

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Иванович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

Дата подписания: 08.06.2026 12:56:43 «Северо-Кавказский федеральный университет»

Уникальный программный ключ: Пятигорский институт (филиал) СКФУ

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62 Колледж Пятигорского института (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине ОП.05 «Общие сведения об инженерных системах»
для студентов направления подготовки/специальности
08.02.01 СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания для практических работ по дисциплине «Общие сведения об инженерных системах» составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО, предназначены для студентов, обучающихся по специальности СПО 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Пояснительная записка

Данные методические указания призваны оказывать помощь студентам в изучении основных понятий, идей, теорий и положений обществознания, изучаемых в ходе конкретного занятия, способствовать развитию их умений, навыков и компетенций.

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий и определены учебным планом и рабочей программой. Практические занятия являются формой учебной работы студентов по разностороннему изучению одной из актуальных проблем психологии делового общения. Практические занятия закрепляют теоретические знания и развивают практические навыки, полученные на теоретических занятиях, они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В результате освоения программы учебной дисциплины «Основы финансовой грамотности» обучающийся должен **знать:**

- основные принципы организации и инженерной подготовки территории;
- назначение и принципиальные схемы инженерно - технических систем зданий и территорий поселений;
- энергоснабжение зданий и поселений;
- системы вентиляции зданий

уметь:

- читать чертежи и схемы инженерных сетей

Практическое занятие №1

Тема 1. Инженерное благоустройство территорий. Инженерные сети и оборудование территорий поселений

Наименование занятия: «Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах»

Цель работы: познакомиться с условными обозначениями; научиться читать рабочие чертежи марки ВК, НВК, НВ.

Общие сведения

Рабочие чертежи наружных сетей водоснабжения и канализации (НВК) выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.704-2011. Основной комплект рабочих чертежей марки НВК при необходимости может быть разделен на основные комплекты рабочих чертежей марки НВ (наружные сети водоснабжения) и НК (наружные сети канализации).

Элементам сетей присваивают обозначения, состоящие, как правило, из марок, приведенных в таблице 1, и порядковых номеров элементов в пределах каждой сети, например, Д1, Д2, ПГ7, ПГ8.

Таблица 1

Наименование элемента сети	Марка
Колодец или камера с пожарным гидрантом	ПГ
Дождеприемник	Д
Точка разрыва, присоединение без колодца	Т
Угол поворота	УП
Неподвижная опора (для надземных трубопроводов)	Н

Нумерацию элементов сетей начинают от источника водоснабжения (для сетей водоснабжения) или границы проектирования.

Длины трубопроводов, расстояния между колодцами, точками разрыва и углами поворотов, отметки высот указывают в метрах с точностью до двух знаков после запятой. Диаметры и толщины стенок трубопроводов указывают в миллиметрах.

Числовое значение углов поворота указывают в градусах с точностью до одной минуты, а при необходимости - до одной секунды. Числовое значение уклона указывают в процентах или промилле. Система координат и высотных отметок, принимаемая в рабочих чертежах наружных сетей водоснабжения и канализации, должна соответствовать системе координат и высотных отметок, принятой в рабочих чертежах генерального плана.

Буквенно-цифровые обозначения систем водоснабжения и канализации и соответствующих трубопроводов принимают по ГОСТ 21.205 и указывают на чертежах и схемах в соответствии с ГОСТ 21.206. Пример нанесения буквенно-цифровых обозначений приведен на рисунке 1.

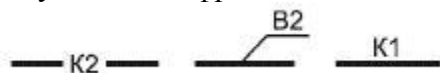


Рисунок 1- Пример нанесения буквенно-цифровых обозначений

При указании номинального диаметра арматуры на чертежах и схемах перед размерным числом приводят условное обозначение "DN".

При указании номинального диаметра (условного прохода) трубопроводов и их элементов на чертежах и схемах перед размерным числом приводят знак "Ø" (допускается условное обозначение "DN"). При указании наружного диаметра и толщины стенки перед размерным числом наносят знак " Ø " (см. рисунок 2).

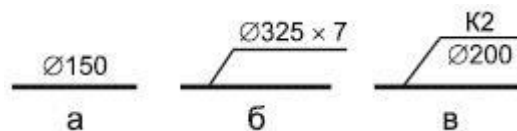


Рисунок 2- Пример обозначения диаметра трубопроводов

Размеры условных графических обозначений элементов систем на чертежах и схемах принимают без соблюдения масштаба.

Аксонетрическая схема (аксонометрия) – это графическое изображение инженерной системы в трех плоскостях x, y, z . В отличие от двухмерного чертежа, объемная схема даёт полное представление о расположении инженерной системы, и это облегчает монтаж. Она составляет часть проектной документации.

На схеме, выполняемой в аксонометрической проекции, элементы систем допускается изображать упрощенно в виде контурных очертаний.

Графические обозначения элементов общего применения приведены в таблице 2.

Таблица 2- Графические обозначения элементов внутренних систем водоснабжения и канализации (ГОСТ 21.205-2016).

Наименование	Условное обозначение	
	на видах сверху и на планах	на видах спереди или сбоку, на разрезах и в схемах
1 Раковина		
2 Мойка		
3 Умывальник		
4 Умывальник угловой		
5 Умывальник групповой Примечание - Количество знаков "+" в обозначении должно соответствовать действительному количеству кранов.		
6 Ванна		
7 Поддон душевой		
8 Биде		
9 Унитаз		
10 Писсуар настенный		
11 Трап		

12 Воронка внутреннего водостока		
13 Сетка душевая		

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов наружных сетей и внутренних систем водоснабжения приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов наружных сетей и внутренних систем водоснабжения и канализации.

Наименование	Буквенно-цифровое обозначение
Водопровод хозяйственно-питьевой	B1
Водопровод противопожарный	B2
Водопровод производственный: - общее обозначение	B3
Трубопровод горячей воды для горячего водоснабжения: - подающий	T3
- циркуляционный	T4
Канализация бытовая	K1
Канализация дождевая	K2
Канализация производственная: - общее обозначение	K3

Последовательность выполнения:

1. Преподавателем, на каждую парту, выдается генплан участка, план подвала и типовой план этажа жилого здания.
2. Вычертить основные условные обозначения систем водоснабжения.
3. Выполнить описание систем водоснабжения, выданных чертежей, в тетради.

Контрольные вопросы.

1. Что такое аксонометрическая схема?
2. Что обозначает аббревиатура НВК, НВ и НК?
3. Как обозначается противопожарный водопровод на чертежах?
4. Как обозначается подающий трубопровод горячей воды на чертежах?
5. Что такое генплан участка?

Практическое занятие № 2

Тема 2. Водоснабжение и водоотведение поселений

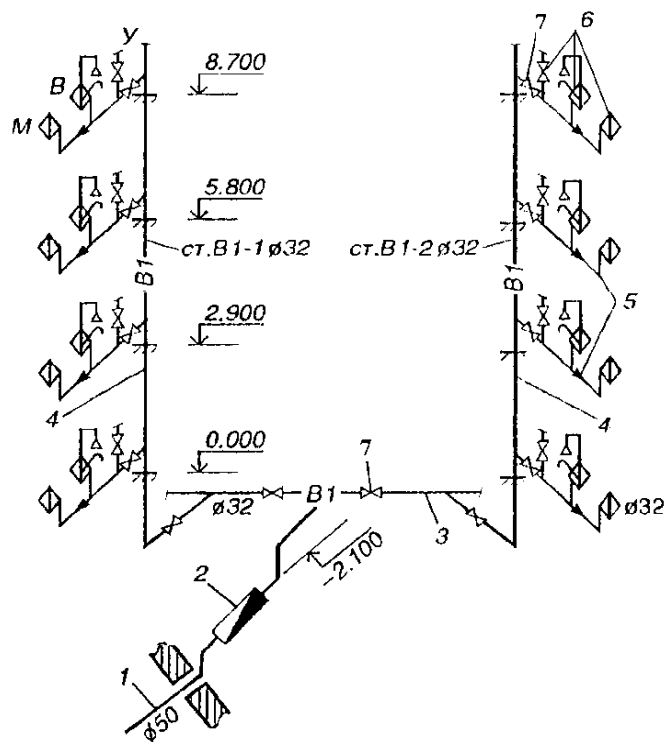
Наименование занятия: Основы проектирования водопроводной сети

Цель работы: Запроектировать системы внутреннего водопровода здания согласно варианту задания

Ход работы:

I. Теоретические основы.

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



В состав системы внутреннего водопровода входят:

Основные элементы внутреннего водопровода (рис. 1)

1. Ввод;
2. Водомерный узел;
3. Разводящая сеть;
4. Стояки;
5. Подводки к санитарно-техническим приборам (унитаз, ванна, раковина). А так же к технологическим установкам и оборудованию, запорной, регулировочной, предохранительной и смесительной арматуре (7), различным соединительным и монтажным элементам (сгоны, колена, фитинги, переходники).

В случае необходимости в систему включается установки для повышения давления в сети, в специальной ёмкости создающие запас воды в системе на пожарные, аварийные и регулирующие нужды.

Из наружной водопроводной сети через ввод (1) подаётся вода под давлением в разводящую магистраль (3) внутри здания, и далее через стояки (4) и подводящие трубы (5) вода поступает в водозаборные устройства (6). Для определения расхода воды на вводе здания устанавливается водомерный узел (2), состоящий из водомера и арматуры.

В зависимости от назначения здания и режима водопотребления, технических и противопожарных требований сети внутреннего водопровода бывают:

- Тупиковыми;
- Кольцевыми;
- Комбинированными;

По расположению магистральных трубопроводов сети водопровода бывают:

- С нижней разводкой;
- С верхней разводкой;

Для устройства внутренней водопроводной сети применяют стальные оцинкованные трубы диаметром $d=10-150$ мм и не оцинкованные трубы при больших диаметрах.

Трубопровод от сети наружного водопровода до внутреннего, размещенного внутри здания, называется вводом.

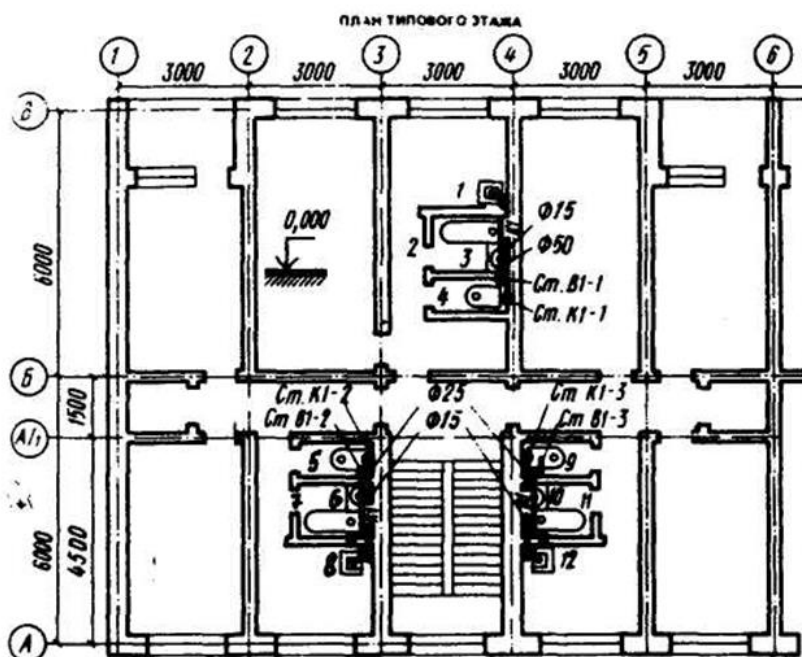
Для устройства вводов принимают чугунные (раструбные) водопроводящие трубы диаметром 50 и более мм, а также стальные трубы с антикоррозийной битумной изоляции диаметром $d<50$ мм.

Стояки разводящие трубопроводы и подводки к приборам прокладывают двумя способами:

1. Открытой прокладкой по колоннам, балкам, фермам, стенам;
2. Скрытой прокладкой в бороздках, каналах, блоках и панелях;

В жилых и общественных зданиях стояки прокладываются только открыто по стенам душевых, кухонь, санузлов. На внутренней водопроводной сети устанавливается водоразборная, запорная, регулировочная и предохранительная арматура:

- К водоразборной арматуре относятся различные краны, смесители для ванн умывальников и моек, поплавковые клапаны для смывных бочков унитазов.
- К запорной арматуре: вентили, задвижки, проходные пробковые краны.
- Регуляторы давления устанавливаются на вводах в здания и на этажах в многоэтажных зданиях.
- Для поддержания расчетного напора воды перед водоразборными устройствами применяются предохранительные клапаны.
- Обратные клапаны обеспечивают движение воды в трубопроводе только в одном направлении.



II. Определение расхода воды.

Подбор счетчика воды водомерного узла.

Для учета количества и расхода воды в зданиях предусматривают водомерные узлы состоящие из:

- Измерительного устройства (счетчика воды);
- Запорной арматуры;
- Контрольно-спускового клапана;
- Соединительных фасонных частей и патрубков.

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

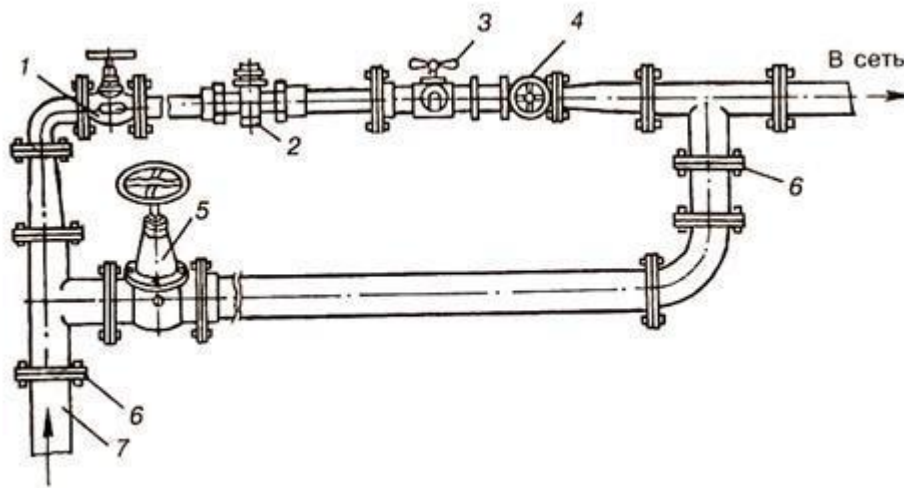


Рис. 2 . Водомерный узел с обводной линией:

1, 4, 5 — запорная арматура; 2 — счетчик воды; 3 — контрольно-спускной кран; 6 — фланцевые соединения; 7 — трубопровод ввода

Водомерный узел с обводной линией применяют при наличии одного ввода, а также если устройство для измерения количества расходуемой воды не рассчитано на пропуск пожарного расхода. В последнем случае на обводной линии устанавливают электродвигатель, которая открывается автоматически при пуске противопожарного насоса. Запорную арматуру устанавливают до и после измерительного устройства для возможности его замены или проверки правильности его показаний, а также отключения внутренней водопроводной сети от ввода и ее опорожнения.

Пожарный гидрант (ПГ) присоединяется к специально установленному устройству в люке водопровода. На обводной линии устанавливается задвижка запломбированная специальными службами.

Водомерный узел располагается в теплом сухом нежилом помещении, и в легко-доступном для осмотра месте. Помещение должно быть освещено и температура воздуха не ниже +2 °C.

Как в квартирах так на весь дом устанавливается общий счетчик расхода воды. Диаметр (калибр) условного прохода воды подбирают службы так чтобы средний часовой расход воды (смена, сутки) был не больше расхода воды на дом.

Среднечасовой расход определяется по формуле:

$$Q_m^c = \frac{q * U}{1000 * 24}, (м^3/час)$$

q - общая норма расхода холодной воды одним потребителем в сетки q = 30 (л/чел*сут), U- число потребителей в здании.

Однокомнатная 1-2 чел; Двухкомнатная 2-3 чел; Трехкомнатная 4-5 чел; Четырехкомнатная 4-5 чел;

$$U = (4 + 5 + 3) * 4 = 48 \text{ чел.};$$

$$Q_m^c = \frac{30 * 48}{1000 * 24} = 0,06 \text{ м}^3/\text{час};$$

$$0,06 * 24 = 1,44 \text{ м}^3/\text{сут};$$

Вывод: Я научился проектировать системы внутреннего водопровода и рассчитывать расход воды на всех жильцов в сутки.

Практическое занятие № 3

Тема 2. Водоснабжение и водоотведение поселений

Наименование занятия: Основы проектирования канализационной сети

Цель работы: *приобрести навыки проектирования внутренней канализации (размещения стояков, расположения выпусков в подвале здания, устройств для прочистки и вентиляции канализационной сети).*

1. Теоретические сведения

Порядок конструирования сети внутреннего водоотведения

- 1 На план этажа наносят канализационные стояки и отводные трубопроводы.
- 2 На план подвала наносят стояки, горизонтальные трубопроводы (выпуски), соединяющие ряд стояков с колодцем дворовой (внутриквартальной) канализации, показывая на этих участках необходимые прочистки, указывая диаметр, уклон и длину на всех участках трубопроводов (рисунок 1).
- 3 На генплан застройки наносят дворовую (внутриквартальную) канализационную сеть, дают ее привязку, указывают диаметры, уклоны и длины на всех участках, обозначают (указывают название и нумерацию) колодцы.
- 4 Вычерчивают аксонометрическую схему одного из канализационных выпусков и всех присоединяемых к нему стояков и отводных трубопроводов от санитарных приборов в М 1:100.
- 5 На каждом трубопроводе указывают диаметр, уклон и длину.
- 6 На продольном профиле дворовой (внутриквартальной) канализации указывают отметки поверхности земли, лотков труб, расстояния между колодцами, их глубину, материал, диаметр и уклон труб.

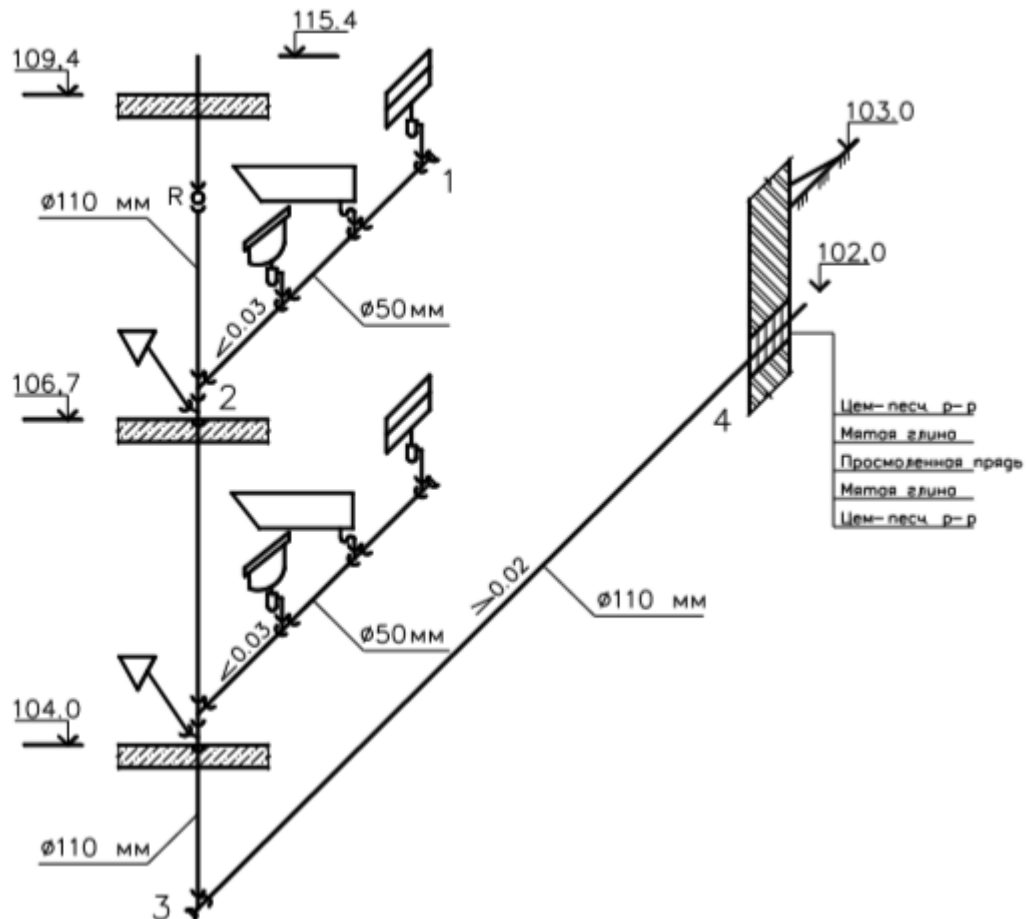


Рисунок 1 – Аксонометрическая схема внутренней канализации

Трассировка внутренней сети водоотведения

Система внутренней канализации состоит из таких основных элементов, как:

- приемники сточных вод (унитазы, умывальники, ванны, раковины, мойки);
- гидравлические затворы (сифоны);
- внутренняя канализационная сеть, состоящая из отводных трубопроводов, стояков, коллекторов (горизонтальных трубопроводов, объединяющих несколько стояков), вытяжных труб, устройств для прочистки, выпусков во внутриквартальную сеть. Отводные трубопроводы служат для отвода сточных вод от санитарных приборов в стояки, прокладываются на 0,05...0,1 м выше пола вдоль стен или перегородок с уклоном к стояку. Отводные трубопроводы от небольшого количества приборов при малых расходах сточных вод обычно относят к категории безрасчетных и их диаметры назначают в зависимости от диаметра наибольшего выпуска присоединенных приборов: диаметр отвода при подключении унитаза принимается 100 мм, для всех остальных приборов – 50 мм. Уклон i назначают в зависимости от диаметра трубопровода: нерасчетываемые участки трубопроводов диаметром условного прохода до 50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, диаметром условного прохода от 65 до 150 мм – с уклоном 0,02. Максимальный уклон не должен превышать 0,15 (кроме ответвлений от приборов длиной до 1,5 м).

Канализационные стояки – вертикальные трубопроводы, пронизывающие здание по высоте и транспортирующие сточные воды от отводных линий к трубопроводам подвальной части, а затем – к выпускам. Стояки устраивают по всей высоте здания в местах размещения приемников сточных вод открыто – у стен, перегородок или скрыто – в монтажных шахтах, бороздах, по возможности, ближе к прибору с максимальным расходом стоков (унитаз). Присоединение к стояку необходимо осуществлять с применением косых крестовин и тройников. Вытяжная часть стояка выводится выше кровли на высоту:

- от плоской неэксплуатируемой кровли – на 0,3 м;
- от скатной кровли – на 0,5 м;
- от эксплуатируемой кровли – на 3,0 м. По всей высоте стояки должны иметь одинаковый диаметр, принимаемый в зависимости от величины расчетного расхода сточных вод, наибольшего диаметра поэтажного отвода и угла его присоединения к стояку по таблицам Б.1–Б.7. На планы стояки наносят крупными точками и каждому из них присваивают марку, например, Ст К1-1, Ст К1-2 и т. д. Выпуски служат для сбора сточных вод от стояков и отвода их в дворовую сеть. В месте присоединения выпуска к дворовой канализации устраивается смотровой колодец. Несколько стояков (до трех) можно объединить отводными трубопроводами и присоединить к одному выпуску. Стояк с выпуском соединяют двумя отводами, каждый из которых имеет угол 135° . В пределах здания отводные трубопроводы от стояков могут быть проложены вдоль стен подвала (под потолком), выше пола подвала на кирпичных столбиках. Выпуски от системы внутренней канализации из зданий следует предусматривать с уклоном не менее 0,02 в сторону смотрового колодца дворовой сети канализации. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более указанной в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость длины выпуска от диаметра условного прохода

Диаметр условного прохода трубопровода, мм	50	100	150 и более
Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца, м	8	12	15

Наименьшая длина трубы выпуска от наружной стены здания до оси смотрового колодца принимается 3 м в сухих грунтах и 5 м в мокрых, чтобы при проведении земляных работ не повредить несущую способность основания здания.

Диаметр выпуска определяется расчетом. Он должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

Рекомендуется направлять канализационные выпуски в сторону, противоположную вводу водопровода. Для прокладки трубы выпуска в стене фундамента оставляют проем, обеспечивающий зазор вокруг трубы не менее 0,2 м. Зазор заделывают водогазонепроницаемым материалом (глиной и др.) с установкой гильзы.

В качестве минимальной глубины заложения (до низа трубы) трубопровода принимается большее из двух значений:

1) исходя из глубины промерзания

$$h'_{\min} = h_{\text{пр}} - a, \quad (1)$$

где $h_{\text{пр}}$ – глубина промерзания грунта (определяется в соответствии с [10]), м;

a – величина, зависящая от диаметра трубопровода, значения которой следует принимать 0,3 м при диаметре до 500 мм включ.; 0,5 при диаметре св. 500 мм;

2) исходя из защиты трубопроводов от механического разрушения в результате воздействия внешних нагрузок

$$h''_{\min} = 0,7 + d,$$

где d – наружный диаметр трубы, м.

При этом необходимо учесть, чтобы выпуск канализации и ввод водопровода находились по горизонтали не ближе 1,5 м в свету при параллельном их расположении и диаметре ввода В1 до 200 мм включ.

При пересечении трубопроводов В1 и К1 расстояние между их стенками по вертикали в свету должно быть не менее 0,4 м, если В1 находится выше, чем К1, или 0,5 м, если В1 находится ниже, чем К1.

Устройства для прочистки сети.

Для прочистки канализационной сети в случае засорения следует предусматривать установку ревизий и прочисток.

На стояках устанавливают ревизии на нижнем и верхнем этажах, а в зданиях высотой 5 этажей и более – не реже, чем через три этажа. Ревизия располагается на высоте 1 м от пола.

На горизонтальных участках канализационной сети устраиваются прочистки на поворотах, а также на прямолинейных участках (длиной более 8 м при диаметре 50 мм; 12 м при диаметре 100 мм; 15 м при диаметре 150 мм).

Аксонетрическая схема внутренней канализации

Аксонетрическую схему внутренней канализации К1 выполняют во фронтальной изометрии с левой системой осей. Аксонетрическая схема внутренней канализации вычерчивается только для одной секции (см. рисунок 1).

На аксонетрической схеме выпуска и подключенных к нему стояков изображают отводные трубы и санитарно-технические приборы, смотровой колодец на выпуске.

Для многоквартирного здания поэтажные отводы и санитарно-технические приборы в квартире для каждого стояка на схеме можно вычерчивать только для верхнего этажа. Если чертеж загромождается, то изображения пунктирной линией переносят на ближайшее свободное поле чертежа. На нижележащих этажах достаточно показать фасонные детали (тройники или крестовины) для присоединения поэтажных отводов к стояку. На схеме необходимо показать в условных обозначениях все фасонные части, санитарно-технические приборы, указать высоту их установки над полом, гидравлические затворы.

На всех участках сети необходимо показать длину – диаметр – уклон ($l - d - i$).

На стояке и горизонтальных коллекторах следует показать ревизии и прочистки, указать высоту их установки и подписать. Кроме этого, нужно показать выход вентиляционной части стояка на крышу с указанием отметок. Стояки необходимо обозначить как Ст К1-1, Ст К1-2 и т. д.

На всех этажах (по одному стояку) следует показать отметки верха перекрытий.

На аксонетрической схеме по выпуску должны быть указаны:

- номера смотровых колодцев, их глубина;
- отметки лотков выпуска (у здания и колодца) и дворовой канализационной сети;
- отметки пола и потолка подвала;
- отметки поверхности земли у здания и смотрового колодца;
- длина – диаметр – уклон выпуска

Порядок выполнения работы

- 1 На плане типового этажа жилого здания нанести приемники сточных вод, отводные трубы, места расположения стояков.
- 2 На плане подвала разместить все стояки и выпуски до смотровых колодцев. Указать места установок прочисток и ревизий.
- 3 Построить аксонометрическую схему одного из выпусков с присоединенными к нему стояками.

Содержание отчета

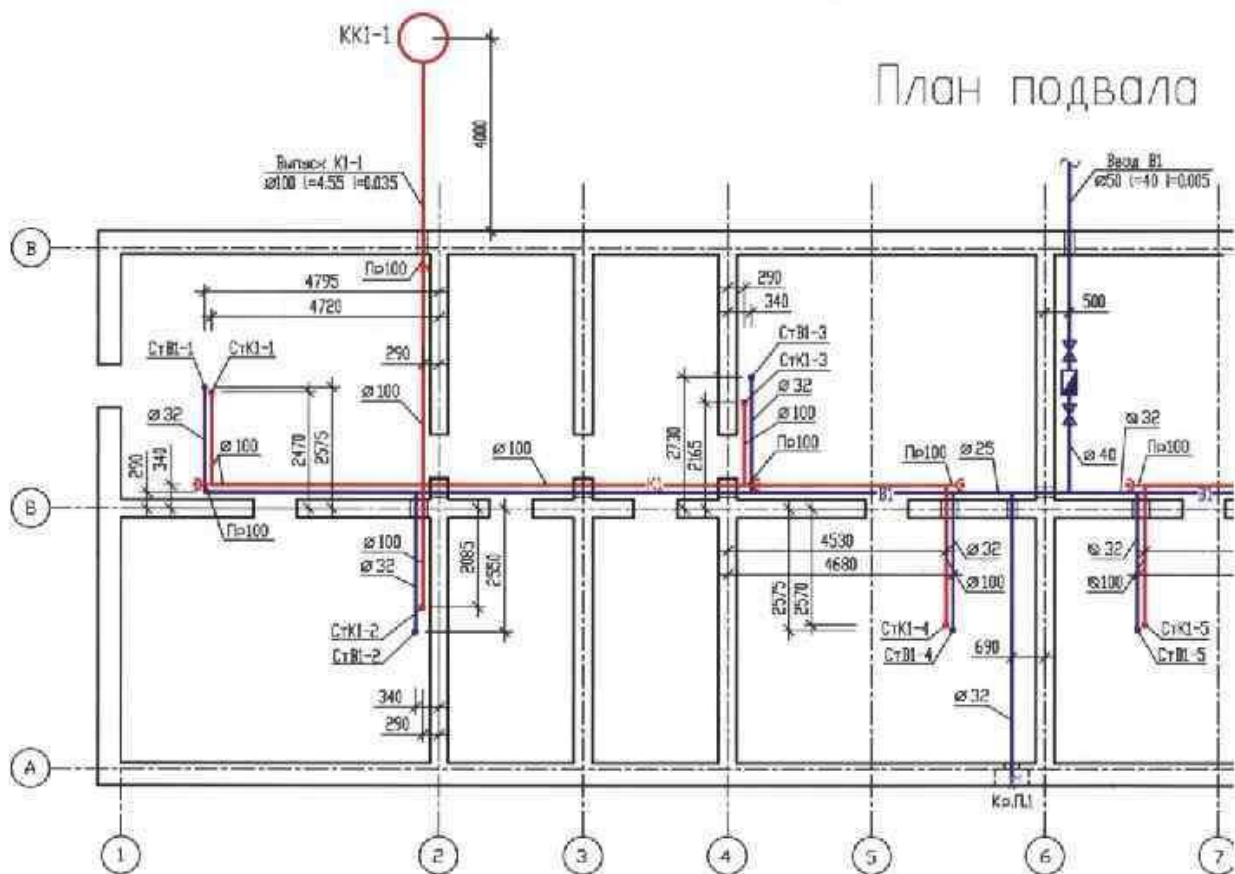
Отчет по практической работе должен содержать:

- план типового этажа здания с нанесением сетей водоотведения;
- план подвала здания с нанесением сетей водоотведения;
- аксонометрическую схему одного из выпусков канализации с присоединенными к нему стояками

Условные обозначения приемников сточных вод и элементов канализации посмотреть в лекциях или учебнике «Черчение для строителей» Короев Ю.И.

Контрольные вопросы

- 1 Что называют сточной жидкостью?
- 2 Какие виды сточных вод Вы знаете?
- 3 Назначение канализации.
- 4 Основные элементы канализации.
- 5 Что называют схемой канализации?
- 6 В какой последовательности трассируют канализационные сети?



Практическое занятие № 4

Тема 3. Теплоснабжение поселений и зданий

Наименование занятия: Рассмотрение принципиальных схем теплоснабжения поселения.

Цель работы: изучить принципиальных схем теплоснабжения поселения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ТЕПЛОНОСИТЕЛИ

Централизованные системы теплоснабжения обеспечивают потребителей теплом низкого и среднего потенциала (до 350°C), на выработку которого затрачивается около 25% всего добываемого в стране топлива.

Тепло, как известно, является одним из видов энергии, поэтому при решении основных вопросов энергоснабжения отдельных объектов и территориальных районов теплоснабжение должно рассматриваться совместно с другими энергообеспечивающими системами — электроснабжением и газоснабжением.

Система теплоснабжения состоит из следующих основных элементов (инженерных сооружений): источника тепла, тепловых сетей, абонентских вводов и местных систем теплопотребления.

Источниками тепла в централизованных системах теплоснабжения служат или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), производящие одновременно и электроэнергию, и тепло, или крупные котельные, именуемые иногда районными тепловыми станциями. Системы теплоснабжения на базе ТЭЦ называются «теплофикационными».

В зависимости от организации движения теплоносителя системы теплоснабжения могут быть *замкнутыми, полузамкнутыми и разомкнутыми*.

В *замкнутых* системах потребитель использует только часть тепла, содержащегося в теплоносителе, а сам теплоноситель вместе с оставшимся количеством тепла возвращается к источнику, где снова пополняется теплом (двухтрубные закрытые системы). В *полузамкнутых* системах у потребителя используется и часть поступающего к нему тепла, и часть самого теплоносителя, а оставшиеся количества теплоносителя и тепла возвращаются к источнику (двухтрубные открытые системы). В *разомкнутых* системах как сам теплоноситель, так и содержащееся в нем тепло полностью используются у потребителя (однотрубные системы).

На абонентских вводах происходит переход тепла (а в некоторых случаях и самого теплоносителя) из тепловых сетей в местные системы теплопотребления. При этом в большинстве случаев осуществляется утилизация неиспользованного в местных системах отопления и вентиляции тепла для приготовления воды систем горячего водоснабжения.

В централизованных системах теплоснабжения в качестве теплоносителя используются вода и водяной пар, в связи с чем различают *водяные и паровые системы теплоснабжения*.

2. ВОДЯНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В зависимости от числа теплопроводов в тепловой сети водяные системы теплоснабжения могут быть однотрубными, двухтрубными, трехтрубными, четырехтрубными и комбинированными, если число труб в тепловой сети не остается постоянным. Упрощенные принципиальные схемы указанных систем приведены на рис. 1.

Наиболее экономичные *однотрубные (разомкнутые) системы* (рис. 1,а) целесообразны только тогда, когда среднечасовой расход сетевой воды, подаваемой на нужды отопления и вентиляции, совпадает со среднечасовым расходом воды, потребляемой для горячего водоснабжения.

Но для большинства районов нашей страны, кроме самых южных, расчетные расходы сетевой воды, подаваемой на нужды отопления и вентиляции, оказываются больше расхода воды, потребляемой для горячего водоснабжения. При таком дебалансе указанных расходов неиспользованную для горячего водоснабжения воду приходится отправлять в дренаж, что является очень неэкономичным.

В связи с этим наибольшее распространение в нашей стране получили двухтрубные системы теплоснабжения: *открытые (полузамкнутые)* (рис. 1,б) и *закрытые (замкнутые)* (рис. 1, в).

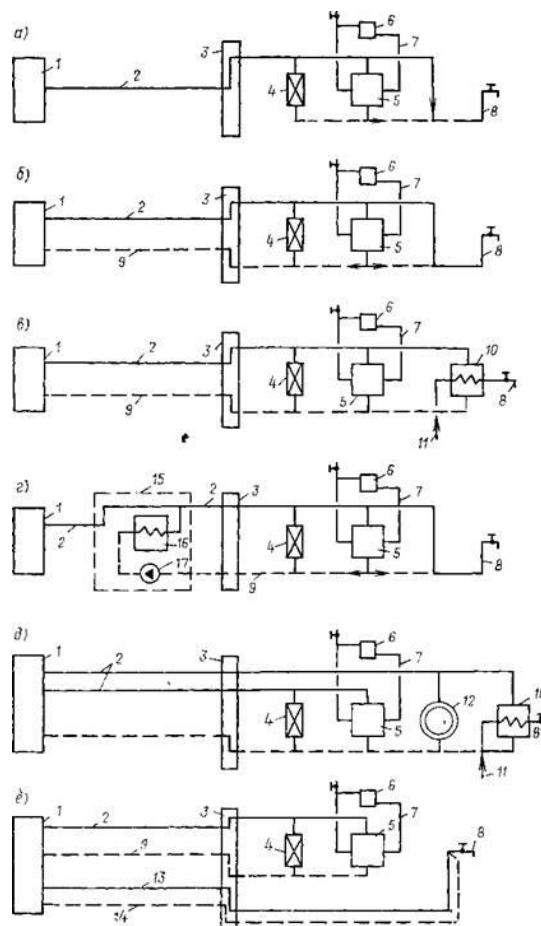


Рис 1. Принципиальные схемы водяных систем теплоснабжения

а — однотрубной (разомкнутой), б — двухтрубной открытой (полузамкнутой), в — двухтрубной закрытой (замкнутой), г — комбинированной, д — трехтрубной е — четырехтрубной, 1 — источник тепла, 2 — подающий трубопровод теплосети, 3 — абонентский ввод, 4 — калорифер вентиляции, 5 — абонентский теплообменник отопления, 6 — нагревательный прибор 7 — трубопроводы местной системы отопления 8 — местная система горячего водоснабжения 9 — обратный трубопровод теплосети, 10 — теплообменник горячего водоснабжения, 11 — холодный водопровод, 12 — технологический аппарат 13 — подающий трубопровод горячего водоснабжения, 14 — рециркуляционный трубопровод горячего водоснабжения, 15 — котельная, 16 — водогрейный котел, 17 — насос

3. ПАРОВЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Как и водяные паровые системы теплоснабжения бывают *однотрубными, двухтрубными и многотрубными* (рис. 2)

В *однотрубной паровой системе* (рис. 2, а) конденсат пара не возвращается от потребителей тепла к источнику, а используется на горячее водоснабжение и технологические нужды или выбрасывается в дренаж. Такие системы мало экономичны и применяются при небольших расходах пара.

Двухтрубные паровые системы с возвратом конденсата к источнику тепла (рис. 2, б) имеют наибольшее распространение на практике. Конденсат от отдельных местных систем теплотребления собирается в общий бак, расположенный в тепловом пункте, а затем насосом перекачивается к источнику тепла. Конденсат пара является ценным продуктом: он не содержит солей жесткости и растворенных агрессивных газов и позволяет сохранить до 15 % содержащегося в паре тепла. Приготовление новых порций питательной воды для паровых котлов обычно требует значительных затрат, превышающих затраты на возврат конденсата. Вопрос о целесообразности возврата конденсата к источнику тепла решается в каждом конкретном случае на основании технико-экономических расчетов.

Многотрубные паровые системы (рис. 2, в) применяются на промышленных площадках при получении пара от ТЭЦ и в случае, если технология производства требует пара разных давлений. Затраты на

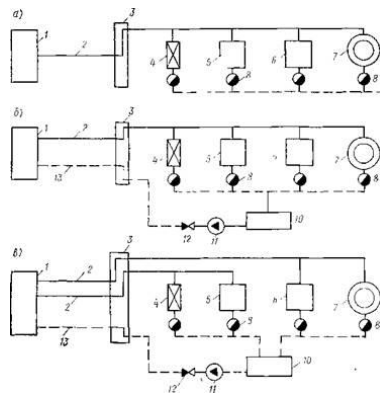
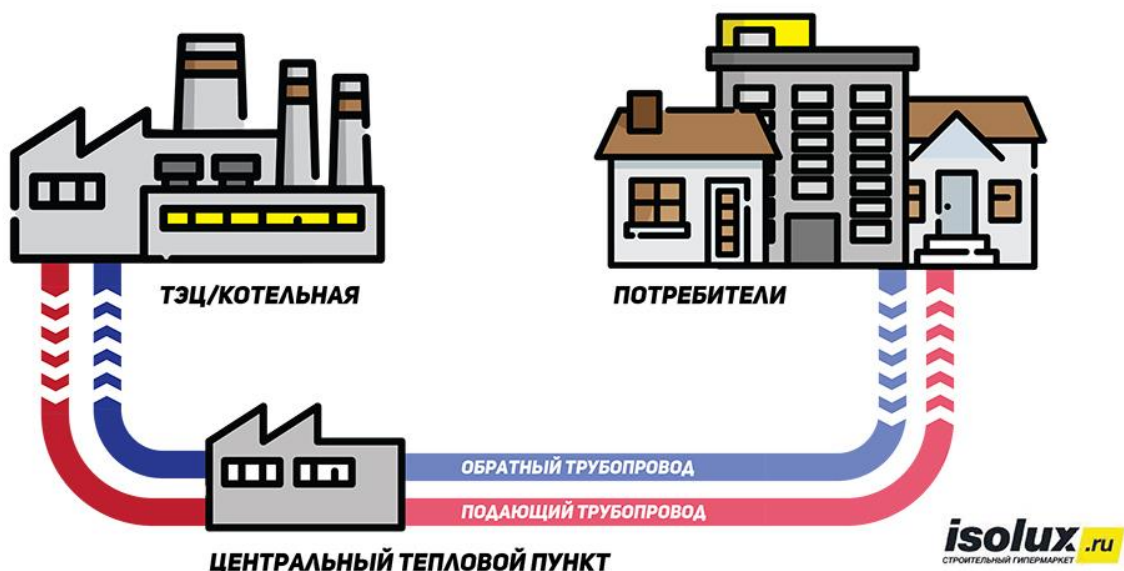


Рис. 2. Принципиальные схемы паровых систем теплоснабжения

а — однотрубной без возврата конденсата; б — двухтрубной с возвратом конденсата; в — трехтрубной с возвратом конденсата; 1 — источник тепла; 2 — паропровод; 3 — абонентский ввод; 4 — калорифер вентиляции; 5 — теплообменник местной системы отопления; 6 — теплообменник местной системы горячего водоснабжения; 7 — технологический аппарат; 8 — конденсатоотводчик; 9 — дренаж; 10 — бак сбора конденсата; 11 — конденсатный насос; 12 — обратный клапан; 13 — конденсатопровод

СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ



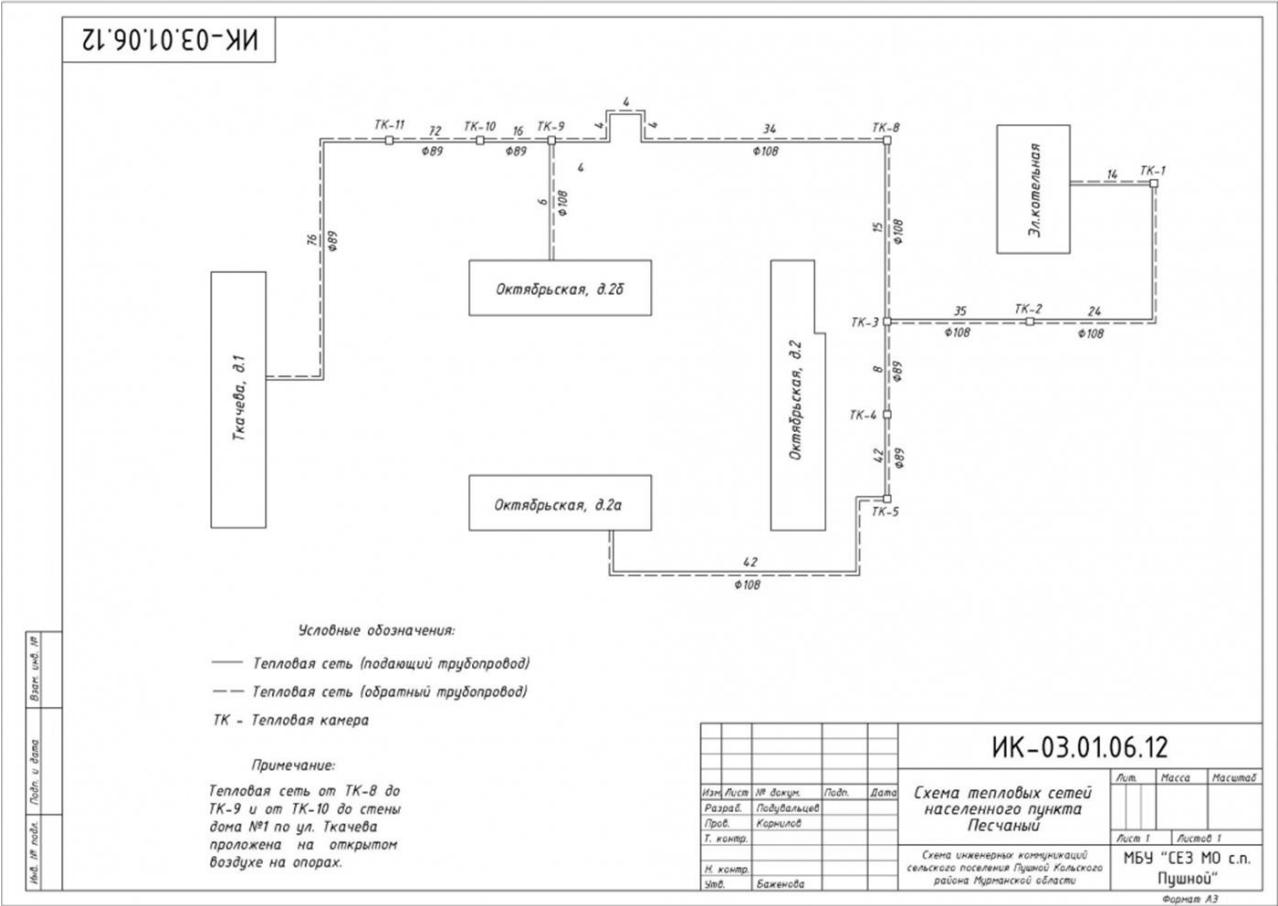
ХОД РАБОТЫ

1. Опишите основные элементы системы теплоснабжения, теплоносители
2. Опишите какие могут быть зависимости от организации движения теплоносителя системы теплоснабжения. Принцип их работы.
3. Изучить и выполнить схемы водяных систем теплоснабжения. Указать основные элементы и их назначение в системе.
4. Дать характеристику водяных систем теплоснабжения
5. Изучить и выполнить схемы паровых систем теплоснабжения. Указать основные элементы и их назначение в системе.
4. Дать характеристику паровых систем теплоснабжения

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие вы знаете источники тепла?
2. Тепловые сети.
3. Устройство и оборудование тепловой сети.
4. Какие вы знаете системы отопления зданий, их классификация.

5. Элементы систем отопления здания.
6. Отопительные приборы.
7. Каковы конструктивные особенности устройства сетей теплоснабжения?



Практическое занятие № 5

Тема 5. Газоснабжение поселений и зданий

Наименование занятия: Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения поселений и зданий

Цель работы: *изучить принципиальные схемы газоснабжения здания*

В систему газоснабжения зданий входят:

- ввод;
- главная отключающая запорная арматура;
- распределительный газопровод;
- стояки;
- поэтажные подводки (разводки);
- опуски к приборам;
- запорная арматура перед газовыми приборами;
- газовые приборы.

Внутри здания газопроводы прокладывают открыто и монтируют из стальных труб на сварке с разъемными резьбовыми или фланцевыми соединениями в местах установки запорной арматуры и газовых приборов. Все газопроводы в зданиях прокладывают в местах, легкодоступных для обслуживания.

Газопроводы крепят к стенам зданий с помощью хомутов, крючьев, подвесок, кронштейнов на расстоянии, обеспечивающем монтаж 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.

Газовые стояки служат для подачи газа в квартирные разводки. Они подают газ в квартиры, расположенные друг над другом. Их устанавливают в кухнях, на лестничных клетках или в коридорах, проводят через этажи строго вертикально. Прокладывать в жилых помещениях, ванных комнатах и санитарных узлах не допускается. Заделка стыков труб в строительные конструкции не допускается. В верхней части стояки заканчиваются пробками. На стояках, обслуживающих несколько этажей, устанавливают отключающий кран.

В местах пересечения перекрытий во избежание повреждений от осадки здания и коррозии стояки «одевают» в футляры (гильзы) из труб большего диаметра. Нижний конец гильзы устанавливают заподлицо с перекрытием, верхний конец выводят выше уровня пола на 5 см. Свободное пространство заделывают просмоленной паклей и цементно-песчаным раствором. Такие же футляры устраивают при пересечении газовыми сетями стен и перегородок.

Квартирная газовая разводка предназначена для подачи газа от стояков к газовым приборам. При расположении стояков в лестничных клетках разводка состоит из квартирных вводов, разводящих газопроводов и опусков к газовым плитам.

Опуски к приборам выполняют отвесно. Перед всеми газовыми приборами на опусах устанавливают отключающий кран.

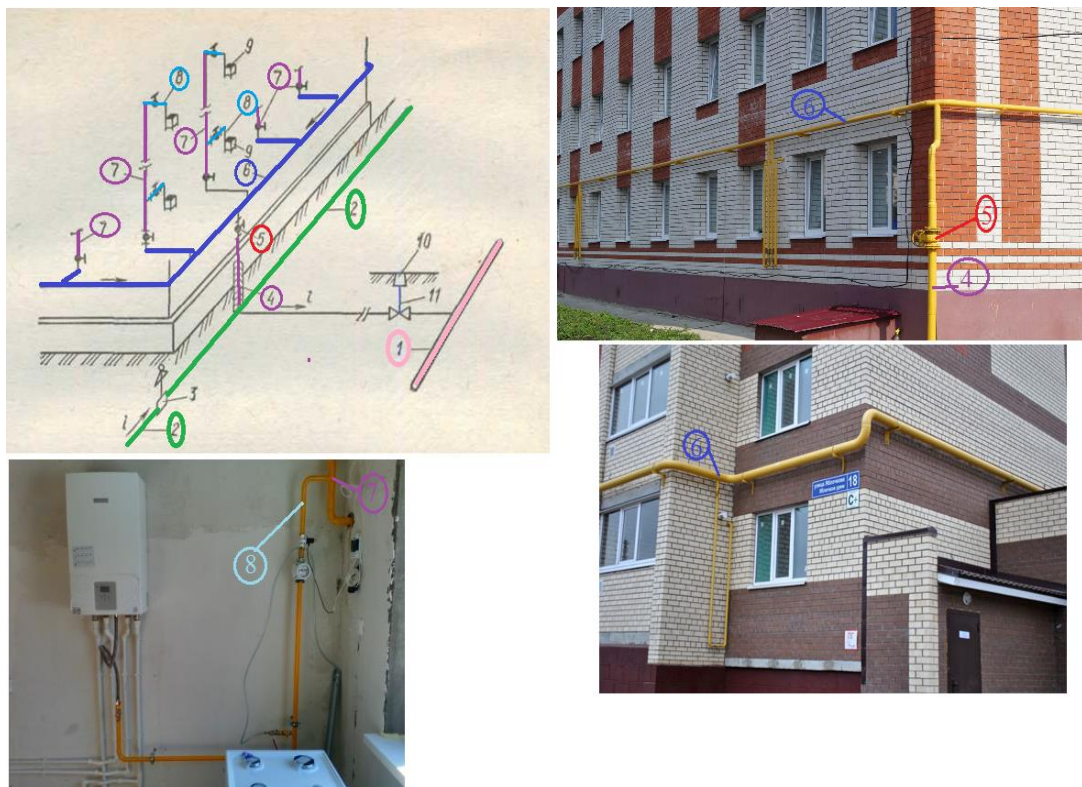


Рис. Схема газоснабжения здания

1 — уличная сеть газа низкого давления; 2 — дворовый газопровод; 3- конденсатосборник; 4 — ввод газа; 5 — запорная арматура; 6 — распределительный газопровод; 7 — стояки; 8 — поэтажные разводки; 9 — газовые приборы; 10—ковер; 11 — задвижка.

Практическое занятие № 6

Тема 6. Электроснабжение поселений и зданий

Наименование занятия: Рассмотрение принципиальных схем электроснабжения поселений и зданий
Цель работы: закрепить теоретические знания по теме, приобрести практические навыки по выбору сечений проводов, приобрести практические навыки пользования справочной и методической литературой.

Задачи практической работы:

1. Изучить методику расчета и условия выбора сечений проводов по допустимой длительной токовой нагрузке.
2. Выполнить по примеру расчета задание 1, задание 2.
3. Оформить отчет по практической работе.

Краткие теоретические материалы по теме практической работы

Для расчета сечения проводов питающей линии необходимо знать расчетную электрическую мощность. Нагрузка на провода должна быть рассчитана достаточно точно, так как завышенная нагрузка приведет к выбору провода большего сечения, а заниженная - меньшего сечения, что в целом экономически невыгодно, так как возникнут лишние потери электроэнергии и напряжения в проводах. При определении сечения проводов пользуются понятиями:

- номинальная мощность P_n - мощность указанная в паспорте токоприемника, Вт.
- установленная мощность P_y - сумма номинальных мощностей всех установленных токоприемников, Вт.
- потребляемая мощность P_n - мощность, фактически расходуемая токоприемниками, Вт.
- расчетная мощность P_p - мощность, по которой производят расчет, т.е. мощность одного или группы токоприемников, учитываемая при расчете.

Указанным мощностям соответствуют токи : I_n , I_y , I_p , I_r .

Суммируя номинальные мощности подключенных токоприемников, определяют установленную мощность P_y . Она всегда больше расчетной мощности P_p , потому что все токоприемники электроустановки почти никогда не работают одновременно. Поэтому при расчете исходят не из установленной мощности, а из той ее части , которая может одновременно использоваться токоприемниками, т.е. P_p . Для получения расчетной мощности вводят коэффициент спроса K_c .

K_c - это величина , которая показывает , какая часть установленной мощности фактически расходуется:

$$K_c = P_p / P_y \text{ или } K_c = I_p / I_y,$$

$$\text{откуда } P_p = K_c \cdot P_y \text{ или } I_p = K_c \cdot I_y.$$

K_c - для различных электроустановок различен и его определяют опытным путем (таблица 1).

Для расчета сечения провода по допустимой длительной токовой нагрузке необходимо знать номинальный ток I_n , который должен проходить по электропроводке (таблица 2).

Если номинальный ток неизвестен, то его определяют по формуле , которая справедлива для цепей постоянного и однофазного переменного тока с осветительными и нагревательными приборами: $I_n = P_p / U_n$.

$$\text{Расчетная мощность: } P_p = K_c \cdot P_y.$$

$$\text{Расчетный ток: } I_p = K_c \cdot P_y / U = P_p / U.$$

Если имеем трехфазную цепь переменного тока, то расчетный ток для трехпроводной линии: $I_p = K_c \cdot P_y / \sqrt{3} \cdot U = P_p / 1,73 U$.

Пример расчета:

Определить сечение и марку провода для монтажа электропроводки в мастерской, питание которой осуществляется от распределительного щитка. В мастерской необходимо установить светильники с лампами накаливания: 14 штук по 150 Вт, 4 штуки по 60 Вт, 8 штук по 15 Вт и металлорежущий станок мощностью 2кВт. Напряжение сети 220 В.

Последовательность выполнения расчета:

1. Определяем установленную электрическую мощность мастерской:

$$P_y = P_{1н} + P_{2н} + P_{3н} + P_{4н} = 150 \cdot 14 + 60 \cdot 4 + 15 \cdot 8 + 2000 = 4460 \text{ Вт}$$

2. Находим коэффициент спроса по таблице 1.

$K_c = 0,85$ т.к. мастерская относится к группе средних производственных объектов.

3. Вычисляем расчетную мощность:

$$P_p = K_c \cdot P_y = 0,85 \cdot 4460 = 3771 \text{ Вт}$$

4. Находим номинальный ток I_n , который в данном случае равен расчетному I_p при напряжении сети $U = 220 \text{ В}$.

$$I_n = P_p / U = 3771 / 220 = 17,14 \text{ А.}$$

5. По таблице 2 определяем сечение жил проводов, которые соответствуют току 17,14 А:

а) сечение медных жил - 1 мм²

б) сечение алюминиевых жил - 2,5 мм² .

Выбираем марку провода (таблица 3):

А) Для открытой проводки можно использовать провода марок ППВ-2х1, АППВ-2х2,5.

Б) Для прокладки в одной трубе- ПВ-2х1,5; АПВ-2х2,5; ПРТО- 2х1,5; АПРТО- 2х2,5.

В) для скрытой проводки- ППВС-2х1,5; АППВС-2х2,5.

Задание 1:

Рассчитать сечение и выбрать марки проводов для монтажа электропроводки в лаборатории, если лаборатория имеет 20 рабочих стендов с установленными щитками. Электрическая мощность, которую можно подключить к одному щитку 2,5 кВт. Напряжение сети 380 В.

Задание 2:

От установленного щитка магистраль питает группу прожекторов. Всего для освещения установлено десять передвижных прожекторных стоек, на каждой из которых находится два прожектора с лампами накаливания мощностью 1000 Вт. Определить наибольшую токовую

нагрузку магистрали, выполненную проводами ПР, и сечение жил при различных вариантах выполнения электрической сети напряжением 220 В:

А) При двухпроводной линии,

Б) При трехпроводной линии трехфазного тока.

Таблица 1 - Коэффициенты спроса для некоторых потребителей электроэнергии

Наименование помещений и зданий, в которых прокладываются провода и кабели	Величина коэффициента спроса Кс
Жилые дома, мелкие мастерские, наружное и аварийное освещение	1,0
Административные здания	0,9
Учебные заведения	0,8
Большие производственные объекты	0,95
Средние производственные объекты	0,85
Подстанции	0,6
Склады, подвалы	0,6

Таблица 2- Длительно допустимые токовые нагрузки, А, на провода с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией

Сечение проводов, мм ²	Провода проложенные открыто		Провода проложенные в одной трубе			
			Два провода		Три провода	
	медные	алюминиевые	медные	алюминиевые	медные	алюминиевые
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	-	14	-	13	-
1,5	23	-	17	-	15	-
2,5	30	24	24	18	22	17
4	41	32	34	25	31	25
6	50	39	41	32	37	28
10	80	55	60	45	55	42
16	100	80	75	55	70	55
25	140	105	100	75	90	70
35	170	130	120	90	110	85
50	215	165	165	125	150	115

Таблица 3- Данные установочных проводов

Марка	Конструкция провода	Сечение мм ²	Кол-во жил	Напряжение, В
-------	---------------------	-------------------------	------------	---------------

ПР	Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из пропитанной хлопчатобумажной ткани	0,75-	1	660
АПР	То же, но токопроводящая жила алюминиевая	2,5-4	1	660
ПРГ	То же, но токопроводящая жила состоит из многих скрученных проволок	0,75-	1	660
ПВ	Провод с медной жилой, изолированной поливинилхлоридной изоляцией	0,5-	1	660
АПВ	То же, но с алюминиевой жилой	2,5-	1	660
ППВ	Провод плоский с 2 или 3 медными жилами, изолированными поливинилхлоридной изоляцией	0,75	2-3	660
ГШВС	Провод плоский, изолированный поливинилхлоридной изоляцией, но без разъемной пленки для скрытой прокладки	0,75-	2-3	660
АППВС	То же, но с алюминиевыми жилами	2,5-	2-3	660
АППВ	То же, но с разъемной пленкой	2,5-	2-3	660
ПР	Провод с медными жилами, резиновой изоляцией в общей хлопчатобумажной оплетке для прокладки в трубах	1-12	1-37	660
АПР	То же, но с алюминиевыми жилами	2,5-4	1-4	660

Порядок выполнения отчета по практической работе

1. Выполнить по предложенной методике задание.
2. Составить отчет.

ЛИТЕРАТУРА

Основные печатные издания

1. Бабкин, В.Ф. Инженерные сети: учебное пособие / В.Ф. Бабкин, В.Н. Яценко, В.Ю. Хузин. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2022. – 96 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22658.html>
2. Данилов, М.И. Инженерные системы зданий и сооружений (электроснабжение с основами электротехники): учебное пособие / М.И. Данилов, И.Г. Романенко. – Ставрополь: СКФУ, 2021. – 223 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/155100>
3. Слепнев, П.А. Планирование инженерных сетей и оборудования: учебно-методическое пособие / П.А. Слепнев, И.А. Чижиков. – Москва: МИСИ-МГСУ, 2021. – 46 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/149295>
4. Сухов, В.В. Инженерные сети: учебное пособие / В.В. Сухов, под редакцией В.В. Сухова. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2022. – 179 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/164857>
5. Шукуров, И.С. Инженерные сети: учебник / И.С. Шукуров, И.Г. Дьяков, К.И. Микири. – Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медия ЭБС АСВ, 2020. – 278 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49871.html>

Основные электронные издания

1. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ (последняя редакция) «Об электроэнергетике» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
2. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ (последняя редакция) «О теплоснабжении» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
3. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (последняя редакция) «О водоснабжении и водоотведении» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
4. Постановление Правительства РФ от 13.02.2006 № 83 (последняя редакция) «Об утверждении Правил определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и Правил подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
5. Постановление Правительства РФ от 30.12.2013 № 1314 (последняя редакция) «Об утверждении Правил подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения»- Режим доступа:<http://www.consultant.ru/>, свободный
6. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (последняя редакция) - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
7. ГОСТ Р 22.1.12-2005 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования (последняя редакция). - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
8. ГОСТ Р ИСО 16818-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Проектирование инженерных систем зданий. Эффективность использования энергии. Термины и определения. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
9. ГОСТ Р 22.1.17-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Система связи и управления в кризисных ситуациях. Общие требования. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
10. ГОСТ 34058-2017. Межгосударственный стандарт. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусконаладка испарительных и компрессорно-конденсаторных блоков бытовых систем кондиционирования. Общие технические требования. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

11. ГОСТ 34059-2017. Межгосударственный стандарт. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения. Общие технические требования. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
12. ГОСТ 34060-2017. Межгосударственный стандарт. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проведения и контроль выполнения работ. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
13. ГОСТ Р 58323-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Трубы железобетонные для бестраншейной прокладки инженерных сетей. Технические условия. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
14. СП 253.1325800.2016 Свод правил. Инженерные системы высотных зданий. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
15. СП 341.1325800.2017 Свод правил. Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный
16. СП 32.13330.2018 Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
17. Постановление Госстроя РФ от 14.02.2002 № 7 «О своде правил «Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

Дополнительные источники

1. Вентиляция: учебное пособие для ВПО / В.И. Полушкин, С.М. Анисимов, В.Ф. Васильев и др. – М.: ИЦ Академия, 2021. – 416 с. (Бакалавриат)
2. Водоотведение: учебник для СПО / под общ. Ред. Ю.В. Воронова. – М.: ИНФРА. – М, 2022. – 415 с. – (Среднее профессиональное образование)
3. Инженерные системы зданий и сооружений: учебное пособие для ВПО / И.И. Полосин, Б.П. Новосельцев, В.Ю. Хузин и др. – М.: ИЦ Академия, 2020. – 256 с. (Бакалавриат)
4. Отопление: учебник для ВПО / В.И. Полушкин, С.М. Анисимов, В.Ф. Васильев и др. – М.: ИЦ Академия, 2021. – 256 с.
5. Погодина, Л.В. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок: учебник / Л.В. Погодина. - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2020. - 476 с.
6. Теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для студ. Учреждений ВПО / О.Н. Брюханов, Е.М. Авдолимов, В.А. Жила и др.; под ред. О.Н. Брюханова. – М. Академия, 2021. – 400