные установки.
19. Пневматические водонапорные установки.
20. Водонапорные баки.
21. Противопожарные водопроводы (требования СНиП).
22. Устройство противопожарных водопроводов.
23. Спринклерные противопожарные установки.
24. Дренчерные противопожарные установки.
25. Поливочные водопроводы.
26. Специальные питьевые водопроводы.
27. Местные системы горячего водоснабжения.
28. Централизованные системы горячего водоснабжения.
29. Системы внутренней канализации зданий (классификация и элементы).
30. Схема устройства внутренней канализации и ее присоединение к городской сети.
31. Увязка санитарно-технических устройств со строительными конструкциями зданий.
32. Планировка помещений и размещение санитарного оборудования.
33. Применение санитарно-технических кабин.
34. Материалы для изготовления канализационных труб.
35. Фасонные соединительные части канализационных труб.
36. Санитарные приборы.
37. Гидрозатворы (сифоны).
38. Прочистка внутренней канализационной сети.
39. Трассировка сети внутренней канализации.

40. Вентиляция канализационной сети.
41. Расчет сети внутренней канализации.
42. Устройство и гидравлический расчет выпусков.
43. Дождевая канализация.
44. Устройство внутренних водостоков.
45. Расчет внутренних водостоков.
46. Тепловой баланс помещения.
47. Системы отопления.
48. Системы водяного отопления – классификация.
49. Устройство систем водяного отопления при местном теплоснабжении.
50. Регулирование и учет расхода тепловой энергии в системах водяного отопления.
51. Конструирование систем водяного отопления.
52. Отопительные приборы
53. Присоединение систем водяного отопления к тепловым сетям. Тепловые пункты
54. Системы парового отопления.
55. Системы воздушного отопления.
56. Системы панельно-лучистого отопления.
57. Тепловые насосы.
58. Вентиляция.
59. Канальная естественная вытяжная вентиляция.
60. Аэродинамический расчет естественной канальной вытяжной вентиляции.
61. Системы механической вентиляции.
62. Кондиционирование воздуха.
63. Элементы системы внутреннего газоснабжения.
64. Проектирование систем внутреннего газоснабжения.
65. Мусороудаление.

4 Вспомогательный раздел

(Структура)

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Инженерное оборудование зданий»

1. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности

1–69 01 01 «Архитектура»

2. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности

1–69 01 02 «Архитектурный дизайн»

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ

_____ А.М.Омельянюк

«_____» _____ 20__ г.

Регистрационный № УД-_____ /уч.

Инженерное оборудование зданий

Учебная программа учреждения высшего
образования
по учебной дисциплине для специальности
1–69 01 01 «Архитектура»

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта
ОСРБ 1- 70 04 03-2013, утв. Постановлением Министерства образования
Республики Беларусь № 88 от 30.08.2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.Г. Белов, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны
водных ресурсов, к.т.н., доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов
(название кафедры-разработчика программы)

(протокол № _____ от _____);

Методической строительного факультета
комиссией (название факультета)

(протокол № _____ от _____);

Председатель
к.т.н., доцент Юськович В.И.
(ФИО,подпись)

Советом Брестского государственного технического университета
(протокол № _____ от _____);

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа

«Инженерное оборудование зданий» – инженерная дисциплина, в которой изучаются основы устройства, проектирования и расчёта внутренних сетей водопровода, канализации, отопления, вентиляции и газоснабжения зданий на основе современных достижений науки и техники.

Цель преподавания дисциплины – научить студентов правильно выполнять выбор схем и систем инженерного оборудования зданий; подготовить специалиста на основании квалификационной характеристики инженера-архитектора с учетом современных достижений науки и техники, новых планировочных решений в строительстве.

Задачи изучения дисциплины – последовательное раскрытие всех вопросов о внутренних инженерных системах холодного, горячего и противопожарного водоснабжения, канализации, водостоков, отопления, вентиляции и газоснабжения; научить студентов осуществлять оптимальный выбор оборудования для вышеуказанных систем.

В результате изучения дисциплины студент должен научиться производить выбор и обоснование схем внутренних инженерных систем для конкретного объекта, пользоваться учебной и методической литературой, строительными нормами и стандартами, производить обоснование принятых решений.

Для этого студент должен знать устройство систем внутреннего водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и газоснабжения зданий, а также принципы проектирования и расчета данных инженерных систем.

Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса:

«Высшая математика» – средства вычислений, функции и графики, производные, дифференцирование, интегрирование и его приложения.

«Начертательная геометрия» – системы ЕСКД и ЕСПД, проекционное черчение, детализированные чертежи, аксонометрия, спецификация.

Для закрепления теоретического материала, овладения методикой проектирования и расчета предусмотрено проведение практических занятий.

В соответствии с учебными планами на изучение учебной дисциплины «Инженерное оборудование зданий» отводится:

Курс	Се- местр	Общее ко- личество часов по плану (з.е.)	Аудиторных часов		Самосто- ятельная работа	Форма текущей аттеста- ции
			Лекции	Практи- ческие занятия		
<i>Дневная форма получения образования</i>						
3	5	110 (3)	30	16	64	экзамен

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Учебная программа

2.1. Лекционных занятия, их содержание

2.1.1. Водоснабжение зданий

Краткий исторический обзор развития систем водоснабжения зданий. Классификация систем водоснабжения. Схемы сетей внутренних водопроводов. Выбор схемы, трассировка и конструирование водопроводной сети. Материалы для водопроводной сети. Водопроводная арматура. Устройство вводов. Водомерные узлы и устройства для измерения количества расходуемой воды. Подбор водосчетчиков. Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет внутреннего водопровода. Насосные повысительные водонапорные установки. Пневматические водонапорные установки. Водонапорные баки. Противопожарные водопроводы. Поливочные и специальные питьевые водопроводы. Особенности устройства систем горячего водоснабжения.

2.1.2. Канализация зданий

Краткий исторический обзор развития систем канализации зданий. Системы внутренней канализации зданий. Материалы и оборудование. Трассировка и устройство сети внутренней канализации. Вентиляция сети. Расчет сети внутренней канализации. Водостоки (наружные и внутренние). Мусороудаление.

2.1.3. Отопление зданий

Краткий исторический обзор развития систем отопления зданий. Системы водяного отопления. Системы парового отопления. Отопительные приборы систем водяного и парового отопления. Системы воздушного отопления. Системы панельно-лучистого отопления. Электрическое отопление. Печное отопление. Тепловые насосы. Комбинированные системы отопления. Присоединение к тепловым сетям. Тепловые пункты. Централизованное теплоснабжение. Конструирование системы отопления, выбор типа отопительных приборов. Определение поверхности нагрева отопительных приборов.

2.1.4. Вентиляция зданий

Общие сведения. Канальная естественная вытяжная вентиляция. Аэродинамический расчет. Системы механической вентиляции. Кондиционирование воздуха.

2.1.5. Газоснабжение зданий

Устройство и оборудование газоснабжения зданий. Газовые приборы.

2.2. Практические занятия, их содержание

2.2.1. Выбор схемы, трассировка и конструирование водопроводной сети.

2.2.2. Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода.

2.2.3. Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет внутреннего водопровода. Подбор оборудования для повышения напора во внутренней сети водопровода.

2.2.4. Трассировка и устройство сети внутренней канализации.

2.2.5. Построение аксонометрической схемы внутренней канализации.

2.2.6. Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках и выпусках. Гидравлический расчет выпусков.

2.2.7. Проектирование и расчет внутренних водостоков.

2.3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Водоснабжение зданий	10	8					
2.	Канализация зданий	8	8					
3.	Отоплениезданий	6						
4.	Вентиляция зданий	4						
5.	Газоснабжение зданий	2						
	ИТОГО:	30	16				64	экзамен

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Учебная программа

3.1. Основная литература

- 3.1.1. ТКП 45-4.01-52-2007 Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования.
- 3.1.2. СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
- 3.1.3. СНБ 4.03.01-98 Газоснабжение.
- 3.1.4. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986.
- 3.1.5. Варфоломеев Ю.М., Орлов В.А. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: ИНФРА-М, 2007.
- 3.1.6. Пальгунов П.П., Исаев В.Н. Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. – М.: Стройиздат, 1991.
- 3.1.7. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: Стройиздат, 1989.
- 3.1.8. Кравцов М.В., Лазарчик И.К., Федюкович И.В. Санитарно-техническое оборудование зданий. – Минск: Высшая школа, 1983.
- 3.1.9. Николаевская И.А., Морозова Н.Ю., Горлопанова Л.А. Инженерные сети и оборудование зданий, территорий поселений и стройплощадок. М.: ОИЦ «Академия» – 2014.
- 3.1.10. Фокин С.В., Шпортко О.Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий : устройство, монтаж и эксплуатация : учебное пособие. 2-е изд., стер. М.: Кнорус – 2017.
- 3.1.11. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение: учебное пособие. М.: АСВ – 2015.

3.2. Дополнительная литература

- 3.2.1. Яромский В.Н., Северянин В.С., Кирилук Н.И. Инженерно-техническое оборудование зданий. – Минск: Урожай, 2000.
- 3.2.2. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стройиздат, 1992.
- 3.2.3. СНиП 2.04.08-87. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1988.
- 3.2.4. Кедров В.С. и др. Под ред. Кедрова В.С. Инженерное оборудование зданий. – М.: Высшая школа, 1987.
- 3.2.5. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973.
- 3.2.6. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского. Изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974.
- 3.2.7. Тугай А.М., Ивченко В.Д., Кулик В.И. и др. Под ред. А.М. Тугая. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Проектирование: Справочник. – Киев: Будівельник, 1982.

3.3. Перечень вопросов к экзамену

- 3.3.1. Системы водоснабжения.
- 3.3.2. Классификация систем водоснабжения.
- 3.3.3. Схемы сетей внутренних водопроводов.
- 3.3.4. Трассировка и конструирование водопроводной сети.
- 3.3.5. Материалы для водопроводной сети.
- 3.3.6. Водопроводная арматура (классификация).
- 3.3.7. Водоразборная арматура.
- 3.3.8. Запорная арматура.
- 3.3.9. Регулирующая и предохранительная арматура.
- 3.3.10. Утепление и звукоизоляция трубопроводов и оборудования.
- 3.3.11. Устройство вводов.
- 3.3.12. Водомерные узлы.
- 3.3.13. Водосчетчики (крыльчатые, турбинные, комбинированные).
- 3.3.14. Подбор водосчетчиков.
- 3.3.15. Определение расчетных расходов воды.
- 3.3.16. Гидравлический расчет внутреннего водопровода.
- 3.3.17. Стабилизация напоров в сети внутреннего водопровода.
- 3.3.18. Насосные повысительные водонапорные установки.
- 3.3.19. Пневматические водонапорные установки.
- 3.3.20. Водонапорные баки.
- 3.3.21. Противопожарные водопроводы (требования СНиП).
- 3.3.22. Устройство противопожарных водопроводов.
- 3.3.23. Спринклерные противопожарные установки.
- 3.3.24. Дренчерные противопожарные установки.
- 3.3.25. Поливочные водопроводы.
- 3.3.26. Специальные питьевые водопроводы.
- 3.3.27. Местные системы горячего водоснабжения.
- 3.3.28. Централизованные системы горячего водоснабжения.
- 3.3.29. Системы внутренней канализации зданий (классификация и элементы).
- 3.3.30. Схема устройства внутренней канализации и ее присоединение к городской сети.

- 3.3.31. Увязка санитарно-технических устройств со строительными конструкциями зданий.
- 3.3.32. Планировка помещений и размещение санитарного оборудования.
- 3.3.33. Применение санитарно-технических кабин.
- 3.3.34. Материалы для изготовления канализационных труб.
- 3.3.35. Фасонные соединительные части канализационных труб.
- 3.3.36. Санитарные приборы.
- 3.3.37. Гидрозатворы (сифоны).
- 3.3.38. Прочистка внутренней канализационной сети.
- 3.3.39. Трассировка сети внутренней канализации.
- 3.3.40. Вентиляция канализационной сети.
- 3.3.41. Расчет сети внутренней канализации.
- 3.3.42. Устройство и гидравлический расчет выпусков.
- 3.3.43. Дождевая канализация.
- 3.3.44. Устройство внутренних водостоков.
- 3.3.45. Расчет внутренних водостоков.
- 3.3.46. Тепловой баланс помещения.
- 3.3.47. Системы отопления.
- 3.3.48. Системы водяного отопления – классификация.
- 3.3.49. Устройство систем водяного отопления при местном теплоснабжении.
- 3.3.50. Регулирование и учет расхода тепловой энергии в системах водяного отопления.
- 3.3.51. Конструирование систем водяного отопления.
- 3.3.52. Отопительные приборы
- 3.3.53. Присоединение систем водяного отопления к тепловым сетям.
Тепловые пункты
- 3.3.54. Системы парового отопления.
- 3.3.55. Системы воздушного отопления.
- 3.3.56. Системы панельно-лучистого отопления.
- 3.3.57. Тепловые насосы.
- 3.3.58. Вентиляция.
- 3.3.59. Канальная естественная вытяжная вентиляция.
- 3.3.60. Аэродинамический расчет естественной канальной вытяжной вентиляции.

- 3.3.61. Системы механической вентиляции.
- 3.3.62. Кондиционирование воздуха.
- 3.3.63. Элементы системы внутреннего газоснабжения.
- 3.3.64. Проектирование систем внутреннего газоснабжения.
- 3.3.65. Мусороудаление.

ПРОТОКОЛ

согласования учебной программы учреждения высшего образования
по учебной дисциплине «Инженерное оборудование зданий»
с другими дисциплинами

Наименование учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения кафедры об изменениях в содержании учебной программы	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и № протокола)
Высшая математика	Кафедра высшей математики		
Начертательная геометрия	Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики		

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор БрГТУ
_____ М.В. Нерода
«__» _____ 2021 г.
Регистрационный № УД- _____ /уч.

Инженерное оборудование зданий

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1–69 01 02 Архитектурный дизайн

2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-69 01 02-2019, утв. Постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 188 от 24.12.2019 и учебного плана специальности 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн», направления специальности.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.Г. Белов, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, к.т.н., доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Новосельцев В.Г., заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции учреждения образования «Брестский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент.

Новик С.А., главный специалист комплексного проектирования № 2 УП «Институт «Брестстройпроект»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой водоснабжения, водоотведения и охрана водных ресурсов

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент С.Г.Белов, (протокол № 1 от 31.08.2020 г.)

Методической комиссией строительного факультета

Председатель методической комиссии _____ к.т.н., доцент В.И.Юськович

(протокол № ____ от _____ 2020 г.);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № _____ от _____ 2020 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа

Код компетенции СК-9.

«Инженерное оборудование зданий» – инженерная дисциплина, в которой изучаются основы устройства, проектирования и расчёта внутренних сетей водопровода, канализации, отопления, вентиляции и газоснабжения зданий на основе современных достижений науки и техники.

Цель преподавания дисциплины – научить студентов правильно выполнять выбор схем и систем инженерного оборудования зданий; подготовить специалиста на основании квалификационной характеристики инженера-архитектора с учетом современных достижений науки и техники, новых планировочных решений в строительстве.

Задачи изучения дисциплины – последовательное раскрытие всех вопросов о внутренних инженерных системах холодного, горячего и противопожарного водоснабжения, канализации, водостоков, отопления, вентиляции и газоснабжения; научить студентов осуществлять оптимальный выбор оборудования для вышеуказанных систем.

В результате изучения дисциплины студент должен научиться производить выбор и обоснование схем внутренних инженерных систем для конкретного объекта, пользоваться учебной и методической литературой, строительными нормами и стандартами, производить обоснование принятых решений.

Для этого студент должен знать устройство систем внутреннего водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и газоснабжения зданий, а также принципы проектирования и расчета данных инженерных систем.

Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса:

«Высшая математика» – средства вычислений, функции и графики, производные, дифференцирование, интегрирование и его приложения.

«Начертательная геометрия и инженерная графика» – системы ЕСКД и ЕСПД, проекционное черчение, детализовочные чертежи, аксонометрия, спецификация.

Для закрепления теоретического материала, овладения методикой проектирования и расчета предусмотрено проведение практических занятий.

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Сам. Работа		
1- 69 01 02	«Архитектурный дизайн»	3	6	72	2	44	30		14	28		Экзамен

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Учебная программа

1.1. Лекционные занятия, их содержание

1.1.1. Водоснабжение зданий

Краткий исторический обзор развития систем водоснабжения зданий. Классификация систем водоснабжения. Схемы сетей внутренних водопроводов. Выбор схемы, трассировка и конструирование водопроводной сети. Материалы для водопроводной сети. Водопроводная арматура. Устройство вводов. Водомерные узлы и устройства для измерения количества расходуемой воды. Подбор водосчетчиков. Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет внутреннего водопровода. Насосные повысительные водонапорные установки. Пневматические водонапорные установки. Водонапорные баки. Противопожарные водопроводы. Поливочные и специальные питьевые водопроводы. Особенности устройства систем горячего водоснабжения.

1.1.2. Канализация зданий

Краткий исторический обзор развития систем канализации зданий. Системы внутренней канализации зданий. Материалы и оборудование. Трассировка и устройство сети внутренней канализации. Вентиляция сети. Расчет сети внутренней канализации. Водостоки (наружные и внутренние). Мусороудаление.

1.1.3. Отопление зданий

Краткий исторический обзор развития систем отопления зданий. Системы водяного отопления. Системы парового отопления. Отопительные приборы систем водяного и парового отопления. Системы воздушного отопления. Системы панельно-лучистого отопления. Электрическое отопление. Печное отопление. Тепловые насосы. Комбинированные системы отопления. Присоединение к тепловым сетям. Тепловые пункты. Централизованное теплоснабжение. Конструирование системы отопления, выбор типа отопительных приборов. Определение поверхности нагрева отопительных приборов.

1.1.4. Вентиляция зданий

Общие сведения. Канальная естественная вытяжная вентиляция. Аэродинамический расчет. Системы механической вентиляции. Кондиционирование воздуха.

1.1.5. Газоснабжение зданий

Устройство и оборудование газоснабжения зданий. Газовые приборы.

1.2. Практические занятия, их содержание

1.2.1. Выбор схемы, трассировка и конструирование водопроводной сети.

1.2.2. Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода.

1.2.3. Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет внутреннего водопровода. Подбор оборудования для повышения напора во внутренней сети водопровода.

1.2.4. Трассировка и устройство сети внутренней канализации.

1.2.5. Построение аксонометрической схемы внутренней канализации.

1.2.6. Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках и выпусках. Гидравлический расчет выпусков.

1.2.7. Проектирование и расчет внутренних водостоков.

1.3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	<u>6 семестр</u> Водоснабжение зданий	10	8				Экзамен	
2.	Канализация зданий	8	6					
3.	Отопление зданий	6						
4.	Вентиляция зданий	4						
5.	Газоснабжение зданий	2						

2. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Учебная программа

Основная литература

2.1.1. СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий.

2.1.2. СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

2.1.3. СНБ 4.03.01-98 Газоснабжение.

2.1.4.СниП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986.

2.1.5. Варфоломеев Ю.М., Орлов В.А. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: ИНФРА-М, 2007.

2.1.6. Пальгунов П.П., Исаев В.Н. Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. – М.: Стройиздат, 1991.

2.1.7. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: Стройиздат, 1989.

2.1.8. Кравцов М.В., Лазарчик И.К., Федюкович И.В. Санитарно-техническое оборудование зданий. – Минск: Высшая школа, 1983.

2.1.9. Николаевская И.А., Морозова Н.Ю., Горлопанова Л.А. Инженерные сети и оборудование зданий, территорий поселений и стройплощадок. М.: ОИЦ «Академия» – 2014.

2.1.10. Фокин С.В., Шпортко О.Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий : устройство, монтаж и эксплуатация : учебное пособие. 2-е изд., стер. М.: Кнорус – 2017.

2.1.11. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение: учебное пособие. М.: АСВ – 2015.

2.2. Дополнительная литература

2.2.1. Яромский В.Н., Северянин В.С., Кирилук Н.И. Инженерно-техническое оборудование зданий. – Минск: Урожай, 2000.

2.2.2. СНИП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стройиздат, 1992.

2.2.3. СНИП 2.04.08-87. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1988.

2.2.4. Кедров В.С. и др. Под ред. Кедрова В.С. Инженерное оборудование зданий. – М.: Высшая школа, 1987.

2.2.5. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973.

2.2.6. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского. Изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974.

2.2.7. Тугай А.М., Ивченко В.Д., Кулик В.И. и др. Под ред. А.М. Тугая. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Проектирование: Справочник. – Киев: Будівельник, 1982.

2.3. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине используется следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос на практических занятиях;
- внутрисеместровые аттестации проводятся в виде контрольного опроса в письменной форме.

Как форма промежуточного контроля знаний по учебной дисциплине применяется внутрисеместровая аттестация, которая является обязательной для обучающихся дневной формы получения образования. Внутрисеместровые аттестации проводятся в виде контрольного опроса в письменной форме. В семестре предусмотрено две внутрисеместровые аттестации.

2.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины, а также знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать рекомендуемую литературу. Рассмотрев темы лекционных и практических занятий. Все неясные вопросы по дисциплине студент может решить на консультациях.

Перечень вопросов на самостоятельное обучение

1. Схемы сетей внутренних водопроводов- 2 часа.
2. Утепление и звукоизоляция трубопроводов и оборудования – 1 час.
3. Определение расчетных расходов воды – 2 часа.
4. Стабилизация напоров в сети внутреннего водопровода – 2 часа.
5. Местные системы горячего водоснабжения – 1 час.
6. Централизованные системы горячего водоснабжения – 1 час.
7. Увязка санитарно-технических устройств со строительными зданиями.конструкциями- 2 часа.
8. Планировка помещений и размещение санитарного оборудования – 1 час.
9. Применение санитарно-технических кабин – 2 часа.
10. Системы парового отопления – 2 часа.
11. Системы воздушного отопления – 2 часа.
12. Системы панельно-лучистого отопления – 2 часа.
13. Тепловые насосы – 2 часа.
14. Системы механической вентиляции – 2 часа.
15. Кондиционирование воздуха – 2 часа.
16. Мусороудаление – 2 часа.

Перечень экзаменационных вопросов

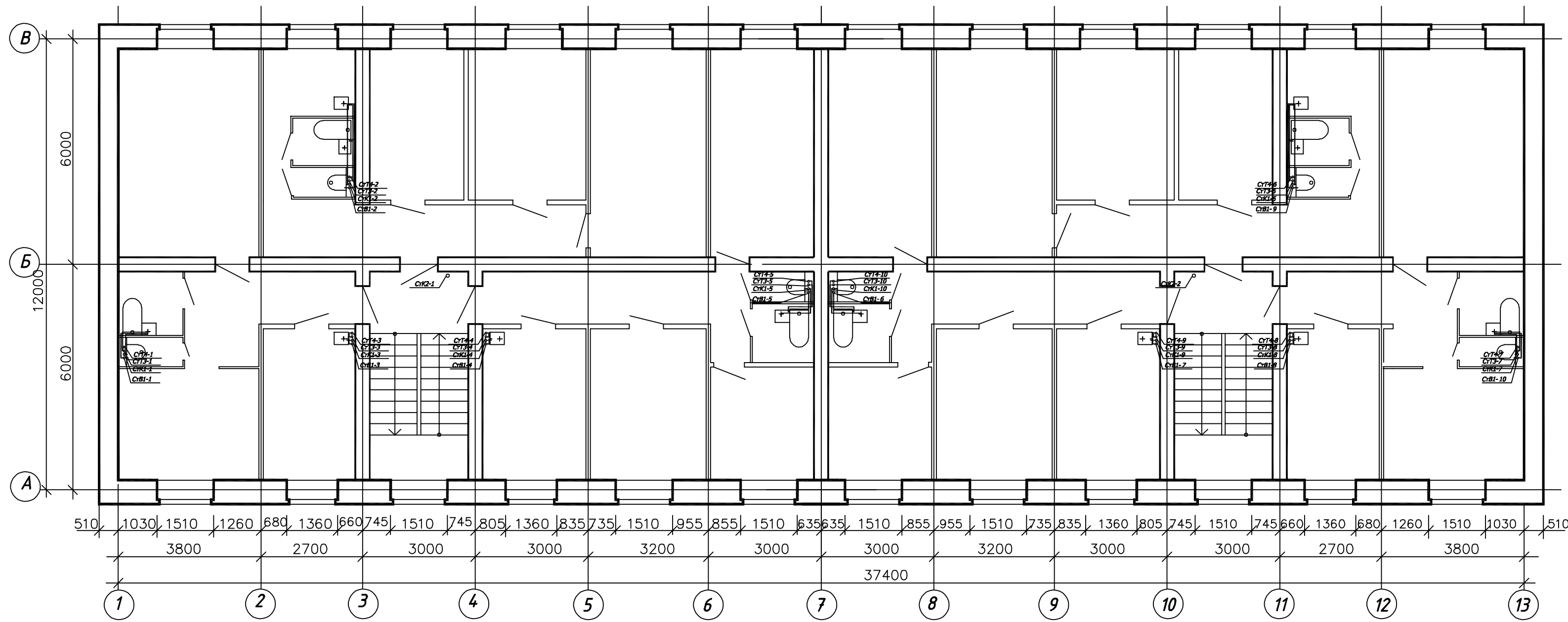
1. Системы водоснабжения.
2. Классификация систем водоснабжения.
3. Схемы сетей внутренних водопроводов.
4. Трассировка и конструирование водопроводной сети.
5. Материалы для водопроводной сети.
6. Водопроводная арматура (классификация).
7. Водоразборная арматура.
8. Запорная арматура.
9. Регулирующая и предохранительная арматура.
10. Утепление и звукоизоляция трубопроводов и оборудования.
11. Устройство вводов.
12. Водомерные узлы.
13. Водосчетчики (крыльчатые, турбинные, комбинированные).
14. Подбор водосчетчиков.
15. Определение расчетных расходов воды.
16. Гидравлический расчет внутреннего водопровода.
17. Стабилизация напоров в сети внутреннего водопровода.
18. Насосные повысительные водонапорные установки.
19. Пневматические водонапорные установки.
20. Водонапорные баки.
21. Противопожарные водопроводы (требования СНиП).
22. Устройство противопожарных водопроводов.
23. Спринклерные противопожарные установки.
24. Дренчерные противопожарные установки.
25. Поливочные водопроводы.

26. Специальные питьевые водопроводы.
27. Местные системы горячего водоснабжения.
28. Централизованные системы горячего водоснабжения.
29. Системы внутренней канализации зданий (классификация и элементы).
30. Схема устройства внутренней канализации и ее присоединение к городской сети.
31. Увязка санитарно-технических устройств со строительными конструкциями зданий.
32. Планировка помещений и размещение санитарного оборудования.
33. Применение санитарно-технических кабин.
34. Материалы для изготовления канализационных труб.
35. Фасонные соединительные части канализационных труб.
36. Санитарные приборы.
37. Гидрозатворы (сифоны).
38. Прочистка внутренней канализационной сети.
39. Трассировка сети внутренней канализации.
40. Вентиляция канализационной сети.
41. Расчет сети внутренней канализации.
42. Устройство и гидравлический расчет выпусков.
43. Дождевая канализация.
44. Устройство внутренних водостоков.
45. Расчет внутренних водостоков.
46. Тепловой баланс помещения.
47. Системы отопления.
48. Системы водяного отопления – классификация.
49. Устройство систем водяного отопления при местном теплоснабжении.
50. Регулирование и учет расхода тепловой энергии в системах водяного отопления.
51. Конструирование систем водяного отопления.
52. Отопительные приборы
53. Присоединение систем водяного отопления к тепловым сетям. Тепловые пункты
54. Системы парового отопления.
55. Системы воздушного отопления.
56. Системы панельно-лучистого отопления.
57. Тепловые насосы.
58. Вентиляция.
59. Канальная естественная вытяжная вентиляция.
60. Аэродинамический расчет естественной канальной вытяжной вентиляции.
61. Системы механической вентиляции.
62. Кондиционирование воздуха.
63. Элементы системы внутреннего газоснабжения.
64. Проектирование систем внутреннего газоснабжения.
65. Мусороудаление.

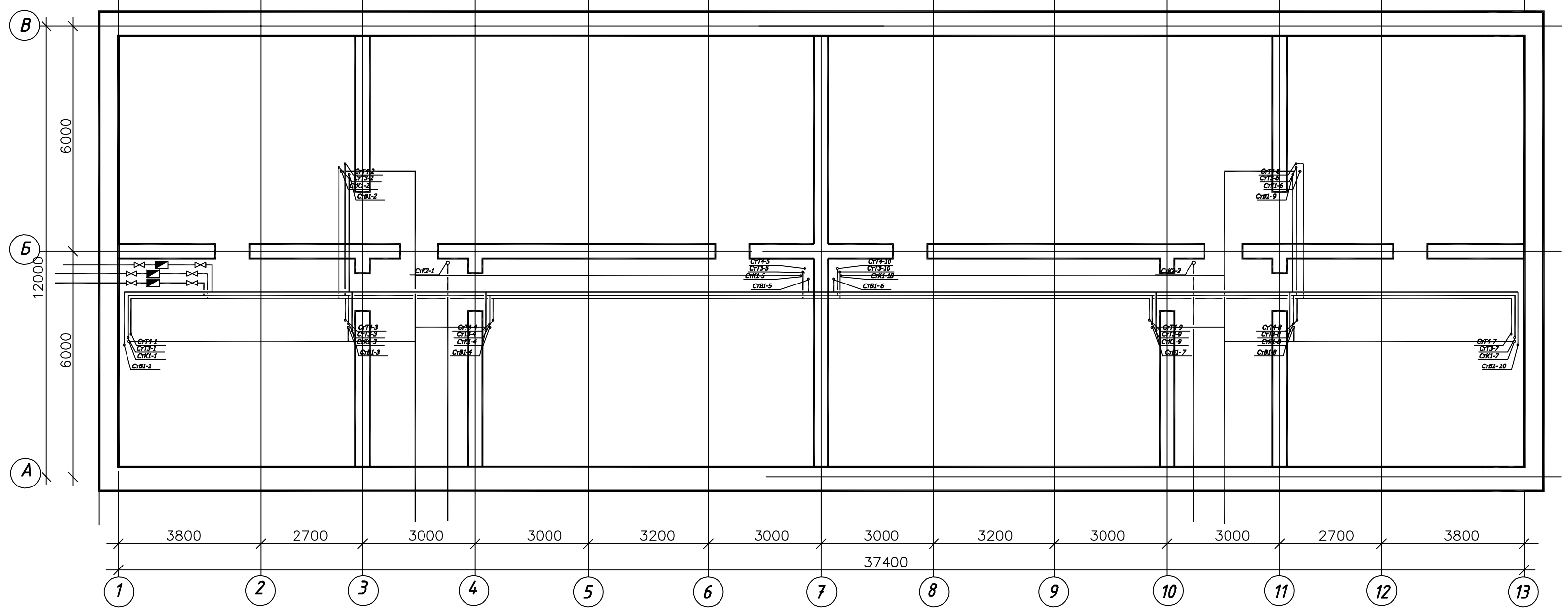
ПРОТОКОЛ
 согласования учебной программы учреждения высшего образования
 по учебной дисциплине «Инженерное оборудование зданий»
 с другими дисциплинами

Наименование учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения кафедры об изменениях в содержании учебной программы	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и № протокола)
Высшая математика	Кафедра высшей математики		
Начертательная геометрия	Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики		

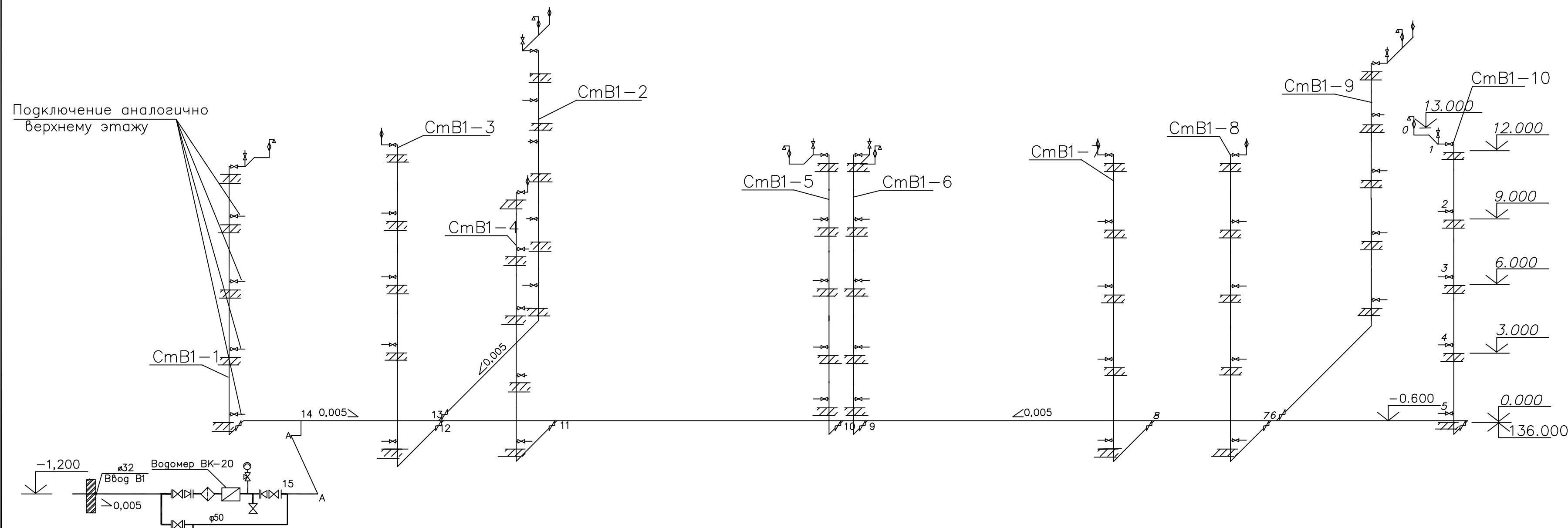
План типового этажа



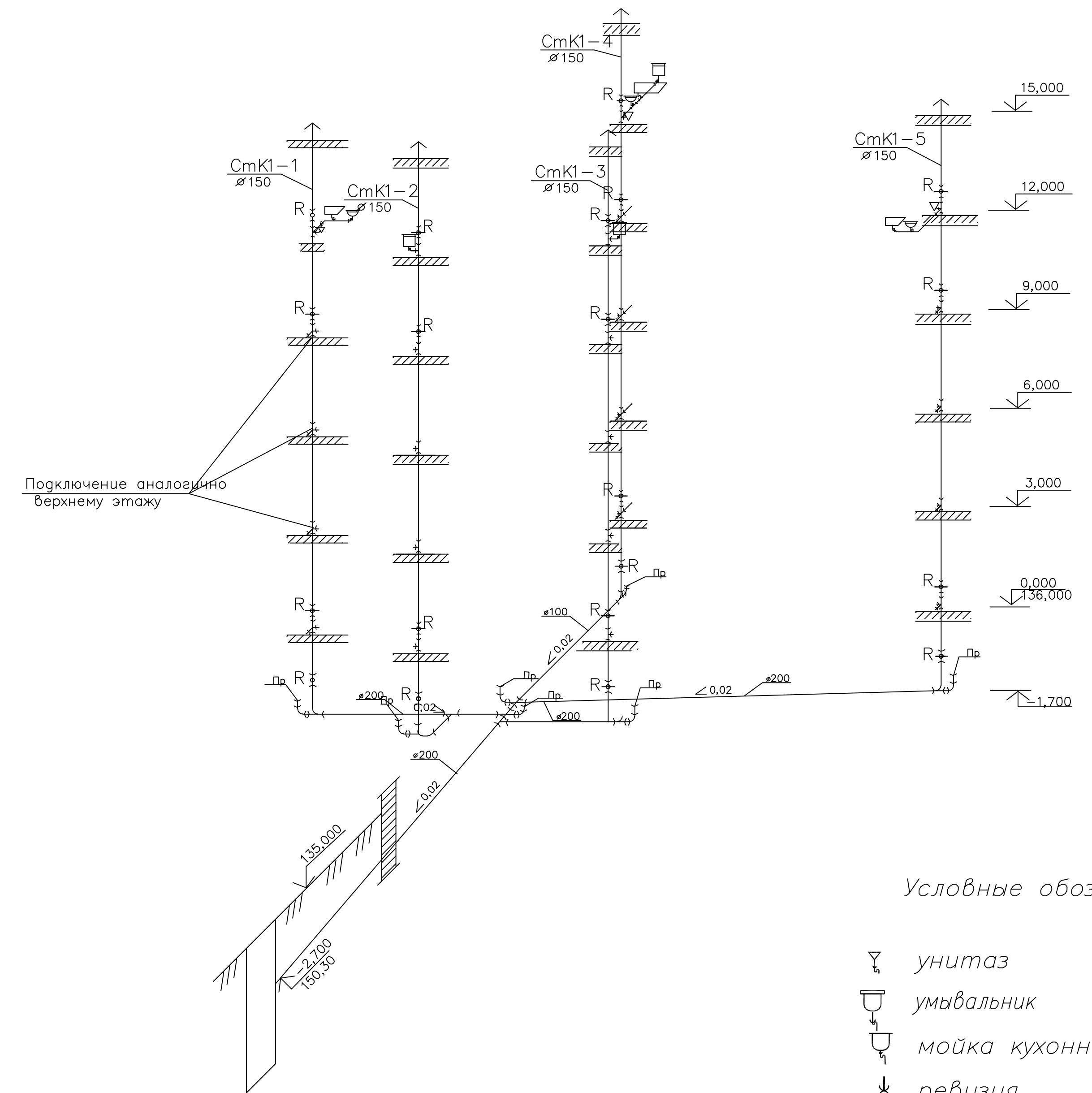
План подвала



АксонOMETрическая схема внутреннего водопровода холодного водоснабжения



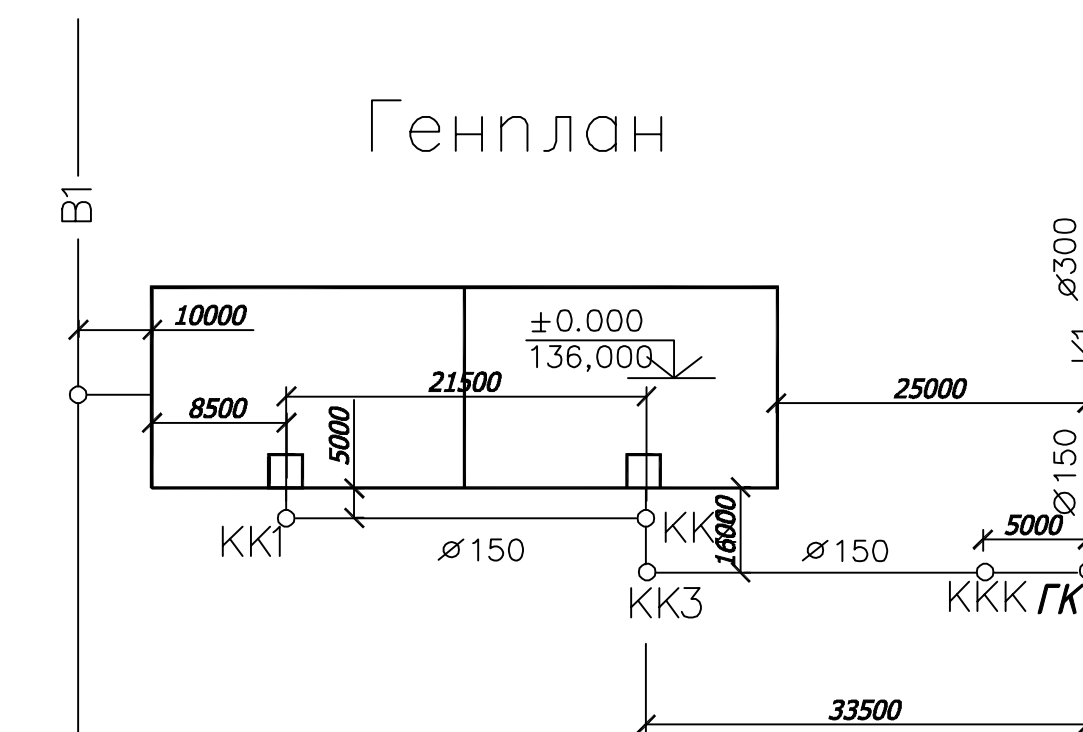
АксонOMETрическая схема внутренней канализации



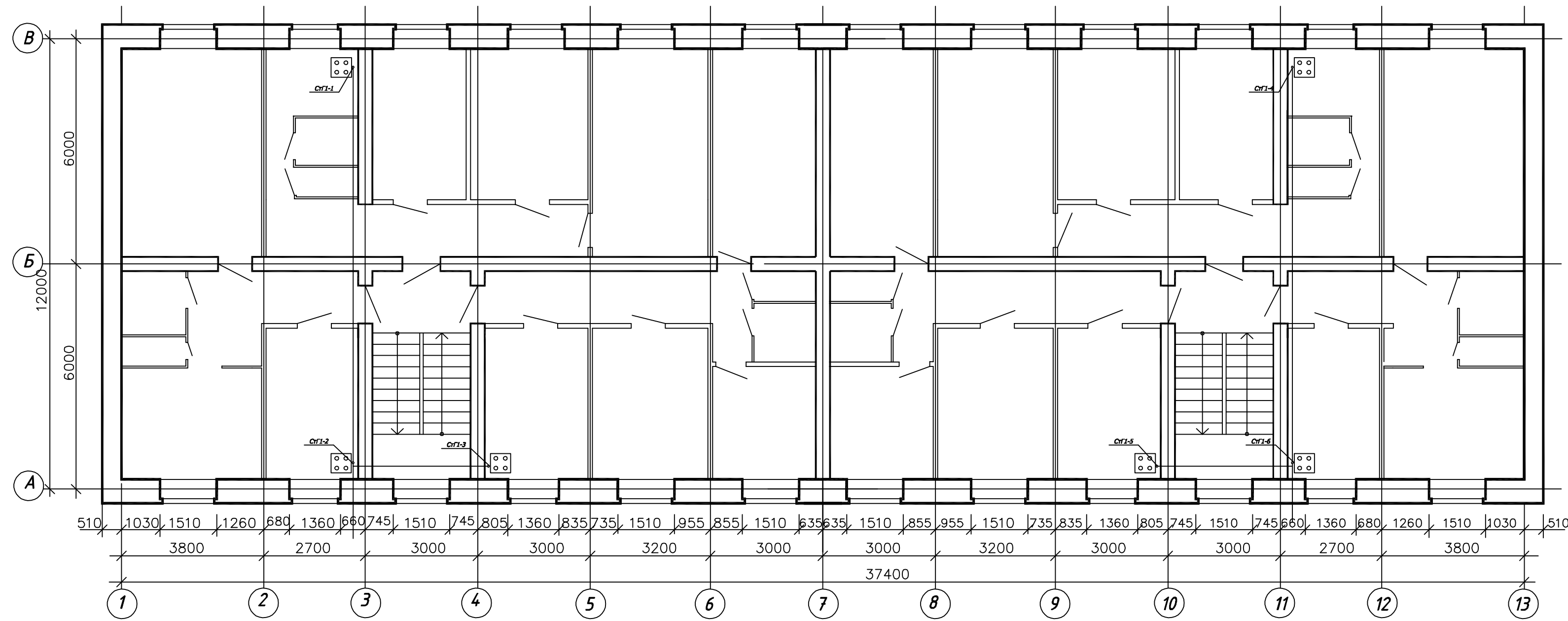
Условные обозначения

- унитаз
- мойка кухонная
- ревизия
- ванна
- прочистка

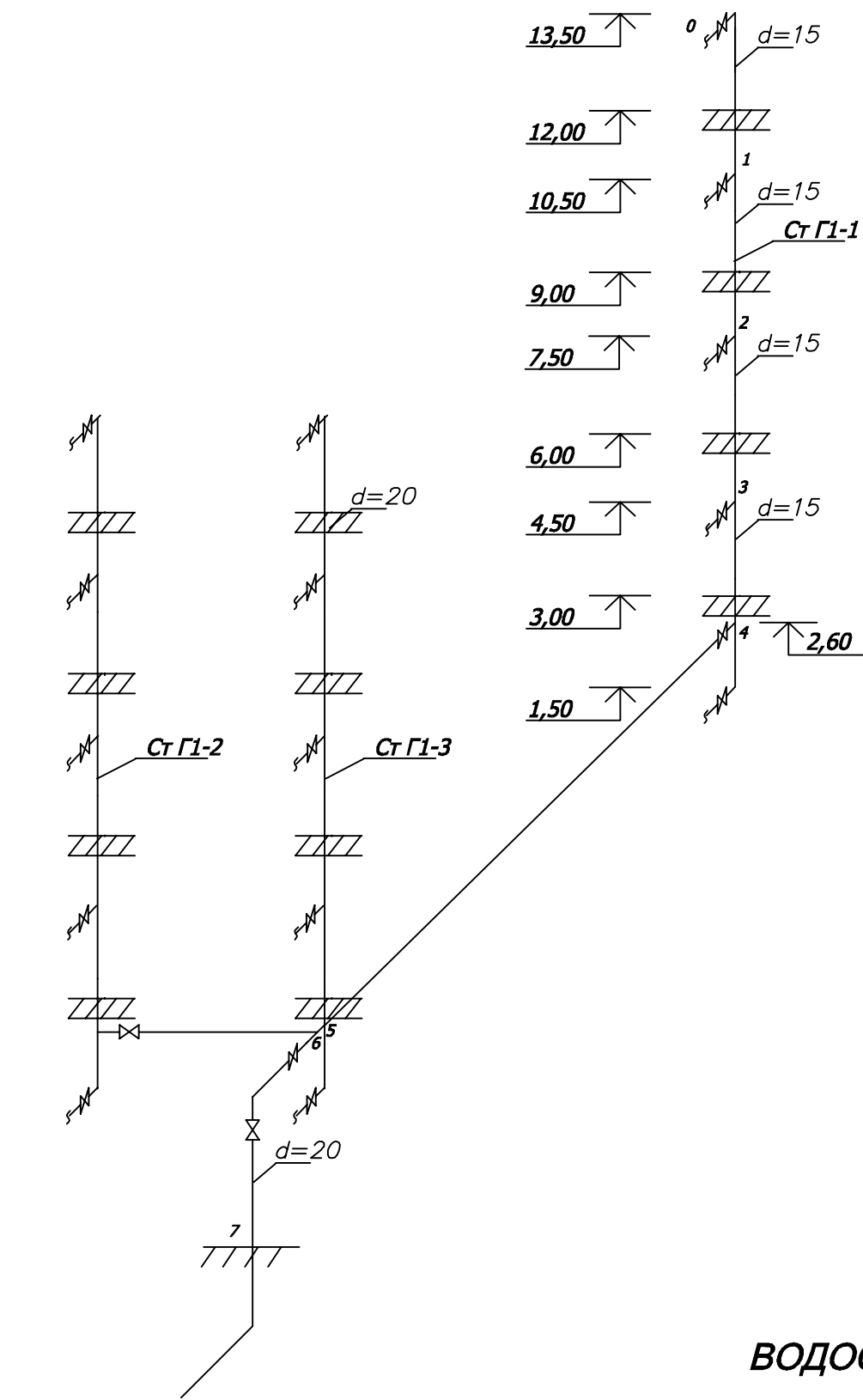
Генплан



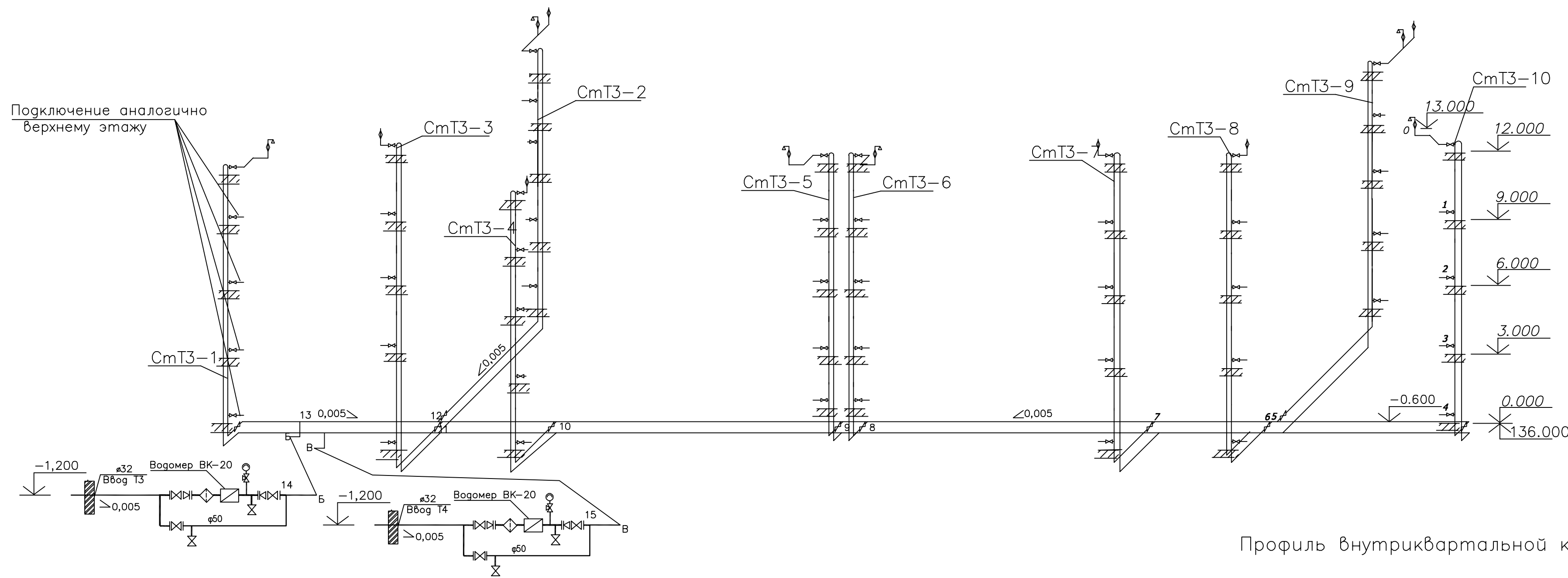
План типового этажа



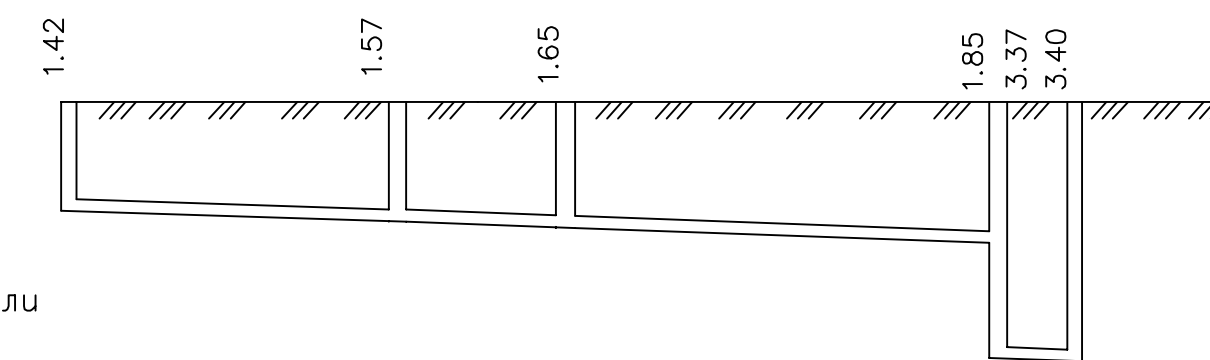
АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ



АксонOMETРИЧЕСКАЯ СХЕМА ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ



Профиль внутриквартирной канализационной сети



М 1:500 по горизонтали
М 1:100 по вертикали

Условный горизонт
134.00

Отметка низа или лотка трубы	133.58	133.43	133.35	133.15
Проектная отметка земли	135.00	135.00	135.00	135.00
Натурная отметка земли	135.00	135.00	135.00	135.00
Обозначение трубы и тип изоляции	Труба 15-150 ГОСТ 286-82			
Основание	Естественное			
Длина / Уклон	66 / 0.007			
Расстояние	21.5	11	28.5	5
Номер колодца, точки, угла поворота	КК1	КК2	КК3	ККК ГК

Условные обозначения

- унитаз
- душевая сеть со смесителем
- мойка кухонная
- задвижка
- колодец на сети
- хозяйственно-бытовой водопровод
- бытовая канализация

ВОДОСТОК

