

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

И.А. Эстрин, С.А. Сагайдак

**Учебно-методическое пособие**  
**для практических занятий**  
**по дисциплине**  
**«Общие сведения об инженерных системах»**

Для специальности СПО  
08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Ростов-на-Дону  
2025

**УДК 697.1(07) + 06**

Общие сведения об инженерных системах: учебно-методическое пособие для практических занятий / И.А.Эстрин ; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, – 32 с.: табл., прил. – Библиогр.: 18 назв.

Учебно-методическое пособие для практических занятий по дисциплине «Общие сведения об инженерных системах» включает в себя методические указания и справочные материалы, необходимые для выполнения практических работ.

Содержание практических работ соответствует ФГОС и рабочей программе по дисциплине, а учебное пособие основывается на современных нормативных документах и содержит справочные данные, необходимые для выполнения практических работ.

Учебно-методическое пособие соответствует требованиям, установленным ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам» и рекомендовано к изданию кафедрой ТЖТ РГУПС.

Рецензент канд. техн. наук, доц. Муравьев А.В.

(РГУПС)

©Эстрин И.А., Сагайдак С.А. 2025  
©ФГБОУ ВО РГУПС, 2025

## Содержание

Введение .....	4
Практическое занятие №1. Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах .....	5
Практическое занятие №2. Основы проектирования водопроводной сети .....	6
Практическое занятие №3. Основы проектирования канализационной сети .....	8
Практическое занятие №4. Рассмотрение принципиальных схем теплоснабжения поселения .....	10
Практическое занятие №5. Расчет тепловой мощности системы отопления .....	13
Практическое занятие №6. Расчет поверхности нагревательных приборов .....	17
Практическое занятие №7. Расчет вентиляции производственного помещения .....	19
Практическое занятие №8. Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения поселений и зданий .....	23
Практическое занятие №9. Выбор схемы внутреннего электроснабжения .....	25
Библиографический список .....	28
Приложения .....	30

## ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Общие сведения об инженерных системах» является комплексное изучение общих вопросов, связанных с водоснабжением, водоотведением, электро, тепло- и газоснабжением жилых комплексов, промышленных предприятий.

В результате изучения дисциплины «Общие сведения об инженерных системах» студенты должны:

знать:

- общие сведения о назначении инженерных систем и способы их размещения;
- технологии устройства основных инженерных сетей и коммуникаций, основы их проектирования и эксплуатации;
- принципиальные схемы теплоснабжения;
- основы энергоснабжения зданий и поселений;
- устройство системы вентиляции зданий.

уметь:

- выполнять несложные инженерные расчеты, связанные с подбором оборудования;
- работать с нормативными документами, определяющими нормы и правила проектирования и устройства основных инженерных сетей и коммуникаций;
- выполнять расчеты для систем теплоснабжения и вентиляции.

владеть:

- методами вертикальной планировки;
- терминологией, принятой в сфере строительства и проектирования;
- способностью ориентироваться в специальной литературе;
- основными принципами и методиками расчета и проектирования элементов инженерных сетей, и способами их строительства.

Рассмотрены вопросы расчета и проектирования внутреннего водопровода и канализации, определения расходов воды для различных условий.

Целью практических занятий по дисциплине «Общие сведения об инженерных системах» является закрепление теоретических знаний, а также получение практических навыков в разработке и расчете инженерных систем жилого здания.

## **Практическое занятие №1.**

### **УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ НА ПЛАНАХ И СХЕМАХ**

Цель работы: ознакомиться с условными обозначениями элементов трубопроводных систем зданий и сооружений.

Задание. Используя нормативно-техническую документацию ГОСТ 21.205-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений заполнить таблицы 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 Условные графические обозначения элементов трубопроводов общего назначения, применяемые в схемах

Наименование	Условное обозначение

Таблица 1.2 Условные графические обозначения элементов внутренних систем водоснабжения и канализации

Наименование	Условное обозначение

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, заполненные таблицы с условными обозначениями элементов трубопроводных систем зданий и сооружений, выводы по работе.

## Практическое занятие №2.

### ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Цель работы: ознакомиться с основами проектирования сети внутреннего водопровода жилого здания.

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 (рис.2.1) входят:

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

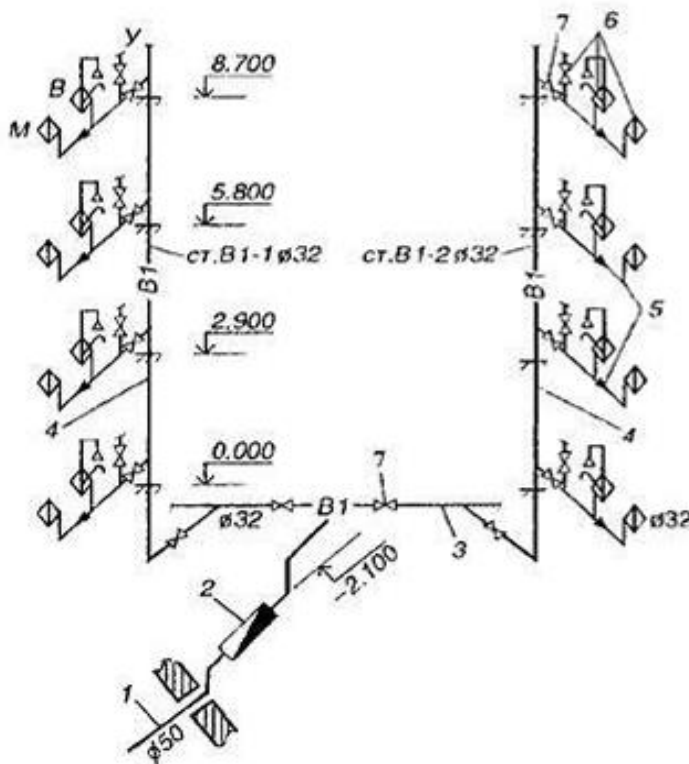


Рис. 2.1. Основные элементы внутреннего водопровода

В случае необходимости в систему включаются 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.

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.

Задание. Необходимо выполнить следующие задания:

1. Необходимо выполнить обозначение стояков и ввода водопровода на плане типового этажа и плане подвала. Исходные данные приведены в Приложении А.
2. Перечислить типы водопроводных сетей. Основные требования к ним.
3. Описать основные элементы системы водоснабжения.
4. Ответить из каких материалов изготавливают водопроводные трубы.
5. Перечислить способы прокладки труб.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненные задания, план типового этажа и план подвала этажа с обозначениями стояков и ввода водопровода, выводы по работе.

### **Практическое занятие №3.**

## **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ**

Цель работы: ознакомиться с правилами устройства внутренней канализационной сети и дворовой канализации.

К элементам внутренней канализации относятся:

- а) приемники сточных вод;
- б) гидрозатворы;
- в) устройства для прочистки;
- г) фасонные части;
- д) отводные трубы от сантехнических приборов;
- е) стояки и выпуски.

Вначале на плане этажа наносят канализационные стояки, к которым присоединяют отводные трубопроводы от санитарно-технических приборов. Квартирные отводящие трубы задают конструктивно (без расчета) диаметром 100 мм от унитазов с уклоном 0,02 и диаметром 50 мм – от моек, умывальников и ванн с уклоном 0,035.

Стояки наносят крупными точками и каждому из них присваивают марку, например, Ст. К1–1, стояк хозяйственно бытовой канализации. Особенность монтажа канализации состоит в том, что ее собирают с раструбными соединениями, а повороты труб и боковые присоединения устраивают с помощью фасонных деталей.

Канализационные стояки размещают по стенам за унитазом или в углу туалета. Диаметр канализационного стояка зависит от диаметра выпуска присоединяемого прибора, если к стояку присоединен унитаз, то его диаметр принимается 100 мм, в остальных случаях – 50 мм.

Каждый стояк выводится за пределы крыши на высоту не менее 50 см для неэксплуатируемой кровли и заканчивается обрезом без флюгарки.

Далее при проектировании стояки переносят на план подвала согласно их расположению на плане этажа секции и производят трассировку коллекторов и выпусков канализации.

Допускается объединять в один выпуск 2-3 стояка.

При пересечении трубопроводов В1 и К1 расстояние между их стенками по вертикали в свету должно быть не менее:

- 0,4 метра, если В1 находится выше, чем К1;
- 0,5 метра, если В1 находится ниже, чем К1.

Канализационная сеть в подвале должна быть проложена с уклоном в сторону выпуска. Канализационные трубы К1 устанавливают с зазором 20 мм от стены для удобства заделки раструбов.

В месте присоединения выпуска к дворовой сети устраивают смотровой колодец. Смотровые колодцы устраивают в местах присоединения выпусков из



здания, на поворотах трассы трубопроводов, в местах изменения диаметров или уклонов, а также на прямых участках через 35 м при диаметре труб 150 мм.

На расстоянии не более 2 м от красной линии застройки (границы участка) до присоединения сети к городской канализации устраивают контрольный (перепадной) колодец. Вследствие того, что городская канализация проходит на большей глубине, чем дворовая, в контрольных колодцах устраивают перепады для обеспечения плавного вливания сточных вод в колодец на городской канализации. Глубина заложения выпусков должна быть не менее 0,7 м от верха трубопровода во избежание механических разрушений.

Трассу дворовой канализации диаметром 150 мм прокладывают параллельно зданию на расстоянии не менее 3-х метров для твердых грунтов и не менее 5-ти метров – для просадочных со стороны дворового фасада.

Задание. Необходимо выполнить следующие задания:

1. На плане подвала разместить все стояки и выпуски до смотровых колодцев.
2. Ответить, что называют сточной жидкостью, привести виды сточных вод.
3. Описать назначение канализации и ее основные элементы.
4. Дать определение понятию схема канализации.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненные задания, план подвала с выполненными стояками и выпусками до смотровых колодцев, выводы по работе.

## **Практическое занятие №4.**

### **РАССМОТРЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЯ**

Цель работы: изучить принципиальные схемы теплоснабжения поселения.

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 теплоснабжения.

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, полужамкнутыми 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 полужамкнутых 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 теплоснабжения. 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.

Водяные системы теплоснабжения

В зависимости от числа теплопроводов в тепловой сети водяные системы теплоснабжения могут быть однотрубными, двухтрубными, трехтрубными,

четырёхтрубными и комбинированными, если число труб в тепловой сети не остается постоянным.

Наиболее экономичные однотрубные (разомкнутые) системы 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) и закрытые (замкнутые).

Паровые системы теплоснабжения.

Как и водяные паровые системы теплоснабжения бывают однотрубными, двухтрубными и многотрубными. В однотрубной паровой системе 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 имеют наибольшее распространение на практике. Конденсат от отдельных местных систем теплоснабжения 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 применяются на промышленных площадках при получении пара от ТЭЦ и в случае, если технология производства требует пара разных давлений.

Задание. Необходимо выполнить следующие задания:

1. Описать основные элементы системы теплоснабжения, теплоносители.
2. Описать 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.

6. Дать характеристику паровых систем теплоснабжения.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненные задания, выполненные схемы водяных и паровых систем теплоснабжения, выводы по работе.

## Практическое занятие №5.

### РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Цель работы: произвести расчет тепловой мощности системы отопления.

Расчет тепловой мощности системы отопления следует проводить по методике СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», согласно которой расчетная тепловая нагрузка системы отопления для комнат жилых зданий  $Q_{от}$ , в Вт, определяется по формуле:

$$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{в} - Q_{быт}, \quad (5.1)$$

где  $Q_{огр}$  – основные и добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции, Вт;

$Q_{быт}$  – бытовые тепловыделения, Вт;

$Q_{в}$  – расход теплоты на нагрев поступающего в помещение наружного воздуха, исходя из санитарной нормы вентиляционного воздуха, Вт.

Основные и добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции  $Q_{огр}$ , в ваттах, определяются путем суммирования потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции, которые вычисляются по формуле с округлением до 1 Вт:

$$Q_{огр} = A \cdot K \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n \cdot (1 + \Sigma \beta), \quad (5.2)$$

где  $A$  – расчетная площадь ограждающей конструкции,  $m^2$ ;

$K$  – коэффициент теплопередачи,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;

$t_{в}$ , – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ C$ ;

$t_{н}$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха,  $^\circ C$ , равная средней температуре наиболее холодной пятидневки;

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения ограждения по отношению к наружному воздуху по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», для наружных стен  $n=1$ ;

$\beta$  – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь, определяемые в соответствии с СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Добавочные потери теплоты  $\Sigma \beta$  через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь: в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток,

северо-восток и северо-западе размере 0,1, на юго-восток и запад- в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно - по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад и 0,1-в других случаях. При определении площади наружных стен площадь окон не вычитают, а вместо коэффициента теплопередачи окон берут разность между коэффициентами теплопередачи окон и стен.

Сумма теплопотерь через наружные стены и окна при этом не изменяется.

При определении потерь теплоты через наружные двери их площадь следует вычитать из площади стен, и коэффициент теплопередачи принимать полностью, так как добавки на основные теплопотери у наружной стены и двери разные.

Ограждающие конструкции обозначают сокращенно:

НС – наружная стена, ДО – окно с двойным остеклением, Пл – пол, Пт – потолок, ДД – двойная дверь, ОД – одинарная дверь.

Все помещения номеруют поэтапно по ходу часовой стрелки.

Помещения подвального этажа номеруют с № 01, помещения первого этажа – с № 101, помещения второго этажа – с № 201 и т. д. Номера проставляются на планах в центре рассматриваемых помещений. Внутренние вспомогательные помещения: коридоры, санузлы, кладовые, ванные комнаты и другие, не имеющие наружных стен, отдельно не номеруются.

Теплопотери этих помещений через полы и потолки относят к смежным с ними комнатам.

Теплопотери через отдельные ограждения каждого помещения суммируют. Теплопотери лестничной клетки определяют как для одного помещения. Каждую лестничную клетку обозначают буквами А, Б и т. д.

Бытовые теплопоступления  $Q_{\text{быт}}$ , Вт, для жилых комнат определяют по формуле:

$$Q_{\text{быт}} = 10 \cdot A_{\text{п}}, \quad (5.3)$$

где  $A_{\text{п}}$  – площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ .

Расход теплоты  $Q_{\text{в}}$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха для комнат жилых зданий определяют по выражению

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot L_{\text{н}} \cdot \rho \cdot C \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k, \quad (5.4)$$

где  $L_{\text{н}}$  – расход удаляемого воздуха, в  $\text{м}^3$ , не компенсируемый подогретым приточным воздухом, для жилых зданий – удельный нормативный расход =  $3 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  жилых помещений, следовательно,  $L_{\text{н}} = 3A_{\text{п}}$ ;

$\rho$  – плотность воздуха, равна  $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$C$  – удельная теплоемкость воздуха, равная  $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{н}}$  – то же, что и в формуле (5.2);

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока: для окон с тройными переплетами  $k = 0,7$ , для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами  $k = 0,8$  и со спаренными переплетами  $k = 1$ .

Расчеты потерь теплоты ведут в табличной форме на специальном бланке (табл. 5.1).

Таблица 5.1 Расчет теплоты через ограждающие конструкции для 1 этажа

№ помещения	Площадь помещения	Характеристика ограждений					$(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n$	$(1 + \sum \beta)$	$\sum Q_{\text{огр}}$	$Q_{\text{в}}$	$Q_{\text{быт}}$	$Q_{\text{от}}$
		Наименование	Ориентирование по сторонам света	Размер $a \times b$ , м	Площадь, м <sup>2</sup>	К, Вт/(м <sup>2</sup> °C)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101												
102												

Задание. Необходимо произвести расчет теплоты через ограждающие конструкции для помещений №101 и №102. Исходные данные приведены в Приложении Б.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненный расчет тепловой мощности системы отопления для помещений №101 и №102 и выводы по работе.

## Практическое занятие №6.

### РАСЧЕТ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Цель работы: произвести расчет поверхности нагревательных приборов.

Расчет поверхностей нагревательных приборов производится в табличной форме. Пример такого расчета представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 Определение поверхности нагрева и количества секций в приборах системы отопления

№ помещения	Общие теплопотери	Тип нагревательного прибора	$t_{cp} = (t_r + t_o)/2$	$t_{cp} - t_a$	$q$ , Вт/экм	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	Поверхность нагрева	$f_c$ , экм	$n^I$ , секц	$n$ , секц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101 $t_a = 23^0$												

Графа 1 – номер помещения в здании, внутренняя температура воздуха в помещении.

Графа 2 – общие теплопотери помещения, Вт, значения берутся из четвертой практической работы.

Графа 3 – тип нагревательного прибора, применяем нагревательный прибор М 140-АО.

Графа 4 – средняя температура теплоносителя в приборе, °С, находится как среднеарифметическое значение температуры горячей воды в подающем и температуры в обратном трубопроводе.

Графа 5 – разница средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении, °С.

Графа 6 – теплопередача 1 экм прибора, Вт/экм, зависит от разницы средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении и определяется по таблице 6.2.

Таблица 6.2 Зависимость теплопередачи 1 экм прибора от разницы средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении

$t_{cp} - t_a$ , $^0C$	60	64,5	70	80	90	100
$q$ , Вт	463	506	557	650	740	835

Графа 7 –  $\beta_1$  – коэффициент, учитывающий остывание воды в трубах в зависимости от вида системы принимается равным 1,05.



Графа 8 –  $\beta_2$  – коэффициент, учитывающий способ установки нагревательного прибора принимается равным 1.

Графа 9 –  $\beta_3$  – коэффициент, учитывающий число секций в приборе принимается равным 1,01.

Графа 10 – поверхность нагрева прибора, определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{q} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (6.1)$$

где  $Q$  – теплопотери помещения, Вт;

$q$  – теплопередача 1 эсм прибора, Вт.

Графа 11 –  $f$  – поверхность 1 секции прибора, эсм. Для нагревательного прибора М 140-АО принимаем равным 0,35 эсм.

Графа 12 – количество секций в приборе с учетом коэффициента  $\beta_3$ . Определяется по формуле:

$$n^1 = \frac{F}{f} \quad (6.2)$$

Графа 13 – уточненное количество секций в приборе.

Задание. Необходимо выполнить расчет поверхностей нагревательных приборов. Исходные данные приведены в Приложении В.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, расчет поверхности нагревательных приборов, выводы по работе.

## Практическое занятие №7.

### РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Цель работы: произвести расчет вентиляции производственного помещения.

Вентиляция – организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения избыточного количества тепла и снижение концентрации вредных примесей (газ, пар, пыль) за счет подачи в него свежего воздуха.

Естественная система вентиляции - это та, в которой перемещение воздушных масс осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания. Разность давлений обусловлена разностью плотностей наружного и внутреннего воздуха и ветровым напором, действующим на здание. При действии ветра на поверхностях здания образуется с подветренной стороны избыточное давление, на наветренной стороне - разрежение. Естественная вентиляция реализуется в виде инфильтрации и аэрации.

Механическая вентиляция - вентиляция, с помощью которой воздух подается в производственные помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с использованием для этого специальных механических возбудителей. Системы вентиляции подразделяются на общеобменные, местные, аварийные, смешанные системы кондиционирования. По способу подачи и удаления воздуха различают приточную, вытяжную, приточно-вытяжную системы вентиляции и системы с рециркуляцией.

Работоспособность системы вентиляции определяется показателем кратности воздухообмена:

$$K_v = \frac{L}{V_n}, \quad (7.1)$$

где  $L$  - количество воздуха, поступающего в помещение в единицу времени,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $V_n$  - объем вентилируемого помещения,  $\text{м}^3$ .

При правильно организованной вентиляции кратность воздухообмена должна быть в пределах от 1 до 10.

При общеобменной вентиляции потребный воздухообмен определяют из условия удаления избыточной теплоты и разбавления вредных выделений свежим воздухом до допустимых концентраций. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны устанавливают по ГОСТ 12.1.005-88 (2004). Потребный воздухообмен  $L_1$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , необходимый для отвода излишнего количества теплоты, рассчитывается по формуле:

$$L_1 = \frac{Q_{\text{изб}}}{c\rho(t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}})}, \quad (7.2)$$

где  $Q_{\text{изб}}$  – избыточное количество теплоты,  $\text{кДж}\cdot\text{ч}$ ;

$c$  - теплоемкость воздуха,  $c = 1,2 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ ;

$\rho$  - плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$t_{\text{пр}}$  - температура приточного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{уд}$  - температура воздуха, удаляемого из помещения, принимается равной температуре воздуха в рабочей зоне.

Расчетное значение температуры приточного воздуха зависит от географического расположения предприятия; в расчете рекомендовано ее принимать равной 22,3 °С.

Температуру воздуха в рабочей зоне принимают на 3...5 °С выше расчетной температуры наружного воздуха.

Плотность воздуха  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, поступающего в помещение, имеет вид:

$$\rho = \frac{353}{273 + t_{пр}}, \quad (7.3)$$

Избыточное количество теплоты  $Q_{изб}$ , кДж/ч, подлежащей удалению из производственного помещения, определяют по тепловому балансу:

$$Q_{изб} = \sum Q_{пр} - \sum Q_{расх}, \quad (7.4)$$

где  $\sum Q_{пр}$  - теплота, поступающая в помещение от различных источников, кДж/ч;

$\sum Q_{расх}$  - потеря теплоты через конструкции зданий, кДж/ч.

К основным источникам тепловыделений в производственных помещениях относятся:

- горячие поверхности оборудования (печи, сушильные камеры, трубопроводы и др.);

- оборудование с приводом от электродвигателей; солнечная радиация;

- персонал, работающий в помещении;

- различные остывающие массы (металл, вода и др.).

Поскольку перепад температур воздуха внутри и снаружи здания в теплый период года незначительный (3...5 °С), то при расчете воздухообмена по избытку тепловыделений потери теплоты через конструкции зданий можно не учитывать. При этом некоторое увеличение воздухообмена благоприятно влияет на условия труда работающего персонала в наиболее жаркие дни теплого периода года.

С учетом изложенного, формула (7.4) принимает следующий вид:

$$Q_{изб} = \sum Q_{пр}, \quad (7.5)$$

В настоящем расчетном задании избыточное количество теплоты определяется только с учетом тепловыделений электрооборудования и работающего персонала

$$\sum Q_{пр} = Q_{э.о} + Q_{р}, \quad (7.6)$$

где  $Q_{э.о}$  - теплота, выделяемая при работе электродвигателей оборудования, кДж/ч;

$Q_{р}$  - теплота, выделяемая работающим персоналом, кДж/ч.

Теплота, выделяемая электродвигателями оборудования, рассчитывается по формуле:

$$Q_{э.о.} = 3528 \cdot \beta \cdot N, \quad (7.7)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий загрузку оборудования, одновременность его работы, режим работы. ( $\beta = 0,25..0,35$ );

$N$  - общая установочная мощность электродвигателей, кВт.

Теплота, выделяемая работающим персоналом, имеет вид:

$$Q_n = n \cdot K_p, \quad (7.8)$$

где  $n$  - число работающих человек;  $K_p$  - теплота, выделяемая одним человеком, принимается равной при легкой работе 300 кДж/ч, при работе средней тяжести 400 кДж/ч, при тяжелой работе 500 кДж/ч.

Расход приточного воздуха  $L_2$ , м<sup>3</sup>/ч, необходимый для поддержания концентрации вредных веществ в заданных пределах:

$$L_2 = \frac{G}{q_{уд} - q_{пр}}, \quad (7.9)$$

где  $G$  - количество выделяемых вредных веществ, мг/ч;

$q_{уд}$  - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, которая не должна превышать предельно допустимую, мг/м<sup>3</sup>, т. е.  $q_{уд} \leq q_{пдк}$ ;

$q_{пр}$  - концентрация вредных веществ в приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>, находится по уравнению:

$$q_{пр} \leq 0,3 q_{пдк} \quad (7.10)$$

Для определения потребного воздухообмена  $L$  необходимо сравнить величины  $L_1$  и  $L_2$ , рассчитанные по формулам (7.2) и (7.9) и выбрать наибольшую из них.

Кратность воздухообмена  $K$ , 1/ч, рассчитывается по выражению:

$$K = \frac{L_{max}}{V_c}, \quad (7.11)$$

где  $L_{max}$  - потребный воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;

$V_c$  - внутренний свободный объем помещения, м<sup>3</sup>.

Кратность воздухообмена помещений обычно составляет от 1 до 10 (большие значения для помещений со значительными выделениями теплоты, вредных веществ или небольших по объему).

Для машиностроительных и приборостроительных цехов рекомендуемая кратность воздухообмена составляет 1...3, для литейных, кузнечно-прессовых, термических цехов, химических производств около 3...10.

**Задание.** Необходимо произвести расчет вентиляции производственного помещения. Исходные данные приведены в Приложении Г.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненный расчет вентиляции производственного помещения, выводы по работе.



## **Практическое занятие №8.**

### **РАССМОТРЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ И ЗДАНИЙ**

Цель работы: изучить принципиальные схемы газоснабжения поселений и зданий.

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 опусках устанавливают отключающий кран.

Задание. Необходимо выполнить следующие задания:

1. Описать основные элементы системы газоснабжения.
2. Описать предназначение и функции газораспределительного пункта.
3. Дать классификацию газопроводов, прокладываемых в городах.
4. Изучить и выполнить схему одноступенчатой системы снабжения газом.

Указать основные элементы и их назначение в системе.

5. Изучить и выполнить схему двухступенчатой системы снабжения газом.

Указать основные элементы и их назначение в системе.

6. Изучить и выполнить принципиальную схему газоснабжения крупного города. Указать основные элементы и их назначение в системе.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненные задания, выполненные схемы систем снабжения газом, выводы по работе.

## Практическое занятие №9.

### ВЫБОР СХЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Цель работы: для заданного технологического участка выбрать типовую схему электроснабжения.

Основным условием рационального проектирования сети электроснабжения промышленного объекта является принцип одинаковой надёжности питающей линии (со всеми аппаратами) и одного электроприёмника технологического агрегата, получающего питание от этой линии. Поэтому нет смысла, например, питать один электродвигатель технологического агрегата по двум взаиморезервируемым линиям. Если технологический агрегат имеет несколько электроприёмников, осуществляющих единый, связанный группой машин технологический процесс, и прекращение питания любого из этих электроприёмников вызывает необходимость прекращения работы всего агрегата, то в таких случаях надёжность электроснабжения вполне обеспечивается при магистральном питании (рис. 9.1).

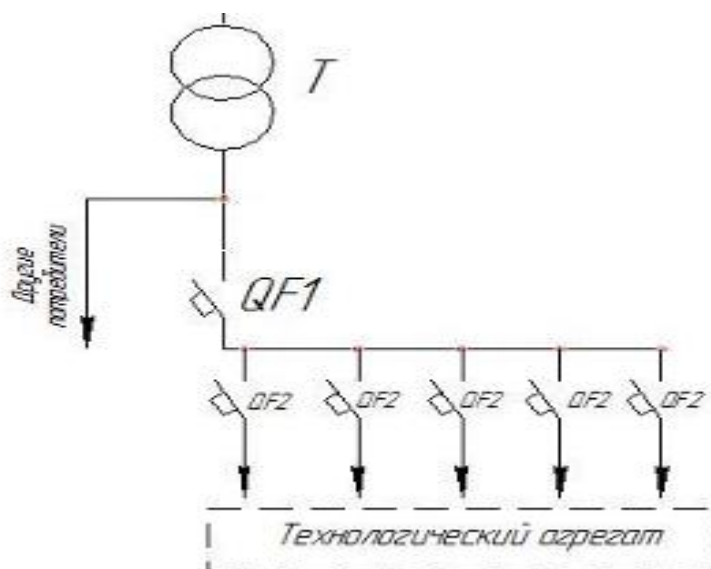


Рис. 9.1. Магистральная схема питания электроприёмников

Магистральные схемы питания находят широкое применение не только для питания многих электроприёмников одного технологического агрегата, но также большого числа сравнительно мелких приёмников, не связанных единым технологическим процессом. К таким потребителям относятся металлорежущие станки в цехах механической обработки металлов и другие потребители, распределённые относительно равномерно по площади цеха.

Магистральные схемы позволяют отказаться от применения громоздкого и дорогого распределительного устройства или щита. В этом случае возможно применение схемы блока трансформатор-магистраль, где в качестве питающей линии применяются токопроводы (шинопроводы), изготавливаемые промышленностью. Магистральные схемы, выполненные шинопроводами,



обеспечивают высокую надёжность, гибкость и универсальность цеховых сетей, что позволяет технологам перемещать оборудование внутри цеха без существенных переделок электрических сетей.

Для питания большого числа электроприёмников сравнительно небольшой мощности, относительно равномерно распределённых по площади цеха, применяются схемы с двумя видами магистральных линий: питающими и распределительными (рис. 9.2). Распределительные магистрали, к которым непосредственно подключаются электроприёмники, получают питание от главных питающих магистралей или непосредственно от шин комплектной трансформаторной подстанции (КТП), если главные магистрали не применяются.

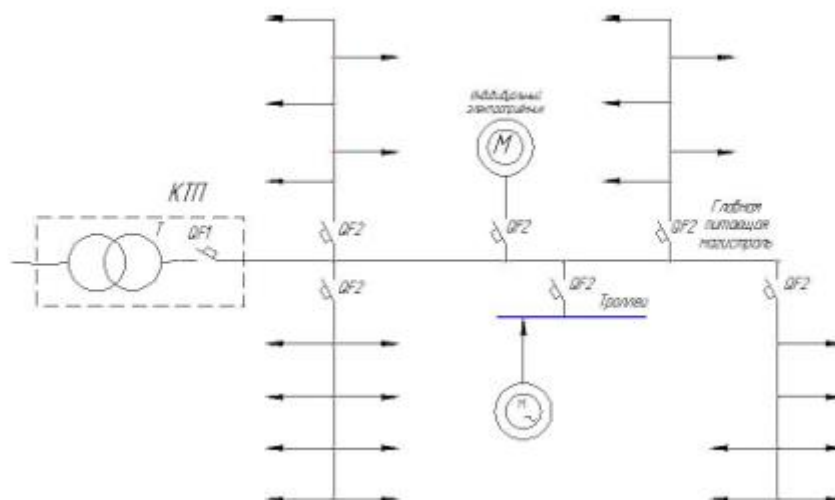


Рис. 9.2. Схема питающих и распределительных линий в цехе

К главным питающим магистралям подсоединяется возможно меньшее число индивидуальных электроприёмников. Это повышает надёжность всей системы питания.

Следует учитывать недостаток магистральных схем, заключающийся в том, что при повреждении магистрали одновременно отключаются все питающиеся от неё электроприёмники. Этот недостаток ощутим при наличии в цехе отдельных крупных потребителей, не связанных единым непрерывным технологическим процессом.

Радиальные схемы питания характеризуются тем, что от источника питания, например, КТП, отходят линии, питающие непосредственно мощные электроприёмники или отдельные распределительные пункты, от которых самостоятельными линиями питаются более мелкие электроприёмники (рис. 9.3).

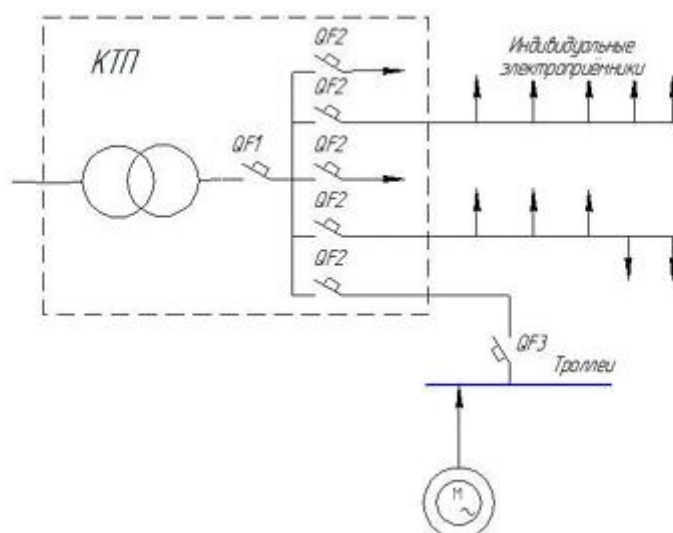


Рис. 9.3. Радиальная схема питания электроприемников

Задание. Необходимо выполнить следующие задания:

1. Ответить, что является основным условием рационального проектирования сети электроснабжения.
2. Охарактеризовать магистральную схему питания электроприемников.
3. Ответить какую схему применяют для питания большого числа электроприемников небольшой мощности.
4. Охарактеризовать отдельные схемы питания.

Отчет должен содержать: цель работы, содержание работы, выполненные задания, выводы по работе.

## Библиографический список

1. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*
2. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84\*
3. СП 40-103-98 Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения с использованием металлополимерных труб
4. ГОСТ 21.205-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений
5. ГОСТ 21.704–2011 «Водоснабжение и канализация. Наружные сети»
6. ГОСТ 21.601–2011 «Водопровод и канализация. Рабочие чертежи»
7. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1)
8. СП 62.13330.2011\* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)
9. ГОСТ 21.205-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений
10. Стрельцов С.В. Теплогазоснабжение и вентиляция зданий: учебно-методическое пособие для практических занятий / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2021. – 44 с.
11. Стрельцов С.В., Стрельцова Т.А. Водоснабжение и водоотведение: учебно-методическое пособие к выполнению практических работ / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2020. – 56 с.
12. Горелкина, Г. А. Инженерные системы водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / Г. А. Горелкина, Ю. В. Корчевская, И. Г. Ушакова. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 154 с. — ISBN 978-5-89764-859-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153548> (дата обращения: 20.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
13. Сибикин, Ю. Д. Основы проектирования санитарнотехнических сетей зданий и сооружений : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 418 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602403> (дата обращения: 20.12.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499 2107-9. – Текст : электронный.
14. Ковязин, В. Ф. Инженерное обустройство территорий : учебное пособие / В. Ф. Ковязин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-1860-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212015> (дата обращения: 20.12.2022).

15. Фролов, Ю. М. Основы электроснабжения : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1385-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168468> (дата обращения: 21.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

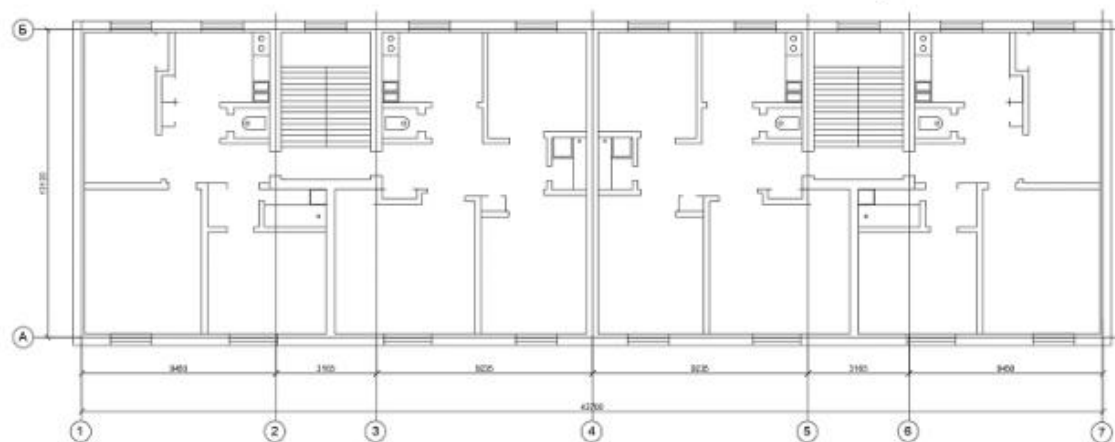
16. Шибеко, А. С. Газоснабжение : учебное пособие / А. С. Шибеко. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 520 с. — ISBN 978 5-8114-3662-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125714> (дата обращения: 21.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение / А. Л. Шкаровский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5507-44607-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230483> (дата обращения: 21.12.2022)

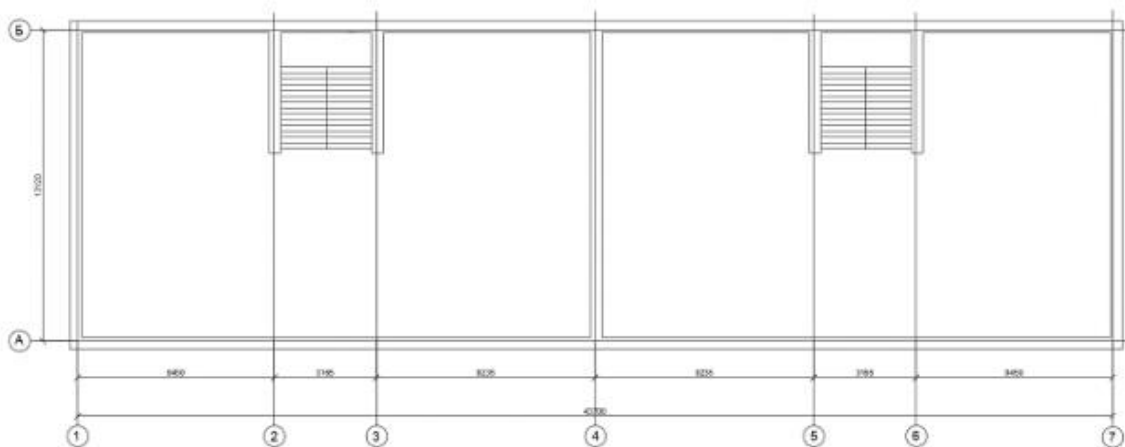
18. Кучеренко, М. Н. Вентиляция общественного здания : учебно-методическое пособие / М. Н. Кучеренко. — Тольятти : ТГУ, 2020. — 48 с. — ISBN 978-5-8259-1501-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157037> (дата обращения: 21.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А



**Рис. А.1. План типового этажа**



**Рис. А.2. План подвала**

# Приложение Б

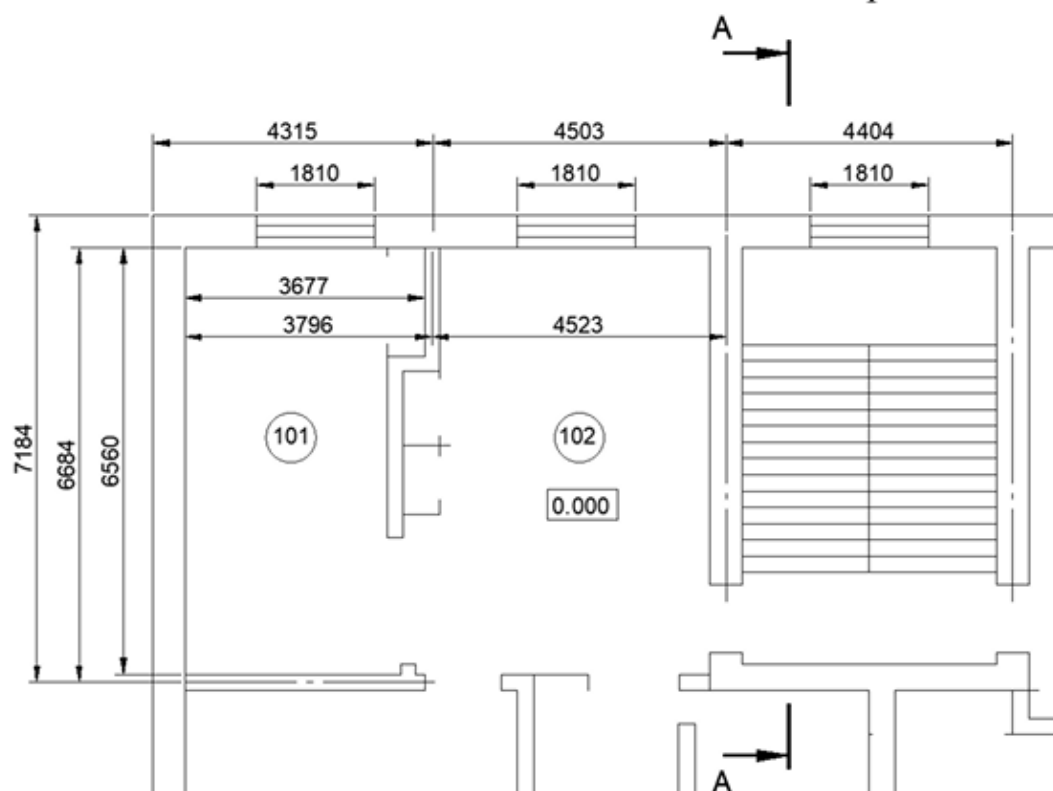


Рис. Б.1. План помещения

## Приложение В

Таблица В.1

**Исходные данные (общие теплопотери в помещении) для  
расчета поверхностей нагревательных приборов**

№ помещения	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101	1583	1841	1854	2053	1815	1782	1583	2053	1654	1938
102	1782	1815	2105	2031	1841	1677	2031	2105	1791	2115
103	1796	2062	1830	1518	2205	1730	1687	2060	2167	1940
104	1564	1944	1857	2115	1682	2250	1590	2010	1828	2020
105	2006	1677	1905	1838	1615	2201	2140	1585	1960	1577
106	1841	2053	1590	1518	2105	1965	1673	1830	1599	2040
107	1985	2022	1678	1583	2039	1564	1987	2110	1754	1630
108	1673	2115	1830	1599	2064	1934	1766	1568	2120	1865

Приложение Г  
Таблица Г.1

**Исходные данные для расчета вентиляции  
производственного помещения**

№ варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Габаритные размеры цеха	длина $l$ , м	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
	ширина $a$ , м	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	высота $h$ , м	5	10	10	5	8	5	8	10	5	5
Установочная мощность оборудования $N$ , кВт		100	150	125	200	190	100	150	200	170	100
Число работающих $n$ , чел		30	80	50	100	75	40	90	100	80	40
Категория тяжести работы		ср	лег	тяж	ср	лег	тяж	ср	лег	тяж	ср
Количество выделяемых вредных веществ $G \times 10^3$ , мг/ч		20	15	25	40	35	30	27	18	38	30
Предельно-допустимая концентрация (ПДК), мг/м <sup>3</sup>		2	5	3	4	2	3	2	4	5	2
Наименование вещества		азота диоксид									

**Эстрин Игорь Арнольдович  
Сагайдак Сергей Алексеевич**

**Учебное пособие  
к практическим работам**

Редактор Т.В. Бродская  
Корректор Т.В. Бродская

Подписано в печать . Формат 60×84/16.  
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л.1,63.  
Уч.-изд. л.2,2. Тираж экз. Изд. № . Заказ №

Ростовский государственный университет путей сообщения.  
Ризография РГУПС.

---

Адрес университета:  
344038, г. Ростов н/Д, пл. им. Ростовского Стрелкового полка  
Народного Ополчения, зд. 2.