

М. В. Бодров, В. Ю. Кузин

# **ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА**

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВЫХ И ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

*Учебное пособие*

Нижний Новгород  
2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

М. В. Бодров, В. Ю. Кузин

**ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА**

Правила оформления курсовых и выпускных квалификационных работ

*Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

Нижний Новгород  
ННГАСУ  
2020

ББК 38.762  
О85  
УДК 697:744.4

*Печатается в авторской редакции*

Рецензенты:

*А. Г. Рымаров* – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

*Е. Г. Ионычев* – канд. техн. наук, директор по строительству ООО «ВЕНТОГАРАНТ»

Бодров М. В. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Правила оформления курсовых и выпускных квалификационных работ [Текст]: учеб. пособие / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2020. – 146 с. ISBN 978-5-528-00412-9

Изложены общие требования и рекомендации по оформлению текстовых и графических частей рефератов, докладов, курсовых, расчётно-графических и выпускных квалификационных работ студентов бакалавриата и магистратуры.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», 08.04.01 Строительство, профили «Теплогазоснабжение и вентиляция» и «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий», и 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Тепломассообменные процессы и установки».

Ключевые слова: вентиляция, выпускная квалификационная работа, кондиционирование, курсовая работа, курсовой проект, нормоконтроль, отопление, пояснительная записка, расчётно-графическая работа, схема, условное обозначение, чертеж

ББК 38.762

ISBN 978-5-528-00412-9

© М.В. Бодров, В.Ю. Кузин, 2020  
© ННГАСУ, 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень развития строительной отрасли требует унификации технологических процессов и однозначной трактовки проектной и рабочей документации, как на стадиях проектирования, согласования и монтажа инженерных систем, так и в ходе последующего технического обслуживания.

Учебное пособие «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Правила оформления курсовых и выпускных квалификационных работ» содержит сведения, которые необходимы студентам бакалавриата и магистратуры, для выполнения текстовых и графических документов в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации, в том числе рефератов, расчётно-графических работ, курсовых работ и проектов, выпускных квалификационных работ. Полученные знания будут полезны при оформлении рабочей документации по разделу ОВ.

Данное учебное пособие разработано и предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», а также направлениям подготовки магистратуры 08.04.01 Строительство, профили «Теплогазоснабжение и вентиляция» и «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий», и 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Тепломассообменные процессы и установки». Пособие также может быть полезно инженерам технических специальностей.

Пособие состоит из трёх основных разделов. Первый раздел посвящён описанию действующих требований к текстовым документам, в том числе к их составу, правилам оформления рисунков, таблиц, формул, списков литературы.

Во втором разделе рассмотрены примеры оформления основных инженерных расчётов и схем к ним:

- теплового баланса помещений;

- гидравлического расчёта систем отопления;
- теплового расчёта отопительных приборов;
- подбора типа и количества воздухораспределителей;
- аэродинамического расчёта систем вентиляции.

В третьем разделе приведены требования по оформлению графических документов, чертежей и схем систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, в том числе: правил заполнения штампов, составлению листов общих данных, условным обозначениям и необходимым спецификациям.

В пособии приведены материалы, как обязательных к исполнению требований, так и дополнительные указания рекомендательного характера.

Авторы выражают глубокую признательность рецензентам учебного пособия кандидату технических наук, доценту, заведующему кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Андрею Георгиевичу Рымарову (ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет») и кандидату технических наук Евгению Геннадьевичу Ионычеву, директору по строительству ООО «ВЕНТОГАРАНТ», за ценные советы и замечания, сделанные при рецензировании рукописи.

# 1 ТЕКСТОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## 1.1 Структура текстовых документов

Текстовые документы, в том числе пояснительные записки выпускных квалификационных работ (ВКР) и отчёты о научно-исследовательской работе (НИР), состоят из следующих структурных элементов [15]:

- титульный лист;
- аннотация (реферат);
- содержание;
- термины и определения;
- перечень сокращений и обозначений;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения.

**Титульный лист** должен содержать:

- наименование министерства (ведомства);
- наименование (полное и сокращенное) университета;
- наименование структурного подразделения (факультета, института);
- наименование кафедры;
- номер группы, курс, фамилию, инициалы и подпись студента;
- должность, ученую степень, ученое звание и подпись руководителя;
- вид документа (курсовая работа, курсовой проект, расчётно-графическая работа, реферат и др.);
- шифр и наименование дисциплины;
- тему (название) работы;
- место и год составления;
- иные сведения, предусмотренные организацией, где выполнялась работа.

**Аннотация** включает в себя:

- сведения об общем объеме работы, количестве книг отчета, иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений;

- ключевые слова, от 5 до 15 слов или словосочетаний, которые в наибольшей мере характеризуют содержание работы и обеспечивают её информационный поиск (в именительном падеже в строку, через запятые);

- сведения об объекте исследования (работы);
- цель и задачи работы;
- методы или методологию проведения работы;
- результаты работы и их новизну;
- область применения результатов;
- рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов;
- экономическую эффективность или значимость работы;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Аннотация должна иметь объём порядка 850 печатных знаков, но не более одной страницы машинописного текста.

**Содержание** состоит из следующих элементов: введения, наименований всех разделов, подразделов, пунктов, заключения, библиографического списка и приложений. После заголовков каждого элемента ставится отточие и приводятся номера страниц, с которых они начинаются. Разделы приводятся без абзацного отступа, подразделы и пункты – с отступом в два и четыре знака относительно разделов. Абзацный отступ всех строк разделов, подразделов и пунктов должен быть одинаковым, например:

Введение.....	4
1 Название раздела.....	7
1.1 Название подраздела.....	8
1.1.1 Название пункта.....	8
1.1.1.1 Название подпункта.....	9
...	
Заключение.....	108
Библиографический список.....	110
Приложение А. Заголовок.....	112

Работы объемом до 10 страниц допускается оформлять без содержания.

**Перечень терминов и определений** необходимо начинать с фразы: «В настоящей работе (проекте, реферате, исследовании и пр.) применяют следующие термины с соответствующими определениями». Перечень оформляют в виде списка терминологических статей, который располагается столбцом, без знаков препинания в конце. Слева без абзацного отступа в алфавитном порядке перечисляются термины, а справа через тире приводятся – их определения. Перечень может быть оформлен в виде таблицы, состоящей из двух колонок: термин, определение.

**Перечень сокращений и обозначений** начинают с фразы: «В настоящей работе (проекте, реферате, исследовании и пр.) применяют следующие сокращения и обозначения». При наличии более трех условных обозначений, требующих пояснения, составляется их перечень. Перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц физических величин и определений располагается в конце строки без знаков препинания. Слева без абзацного отступа приводятся сокращения, условные обозначения, символы и единицы физических величин в алфавитном порядке, а справа через тире – их детальная расшифровка.

**Введение** должно включать следующие сведения: *актуальность* работы; *цель и задачи*, решаемые в рамках работы; описание *объекта и предмета исследования*; о *теоретической и практической значимости* работы, если это требуется; краткое содержание полученных *результатов* и представляемых положений; описание *методов исследования*; о *достоверности результатов*; *апробации* полученных результатов; сведения о *публикациях*; степень *разработанности* тематики исследования и иную информацию, в зависимости от типа и направленности документа.

**Основная части** текстового документа может содержать:

- описание методологии решения инженерно-прикладных и научных задач, проведение их сравнительного анализа;

- порядок проведения теоретических и экспериментальных исследований, в том числе: определение характера и содержания теоретических исследований, методы исследований и расчетов, обоснование экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов;

- оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям развития работы, достоверности полученных результатов;

- расчёты технико-экономической эффективности полученных в работе результатов и разработанных решений;

- результаты внедрения исследований, если они имеются, сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, а также отрицательные результаты.

**Заключение** должно содержать:

- выводы по результатам выполнения работы или отдельных ее этапов;

- оценку полноты решения поставленных задач;

- рекомендации и исходные данные по использованию результатов;

- результаты технико-экономической оценки эффективности внедрений, полученных в ходе выполнения работы;

- результаты определения научно-технического уровня выполненной работы в сравнении с актуальными достижениями в исследуемой области.

Материалы работы, которые не могут быть включены в её основную часть, необходимо включать в приложения.

**Приложения**, как правило, содержат:

- дополнительные материалы к работе;

- промежуточные математические доказательства и расчеты;

- таблицы цифровых данных;

- протоколы испытаний;

- результаты метрологической экспертизы;

- инструкции, методики, описания алгоритмов и программ, разработанных в процессе выполнения работы;
- вспомогательные иллюстрации;
- исходные документы для выполнения работы;
- протоколы рассмотрения результатов выполненной работы, исследования на научно-технических советах;
- акты внедрения результатов работы, исследования или их копии;
- копии охраняемых документов.

В тексте работы должны быть ссылки на все приложения, например: «... результаты расчёта приведены в Приложении А». Приложения размещаются в порядке ссылаемости на них в тексте.

Каждое приложение начинается с новой страницы. Заголовок приложения приводится по центру и состоит из слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», обозначения приложения и с отдельной строки заголовка, написанного строчными буквами с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце, например:

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **Аэродинамический расчёт системы вентиляции**

Приложения обозначают прописными буквами кириллического алфавита, начиная с А, даже если приложение одно, за исключением букв: Е, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Для обозначения приложений допустимо использовать буквы латинского алфавита, кроме букв I и O. В случае если букв кириллического и латинского алфавита недостаточно пользуются арабскими цифрами.

Текстовые документы, в том числе таблицы и иллюстрации должны быть оформлены на листах формата А4 с одной стороны. Формат А3 применяют при наличии значительного числа таблиц данного формата.

Перечень необходимых структурных элементов текстового документа указывается в специальной нормативной и рекомендательной литературе, а также в требованиях организации, где выполняется работа.

Текстовый документ может не содержать некоторые из рассмотренных элементов, в иных случаях к нему необходимо прилагать дополнительные бланки и материалы: задание, индивидуальный план, отзыв руководителя, дневник прохождения практики, оптические диски и другие.

Текстовые части **рефератов, расчётно-графических работ, курсовых работ и курсовых проектов** должны содержать следующие элементы: титульный лист; бланк индивидуального задания; содержание; введение; основную часть; заключение; библиографический список; приложения.

**Отчёты о практиках** (научно-исследовательская работа, производственные, учебная, педагогическая и др.) включают в себя: титульный лист; бланк индивидуального задания; индивидуальный план; содержание; введение; основную часть; заключение; библиографический список; приложения; отзыв руководителя практики.

Текстовые части **выпускных квалификационных работ** уровня бакалавриата и магистратуры ВКР(б) и ВКР(м) состоят из таких обязательных структурных элементов как: титульный лист; бланк задания; аннотация; содержание; введение; основная часть; заключение; библиографический список, приложения.

Важным моментом является то, что к каждому отдельному элементу структуры текстового документа в зависимости от его назначения предъявляются особые требования, так аннотация, введение, заключение и основная часть ВКР(м) должны иметь значительно более высокий уровень проработки, по сравнению с ВКР(б). Состав позиций, которые должны быть рассмотрены внутри каждого текстового элемента определяется в первую очередь спецификой самой работы.

## 1.2 Общие требования к оформлению

Текстовые документы набираются шрифтом Times New Roman через 1,5 интервала. Цвет шрифта – чёрный, размер – не менее 12 пт (рекомендуемый размер – 14 пт). Весь текст должен иметь обычное начертание, за исключением заголовков, подразделов и заголовков структурных элементов, изображаемых полужирным. Курсивный шрифт применяется для написания терминов и символов на латыни.

**Листы** должны иметь следующие поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Абзацные отступы выполняются одинаковыми во всём документе и составляют 1,25 см.

Текст, иллюстрации, таблицы и иные материалы необходимо выполнять достаточно чёткими для их последующего воспроизведения. Все линии, буквы, цифры и знаки должны иметь одинаковую контрастность.

Указываемые в отчётах фамилии, названия фирм, организаций, учреждений и другие имена собственные необходимо приводить на языке оригинала, либо в транслитерации с указанием перевода при первом упоминании их в тексте работы. Сокращения слов и словосочетаний на русском и иностранных языках оформляют согласно ГОСТ [20].

**Заголовки** структурных элементов необходимо располагать по середине строки без точки в конце, прописными буквами, полужирным шрифтом. Структурные элементы и разделы основной части текстового документа должны начинаться с новой страницы.

Основная часть делится на разделы, подразделы, пункты и подпункты, заголовки которых печатают строчными буквами начиная с прописной буквы, полужирным шрифтом. Перенос слов в заголовках не допускается. Несколько предложений в одном заголовке разделяют точкой. Заголовки должны наиболее точно и одновременно кратко описывать содержание разделов, подразделов, пунктов и подпунктов.

Заголовки разделов должны иметь нумерацию арабскими цифрами, подразделы, пункты и подпункты те же номера с добавлением своего порядкового номера после точки, например:

## **1 ЗАГОЛОВОК РАЗДЕЛА**

### **1.1 Заголовок подраздела**

#### **1.1.1 Заголовок пункта**

##### **1.1.1.1 Заголовок подпункта**

Страницы текстовых документов выполняют со сквозной нумерацией арабскими цифрами, включая приложения. Номер страницы проставляется в центре нижней части страницы без точки. Титульный лист имеет условный первый номер, который на нём не указывается.

При наличии **перечисления** перед каждым его элементом ставится тире (дефис), а после него точка с запятой. Элементы перечисления могут также начинаться не с тире, а со строчных букв русского алфавита со скобкой, за исключением букв: ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь. Вместо букв в перечислениях также могут быть использованы цифры арабского алфавита. Перечисления необходимо приводить в столбик с абзацным отступом, например:

- насосы;

- вентиляторы,

или

а) насосы;

б) вентиляторы.

**Иллюстрации** представляют собой графики, чертежи, схемы, диаграммы, фотоснимки и прочее, их необходимо располагать на той же странице, что и ссылающийся на них текст, либо на следующей странице. Ссылка на каждую иллюстрацию является обязательной, например: «... в соответствии с рисунком 2», «... согласно опытным данным (рис. 5)».

Иллюстрации имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами и подпись, размером – 12 пт например: Рисунок 1 – Расчётная схема системы отопления.

Допускается проводить нумерацию по разделам: Рисунок 1.1.

Иллюстрации, размещаемые в приложениях, также имеют номера, перед которыми указывают обозначения приложений: Рисунок А.1.

Наименование изображения приводится без переносов строчными буквами начиная с первой прописной. Подпись к рисунку размещается после по центру, через один междустрочный интервал без точки в конце и может сопровождаться пояснительными данными (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Название рисунка: 1 – наименование позиции; 2 – наименование позиции

Текст, размеры и обозначения позиций на изображениях должны по возможности выполняться тем же размером, что и подпись – 12 пт. Ссылка на каждую таблицу является обязательной, например: «... результаты расчёта приведены в таблице 1», «... в результатах расчёта (табл. 1)».

Текстовые документы могут содержать таблицы, позволяющие придать ходу и результатам расчёта наглядный вид.

Наименование таблицы должно наиболее точно и кратко отражать её содержимое и располагаться над таблицей. Размер шрифта подписи таблицы – 12 пт, содержимого таблицы – 12, 10 и 8 пт. Наименования приводятся слева без абзачного отступа и переносов, через одинарный интервал, строчными буквами начиная с первой прописной, например:

Таблица 1 – Результаты аэродинамического расчёта

Таблицы могут иметь сквозную нумерацию, либо по разделам, арабскими цифрами, например: Таблица 1, Таблица 1.1. Таблицы приложений нумеруются аналогично рисункам: Таблица А.1, Таблица В.3.

Таблицы, размещаемые на нескольких страницах, имеют наименования и названия столбцов (граф) только на первой из них, на последующих указывается только номер таблицы и номера столбцов (табл. 1.1).

Заголовки и подзаголовки столбцов и строк таблицы начинаются с прописной буквы без точки в конце. Подзаголовки могут начинаться со строчных букв, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки столбцов выравниваются по центру, а строк – по левому краю.

Если текст в соседних строках повторяется, то в первой повторяющейся строке пишут «то же», а в последующих знак кавычки.

Таблицы могут сопровождаться примечаниями, которые указываются непосредственно после таблицы. Примечания нумеруются арабскими буквами, начинаются с прописной буквы. Одно примечание не нумеруется.

Единицы физических величин должны соответствовать ГОСТ [16].

Уравнения и формулы записываются с отдельной строки, если они не умещаются, то их часть может быть перенесена на вторую и последующие строки после знаков равно « = », плюс « + », минус « – », умножить « × » и разделить « : », при этом на новой строке знак повторяется. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов приводят под формулой в таком же как в формуле порядке. Пояснения начинают со слова «где».

Таблица 1.1 – Название таблицы

Головка	Заголовок <sup>1</sup>	Заголовок <sup>2</sup>	Заголовок
1	2	3	4
Заголовок	...	...	...
Заголовок	...	...	...
Заголовок	...	...	...
Заголовок	...	...	...
Заголовок	...	...	...

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4
Заголовок	...	...	...
Заголовок	...	...	»
Заголовок	...	...	»
Заголовок	...	...	»

Примечание 1 – Текст примечания. 2 – Текст примечания

Формулы требуется размещать посередине строк, они должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами в круглых скобках с выравниванием по правому краю, например: бытовые тепловыделения  $Q_{\text{быт}}$ , Вт, равны

$$Q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}} A_{\text{пом}}, \quad (1.1).$$

где  $q_{\text{быт}}$  – бытовые тепловыделения, Вт/м<sup>2</sup>;  $A_{\text{пом}}$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

При написании формул друг за другом, необходимо после каждой из них ставить символ точки с запятой, например:

$$\Delta p_1 = S_1 G_1^2; \quad (1.2)$$

$$\Delta p_2 = S_2 G_2^2; \quad (1.3)$$

$$\Delta p_3 = S_3 G_3^2. \quad (1.4)$$

В том случае если формулы имеют сквозную нумерацию в пределах раздела, либо в приложении их номер состоит из наименования соответствующего раздела или приложения и порядкового номера: (1.2), (А.3).

Для записи уравнений и формул рекомендуется использовать редакторы формул Microsoft Equation 3.0 или MathType 6.0 Equation.

Формула вставляется в текст по следующему пути в Microsoft Office Word: Вставка → Текст → Объект. В раскрывшемся окне «Вставка объекта» во вкладке «Тип объекта» выбирается один из возможных вариантов: Microsoft Equation 3.0; Mathtype 6.0 Equation.

Добавление и редактирование текста может осуществляться вводом с клавиатуры, копированием из Word, «Блокнота» и других текстовых редакторов, а также с помощью **групп команд**, приведённых в таблице 1.2.

**Размеры элементов** (знаков и символов) из которых составляются формулы принимаются согласно таблице 1.3:

- в точках (типографских пунктах) pt;
- в процентах от размера основного текста.

Определение размеров элементов формул ведётся по пути: вкладка «Size / Размер» → во всплывающем списке «Define / Определить».

**Начертание текста** выбирается во вкладке «Style / Стиль» из раскрывающегося списка (Math, Text и пр.), либо настраивается в ручную с использованием функции «Define / Определить», в которой есть возможность создания своего «Simple/ Простого» или «Advanced / Продвинутого» стиля.

Авторами рекомендуется набирать формулы в рассматриваемых редакторах с использованием стилей «Math» и «Text».

**Интервалы между отдельными элементами и строками** редактируются по пути: вкладка «Format / Формат» → во всплывающем списке «Define Spacing / Определить интервал».

**Масштаб** отображения формул выбирается во вкладке «View / Посмотреть» → во всплывающем списке «Zoom / Увеличить» (100, 200, 400 и 800 %). В этой же вкладке располагается команда «Toolbar / Панель инструментов», отвечающая за отображение/скрытие групп команд (табл. 1.2).

Команды **отмены/повторения** действия, **копирования/вставки** текста находятся во вкладке «Edit / Редактирование», а **отмена/сохранение** изменений – во вкладке «File / Файл».

В тексте могут потребоваться ссылки на формулу, которые необходимо заключать в круглые скобки, например: «... в формуле (23)».

Более подробные требования по оформлению текстовых документов, иллюстраций, таблиц, уравнений и формул, ссылок, а также примеры заполнения титульных листов, списков исполнителей, рефератов (аннотаций) и многое другое приведены в ГОСТ [15, 17].

Организация или учебное заведение, в которых выполняется работа, в праве устанавливать дополнительные, либо отличные от приведённых требования.

Таблица 1.2 – Группы команд Microsoft Equation 3.0

	Знаки равенства, неравенства, больше, меньше и пр.		Скобки
	Пробелы и троеточия		Дроби и корни
	Надстрочные и подстрочные элементы		Надстрочные и подстрочные индексы
	Знаки операций		Знаки «Сумма»
	Стрелки		Знаки «Интеграл»
	Логические символы		Надстрочные и подстрочные подчёркивания
	Символы теории множеств		Маркированные стрелки
	Прочие символы		Шаблоны теорий категорий и множеств
	Греческие строчные буквы		Матрицы
	Греческие прописные буквы		

Таблица 1.3 – Размер шрифта в Microsoft Equation 3.0 и Mathtype 6.0 Equation

Название элементов		Размер шрифта
на английском	расшифровка на русском	
Full	Основные (обычные) символы и знаки	14 pt
Subscript / superscript	Подстрочные / надстрочные	8 pt (58 %)¹
Sub-Subscript / superscript	Под-подстрочные / над-надстрочные	6 pt (42 %)
Symbol	Знаки «Сумма», «Интеграл» и др.	21 pt (150 %)
Sub-symbol	То же, в подстрочных и надстрочных элементах	14 pt (100 %)

Примечание 1 – Размеры шрифтов приведены в pt (1 pt = 1/72 дюйма или 0,3528 мм) и в процентах от шрифта основных символов (значения в скобках)

### 1.3 Библиографический список

Библиографический список может начинаться со следующих равнозначных для применения заголовков:

- Библиографический список;
- Список использованных источников;
- Список использованной литературы;
- Список литературы.

Обязательным условием является единообразие заголовков у всех принимаемых работ в рамках одной дисциплины.

В библиографический список заносятся библиографические описания книг, сериальных и других продолжающихся ресурсов, картографические, аудиовизуальные, изобразительные, нормативные и технические документы, микроформы, электронные ресурсы и прочее [20].

Библиографический список представляет собой совокупность библиографических описаний, состоящих из следующих частей [19]:

- область заглавия и сведений об ответственности;
- область издания;
- область специфических сведений;
- область выходных данных;
- область физической характеристики;
- область серии;
- область примечания;
- область стандартного номера и условий доступности.

Области состоят из обязательных и факультативных элементов. Обязательные элементы необходимы для идентификации документа. Факультативные элементы содержат дополнительную информацию о документе и могут не указываться в библиографических описании, так как предназначены в первую очередь для библиотечных каталогов.

Библиографическое описание представляет собой текст, оформленный с соблюдением особых правил пунктуации, выполняющих две функции:

- обычных грамматических знаков препинания;
- знаков опознавательного характера областей и элементов описания.

**К знакам опознавательного характера** относятся:

- « . – » – точка и тире;
- « , » – запятая;
- « : » – двоеточие;
- « ; » – точка с запятой;
- « ... » – многоточие;
- « / » – косая черта;
- « // » – две косые черты;
- « ( ) » – круглые скобки;
- « [ ] » – квадратные скобки;
- « + » – знак плюс;
- « = » – знак равенства.
- « . » – точка.

Перед каждой областью, кроме заглавия ставится знак точка и тире, последняя заканчивается точкой. Внутри элементов описания необходимо соблюдать правила пунктуации, соответствующие нормам языка, а также правила математического и химического синтаксиса. Библиографические сведения приводятся в описании в том виде, в каком они даны в источнике информации, на языке выходных сведений документа, отдельные элементы которого могут быть переведены в транскрипции, транслитерации, на другом язык.

Для обеспечения компактности библиографического описания в нём необходимо использовать сокращения слов и словосочетаний отдельных элементов, соответствующие ГОСТ [21], во всех областях кроме заглавий, за исключением уже приведённых в источнике.

**Область заглавия и сведений об ответственности состоит из:**

- основного заглавия;
- общего обозначения материала;
- параллельного заглавия;
- относящиеся к заглавию сведения;
- сведения о лицах и/или организациях, ответственных за документ.

Общие обозначения материалов пишутся с заглавной буквы в квадратных скобках и могут содержать один из следующих терминов: видеозапись; звукозапись; изоматериал; карты; комплект; кинофильм; микроформа; мультимедиа; предмет; рукопись; текст; электронный ресурс и др.

**Примеры оформления области заглавия книги:**

*без автора*

Здания, климат и энергия [Текст]

*дополнительно с относящимися к заглавию сведениями*

Здания, климат и энергия [Текст] : книга

*дополнительно с одним автором*

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия [Текст] : книга / Т.А. Маркус

*дополнительно с двумя и более авторами*

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия [Текст] : книга / Т.А. Маркус, Э.Н. Моррис

*тоже, с двумя и более авторами, сокращённо*

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия [Текст] : книга / Т.А. Маркус [и др.] –

*дополнительно с параллельным заглавием*

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия [Текст] = Buildings, climate and energy : книга / Т.А. Маркус [и др.]

*дополнительно с уточнением категории участия в создании документа*

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия [Текст] = Buildings, climate and energy: книга / Т.А. Маркус, Э.Н. Моррис; пер. с англ., под ред. Н.В. Кобышевой, Е.Г. Малявиной.

Примеры оформления **области заглавия статей в журналах и тезисов докладов в сборниках докладов научных конференций:**

*с одним автором*

Гагарин, В.Г. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России / В.Г. Гагарин

*с двумя и более авторами*

Гагарин, В.Г. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов

*с двумя и более авторами, сокращённо*

Гагарин, В.Г. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России / В.Г. Гагарин [и др.]

Примеры оформления **области заглавия нормативных документов:**

СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003

ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

**Область издания** содержит сведения о изменениях и особенностях данного издания по отношению к предыдущему, например:

- . – Изд. 3.
- . – Изд. 4, испр. и доп.
- . – Изд. 2, стер.

**Область специфических сведений** указывается при описании некоторых документов и может содержать их масштаб, название предыдущей редакции документа, дату введения и прочее, а для электронных ресурсов их вид и объём, например:

- . – 1:100, 1 м в 1 см
- . – Взамен СНиП 23-02-2003; 01.07.2013
- . – Электрон. дан. и прогр. (5 файлов : 450 Мбайт)

**Область выходных данных** содержит сведения о месте и времени публикации документа, а также о его издателе, например:

. – Н. Новгород

. – Н. Новгород : Изд-во ННГАСУ

. – Н. Новгород : Изд-во ННГАСУ, 2020

Области выходных данных статей в журналах и тезисов докладов в сборниках конференций содержат названия журналов, год и номер издания, либо название, место и дату проведения конференции:

// Приволжский научный журнал. – 2019. – №3

// 21-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки'2019» : труды научного конгресса. В 3 т. Т. 3 / Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019

**Область физической характеристики** включает сведения о количестве страниц документа, номерах страниц статьи или тезисов в журнале или сборнике, наличие иллюстраций и другое, например:

. – 144 с

. – С. 178-182

. – 116 с. : цв. ил.

. – 1 электрон, опт. диск. (CD-I)

В **области серии** указывают название книжной серии, в рамках которой выпущен документ, например:

. – (Классики естествознания)

. – (Популярная физика = Popular physics)

**Область примечания** содержит дополнительные сведения, не приведённые в других элементах, например:

. – Режим доступа: [www.nngasu.ru](http://www.nngasu.ru)

. – 3000 экз.

**Область стандартного номера и условий доступности** обычно содержит международный стандартный номер книги (ISBN) или международный стандартный номер сериального издания (ISSN), а также стоимость описываемого документа:

. – ISBN 978-5-528-00360-3.

: 600 р.

Библиографическое описание, состоящее только из обязательных элементов, является более компактным, по сравнению с состоящим из обязательных и факультативных элементов, например:

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия / Т.А. Маркус, Э.Н. Моррис. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 544 с.

и

Маркус, Т.А. Здания, климат и энергия [Текст] = Buildings, climate and energy: книга / Т.А. Маркус, Э.Н. Моррис; пер. с англ. под ред. Н. В. Кобышевой, Е. Г. Малявиной. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 544 с. : ил. ; 22 см.

В большинстве случаев достаточно библиографического описания, состоящего только из обязательных элементов.

Свои особенности имеют библиографические описания кандидатских и докторских диссертаций, а также интернет источников, примеры которых приведены ниже:

Еремкин, А. И. Локальные системы технологического кондиционирования воздуха производственных помещений текстильных предприятий на основе вытесняющей вентиляции : дис. ... на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук : 05.23.03 / Еремкин Александр Иванович. – Пенза, 2006. – 537 с.

Термоэлектрические приводы серии TWA: техническое описание // Данфосс – энергоэффективные и инновационные решения для вашей отрасли. – URL: [https://assets.danfoss.com/documents/doc325952650714/doc\\_325952650714.pdf](https://assets.danfoss.com/documents/doc325952650714/doc_325952650714.pdf) (дата обращения: 31.05.2020).

Подробные правила и примеры оформления областей и элементов библиографических описаний приведены в ГОСТ [19].

Библиографический список должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении документа, ссылки на которые оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [17]. Библиографические записи следует располагать с абзачным отступом в порядке появления ссылок на источники в тексте, либо по алфавиту и нумеровать арабскими цифрами, например: [27], [1...3], [2, 4...7], [5, с. 140].

В этом случае библиографические записи могут быть оформлены как в виде библиографических описаний по ГОСТ [19], так и библиографических ссылок по ГОСТ [21]. Выбор типа и элементов библиографических записей определяется организацией, в которой разрабатывается документ. Библиографические описания являются более подробными, чем затекстовая библиографическая ссылка, что упрощает информационный поиск и анализ документов.

## **1.4 Контрольные вопросы и задания**

### **Контрольные вопросы.**

1. Перечислите основные требования к аннотации и введению.
2. Опишите основные требования к оформлению текстовых документов, в том числе таблиц, рисунков и формул.
3. Каким образом оформляются приложения в текстовых документах?

### **Задания для самостоятельной работы.**

Подготовить презентацию и доклад в формате Microsoft Office PowerPoint на следующие темы.

1. Многоуровневое библиографическое описание.
2. Аналитическое библиографическое описание.

## 2 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ В ТЕКСТОВЫХ ЧАСТЯХ ДОКУМЕНТОВ

### 2.1 Пример оформления раздела: «Определение потерь теплоты через ограждения»

Потери теплоты через наружные ограждающие конструкции с учетом теплотехнических неоднородностей  $Q_{\text{огр}}$ , Вт, определяются по формуле:

$$Q_{\text{огр}} = \frac{A}{R_{\text{пр}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{нхп}}) n (1 + \Sigma\beta), \quad (2.1)$$

где  $A$  – расчетная площадь ограждения,  $\text{м}^2$ ;  $R_{\text{пр}}$  – приведённое сопротивление теплопередаче,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ;  $t_{\text{в}}$  – температура внутреннего воздуха,  $\text{°C}$ ;  $t_{\text{нхп}}$  – температура наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92,  $\text{°C}$  [28];  $n$  – коэффициент, учитывающий положение ограждающих конструкции по отношению к наружному воздуху [27];  $\Sigma\beta$  – сумма коэффициентов добавочных теплопотерь и на ориентацию [26].

Пример расчёта приведён в таблице 2.1.

В графы 1, 2 и 3 вписываются номер и наименование помещения, а также расчётный температурный перепад.

В графе 4 указывают обозначения наружных ограждающих конструкций: СН – стена наружная; К – кровля; П – пол; ОК – окно; Д – дверь.

В графе 5 приводится ориентация ограждения: С – север; Ю – юг; З – запад; В – восток; СВ – северо-восток; СЗ – северо-запад; ЮЗ – юго-запад; ЮВ – юго-восток.

Площади наружных ограждений  $A$ ,  $\text{м}^2$ , записываются в графу 6.

В графу 7 заносятся условные сопротивления теплопередаче ограждений  $R_{\text{усл}}$ ,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ , определённые в результате теплотехнического расчёта.

В графе 8 указываются номера узлов линейных и точечных теплотехнических неоднородностей: 1 – наружный угол; 2 – сопряжение оконного блока со стеной; 3 – сопряжение внутренней и наружной стены; 4 – сопряжение балконной плиты со стеной; 5 – сопряжение плиты перекрытия со стеной; 6 – примыкание стены к цоколю; 7 – крепление тепловой изоляции к наружной стене тарельчатым анкером.

Таблица 2.1 – Определение потерь теплоты через ограждения

№ пом.	Наименование	$t_{в} - t_{нп}, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждения				$\Psi_j,$ Вт/(м $\cdot$ °С)	$l_j,$ м/м $^2$	$\chi_k,$ Вт/(шт. $\cdot$ °С)	$n_k,$ шт./м $^2$	$R_{пр},$ м $^2$ ·°С/Вт	$n$	$\beta$		$Q_{отр},$ Вт	$\Sigma Q_{отр},$ Вт	
			Об.	Ор.	$A, \text{ м}^2$	$R_{усл},$ м $^2$ ·°С/Вт							Узел	Ор.			Доб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
101	Жилая комната (угловая)	52	СН	С	6,77	2,30	1	0,132	0,210	-	-	1,31	1	0,10	0,10	322	1483
							2	0,040	0,839	-	-						
							3	-0,015	0,210	-	-						
							4	0,287	0,251	-	-						
							6	0,335	0,472	-	-						
							7	-	-	0,004	10						
							1	0,132	0,082	-	-						
			3	-0,015	0,082	-	-										
			5	0,002	0,173	-	-										
			6	0,335	0,345	-	-										
			7	-	-	0,004	10										
			ОК	С	3,49	0,72	-	-	0,72	1	0,10	0,10	302				
			ПЛ	-	17,83	3,97	-	-	3,57	0,9	0,00	0,00	234				

Примечание – Об. – обозначение; Ор. – ориентация (на ориентацию); Доб. – добавочные

Графы 9-12 содержат:  $\Psi_j$  – дополнительные потери теплоты через линейные теплотехнические неоднородности  $j$ -го вида, Вт/(м·°С);  $\chi_k$  – дополнительные потери теплоты через точечные неоднородности  $k$ -го вида, Вт/шт.°С;  $l_j$  – протяжённости линейных теплотехнических неоднородностей  $j$ -го вида, приходящиеся на 1 м<sup>2</sup> наружного ограждения, м/м<sup>2</sup>;  $n_k$  – количество точечных неоднородностей  $k$ -го вида, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> наружного ограждения, шт./м<sup>2</sup>.

Значения  $\Psi_j$  и  $\chi_k$  определяются в результате расчёта температурных полей, а для типовых узлов принимаются согласно СП [29].

Приведенное сопротивление теплопередаче массивных наружных ограждающих конструкций  $R_{пр}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, определяется по формуле:

$$R_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{R_{усл}} + \sum \Psi_j l_j + \sum \chi_k n_k} \quad (2.2)$$

и заносится в графу 13.

Коэффициенты  $n$  и  $\beta$  вносят в графы 14-16.

Потери теплоты через ограждения, определённые по формуле (2.1) заносятся в графу 17. Графа 18 содержит суммарные потери теплоты через все наружные ограждающие конструкции помещения  $\sum Q_{огр}$ , Вт.

Полученные значения  $\sum Q_{огр}$  используются для составления теплового баланса помещений, форма которого представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Тепловой баланс помещения

№ пом. Наим.	Теплопотери через ограждения $\sum Q_{огр}$ , Вт	Вентиляционные/инфильтрационные тепловые потери $Q_{вент}^1 + Q_{инф}^1$ , Вт	Внутренние тепловые поступления $Q_{вн}^1$ , Вт	Расчётные потери теплоты $Q_{пот}^2$ , Вт
1.				
...				
$N$				
Итого				

Примечание 1 – Определяются согласно изменениям [23] к СП [31].

$$2 - Q_{пот} = \sum Q_{огр} + Q_{вент} + Q_{инф} - Q_{вн}$$

## 2.2 Пример оформления раздела: «Гидравлический расчёт»

Гидравлический расчёт водяных систем отопления условно можно разделить на следующие этапы:

- выбор диаметров трубопроводов и определение потерь давления на стояках однотрубных систем отопления;
- выбор диаметров трубопроводов и определение потерь давления на магистральных трубопроводах и ответвлениях двухтрубных систем отопления;
- определение настроек запорно-регулирующей арматуры.

Рассмотрим примеры оформления каждого из них.

### 2.2.1 Гидравлический расчёт стояков однотрубных систем отопления

В результате выполнения гидравлического расчета стояков однотрубной системы отопления по заданным тепловым нагрузкам определяются диаметры трубопроводов и потери давления на них.

Расчётная схема стояка Ст3 однотрубной системы отопления приведена на рисунке 2.1. В качестве отопительных приборов предусмотрены узлы, состоящие из конвекторов типа «Универсал», двух подводок DN20 и переключки DN15 с калиброванным отверстием 13,5 мм. Для гидравлического регулирования и отключения стояков от системы установлены балансировочный клапан MSV-BD и запорный вентиль MSV-S, оборудованные дренажными патрубками.

Массовый расход воды в стояке  $G_{ст}$ , кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{ст} = \frac{3,6Q_{ст}}{c(t_1 - t_2)}, \quad (2.3)$$

где  $Q_{ст}$  – суммарная мощность всех отопительных приборов, присоединённых к стояку, Вт;  $c$  – удельная теплоёмкость воды,  $c = 4,17$  кДж/(кг·°С);  $t_1$ ,  $t_2$  – температуры воды на входе и выходе, °С,  $t_1 = 95$  °С,  $t_2 = 70$  °С.

Массовый расход воды составляет

$$G_{ст} = \frac{3,6 \cdot 13900}{4,15(95 - 70)} = 480 \text{ кг/ч.}$$

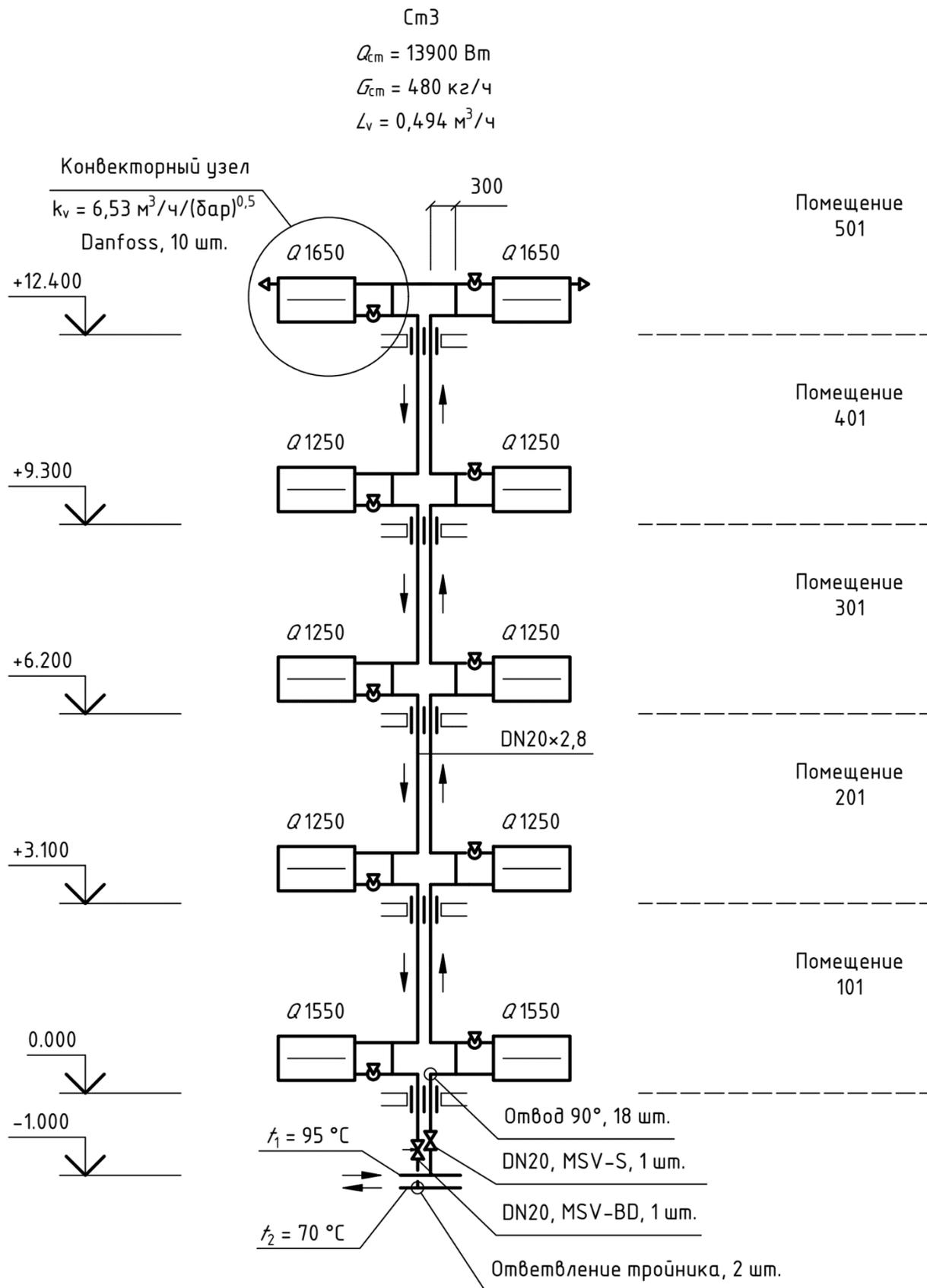


Рисунок 2.1 – Расчётная схема стояка однотрубной системы отопления

Определяем требуемый диаметр стояка  $d_{\text{тр}}$ , мм, по зависимости

$$d_{\text{тр}} = 10^3 \sqrt{\frac{4G_{\text{ст}}}{\pi v_{\text{макс}} 3600 \rho}}, \quad (2.4)$$

где  $\pi = 3,14$ ;  $v_{\text{макс}}$  – допустимая скорость движения воды в стояке, равная  $v_{\text{макс}} = 0,7$  м/с;  $\rho$  – плотность жидкости в стояке, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 972$  кг/м<sup>3</sup>.

Требуемый диаметр составляет

$$d_{\text{тр}} = 10^3 \sqrt{\frac{4 \cdot 480}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 3600 \cdot 972}} = 15,8 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайший больший номинальный диаметр – DN20×2,8.

Объемный расход воды в стояке  $L_{\text{ст}}$ , м<sup>3</sup>/ч, равен

$$L_{\text{ст}} = \frac{G_{\text{ст}}}{\rho}. \quad (2.5)$$

Потери давления в трубопроводах  $\Delta p_S$ , Па, составляют

$$\Delta p_S = S G_{\text{ст}}^2, \quad (2.6)$$

где  $S$  – сумма характеристик сопротивлений участков трубопровода стояка, Па/(кг/ч)<sup>2</sup>, определяемая по зависимости:

$$S = \sum l S_l + \sum n_{\text{уз}} S_{\text{уз}}, \quad (2.7)$$

$l$  – длина трубы стояка, м;  $S_l$ ,  $S_{\text{уз}}$  – характеристики сопротивления соответственно одного метра трубопровода, Па/м(кг/ч)<sup>2</sup>, и узла, либо типа арматуры, Па/шт.(кг/ч)<sup>2</sup>, приведены в справочной литературе [2];  $n_{\text{уз}}$  – суммарное число элементов соответствующего узла, либо типа арматуры, шт.

Потери давления на запорно-регулирующей арматуре и в конвекторных узлах  $\Delta p_k$ , Па, для которых не известны их табличные значения характеристик сопротивления, определяются по формуле:

$$\Delta p_k = 10^5 \left( \frac{L_{\text{ст}}}{k_{\text{вс}}} \right)^2 n_{\text{уз}}, \quad (2.8)$$

где  $k_{\text{вс}}$  – номинальная пропускная способность, (м<sup>3</sup>/ч)/шт.·бар<sup>0,5</sup>, принимается по данным методической литературы и паспортов заводов-изготовителей.

Суммарные потери давления на стояке  $\Delta p_{ст}$ , Па, составляют

$$\Delta p_{ст} = \Delta p_s + \sum \Delta p_k. \quad (2.9)$$

Гидравлический расчёт данного стояка сводится в таблицу 2.3.

В зависимости от типа использованных арматуры, материалов и изделий, при конструировании стояка системы отопления и формы представления их гидравлических характеристик, состав и расчётные зависимости для определения потерь давления на них могут быть изменены.

### 2.2.2 Гидравлический расчёт магистральных трубопроводов

Рассмотрим пример расчёта двухтрубной горизонтальной системы отопления (рис. 2.2). В качестве трубопроводов приняты трубы из армированного полипропилена Stabi фирмы Ekorplastik (Чехия). Температуры воды в системе составляют: на входе –  $t_1 = 80$  °С, на выходе –  $t_2 = 60$  °С.

Потери давления в системе отопления  $\Delta p_{сист}$ , Па, равны:

$$\Delta p_{сист} = 1,1 \sum \Delta p_{уч} + \Delta p_{кл} = 1,1 \sum (\Delta p_{л} + \Delta p_{м}) + \Delta p_{кл}, \quad (2.10)$$

где 1,1 – коэффициент запаса на неучтённые потери давления;  $\Delta p_{уч}$  – потери давления на участке, Па;  $\Delta p_{кл}$  – потери давления на терморегулирующих клапанах, Па;  $\Delta p_{л}$  – потери давления на трении (линейные), Па;  $\Delta p_{м}$  – потери давления на местных сопротивлениях (местные), Па.

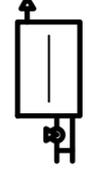
Массовые расходы воды, а также требуемые и фактические диаметры трубопроводов определяются по формулам (2.3) и (2.4).

Линейные потери давления вычисляются по зависимости:

$$\Delta p_{л} = 0,11 \left( \frac{k_{ш}}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \frac{l}{d} \frac{v^2}{2} \rho = Rl, \quad (2.11)$$

где  $k_{ш}$  – коэффициент шероховатости поверхности трубопровода, м, для полипропиленовых трубопроводов  $k_{ш} = 10^{-5}$ ;  $d$  – внутренний диаметр трубопровода, м;  $Re$  – число Рейнольдса;  $\rho$  – средняя плотность воды в трубах, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 978$  кг/м<sup>3</sup>;  $l$  – длина участка, м;  $v$  – скорость движения теплоносителя, м/с;  $R$  – удельные потери давления на трении в трубах, Па/м.

Таблица 2.3 – Гидравлический расчет стояка однотрубной системы отопления

Узел стояка	Эскиз узла	DN, мм	$S_{л},$ Па/м(кг/ч) <sup>2</sup>	$l,$ м	$S_{уз},$ Па/шт.(кг/ч) <sup>2</sup>	$n_{уз},$ шт.	$S,$ Па/(кг/ч) <sup>2</sup>
Один метр трубы		20	$5,74 \cdot 10^{-4}$	31,9	-	-	
Отвод 90°		20	-	-	$4,79 \cdot 10^{-4}$	18	$278,9 \cdot 10^{-4}$
Ответвление тройника		20	-	-	$4,79 \cdot 10^{-4}$	2	
Суммарная мощность отопительных приборов $Q_{ст}$							
13900 Вт							
Массовый расход воды в стояке $G_{ст}$							
480 кг/ч							
Объёмный расход воды в стояке $L_{ст}$							
0,494 м <sup>3</sup> /ч							
Суммарные потери давления в трубопроводах $\Delta p_s$							
$\Delta p_s = 278,9 \cdot 10^{-4} \cdot 480^2 = 6430 \text{ Па}$							
Балансировочный клапан с дренажным краном MSV-BD, DN20 ( $k_{v,s} = 6,6 \text{ (м}^3/\text{ч)/бар}^{0,5}$ )		20			$\Delta p_k = 10^5 \left( \frac{0,494}{6,6} \right)^2 \cdot 1 = 560 \text{ Па}$		
Запорный клапан с дренажным краном MSV-S, DN20 ( $k_{v,s} = 6 \text{ (м}^3/\text{ч)/бар}^{0,5}$ )		20			$\Delta p_k = 10^5 \left( \frac{0,494}{6} \right)^2 \cdot 1 = 670 \text{ Па}$		
Конвекторный узел однотрубной системы отопления с клапаном КТК-П-1 и конвектором типа «Универсал» ( $k_{v,s} = 6,53 \text{ (м}^3/\text{ч)/бар}^{0,5}$ )		20/15/20			$\Delta p_k = 10^5 \left( \frac{0,494}{6,53} \right)^2 \cdot 10 = 5720 \text{ Па}$		
Суммарные потери давления на арматуре и узлах $\sum \Delta p_k$							
$560 + 670 + 5720 = 6950 \text{ Па}$							
Суммарные потери давления на стояке $\Delta p_{ст}$							
$6430 + 6950 = 13380 \text{ Па}$							

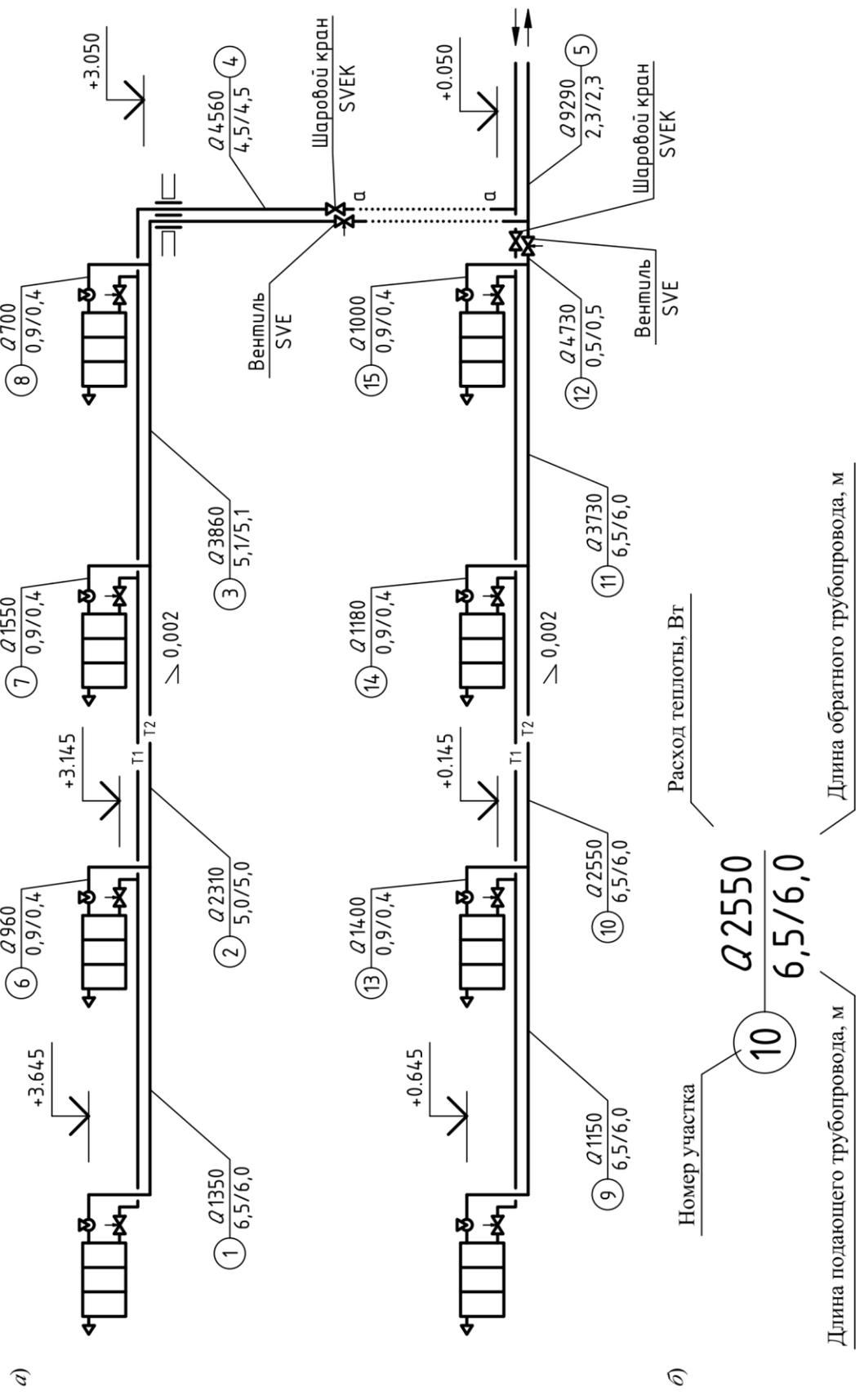


Рисунок 2.2 – Расчётная схема магистральных трубопроводов двухтрубной системы отопления:  
*a* – расчётная схема; *б* – условное обозначение участка

Число Рейнольдса  $Re$  определяется по формуле:

$$Re = \frac{vd}{\nu}, \quad (2.12)$$

где  $\nu$  – среднее значение кинематическая вязкость воды в подающем и обратном трубопроводах,  $m^2/c$ ,  $\nu = 0,413 m^2/c$ .

Скорость движения теплоносителя в трубопроводе  $v$ ,  $m/c$ , равна:

$$v = \frac{G}{f\rho 3600}, \quad (2.13)$$

где  $G$  – расход воды на участке,  $кг/ч$ ;  $f$  – площадь живого сечения трубы,  $m^2$ .

Местные потери давления определяются по формуле:

$$\Delta p = \sum \xi \frac{v^2}{2} \rho, \quad (2.14)$$

где  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления, определяется по справочным данным, приведенным в специальной литературе [2].

Потери давления на запорных вентилях  $\Delta p_k$ ,  $Па$ , определяются при их полном открытии, по формуле:

$$\Delta p_k = 10^5 \left( \frac{G}{\rho k_{vs}} \right)^2. \quad (2.15)$$

Для запорного вентиля RL-1, фирмы Herz DN15 ( $k_{vs} = 1,9 (m^3/ч)/бар^{0,5}$ ), установленного на участке 1, получим:

$$\Delta p_k = 10^5 \left( \frac{58,3}{983 \cdot 1,9} \right)^2 = 98 \text{ Па.}$$

Минимальный перепад давления на радиаторных терморегуляторах составляет 5 кПа, рекомендуемый диапазон падения давления – 10...20 кПа, максимальный – 30...60 кПа. При перепаде более 20 кПа возможно возникновение шума [25]. Задавшись  $\Delta p_{кл1} = 10000 \text{ Па}$  определим требуемую пропускную способность клапана  $k_v$ ,  $(m^3/ч)/бар^{0,5}$ , по формуле:

$$k_v = \frac{G}{\rho \sqrt{10^{-5} \Delta p_{кл1}}}. \quad (2.16)$$

Таблица 2.4 – Гидравлический расчёт магистральных трубопроводов

№	Q, Вт	Ø×δ, мм	l, м	G, кг/ч	v, м/с	R, Па/м	Местные сопротивления	Σξ	Δp <sub>л</sub> , Па	Δp <sub>м</sub> , Па	ΔP, Па	ΣΔP, Па
<b>Контур 1-5 (магистраль)</b>												
1	1350	20×2,8	12,5	58,3	0,10	15,3	радиатор (3), отвод (1,5·4), проход тройника (1,8·2), вентиль RL-1 (98 Па)	12,6	191	162	352	352
2	2310	20×2,8	10,0	99,7	0,17	39,3	проход тройника (1,7·2)	3,4	393	50	443	795
3	3860	20×2,8	10,2	166,6	0,29	97,2	проход тройника (1,6·2)	3,2	991	132	1124	1919
4	4560	20×2,8	9,0	196,8	0,34	130,6	проход тройника (0,8·2)	1,6	1175	92	1267	3186
5	9290	25×3,5	4,6	401,0	0,45	158,2	проход тройника (2,2·2)	4,4	728	431	1159	4345
Итого с 10 % запасом												<b>4780</b>
<b>Ответвления контура 1-5</b>												
6	960	20×2,8	1,3	41,4	0,07	8,4	радиатор (3), отвод (1,5·2), ответвление тройника (0,9+2,5), вентиль RL-1 (49 Па)	9,4	11	73	84	-
7	1550	20×2,8	1,3	66,9	0,12	19,5	радиатор (3), отвод (1,5·2), ответвление тройника (0,4+1,8), вентиль RL-1 (128 Па)	8,2	25	183	208	-
8	700	20×2,8	1,3	30,2	0,05	4,8	радиатор 3, отв. тр. -37,5, отв. тр. 58,5, вентиль RL-1 (26 Па)	24	6	59	65	-
<b>Контур 9-12</b>												
9	1150	20×2,8	12,5	49,6	0,09	11,5	радиатор (3), отвод (1,5·4), проход тройника (2,9·2), вентиль RL-1 (71 Па)	5,8	144	92	236	236
10	2550	20×2,8	10,0	110,1	0,19	46,7	проход тройника (1,1·2)	2,2	467	40	507	743
11	3730	20×2,8	10,2	161,0	0,28	91,5	проход тройника (0,9·2)	1,8	933	69	1002	1746
12	4730	20×2,8	1,0	204,2	0,36	139,3	проход тройника (1,4+2)	3,4	139	211	350	2096
<b>Ответвления контура 9-12</b>												
13	1400	20×2,8	1,3	60,4	0,11	16,3	радиатор (3), отвод (1,5·2), ответвление тройника (2,2+4,7), вентиль RL-1 (105 Па)	12,9	21	175	196	-
14	1180	20×2,8	1,3	50,9	0,09	12,0	радиатор (3), отвод (1,5·2), ответвление тройника (-2+10,4), вентиль RL-1 (74 Па)	14,4	16	130	145	-
15	1000	20×2,8	1,3	43,2	0,08	9,0	радиатор (3), отвод (1,5·2), ответвление тройника (-9,2+23,7), вентиль RL-1 (53 Па)	20,5	12	110	122	-

Для рассматриваемого клапана получим

$$k_v = \frac{58,3}{972\sqrt{10^{-5} \cdot 10000}} = 0,19 \text{ (м}^3\text{/ч)/бар}^{0,5}.$$

Термостатические клапаны по умолчанию калибруются на точке закрытия с пропорциональным отклонением  $x_p = 2\text{К}$  [35]. По таблицам изготовителя при  $k_v = 0,19 \text{ (м}^3\text{/ч)/бар}^{0,5}$  и  $x_p = 2\text{К}$  получаем предварительную настройку клапана  $n = 5$  [36], которой соответствует  $k_v = 0,20 \text{ (м}^3\text{/ч)/бар}^{0,5}$ .

Фактический перепад давления равен

$$\Delta p_{\text{кл1}} = 10^5 \left( \frac{58,3}{972 \cdot 0,2} \right)^2 = 8993 \text{ Па.}$$

Настройки остальных клапанов выбираются таким образом, чтобы уравнивать потери давления между всеми контурами и магистралью. Например, требуемый перепад давления на клапане, расположенном на участке 6, определяется по формуле:

$$\Delta p_{\text{кл6}} = \Delta p_{\text{кл1}} + \Delta p_1 - \Delta p_6, \quad (2.17)$$

где  $\Delta p_1, \Delta p_6$  – потери давления на участках 1 и 6, и составляет

$$\Delta p_{\text{кл6}} = 8993 + 352 - 84 = 9261 \text{ Па.}$$

Величина  $k_v$  равна

$$k_v = \frac{41,4}{972\sqrt{10^{-5} \cdot 9261}} = 0,14 \text{ (м}^3\text{/ч)/бар}^{0,5}.$$

Принимаем настройку  $n = 3,8$ . Результаты расчёта предварительных настроек остальных терморегуляторов сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Определение предварительных настроек радиаторных терморегуляторов

Участок	$\Delta p_{\text{кл}}$ , Па	$G$ , кг/ч	$k_v$ , (м <sup>3</sup> /ч)/бар <sup>0,5</sup>	$n$
6	9261	41,4	0,14	3,8
7	9580	66,9	0,22	5,4
8	10847	30,2	0,09	3,0
9	10023	49,6	0,16	4,2
13	10067	60,4	0,20	5,0
14	10621	50,9	0,16	4,2
15	11647	43,2	0,13	3,7

Аналогичным образом оформляется расчёт определения настроек ручных и автоматических балансировочных клапанов, устанавливаемых на участках разветвлённых систем отопления с большими потерями давления.

Потери давления в системе с учётом клапанов равны (табл. 2.4):

$$\Delta p_{\text{сист}} = 4780 + 8993 = 13773 \text{ Па} \cong 1,4 \text{ м в. ст.}$$

### **2.3 Пример оформления раздела: «Тепловой расчёт отопительных приборов»**

Рассмотрим тепловой расчёт отопительных приборов стояка однотрубной системы отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов. Схема для теплового расчёта стояка приведена на рисунке 2.3, а.

Расчёт ведётся в следующей последовательности (табл. 2.6).

В графу 1 вписывается номер помещения, в котором размещен конвекторный узел, в графу 2 – потери теплоты в помещении  $Q_{\text{пот}}$ , Вт. Графа 3 содержит ориентировочные температуры воды в трубе  $t_{\text{оп}}^{\text{T}}$ , равные на входе в стояк перед первым конвекторным узлом –  $t_{\text{оп}}^{\text{T}} = t_1 = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , а перед  $n+1$ -м узлом по ходу движения воды в стояке  $t_{\text{оп},n+1}^{\text{T}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , определяемые по формуле:

$$t_{\text{оп},n+1}^{\text{T}} = t_{\text{оп},n}^{\text{T}} - \frac{(t_1 - t_2) Q_{\text{пот},n}}{Q_{\text{ст}}}, \quad (2.18)$$

где  $t_{\text{оп},n}^{\text{T}}$  – температура трубопровода, перед  $n$ -м узлом,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_2$  – температура воды на выходе из стояка,  $t_2 = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $Q_{\text{пот},n}$  – потери теплоты в помещении, обслуживаемом  $n$ -м прибором, Вт;  $Q_{\text{ст}}$  – мощность стояка, Вт.

Разность между полученной температурой и температурой внутреннего воздуха ( $t_{\text{оп}}^{\text{T}} - t_{\text{в}}$ , где  $t_{\text{в}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) заносится в графу 4.

В графах 5 и 6 записываются длины открыто проложенных в помещениях горизонтальных и вертикальных труб  $l_{\text{гор}}$  и  $l_{\text{верт}}$ , м, а также их удельная теплоотдача  $q_{\text{гор}}$  и  $q_{\text{верт}}$ , Вт/м, принимаемая в зависимости от  $t_{\text{оп}}^{\text{T}} - t_{\text{в}}$  и номинального диаметра стояка DN20 [2].

Графа 7 должна содержать суммарную теплоотдачу труб, открыто проложенных в помещениях  $Q_T$ , Вт, равную

$$Q_T = q_{гор} l_{гор} + q_{верт} l_{верт}. \quad (2.19)$$

В графу 8 заносится требуемая мощность конвектора с учётом остывания воды в трубах  $Q_{пр.тр}$ , Вт, равная

$$Q_{пр.тр} = Q_{пот} - Q_T. \quad (2.20)$$

Графа 9 содержит расчётную температуру воды на входе в трубопровод перед  $n+1$ -м конвекторным узлом  $t_{вх.n+1}^T$ , °С, равную температуре воды на выходе из  $n$ -го узла  $t_{вых.n}^{ку}$  (графа 11), °С, определяемую по формуле:

$$t_{вых.n}^{ку} = t_{вх.n}^{ку} - \frac{(t_1 - t_2) Q_{пр.тр.n}}{Q_{ст}}, \quad (2.21)$$

где  $t_{вх.n}^{ку}$  – температура воды на входе в  $n$ -й узел (графа 10), °С, равная

$$t_{вх.n}^{ку} = t_{вх.n}^T - \frac{(t_1 - t_2) Q_{тр.n}}{Q_{ст}}, \quad (2.22)$$

где  $t_{вх.n}^T$  – температура воды на входе в трубу перед  $n$ -м прибором, °С, для трубы перед первым прибором  $t_{вх.n}^T = t_1 = 95$  °С.

В графе 12 записываются температуры на выходе из отопительных приборов конвекторных узлов  $t_{вых}^{пр}$  (рис. 2.3, б), °С, равная:

$$t_{вых}^{пр} = \frac{t_{вых}^{ку} - (1 - \alpha) t_{вх}^{ку}}{\alpha}, \quad (2.23)$$

где  $\alpha$  – коэффициент затекания воды в отопительный прибор, доля, для конвекторных узлов однотрубной системы отопления с клапанами КТК-П-1 и конвекторами типа «Универсал» –  $\alpha = 0,25$ .

В графе 13 указывается расчётное значение температурного напора каждого отопительного прибора  $\theta_{пр}$ , °С, равное

$$\theta_{пр} = \frac{t_{вх}^{ку} + t_{вых}^{пр}}{2} - t_B. \quad (2.24)$$

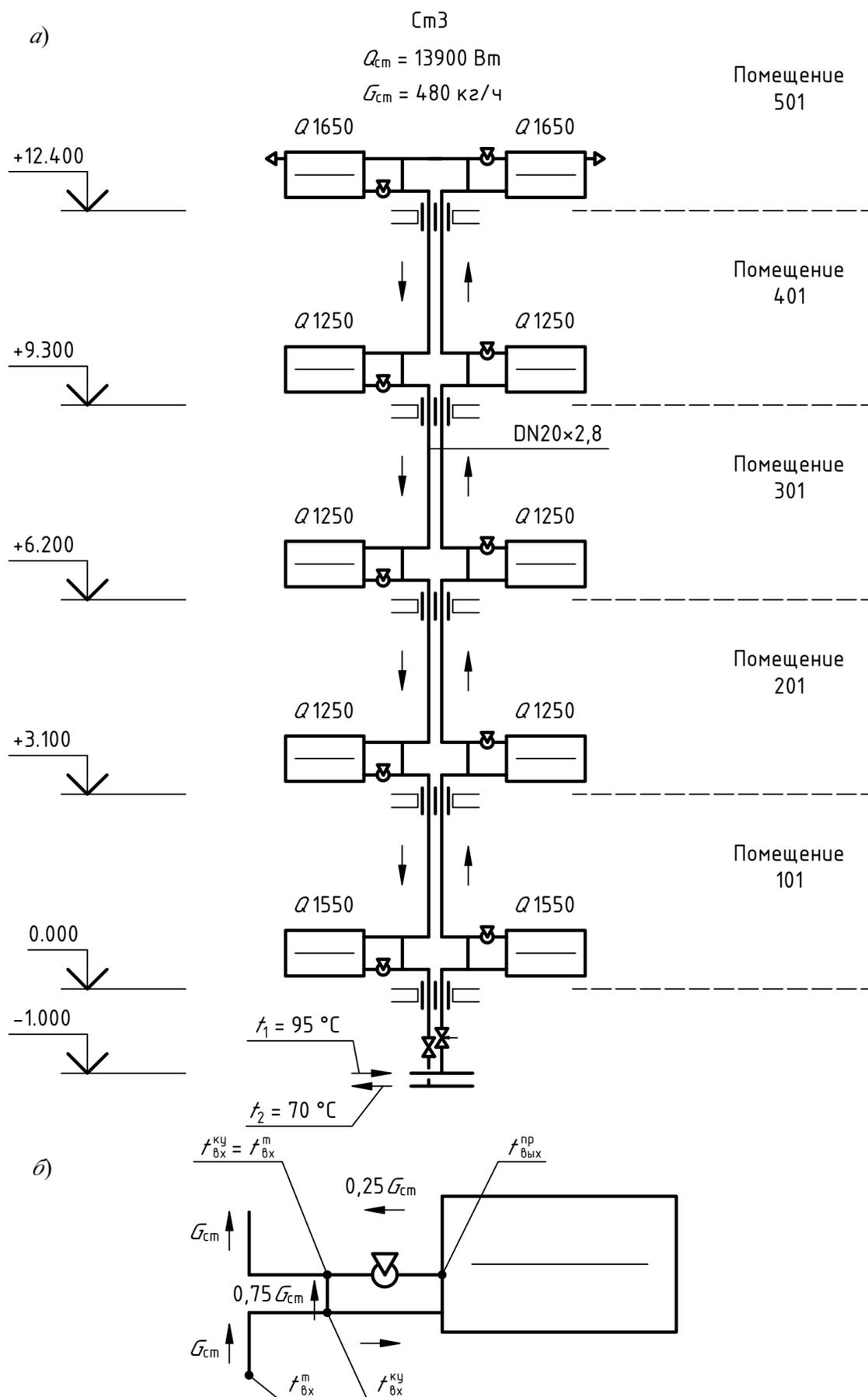


Рисунок 2.3 – Схема теплового расчёта приборов однотрубной системы отопления:  
 а – стояк с двухсторонним присоединением приборов; б – конвекторный узел

Таблица 2.6 – Тепловой расчёт отопительных приборов (начало)

№ пом.	$Q_{пот},$ Вт	$t_{оп},$ °C	$t_{оп} - t_{в},$ °C	$I_{верт.}/I_{гор},$ м	$q_{верт.}/q_{гор},$ Вт/М	$Q_{г},$ Вт/М	$Q_{пр.пр.},$ Вт	$t_{вх}^T, °C$	$t_{вх}^{KV}, °C$	$t_{вх}^{KV}, °C$	$t_{вх}^{пр}, °C$	$\theta_{пр}, °C$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101	1550	95,0	75,0	0,1/0,3	81/102	277	1273	<b>95,00</b>	94,93	92,64	85,77	70,35
		92,2	72,2	2,8/0,3	75/95							
201	1250	92,2	72,2	0,2/0,3	75/95	279	971	92,64	92,13	90,39	85,15	68,64
		90,0	70,0	2,8/0,3	74/93							
301	1250	90,0	70,0	0,2/0,3	74/93	260	990	90,39	89,89	88,11	82,76	66,32
		87,7	67,7	2,8/0,3	68/88							
401	1250	87,7	67,7	0,2/0,3	68/88	250	1000	88,11	87,64	85,85	80,45	64,05
		85,5	65,5	2,8/0,3	66/85							
501	1650	85,5	65,5	0,2/0,3	66/85	63	1587	85,85	85,40	82,54	73,98	59,69
		82,5	62,5	0/0,3	63/80							
501	1650	82,5	62,5	0/0,3	63/80	59	1591	82,54	82,46	79,60	71,01	56,73
		79,5	59,5	0,2/0,3	59/77							
401	1250	79,5	59,5	2,8/0,3	59/77	221	1029	79,60	79,19	77,34	71,79	55,49
		77,3	57,3	0,2/0,3	56/71							
301	1250	77,3	57,3	2,8/0,3	56/71	209	1041	77,34	76,96	75,09	69,48	53,22
		75,0	55,0	0,2/0,3	53/68							
201	1250	75,0	55,0	2,8/0,3	53/68	199	1051	75,09	74,73	72,84	67,17	50,95
		72,8	52,8	0,2/0,3	51/65							
101	1550	72,8	52,8	2,8/0,3	51/65	190	1360	72,84	72,50	70,05	62,71	47,60
		70,0	50,0	0,2/0,3	47/60							
							Проверка:	70,05	<b>70,00</b>			

Номера конвекторов подбираются из стандартного типоразмерного ряда таким образом, чтобы выполнялось условие, %:

$$-5 \leq \frac{Q_{\text{пр.ф}} - Q_{\text{пр.тр}}}{Q_{\text{пр.тр}}} 100 \leq 15, \quad (2.25)$$

где  $Q_{\text{пр.ф}}$  – фактическая мощность отопительного прибора, Вт, равная

$$Q_{\text{пр.ф}} = Q_{\text{ну}} \left( \frac{\theta_{\text{пр}}}{70} \right)^{n+1} \left( \frac{G_{\text{пр}}}{360} \right)^m cb\psi_1, \quad (2.26)$$

$Q_{\text{ну}}$  – номинальная мощность конвектора, Вт, принимается по паспортным данным;  $n$ ,  $m$  и  $c$  – эмпирические показатели;  $b$ ,  $\psi_1$  – поправочные коэффициенты для учета влияния атмосферного давления и направления движения теплоносителя в конвекторе на его тепловой поток.

Эмпирические показатели и поправочные коэффициенты принимаются по данным завода-изготовителя [34].

Результаты теплового расчёта заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Тепловой расчёт отопительных приборов (окончание)

№ пом.	$G_{\text{пр}}$ , кг/ч	$Q_{\text{ну}}$ , Вт	$n$	$m$	$c$	$b$	$\psi_1$	Типоразмер конвектора	$Q_{\text{пр.ф}}$ , Вт	%					
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
101	480·0,25 = 120	1442	0,3	0,07	1	0,992	0,97	КСК20-1,442К, У9	1293	1,6					
201		1180						КСК20-1,180К, У7	1025	5,5					
301		1180						КСК20-1,180К, У7	980	-1					
401		1311						КСК20-1,311К, У8	1041	4,1					
501		2206						КСК20-2,206К, У22	1598	0,7					
501		2328						КСК20-2,328К, У23	1627	2,3					
401		1573					КСК20-1,573К, У10	1068	3,8						
301		1704					КСК20-1,704К, У11	1096	5,3						
201		1835					КСК20-1,835К, У12	1115	6,1						
101		2574					КСК20-2,574К, У25	1432	5,3						
												1			

## 2.4 Пример оформления раздела: «Воздушный баланс здания»

Воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, в обслуживаемых помещениях рассматриваемого здания определялся следующими способами:

- по кратности воздухообмена;
- по величине расхода воздуха, отнесённого к одному человеку;
- по величине расхода, отнесённого к единице оборудования.

Воздухообмен по нормативной кратности  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, равен

$$L = nV_{\text{пом}}, \quad (2.27)$$

где  $n$  – нормативная кратность воздухообмена, ч<sup>-1</sup>;  $V_{\text{пом}}$  – объём вентилируемого помещения, м<sup>3</sup>/ч.

Воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, по величине расхода, отнесённого к одному человеку и к единице оборудования, определяется по формуле:

$$L = L_{\text{уд}}k, \quad (2.28)$$

где  $L_{\text{уд}}$  – удельный расход воздуха на 1-го человека, либо единицу оборудования (например унитаза, душевую сетку, писсуар), м<sup>3</sup>/ч·чел, м<sup>3</sup>/ч·ед.

При правильно составленном воздушном балансе каждого отдельного этажа здания, кг/ч, должно выполняться условие:

$$\sum G_{\text{пр.}i} = \sum G_{\text{выт.}i}. \quad (2.29)$$

где  $G_{\text{пр.}i}$ ,  $G_{\text{выт.}i}$  – массовые расходы приточного и вытяжного воздуха в  $i$ -м помещении на соответствующем этаже, кг/ч.

Температуры внутреннего воздуха в обслуживаемых помещениях отличаются незначительно (не более 3 °С), что позволяет в рамках инженерных расчётов проводить сведение воздушного баланса в объёмных расходах воздуха, в этом случае условие (2.29) примет вид

$$\sum L_{\text{пр.}i} = \sum L_{\text{выт.}i}, \quad (2.30)$$

где  $L_{\text{пр.}i}$ ,  $L_{\text{выт.}i}$  – объёмные расходы приточного и вытяжного воздуха в  $i$ -м помещении на соответствующем этаже, м<sup>3</sup>/ч.

Результаты составления воздушного баланса сводятся в таблицу. В том случае если условие не выполняется, для сведения воздухообмена по этажу в коридорах, вестибюлях и других помещениях подаётся, либо удаляется дополнительный расход воздуха, при условии, что это не противоречит действующим правилам и нормам проектирования.

Результаты составления воздушного баланса первого этажа административного здания приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Воздушный баланс первого этажа административного здания

№. Наименование помещения	$S_{пл},$ $м^2$	$V_{пом},$ $м^3$	Норма воздухообмена		Расход воздуха, $м^3/ч$	
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
101. Кабинет, 1 чел.	12,3	38,1	60 $м^3/ч \cdot чел$	60 $м^3/ч \cdot чел$	60	60
102. Офис, 6 чел.	35,5	110,1	60 $м^3/ч \cdot чел$	60 $м^3/ч \cdot чел$	360	360
103. Офис, 4 чел.	24,2	75,1	60 $м^3/ч \cdot чел$	60 $м^3/ч \cdot чел$	240	240
104. Офис, 8 чел.	50,5	156,6	60 $м^3/ч \cdot чел$	60 $м^3/ч \cdot чел$	480	480
105. Инвентарная	2,5	7,8	-	$1 ч^{-1}$	0	10
106. Санузел, мужской	5,8	17,9	-	$50 м^3/ч$ на 1 унитаз	0	50
107. Санузел, женский	5,8	17,9	-	$50 м^3/ч$ на 1 унитаз	0	50
108. Комната отдыха персонала	18,7	58,0	2	3	120	180
109. Коридор	25,2	78,1	по балансу <sup>1</sup>	-	170	0
110. Лестничный марш	8,7	26,1	-	-	0	0
Итого по этажу:					1430	1430

Примечание 1 – Но не менее  $n = 2 ч^{-1}$

## 2.5 Пример оформления раздела: «Подбор приточных и вытяжных устройств»

В качестве приточных и вытяжных устройств приняты круглые потолочные диффузоры типа ДПУ-М фирмы «Арктика».

Подбор типоразмеров вытяжных устройств осуществляется по номограммам и таблицам завода изготовителя [4, 33] в зависимости от их акустических характеристик, принимаемых для различных помещений в соответствии с СП [30], и скорости воздуха во входном патрубке ( $v_0 = 1 \dots 1,5$  м/с).

Типоразмеры приточных устройств определяются по методике расчёта воздухораспределения Приложения Л, СП [31] с изменением [23], исходными данными для которых являются:

- схема подачи воздуха – коническая струя;
- тип струи – изотермическая;
- оптимальная подвижность воздуха в обслуживаемой зоне  $v_{\text{опт}} = 0,2$  м/с;
- высота размещения воздухораспределителя – 3,1 м;
- высота обслуживаемой зоны – 2 м;
- расход воздуха через воздухораспределитель, м<sup>3</sup>/ч.

Расчёт приточных воздухораспределителей проводился в программном комплексе Comfort Air фирмы «Арктика». Результаты расчёта приточных и вытяжных устройств приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Тип и количество воздухораспределителей

№. Наименование помещения	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч		Приток		Вытяжка	
	Приток	Вытяжка	Тип	Кол-во	Тип	Кол-во
101. Кабинет, 1 чел.	60	60	ДПУ-М 100	2	ДПУ-М 100	2
102. Офис, 6 чел.	360	360	ДПУ-М 125	6	ДПУ-М 125	6
103. Офис, 4 чел.	240	240	ДПУ-М 125	4	ДПУ-М 125	4

## 2.6 Пример оформления раздела: «Аэродинамический расчёт системы вентиляции»

Аэродинамический расчёт систем вентиляции условно можно разделить на следующие этапы:

- выбор геометрических размеров (сечений) воздуховодов;
- определение потерь давления в вентиляционной сети;
- определение углов поворота регулирующих заслонок.

Рассмотрим примеры оформления каждого из них.

Потери давления в системе вентиляции  $\Delta p_{\text{сист}}$ , Па, определяются по магистральному направлению (направлению с наибольшими потерями давления) по следующей зависимости:

$$\Delta p_{\text{сист}} = 1,1 \sum \Delta p_{\text{уч}} = 1,1 \sum (\Delta p_{\text{л}} + \Delta p_{\text{м}}), \quad (2.31)$$

где 1,1 – коэффициент запаса на неучтённые потери давления;  $\Delta p_{\text{уч}}$  – потери давления на участке, Па;  $\Delta p_{\text{л}}$  – потери давления на трении (линейные), Па;  $\Delta p_{\text{м}}$  – потери давления на местных сопротивлениях (местные), Па;

Линейные потери давления  $\Delta p_{\text{л}}$ , Па, определяются по формуле:

$$\Delta p_{\text{л}} = 0,11 \left( \frac{k_{\text{ш}}}{d_{\text{экв}}} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \frac{l}{d_{\text{экв}}} \frac{v^2}{2} \rho = Rl, \quad (2.32)$$

где  $k_{\text{ш}}$  – абсолютная эквивалентная шероховатость поверхности воздуховодов, м, для стали –  $k_{\text{ш}} = 10^{-4}$ ; Re – число Рейнольдса;  $l$  – длина прямой части участка воздуховода, м;  $v$  – скорость движения воздуха, м/с;  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $d_{\text{экв}}$  – эквивалентный диаметр воздуховода, м;  $R$  – удельные потери давления на трении, Па/м.

Эквивалентный диаметр  $d_{\text{экв}}$ , м, при проведении аэродинамического расчета воздуховодов круглого сечения равен его диаметру  $d$ , м, для воздуховодов прямоугольного сечения определяется по формуле:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2bh}{b+h}, \quad (2.33)$$

где  $b$ ,  $h$  – ширина и высота воздуховода прямоугольного сечения, м.

Скорость движения воздуха в воздуховоде  $v$ , м/с, равна

$$v = \frac{L}{f \cdot 3600}, \quad (2.34)$$

где  $L$  – объемный расход воздуха через участок системы вентиляции, м<sup>3</sup>/ч, определяется последовательным суммированием расходов воздуха вентиляционной сети;  $f$  – площадь живого сечения воздуховода, м<sup>2</sup>.

Сечение воздуховода принимается таким образом, чтобы скорость движения воздуха в нём не превышала  $v = 4$  м/с.

Местные потери давления  $\Delta p_m$ , Па, определяются по формуле:

$$\Delta p_m = \sum \xi p_d = \sum \xi \frac{v^2}{2} \rho, \quad (2.35)$$

где  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений, принимаемых по справочным данным [1, 3, 5, 22];  $p_d$  – динамическое давление в вентиляционном канале, Па.

Падение давления на воздухораспределителях ДПУ-М и воздухозаборных решётках АРН определяются по номограммам, таблицам и программным комплексам завода изготовителя.

Расчётная схема приточной системы вентиляции П1 приведена на рисунке 2.4. Результаты аэродинамического расчёта приведены в таблице 2.10.

Потери давления в системе равны  $\Delta p_{\text{сист}} = 1,1 \cdot 80,9 = 89$  Па.

Требуемый коэффициент местного сопротивления регулирующей заслонки  $\xi_{\text{тр.15}}$  определяется по формуле:

$$\xi_{\text{тр.15}} = \frac{2(p_{1-3} - p_{13-15})}{v^2 \rho}, \quad (2.36)$$

где  $\Delta p_{1-3}$ ,  $\Delta p_{13-15}$  – потери давления на участках 1-3 и 13-15, Па, и равен

$$\xi_{\text{тр.15}} = \frac{2(9,2 - 8,3)}{1,1^2 \cdot 1,2} = 1,24.$$

Угол поворота регулируемой заслонки на участке 15 по данным [3] составляет  $\alpha_{15} = 21^\circ$ . Аналогичным образом определяются углы поворота остальных заслонок. Потери давления на оборудовании вычисляются в специализированной программе и в аэродинамическом расчёте не учитываются.

П1

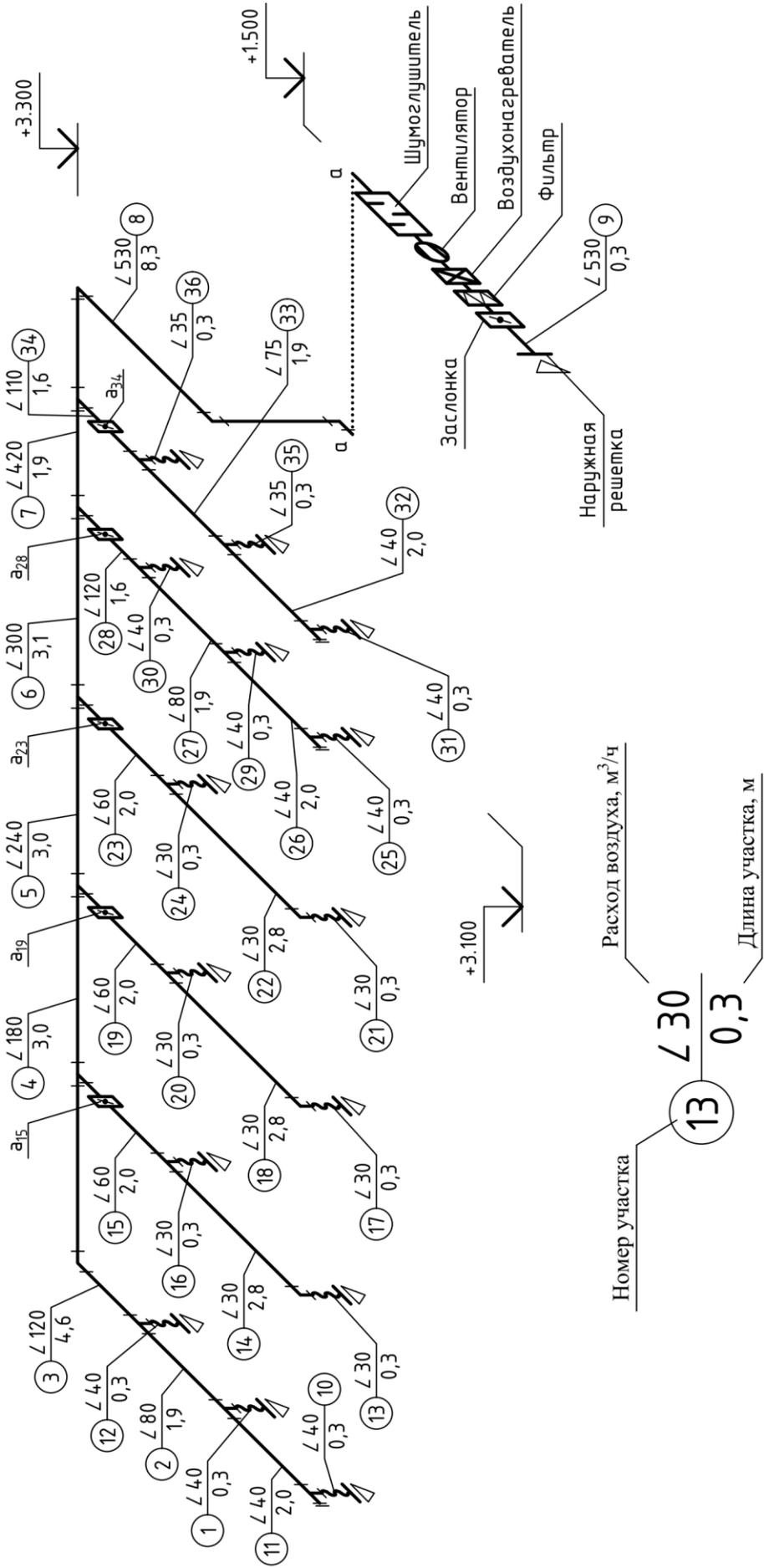


Рисунок 2.4 – Расчётная схема системы П1

Таблица 2.10 – Аэродинамический расчёт приточной системы вентиляции П1

Номер участка	$L$ , м <sup>3</sup> /ч	$t_{в}$ , °С	$l$ , м	$d$ , мм	$b$ , мм	$h$ , мм	$v$ , м/с	$d_{э\text{кв}}$ , мм	$R$ , Па/м	$\Delta p_{л}$ , Па	Местные сопротивления	$\Sigma \xi$	$\Delta p_{м}$ , Па	$\Delta p_{уч}$ , Па	$\Sigma \Delta p_{уч}$ , Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>Магистраль 1-10</b>																
1	40	20	0,3	125	-	-	0,9	125	0,173	0,1	диффузор (2 Па), ответвление тройника (2,78)	2,78	3,4	3,4	3,4	
2	80	20	1,9	-	150	100	1,5	120	0,3	0,7	проход тройника (0,14)	0,14	0,2	0,8	4,3	
3	120	20	4,6	-	150	100	2,2	120	0,7	3,3	проход тройника (0,15), отвод (0,4)	0,55	1,6	4,9	9,2	
4	180	20	3	-	150	100	3,3	120	1,5	4,4	проход тройника (0,22)	0,22	1,5	5,9	15,1	
5	240	20	3	-	200	100	3,3	133	1,3	3,9	проход тройника (0,21)	0,21	1,4	5,3	20,4	
6	300	20	3,1	-	250	100	3,3	143	1,2	3,7	проход тройника (0,22)	0,22	1,5	5,2	25,5	
7	420	20	1,9	-	300	100	3,9	150	1,5	2,8	проход тройника (0,19)	0,19	1,7	4,5	30,1	
8	530	20	8,3	-	300	150	3,3	200	0,8	6,3	отвод (0,63+0,5-2), переход (0,2)	1,85	11,9	18,2	48,3	
9	530	20	0,3	-	400	200	1,8	267	0,2	0,1	переход (0,3), наружная решётка (32 Па)	0,3	32,6	32,7	80,9	
												Итого с 10 % запасом				<b>89,0</b>
<b>Ответвление 13-15</b>																
13	30	20	0,3	100	-	-	1,1	100	0,310	0,1	диффузор (2 Па)	0	2,0	2,1	2,1	
14	30	20	2,8	100	-	-	1,1	100	0,2	0,7	отвод (0,21), проход тройника (0,35)	0,56	0,4	1,1	3,1	
15	60	20	2	100	-	-	2,1	100	0,8	1,6	ответвление тройника (1,3)	1,3	3,5	5,2	8,3	

## **2.7 Контрольные вопросы и задания**

### **Контрольные вопросы.**

1. Опишите порядок гидравлического расчёта магистральных трубопроводов системы отопления.
2. Какие сведения необходимо приводить на схемах аэродинамического расчёта систем вентиляции?
3. В чём отличие теплового расчёта отопительных приборов однотрубных и двухтрубных систем отопления?
4. Перечислите исходные данные для подбора типа и количества приточных и вытяжных устройств.
5. От каких параметров зависит предварительная настройка термостатических клапанов?

### **Задания для самостоятельной работы.**

Подготовить доклад в формате презентации с использованием средств Microsoft Office PowerPoint на следующие темы.

1. Нормативный метод расчёта воздухораспределения.
2. Порядок расчёта потребления тепловой энергии и определения класса энергосбережения жилых и общественных зданий
3. Методики расчёт поступлений тепловой энергии от людей, работающего оборудования и систем освещения.
4. Определение поступлений теплоты солнечной радиации через массивные и светопрозрачные ограждающие конструкции.
5. Расчёт теплопотерь на нагрев инфильтрационного и вентиляционного воздуха, а также ввозимого материала.
6. Расчёт влаговыведений в помещениях жилых, общественных, административных и производственных зданий.

## 3 ГРАФИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

### 3.1 Общие требования

Современное инженерное проектирование заключается в подготовке проектной и рабочей документации.

**Проектная документация** содержит основные материалы, определяющие архитектурные, технологические, конструктивные и инженерные решения и необходима в первую очередь, для проверки их реализуемости и соответствия требованиям действующей нормативной базы, а также для оценки экономической целесообразности проекта.

**Рабочая документация** в свою очередь разрабатывается с минимальным отклонением от проектной и должна содержать более подробную техническую информацию и решения, необходимые для успешной реализации строительно-монтажных работ.

Требования к составу и оформлению подраздела **«Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети»** раздела 5 **«Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений»** проектной документации приведены в нормативной литературе [18, 24] и в рамках данной главы учебного пособия не рассматриваются.

**Рабочая документация** систем отопления, вентиляции и кондиционирования (раздел ОВ) включает в себя следующие части:

- рабочие чертежи, предназначенные для производства строительно-монтажных работ (основной комплект рабочих чертежей марки ОВ);
- эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий, конструкций, устройств, монтажных блоков (эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий);
- спецификацию оборудования, изделий и материалов;
- опросные листы и габаритные чертежи (при необходимости);
- локальную смету (при необходимости).

**Основной комплект рабочих чертежей марки ОВ** состоит из:

- общих данных по рабочим чертежам;
- чертежей систем, включая планы и разрезы;
- схем систем;
- чертежей и схем установок систем (чертежей установок).

В комплект рабочих чертежей марки ОВ также допустимо включать прямоугольные изометрические проекции систем, полученные визуализацией электронной модели здания (BIM-модель) и рабочие чертежи встроенных тепловых пунктов при условии, что диаметр ввода теплоносителя в здание составляет не более 150 мм.

Системы пылеудаления и очистки пылевоздушных смесей могут быть выполнены в виде отдельного основного комплекта рабочих чертежей, имеющего марку ПУ (пылеудаление).

Основной комплект рабочих чертежей оформляется на листах, форматы которых соответствуют ГОСТ [9] и приведены в таблице 3.1. В реальном проектировании допускается применение дополнительных форматов, размеры которых сведены в таблицу 3.2. Обозначение данных дополнительных форматов состоит из обозначения основного формата и его кратности, например: А0×2, А3×5.

Графическая часть рабочей документации выполняется автоматизированным способом и представляется на бумажном и, если это требуется, электронном носителе, при этом бумажный и электронный экземпляры должны полностью соответствовать друг другу.

Графические чертежи оформляются с использованием шрифтов по ГОСТ [11]. Допускается применять иные общедоступные шрифты, используемые в средствах вычислительной техники.

Для составления текстовых документов входящих в основной комплект рабочей документации рекомендуется пользоваться наиболее распространёнными шрифтами Times New Roman или Arial.

Таблица 3.1 – Основные форматы листов

Обозначение	Размеры сторон, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297
A5*	148×210

Примечание \* – только альбомная ориентация.

Таблица 3.2 – Производные форматы

Кратность	Основной формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189×1682	-	-	-	-
3	1189×2523	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4	-	841×2378	594×1682	420×1189	297×841
5	-	-	594×2102	420×1486	297×1051
6	-	-	-	420×1783	297×1261
7	-	-	-	420×2080	297×1471
8	-	-	-	-	297×1682
9	-	-	-	-	297×1892

Таблица 3.3 – Предельные отклонения размеров сторон форматов

Размеры стороны	Отклонение, мм, не более
До 150	± 1,5
Св. 150 до 600	± 2,0
Св. 600	± 3,0

Сокращения слов, используемые в графических документах, должны соответствовать требованиям ГОСТ [12, 18].

Листы чертежей необходимо складывать для непосредственного брошюрования в порядке, приведённом на рисунке 3.1 [13]. Основная надпись всегда должна располагаться на лицевой стороне сложенного листа.

Передача документации на электронных носителях, в том числе номенклатура и форма необходимых учетных и отчетных документов, устанавливается в правилах и стандартах организаций.

Графические документы изображаются с помощью линий, приведённым в таблице 3.4 [10]. Толщина линии каждого конкретного элемента принимается в соответствии с требованиями ГОСТ [14].

Толщина линий одного и того же типа должна изображаться одинаково на чертежах, вычерчиваемых в одном масштабе. Наименьшая толщина линий зависит от размера листа и находится в интервале 0,2...0,3 мм. Минимальное расстояние между линиями в зависимости от размеров чертежа составляет 0,8...1,0 мм.

При указании на планах зданий разрезов и сечений концы разомкнутых линий могут быть соединены штрихпунктирной тонкой линией.

Каждый лист графического и текстового документа необходимо оформлять основной надписью и дополнительными графами к ней.

Основную надпись располагают в правом нижнем углу листа, а у листов формата А4 вдоль их короткой стороны. В текстовых документах, имеющих табличную форму, допускается располагать основную надпись вдоль длинной стороны листа.

Разрешается выполнять текстовые документы, в том числе расчётно-пояснительные записки, текстовые части курсовых работ, проектов и выпускных квалификационных работ, без основных надписей, дополнительных граф к ним и рамок.

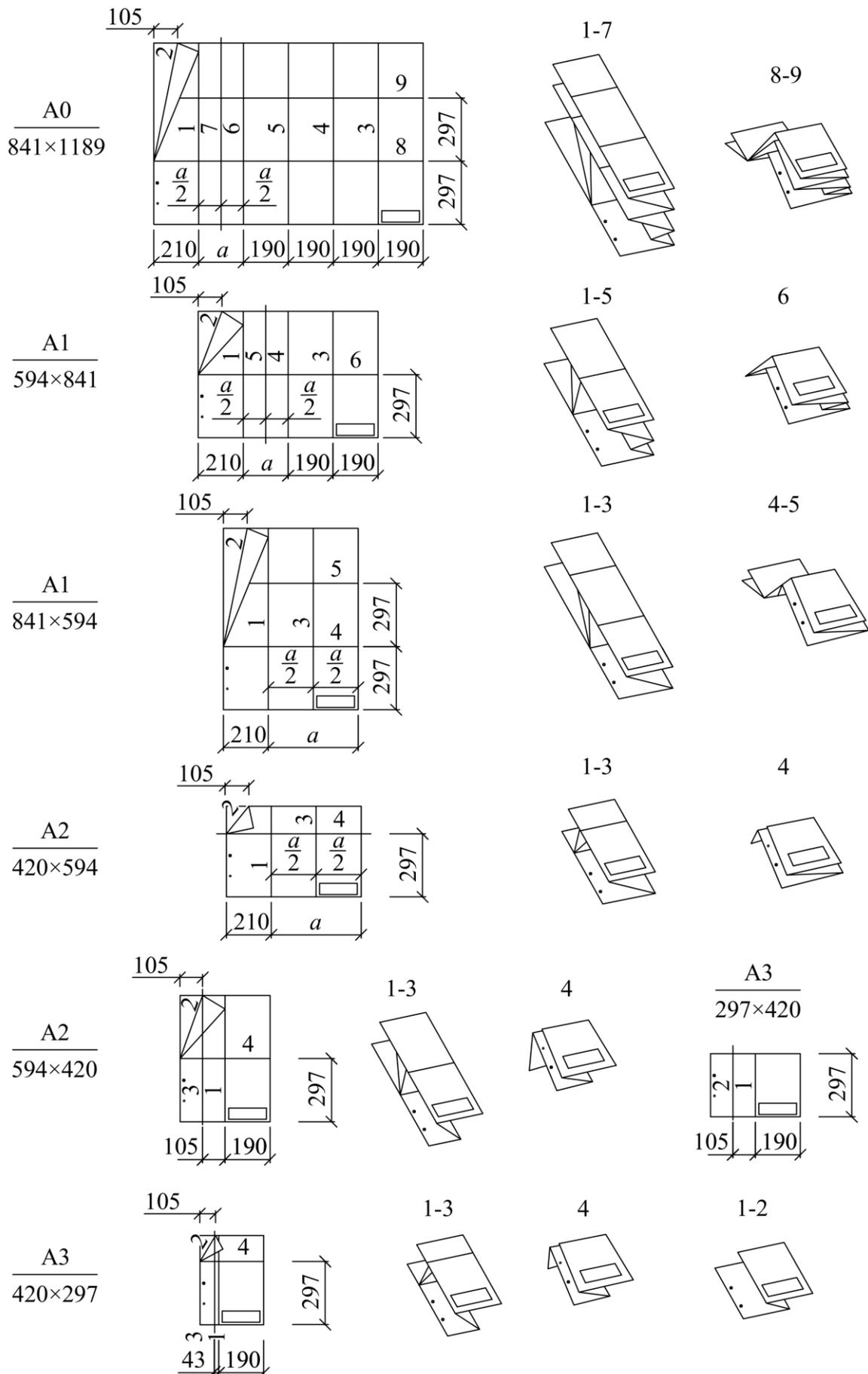
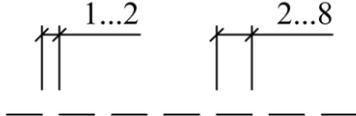
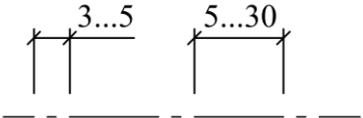
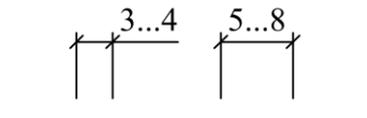
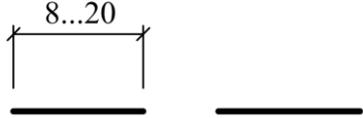
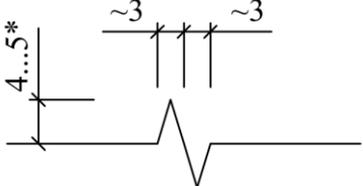
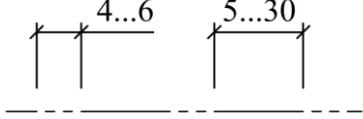


Рисунок 3.1 – Порядок складывания листов под брошюровку

Таблица 3.4 – Линии

Наименование	Начертание	Толщина
Сплошная толстая основная		$s = 0,5 \dots 1,4$ мм
Сплошная тонкая		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Сплошная волнистая		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Штриховая		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Штрихпунктирная тонкая		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Штрихпунктирная утолщенная		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{2s}{3}$
Разомкнутая		от $s$ до $\frac{3s}{2}$
Сплошная тонкая с изломами		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$

Выбор формы основной надписи, размеров основной надписи и рамок зависит от назначения чертежа:

- листы основных комплектов рабочих чертежей и листы графической части проектной документации – рисунок 3.2 (форма 3 по ГОСТ [18]);

- первые листы чертежей строительных изделий – рисунок 3.3 (форма 4);

- первые или заглавные листы текстовых документов и первые листы эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий, оформляемые в виде выпуска – рисунок 3.4 (форма 5);

- последующие листы чертежей строительных изделий, текстовых документов и эскизных чертежей общих видов – рисунок 3.5 (форма 6).

В графах форм 3...6 приводят следующие сведения:

- (1) – обозначение документа, в том числе текстового или графического документа раздела, подраздела проектной документации, основного комплекта рабочих чертежей, чертежа изделия;

- (2) – наименование организации, предприятия, его части (комплекса), жилищно-гражданского комплекса или другого объекта строительства, в состав которого входит здание, или наименование микрорайона;

- (3) – наименование здания, вид строительства (реконструкция, техническое перевооружение, капитальный ремонт);

- (4) – наименование изображений, помещенных на данном листе, в соответствии с их наименованием на чертеже. Если на листе помещено одно изображение, его наименование можно приводить только в данной графе. Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе (4) не указывают, однако при размещении спецификации или таблицы на отдельных листах, указывать их наименование в графе (4) необходимо. В графе (4) листов общих данных указывают «Общие данные». Если текстовые документы, например, спецификации оборудования, изделий и материалов, выпускают без титульного листа, то их первый лист оформляют основной надписью по форме 3, а в

графу (4) пишут их название, для вышеуказанных спецификаций: «Спецификация оборудования, изделий и материалов»;

(5) – наименование изделия и/или наименование документа;

(6) – условное обозначение вида документации: П – для проектной документации, Р – для рабочей документации. Для графических документов, выполняемых в ходе обучения по кафедре отопления и вентиляции приняты следующие обозначения: РГР – расчётно-графическая работа; КР – курсовая работа; КП – курсовой проект; ВКР(б) – выпускная квалификационная бакалаврская работа; ВКР(м) – выпускная квалификационная магистерская работа;

(7) – порядковый номер листа документа. На документах, состоящих из одного листа, данную графу не заполняют;

(8) – общее количество листов, заполняется только на первом листе;

(9) – наименование или различительный индекс организации, в которой был разработан документ;

(10) – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ. В свободных строках по усмотрению проектной организации приводят должности специалистов и руководителей, ответственных за разработку и проверку документа. В строке под записью «Разработал» вместо должности допускается приводить запись «Проверил». В нижней строке приводится должность лица, утвердившего документ, а именно: главного инженера проекта, начальника отдела или другого ответственного за выполнение, при выполнении ВКР – заведующего кафедрой. Подписи лица, утвердившего документ, являются обязательными на листах общих данных, а также на других наиболее значимых листах графической части, если это необходимо. В реальном проектировании подписи лица, разработавшего документ, и нормоконтролера являются обязательными.

(11)...(13) – фамилии и подписи лиц, указанных в графе (10), даты подписания. Подписи других должностных лиц и согласующие подписи размещают на поле для подшивки листа;

(14)...(19) – сведения о внесённых изменениях, заполняемые в соответствии с указаниями п. 7.3.21, ГОСТ [18];

(20) – инвентарный номер подлинника;

(21) – подпись лица, принявшего подлинник на хранение, и дату приемки;

(22) – инвентарный номер подлинника документа, взамен которого выпущен новый подлинник;

(23) – обозначение материала детали, данная графа заполняется только на чертежах деталей;

(24) – масса изделия, изображенного на чертеже, в килограммах без указания единицы массы. При известной массе изделия в других единицах измерения масса приводится с её указанием, например: 12 т.

(25) – масштаб;

(26) – обозначение формата листа: А1, А2, А3 и пр.

(27) – краткое наименование организации-заказчика, графа указывается штриховой линией и вводится при необходимости.

Графы «Согласовано» (10)...(13), расположенные на поле для подшивки, допускается приводить только на тех листах, где это необходимо.

При указании в графах (13), (19) и (21) календарных дат, год указывается двумя последними цифрами, например: 24.05.20.

Первый лист чертежа строительного изделия может быть оформлен основной надписью по форме 5.

В том случае, если спецификация оборудования, изделий и материалов выпускает без титульного листа, то её первый лист оформляет основной надписью по форме 3, а последующие по форме 6.

Общие данные, содержащие сплошной текст и/или таблицы, могут быть оформлены как текстовый документ. В этом случае первый лист оформляется надписью по форме 3, последующие – по форме 6.

Расположение основной надписи, дополнительных граф (рис. 3.6) к ней и размеры рамок на листах должны выполняться согласно ГОСТ [18].





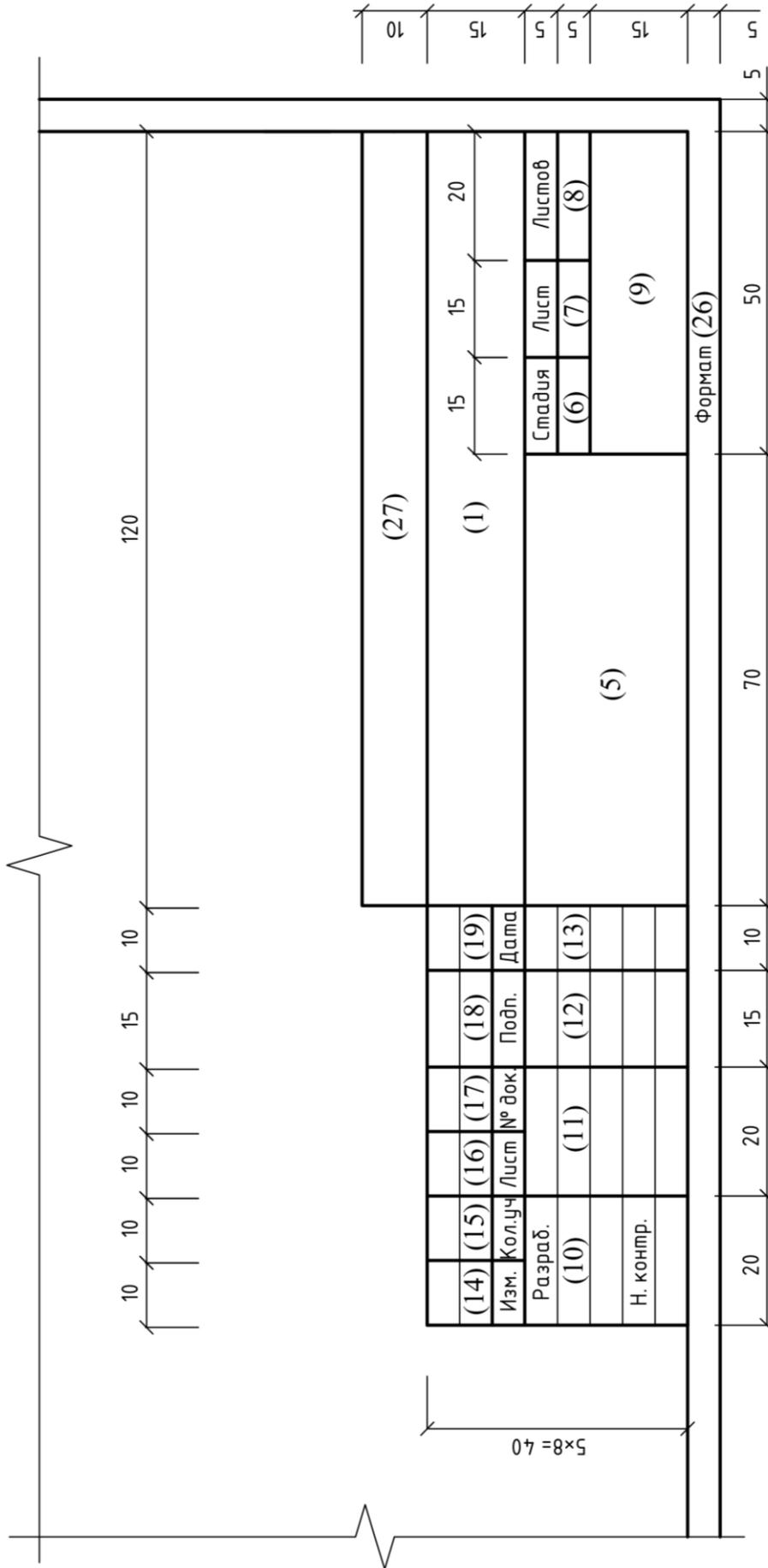


Рисунок 3.4 – Основная надпись по форме 5



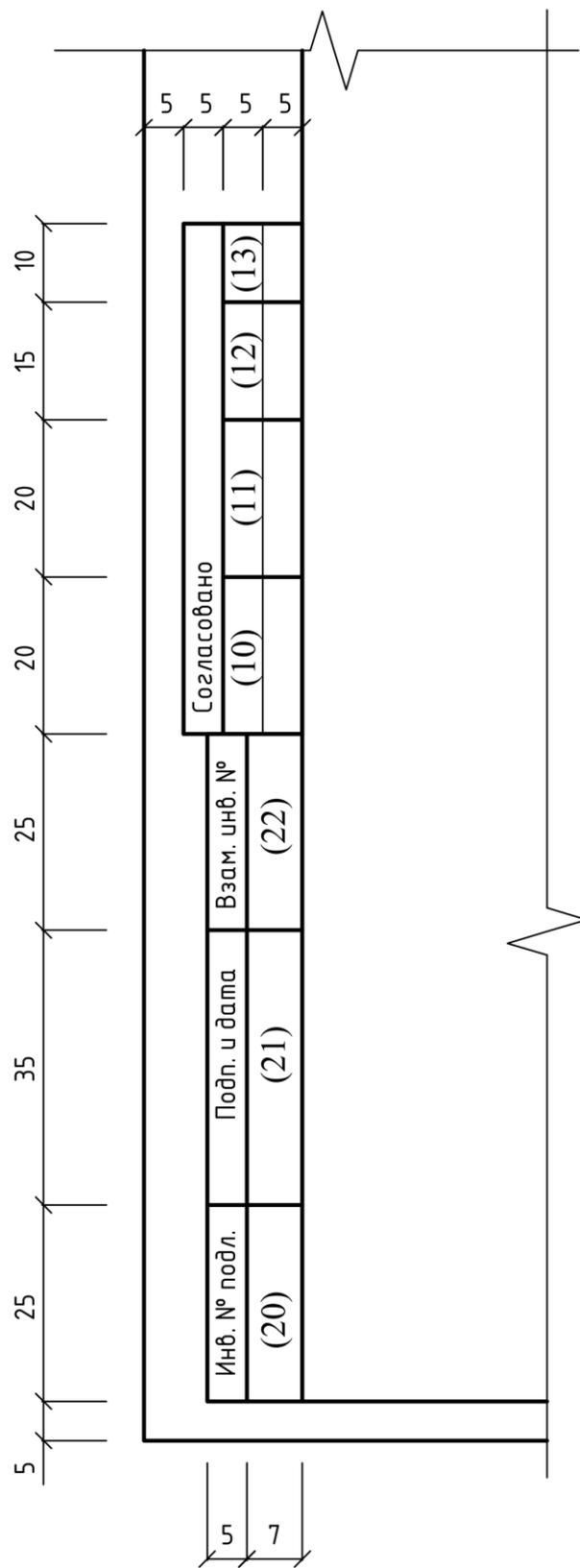


Рисунок 3.6 – Дополнительные графы

Основная надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняются сплошными толстыми основными и сплошными тонкими линиями.

Для текстовых документов с титульными листами, оформляемых основными надписями, заглавным является следующий лист после титульного листа. Требования по составу и примеры оформления титульных листов и обложек проектной и рабочей документации приведены в ГОСТ [18].

Координационные оси выполняются тонкими штрихпунктирными линиями с длинными штрихами и обозначаются в кружках диаметром от 6 до 12 мм (рис. 3.7, *г*) арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (кроме букв Ё, З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь), а также, если это необходимо, буквами латинского алфавита (кроме букв I и O).

Цифрами обозначают координационные оси по длинной стороне здания, имеющей большее число осей (рис. 3.7, *а-в*). Если букв не хватило, то последующие оси обозначают двумя буквами, например: **АА, ББ, ВВ**.

Цифровые оси нумеруются слева направо, буквенные – снизу вверх.

Обозначение координационных осей подписывается с левой и нижней сторон планов зданий. Если оси с разных сторон здания не совпадают, то так же наносят обозначения осей по верхней и/или правой сторонам здания.

Размеры шрифтов координационных осей, наименований и обозначений изображений выполняют в 1,5...2 раза больше, чем размеры цифр размерных чисел, используемых в графическом документе.

С целью обозначения отдельных элементов, расположенных между координационными осями основных несущих конструкций, используют дополнительные оси, обозначения которых представляют в виде дроби, числителем которой является обозначение предшествующей оси, а знаменателем – дополнительный порядковый номер в пределах участка между смежными координационными осями (рис. 3.7, *и*).

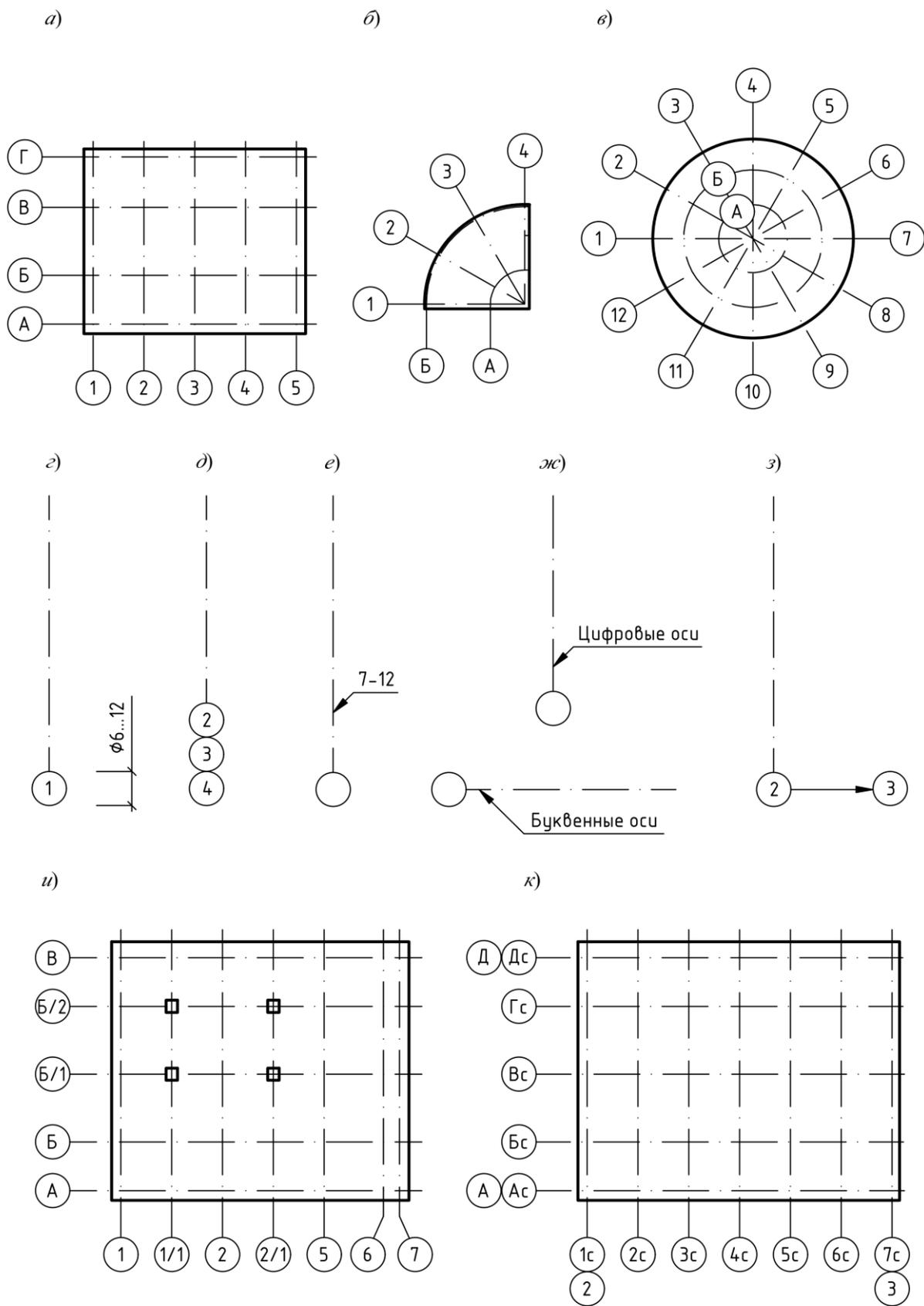


Рисунок 3.7 – Координационные оси

В том случае, если необходимо изобразить повторяющийся элемент, привязанный к нескольким осям, их обозначают:

- при их количестве не более 3 – согласно рисунку 3.7, *д*;
- при их количестве более 3 – рисунку 3.7, *е*;
- при всех буквенных и цифровых координатных осях – рисунку 3.7, *ж*.

На планах, разрезах и иных чертежах дополнительно указываются обозначения ближайших, но выходящих на линию излома осей (рис. 3.7, *з*).

На планах жилых домов, состоящих из блок-секций, координационным осям каждой блок секции дают самостоятельные обозначения с индексом «с», как это показано на рисунке 3.7, *к*.

Размерную линию на ее пересечении с выносными линиями, линиями контура или осевыми линиями ограничивают засечками длиной 2...4 мм, наносимыми с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии, при этом выносные линии продолжают за край размерной линии на 0...3 мм (рис. 3.8, *а*).

Стрелки, указывающие направления взгляда должны иметь размеры и внешний вид, приведённые на рисунке 3.8, *е*. Размеры, приводимые на аксонометрических схемах технологических трубопроводов и инженерных систем, могут ограничиваться стрелками.

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения длины (рис. 3.8, *б* и *в*).

Положение размерного числа при разных положениях размерных линий определяют наибольшим удобством для чтения.

Размерные числа наносят над размерной линией, по возможности на её середине. При наличии параллельных и/или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними располагают в шахматном порядке (рис. 3.8, *г* и *д*).

Нанесение размерных чисел повернутых и угловых размеров должны соответствовать указаниям рисунка 3.8, *ж* и *з*, в заштрихованной области размерное число указывается на полке линии выноски.

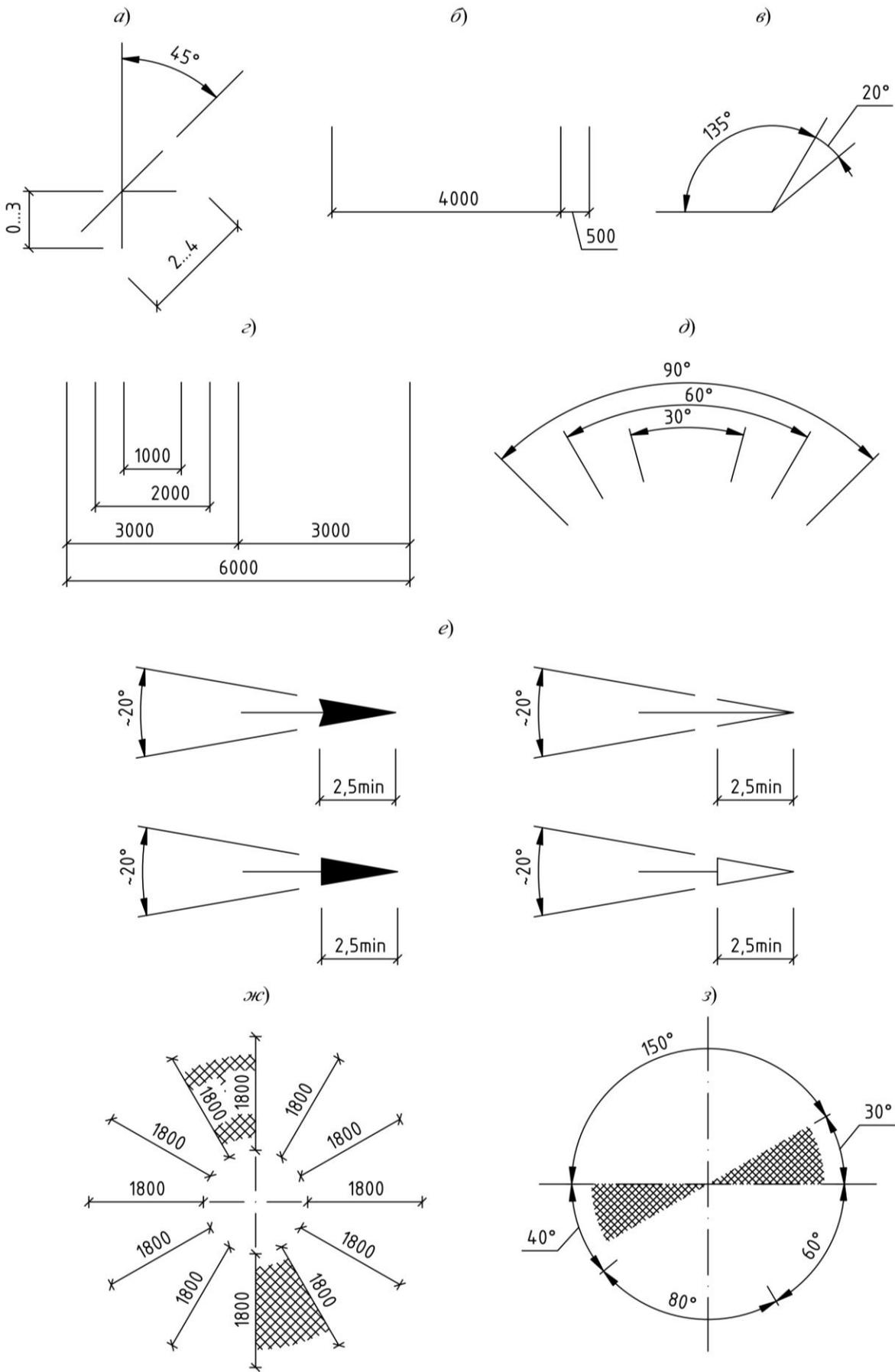


Рисунок 3.8 – Размеры и стрелки

Уклон поверхностей приводят у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в процентах, в промилле, либо в виде десятичной дроби с точностью до третьего знака (рис. 3.9, б и в). Направление уклона на планах указывается стрелочкой (рис. 3.9, а).

Перед размерным числом наносят знак «L», острый угол которого всегда направляется в сторону уклона (рис. 3.9, г).

Отметки уровней высоты и глубины ограждающих конструкций, оборудования, трубопроводов и воздуховодов от уровня условной «нулевой» отметки указывают в метрах без обозначения единицы длины с тремя десятичными знаками, отделенными от целого числа запятой (рис. 3.9, д).

«Нулевую» отметку указывают без знака; отметки выше нулевой указывают со знаком «+», ниже – со знаком «-». При совпадении отметок нескольких уровней на плане для них допускается указать одну маркировку, имеющую необходимое число линий выноски (рис. 3.9, ж).

Изображение стрелки и полки линии выноски отметок на разрезах и видах приведены на рисунке 3.9, е, на схемах – на рис. 3.9, з и и.

При отсутствии данных в качестве нулевой отметки принимается уровень чистого пола первого этажа.

Стрелки разрезов и видов должны иметь размеры, указанные на рисунке 3.10, а. Положение секущей плоскости изображают на чертеже разомкнутой линией (рис. 3.10, б). На концах разомкнутой линии секущей плоскости ставятся стрелки, указывающие направления взгляда (рис. 3.10, в-г). При сложном разрезе разомкнутая линия дополнительно указывается у мест пересечения секущих плоскостей (рис. 3.10, д).

На планах указывают наименования всех помещений. Площадь каждого из них проставляют в его нижнем правом углу с подчеркиванием, как это показано на рисунке 3.11, а. Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности указывается под его наименованием и заключается в прямоугольник, примерные размеры которого приведены на рисунке 3.11, в.

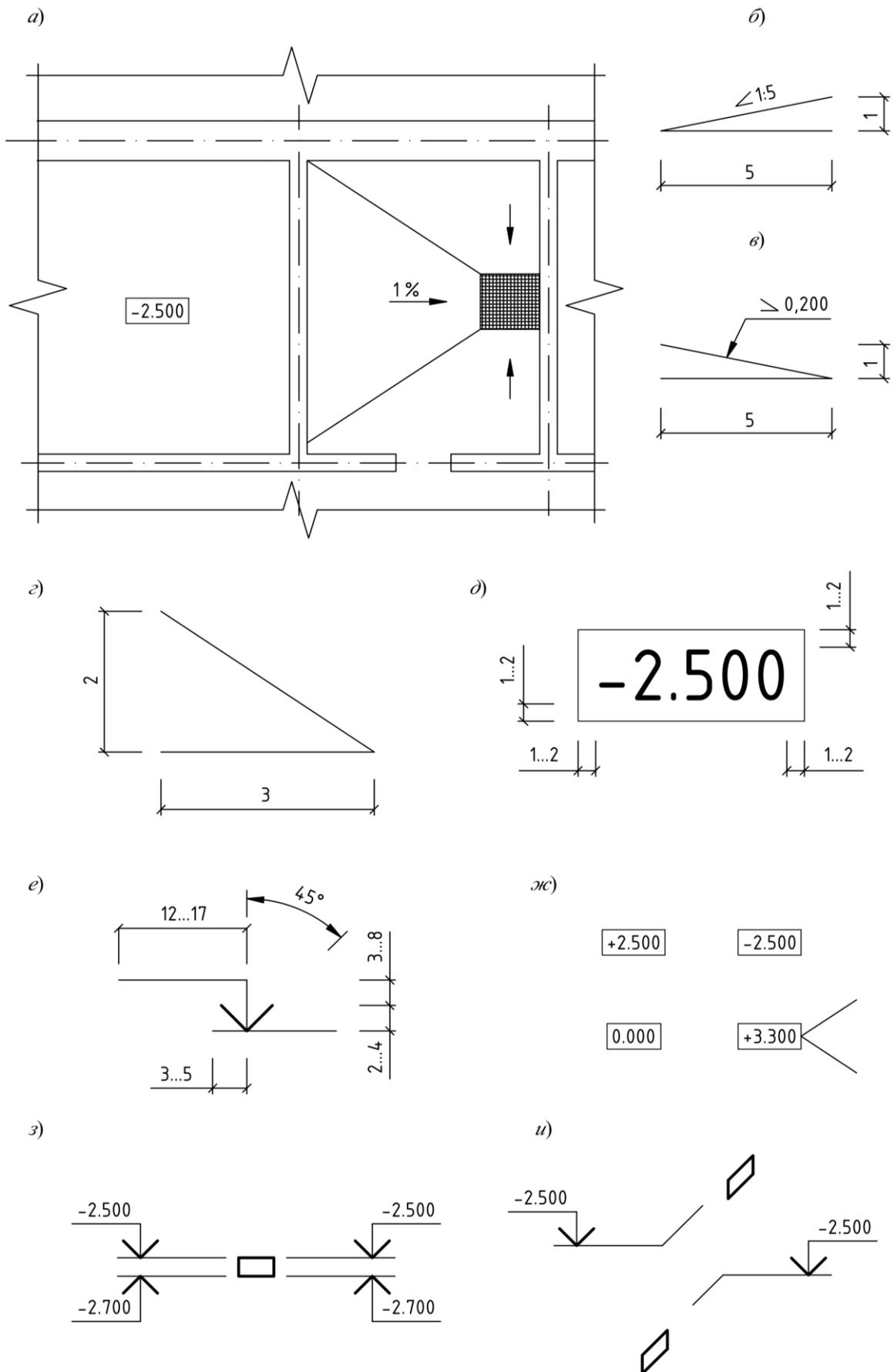


Рисунок 3.9 – Уклоны и отметки уровня

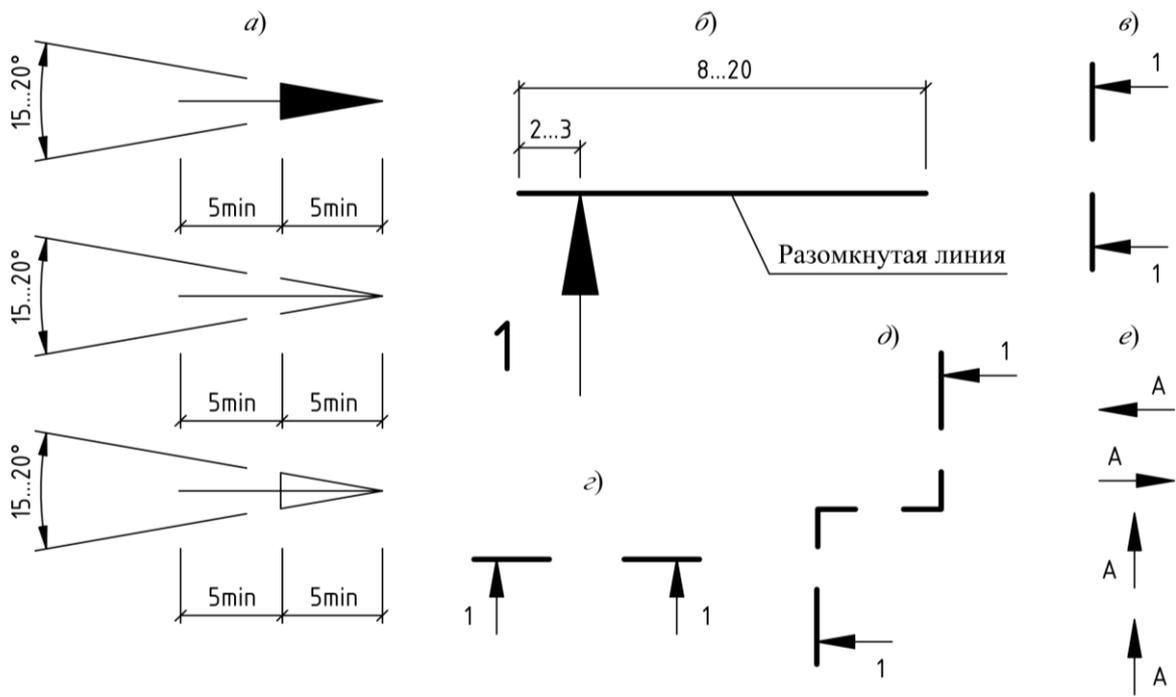


Рисунок 3.10 – Обозначения разрезов и видов

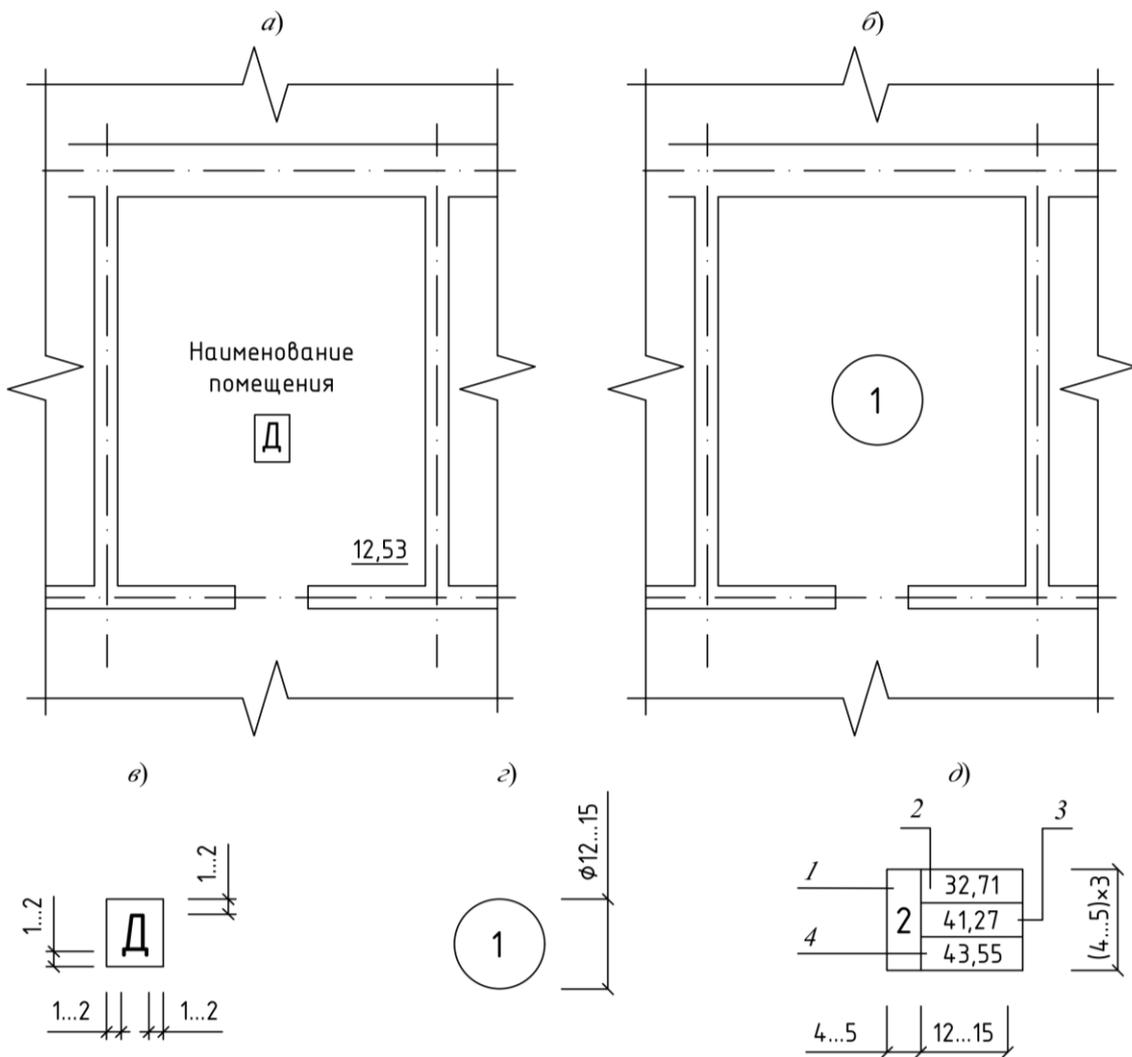


Рисунок 3.11 – Подпись и нумерация помещений

При проектировании раздела ОВ полные наименования помещений и их площадь занимают слишком много места. В этом случае допускается приводить наименование и площадь помещений в экспликации, а на планах указывать только номер в окружности диаметром 12...15 мм (рис. 3.11, б, г).

В жилых зданиях требуется указывать тип и площадь квартир, эти сведения заполняют в соответствии с рисунком 3.11, д, где: 1 – количество жилых комнат; 2 – жилая площадь; 3 – площадь квартиры; 4 – общая площадь квартиры, включая неотапливаемые помещения.

Экспликация помещений (рис. 3.12) заполняется в следующей последовательности. Арабскими цифрами проставляются номера помещений. В нежилых зданиях, высотой более одного этажа, помещения могут нумероваться трех-и четырехзначными цифрами, которые состоят из номера этажа и номера помещения, находящегося в его пределах (с 01 по 99). Цокольные этажи маркируются буквой «Ц», подземные этажи – буквой «П», например:

- здания 1...9 этажей – 1, 101, 305, 499;
- здания 10 и более этажей – 1, 1011, 1426;
- подвалы и цоколи – Ц01, П65.

Указываются наименования и площади помещений в м<sup>2</sup>.

В графе «Кат. помещения» приводятся категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. Для помещений производственных и общественных зданий, в которых предусмотрено нахождение горючих веществ и материалов, заполнение данной графы является обязательным.

Экспликации помещений разных этажей могут быть объединены в одну экспликацию с разделением их заголовками в графе «Наименование».

Экспликации помещений допускается располагать на отдельных листах в качестве последующих листов чертежей.

Рекомендуемые масштабы планов, схем, фрагментов, узлов и других изображений на чертежах раздела ОВ приведены в таблице 3.5.

## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Кат. помещения

15
80
20
10

8
20

Рисунок 3.12 – Экспликация помещений

Таблица 3.5 – Рекомендуемые масштабы изображений на чертежах

Наименование изображения	Масштаб
1. План-схема размещения установок систем	1:400, 1:800
2. Планы и разрезы систем	1:50, 1:100, 1:200
3. Схемы систем в аксонометрической проекции	1:50, 1:100, 1:200
4. Планы и разрезы установок систем	1:50, 1:100
5. Фрагменты планов и разрезов систем	1:50, 1:100
6. Узлы планов и разрезов систем	1:20, 1:50
7. Узлы планов и разрезов установок систем	1:20
8. Узлы при детальном изображении	1:2, 1:5, 1:10
9. Узлы схем систем в аксонометрической проекции	1:10, 1:20, 1:50
10. Эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий	1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100

Эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий, конструкций, устройств, монтажных блоков, опросные листы, габаритные чертежи и локальные сметы оформляются в соответствии с указаниями ГОСТ [14].

## 3.2 Общие данные

Лист общих данных рабочих чертежей систем отопления, вентиляции и кондиционирования включает в себя:

- план-схему размещения установок систем;
- характеристику систем;
- основные показатели систем отопления и вентиляции (систем ОВ);
- ведомость рабочих чертежей основного комплекта (форма 1 по ГОСТ [18]);
- ведомость ссылочных и прилагаемых документов (форма 2);
- ведомость основных комплектов рабочих чертежей (форма 2);
- условные обозначения, не установленные национальными стандартами, значения которых не приведены на других листах рабочих чертежей;
- общие указания.

Ведомость спецификаций, предусмотренную ГОСТ [18], в рабочих чертежах марки ОВ не выполняют.

На **план-схеме** размещения установок изображают:

- контур здания;
- координационные оси и общие размеры между крайними из них;
- маркировки мест установки систем;
- маркировки места размещения тепловых пунктов и ввода теплоносителя.

Места установки систем и теплового пункта на план-схеме указывают чёрными точками диаметром 1...2 мм с указанием на полках линий-выносок обозначений, в круглых скобках указывается номер листа, на котором приведены чертежи соответствующих установок.

Наименование план-схемы размещения установок систем подписывается сокращенно: «План-схема» (рис. 3.13).

**Характеристика систем** оформляется в виде таблицы (рис. 3.14...3.16). Размеры соответствующих граф являются рекомендуемыми и могут быть изменены. В том случае, если в составе установок нет отдельных видов оборудования, соответствующие им графы удаляются.

## План-схема

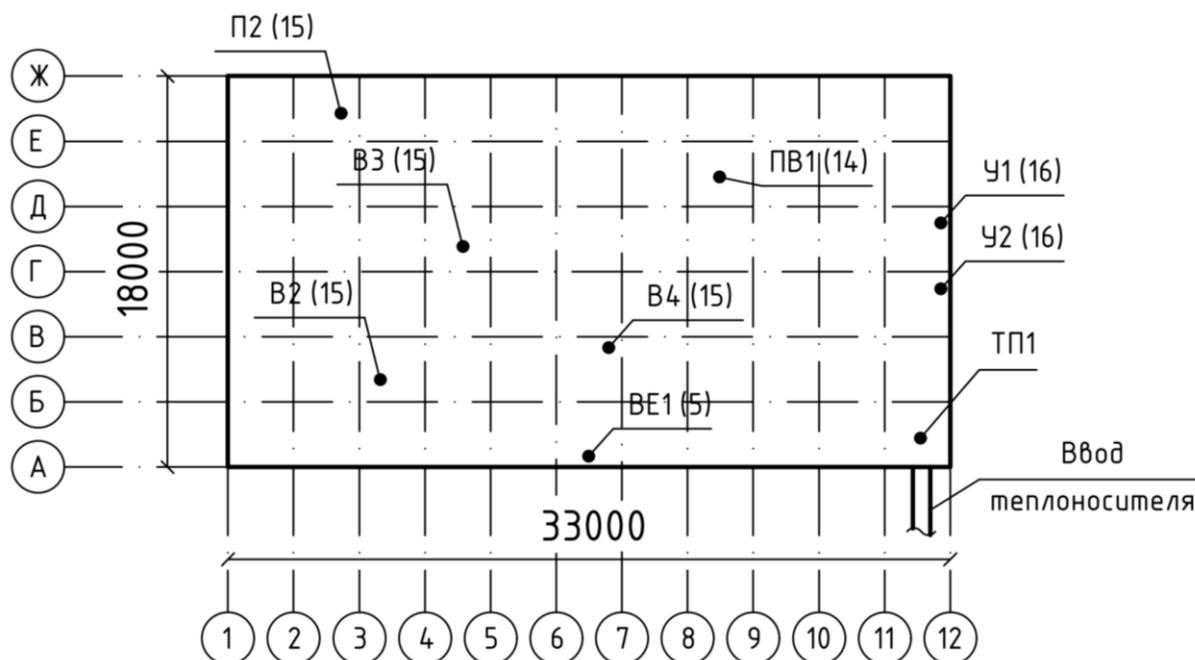


Рисунок 3.13 – План-схема

Таблицу допускается разделять на части и размещать на отдельных листах, в этом случае на каждом последующем листе таблица должна начинаться с графы «Обозначение системы».

**Основные показатели систем ОВ** сводят в таблицу, приведённую на рисунке 3.17. В таблицу могут помещаться дополнительные графы, например, удельный расход теплоты и пр.

**Ведомость ссылочных и прилагаемых документов** (рис. 3.18) составляется по двум разделам: ссылочные документы; прилагаемые документы.

В разделе «**Ссылочные документы**» указывают стандарты, в состав которых включены чертежи, предназначенные для изготовления изделий, а также чертежи типовых конструкций, изделий и узлов. В ведомость заносят обозначение и наименование серии и номер выпуска чертежей типовых конструкций, изделий и узлов или обозначение и наименование стандарта.

В разделе «**Прилагаемые документы**» указывают:

- рабочую документацию на строительные изделия;
- эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий;

### Характеристика систем

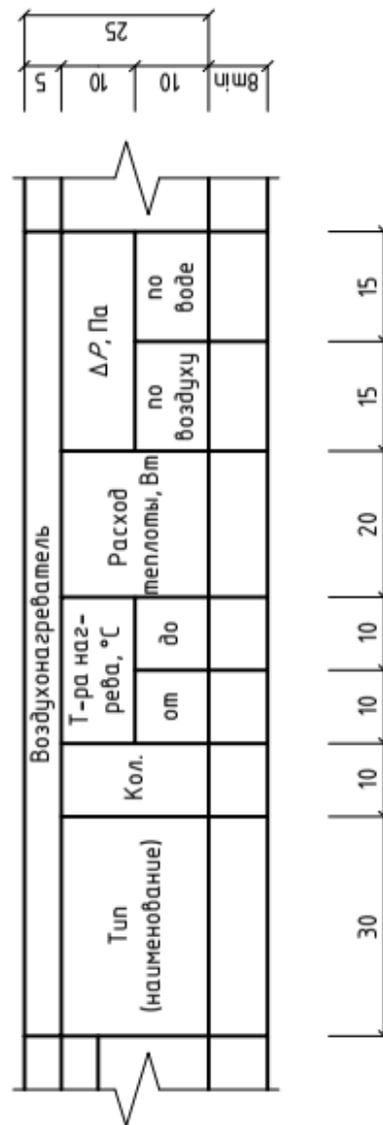
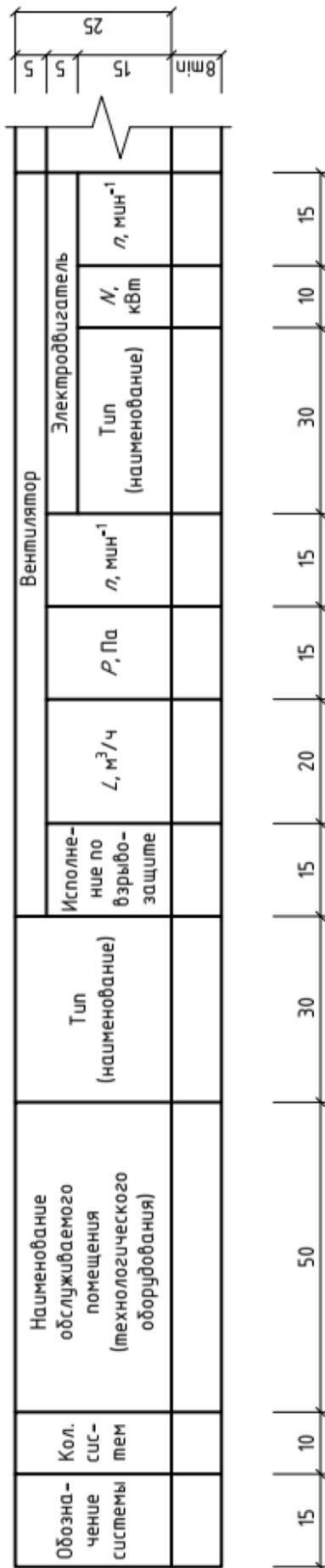
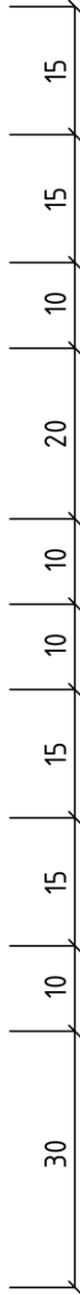


Рисунок 3.14 – Характеристика систем (начало)

Рекуператор									
Тип (наименование)	Кол.	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч		Т-ра наг- рева, °С		Расход теплоты, Вт	η, %	ΔP, Па	
		нагре- ваемый	грею- щий	от	до			грею- щий	нагре- ваемый



Воздухоохладитель									
Тип (наименование)	Кол.	ΔP (чистого), Па	Тип (наименование)	Кол.	Т-ра наг- рева, °С		Расход холода, Вт	ΔP, Па	
					от	до			



Рисунок 3.15 – Характеристика систем (продолжение)



### Основные показатели систем отопления и вентиляции

Наименование здания (сооружения), помещения	Объём, м <sup>3</sup>	Периоды года при $t_n, ^\circ\text{C}$	Расходы теплоты, Вт				Расход холода, Вт	Установленная мощность электрооборудования, кВт
			на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение	общий		

Dimensions: 35, 15, 20, 20, 20, 20, 15, 8, 22, 30, 8mm

Рисунок 3.17 – Основные показатели систем отопления и вентиляции

### Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание

Dimensions: 60, 95, 30, 8, 15

Рисунок 3.18 – Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

- спецификации оборудования, изделий и материалов;
- опросные листы и габаритные чертежи;
- локальные сметы.

**Общие указания** должны включать в себя:

- сведения о документах, на основании которых принято решение о разработке рабочей документации (проект здания был разработан на основе задания на проектирование, утвержденной проектной документации и др.);

- запись о соответствии документации заданию на проектирование, выданным техническим условиям, требованиям действующих технических регламентов, стандартов, сводов правил, других документов, содержащих установленные требования;

- ссылки на нормативные документы, использованные при выполнении расчетов систем отопления, вентиляции и кондиционирования;

- расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха;

- наименование, расход и параметры тепло- и холодоносителей;

- требования к изготовлению, монтажу, испытанию, антикоррозионной защите, тепловой и противопожарной изоляции, огнезащитному покрытию воздуховодов и трубопроводов, а также состав изоляционных конструкций;

- особые требования к исполнению установок (наружное, взрывобезопасное, коррозионностойкое, гигиеническое и др.).

- перечень видов работ, влияющих на безопасность здания, на которые составляются акты освидетельствования скрытых работ, ответственных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения;

При необходимости также указываются сведения о том, кому принадлежит данная интеллектуальная собственность, эксплуатационные требования, предъявляемые к проектируемому зданию, и другая информация.

Требования и технические решения, изложенные на других листах, в общих указаниях повторно не приводятся.

Каждый пункт общих указаний нумеруется арабскими цифрами и начинается с новой строки.

**Ведомость основных комплектов рабочих чертежей** приводится в листах общих данных только одного из основных комплектов рабочих чертежей и содержит последовательный перечень основных комплектов рабочих чертежей, входящих в состав полного комплекта рабочей документации. В графах «Обозначение» и «Наименование» указывают обозначения и наименования основных комплектов рабочих чертежей и, при необходимости, наименование или различительный индекс организации, выпустившей документ. Графа «Примечание» содержит дополнительные сведения.

В ведомости ссылочных и прилагаемых документов в графы «Обозначение» и «Наименование» заносят обозначения и наименования документов в точном соответствии с наименованием, указанным на титульном листе или в основной надписи. Графа «Примечание» содержит дополнительные сведения, например идентификатор электронных документов.

**Ведомость документов основного комплекта рабочих чертежей** заполняется следующим образом. В графы «Обозначение» и «Наименование» заносят обозначения и наименования, приведённые в основной надписи. При записи графических документов, состоящих из нескольких листов, приводят также наименования изображений, помещённых на каждом листе, указанные в их основной надписи. Графа «Примечание» содержит дополнительные сведения, такие как общее количество листов документа.

Данные ведомости заполняются по форме 2 ГОСТ [18] (рис. 3.19).

**Ведомость рабочих чертежей основного комплекта** оформляется следующим образом (рис. 3.20). В графе «Лист» приводят номера листов основного комплекта рабочих чертежей по порядку, затем в графе «Наименование» записывают наименование изображений, помещённых на листах, в соответствии с их основными надписями. В графе «Примечание» указываются дополнительные сведения, например формат листов.

При оформлении **ведомости спецификаций** (рис. 3.20) в графе «Лист» приводят номер листа основного комплекта рабочих чертежей, на котором помещена спецификация; в графу «Наименование» заносят наименование спецификации; графа «Примечание» содержит дополнительные сведения.

Обозначение	Наименование	Примечание

Рисунок 3.19 – Ведомость по форме 2

Лист	Наименование	Примечание

Рисунок 3.20 – Ведомость по форме 1

### 3.3 Условные обозначения

Каждая установка и система вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления имеет индивидуальное обозначение, состоящее из марки (табл. 3.6) и номера системы. Отдельные элементы систем маркируются в соответствии с указаниями таблицы 3.7.

Таблица 3.6 – Маркировка систем

№. Наименование системы / установки	Марка
1. Системы механической вентиляции: - приточные; - вытяжные; - приточно-вытяжные	П В ПВ
2. Системы естественной вентиляции: - приточные; - вытяжные	ПЕ ВЕ
3. Системы кондиционирования воздуха	К
4. Системы механической противодымной вентиляции: - приточные; - вытяжные	ДП ДВ
5. Системы естественной противодымной вентиляции: - приточные; - вытяжные	ДПЕ ДВЕ
6. Воздушные и воздушно-тепловые завесы	У
7. Отопительные агрегаты (воздухонагреватели)	А
8. Системы пылеудаления	ПУ

Таблица 3.7 – Маркировка элементов систем

№. Наименование системы / установки	Марка
1. Стояки систем отопления	Ст
2. Главный стояк системы отопления	ГСт
3. Горизонтальная ветвь	ГВ
4. Компенсатор	КП
5. Крепление (опора)	КР
6. Лючок для замеров параметров воздуха	ЛП
7. Лючок для чистки воздуховодов	ЛВ
8. Местный отсос	О

Марки стояков допускается индексировать прописными буквами.

**Примеры:**

- марки систем – П1, В1, ПВ2, ВЕЗ, У1;
- марки элементов – Сп1, КП2, ЛП10, О4;
- допустимые марки стояков – Сп1А, Сп2Б, Сп3В.

В том случае, если необходимо маркировать элементы системы, не приведённые в таблице 3.7, их обозначают номером системы с добавлением порядковых номеров элементов через дефис: К1-2, П5-2, В7-12.

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов и воздухопроводов различного назначения приведены в таблице 3.8.

Трубопроводы систем отопления, теплоснабжения, водоснабжения и канализации, при наличии разных параметров, протекающих через них среды, могут быть нумерованы дополнительной цифрой от 1 до 9, а при наличии труб с одинаковыми параметрами, которые необходимо выделить друг от друга дополнительной цифрой с точкой.

**Примеры:**

- Т1: Т – система отопления, 1 – подающий трубопровод.
- Т2: Т – система отопления, 2 – обратный трубопровод.
- Т11: Т – система отопления, 1 – подающий трубопровод, 1 – имеющий первые параметры теплоносителя.
- Т21: Т – система отопления, 2 – обратный трубопровод, 1 – имеющий первые параметры теплоносителя.
- Т11.1: Т – система отопления, 1 – подающий трубопровод, 1 – имеющий первые параметры теплоносителя, .1 – относящийся к первому контуру.
- Т21.1: Т – система отопления, 2 – обратный трубопровод, 1 – имеющий первые параметры теплоносителя, .1 – относящийся к первому контуру.

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов должны соответствовать требованиям ГОСТ [7, 8]. Размер диаметра и прямоугольного сечения трубопроводов и воздухопроводов наносят на полке линии-выноски.

Таблица 3.8 – Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов на чертеже

№. Тип системы	Буквенно-цифровое обозначение
1	2
<p>1. Наружные сети и внутренние системы водоснабжения.</p> <p>1.1. Хозяйственно-питьевой водопровод.</p> <p>1.2. Противопожарный водопровод.</p> <p>1.3. Производственный водопровод:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общего назначений;</li> <li>- оборотной воды, подающий;</li> <li>- оборотной воды, обратный;</li> <li>- умягчённой воды;</li> <li>- воды из поверхностных источников (рек, озёр и пр.);</li> <li>- осветлённой воды из поверхностных источников;</li> <li>- подземной воды;</li> <li>- морской воды.</li> </ul>	<p>V1</p> <p>V2</p> <p>V3</p> <p>V31</p> <p>V32</p> <p>V33</p> <p>V34</p> <p>V35</p> <p>V36</p> <p>V37</p>
<p>2. Наружные сети и внутренние системы канализации.</p> <p>2.1. Бытовая канализация.</p> <p>2.2. Дождевая канализация.</p> <p>2.3. Производственная канализация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общего назначения;</li> <li>- механически загрязнённых вод;</li> <li>- иловая;</li> <li>- шламодержащих вод;</li> <li>- химически загрязнённых вод;</li> <li>- кислых вод;</li> <li>- щелочных вод;</li> <li>- кислощелочных вод;</li> <li>- цианосодержащих вод;</li> <li>- хромосодержащих вод.</li> </ul>	<p>K1</p> <p>K2</p> <p>K3</p> <p>K31</p> <p>K32</p> <p>K33</p> <p>K34</p> <p>K35</p> <p>K36</p> <p>K37</p> <p>K38</p> <p>K39</p>
<p>3. Теплопроводы.</p> <p>3.1. Трубопровод горячей воды систем отопления, теплоснабжение воздухонагревателей установок вентиляции и кондиционирования, а также общие и технологических трубопроводы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подающий;</li> <li>- обратный.</li> </ul>	<p>T1</p> <p>T2</p>

Продолжение таблицы 3.8

1	2
<p>3.2. Трубопровод горячей воды для системы горячего водоснабжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подающий;</li> <li>- обратный.</li> </ul> <p>3.3. Трубопровод горячей воды для технологических процессов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подающий;</li> <li>- обратный.</li> </ul> <p>3.4. Паропровод.</p> <p>3.5. Конденсатопровод.</p>	<p>T3</p> <p>T4</p> <p>T5</p> <p>T6</p> <p>T7</p> <p>T8</p>
<p>4. Системы холодоснабжения.</p> <p>4.1. Трубопровод хладоносителя подающий.</p> <p>4.2. Трубопровод хладоносителя обратный.</p> <p>4.3. Трубопровод жидкого хладагента.</p> <p>4.4. Трубопровод хладагента (горячий газ).</p> <p>4.5. Трубопровод хладагента (холодный газ).</p>	<p>X1</p> <p>X2</p> <p>X3</p> <p>X4</p> <p>X5</p>
<p>5. Воздухопроводы.</p> <p>5.1. Воздухозаборные трубопроводы.</p> <p>5.2. Трубопроводы сжатого воздуха.</p> <p>5.3. Вакуумные трубопроводы.</p>	<p>A1</p> <p>A2</p> <p>A3</p>
<p>6. Газопроводы природного газа и сжиженных углеводородных газов.</p> <p>6.1. Газопровод:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- низкого давления до 0,1 МПа;</li> <li>- среднего давления свыше 0,1 до 0,3 МПа включительно;</li> <li>- высокого давления свыше 0,3 до 0,6 МПа включительно;</li> <li>- высокого давления свыше 0,6 МПа.</li> </ul> <p>6.2. Продувочный газопровод.</p> <p>6.3. Трубопровод на разрежение.</p> <p>6.4. Газопровод безопасности.</p>	<p>G1</p> <p>G2</p> <p>G3</p> <p>G4</p> <p>G5</p> <p>G6</p> <p>G7</p>

В случае буквенно-цифрового обозначения трубопроводов, воздухопроводов или оборудования систем на полке линии-выноски их геометрические размеры наносятся под соответствующей полкой.

Номинальный (условный) диаметр арматуры на чертежах и схемах систем сопровождается обозначением «DN» (ранее применялось обозначение « $d_y$ ») перед размерным числом.

Номинальный (условный) диаметр трубопроводов, воздухопроводов и их элементов на чертежах и схемах сопровождается условным обозначением «DN» (ранее применялось обозначение « $d_y$ ») перед размерным числом.

Для подписи наружного диаметра и толщины стенки перед размерным числом приводят знак « $\Phi$ » (Имя Юникода: E90D).

Размеры сечений прямоугольных воздухопроводов состоят из ширины воздухопровода и после знака « $\times$ » (Имя Юникода: 00D7) – его высоты.

Примеры некоторых буквенно-цифровых обозначений трубопроводов и воздухопроводов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха на планах и схемах приведены на рисунке 3.21.

Наиболее распространённые условные графические обозначения оборудования, арматуры, других элементов систем отопления, вентиляции и кондиционирования приняты и приведены в таблице 3.9.

Условные обозначения как правило выполняются чёрным цветом, однако, некоторые из них могут быть оформлены другими цветами.

В том случае, если выбранные цвета условных обозначений заранее не устанавливаются стандартами, их указывают на чертеже.

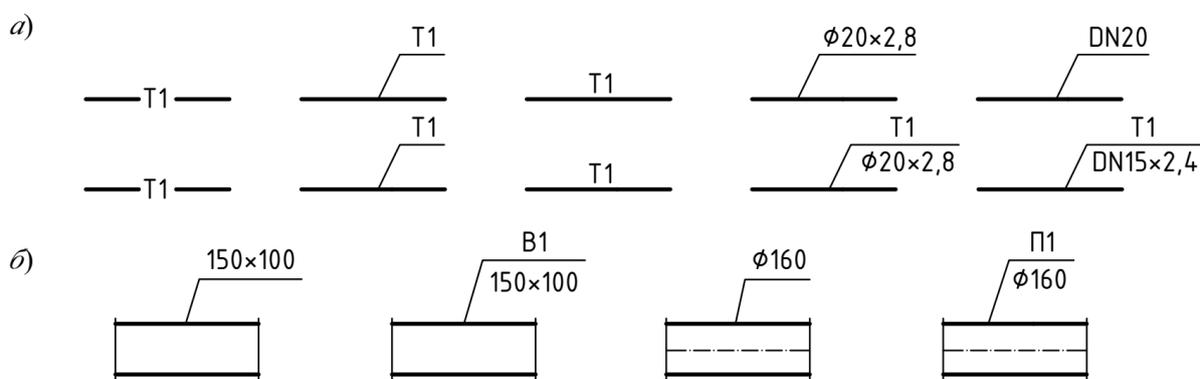
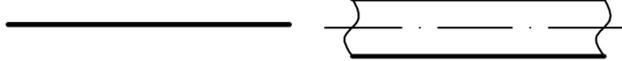
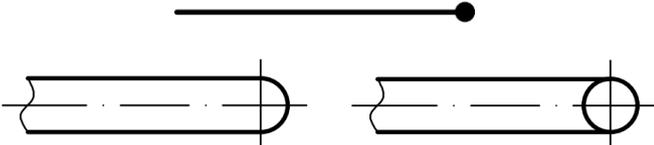
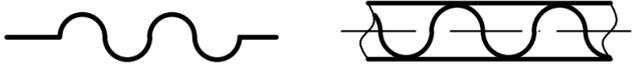
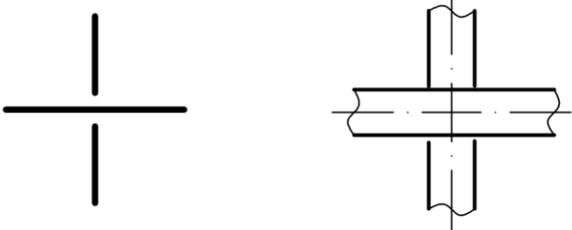
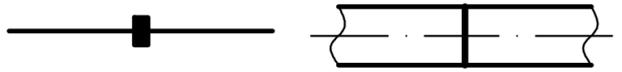
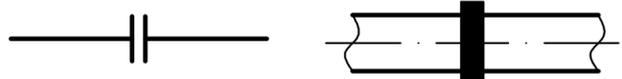
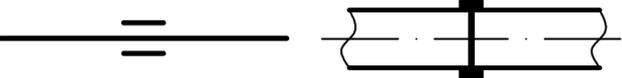
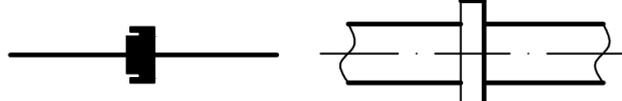
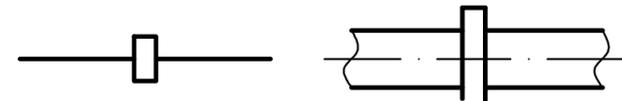
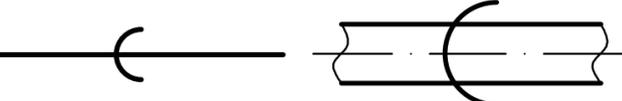
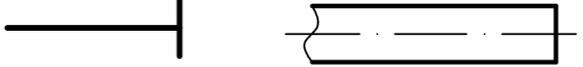
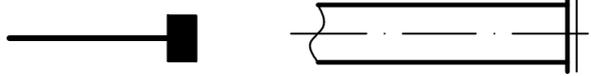
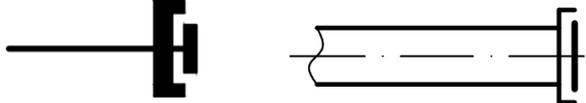
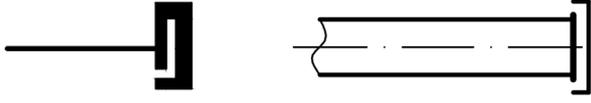
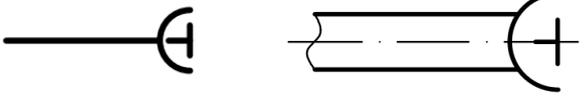
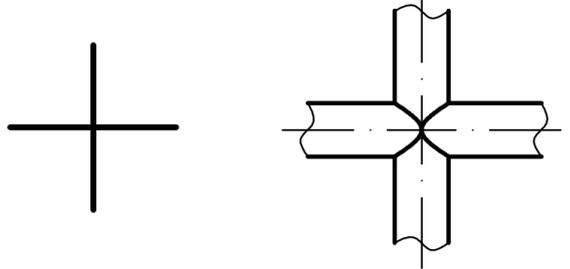
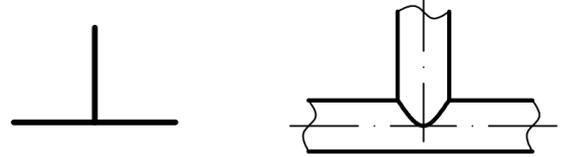
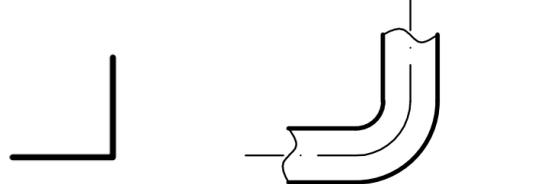
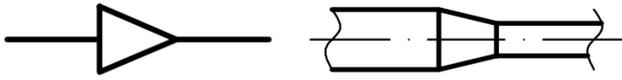


Рис. 3.21. Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов *a* и воздухопроводов *б*

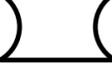
Таблица 3.9 – Условные графические обозначения

Наименование элемента	Обозначение
1	2
<i>Трубопроводы</i>	
1. Трубопровод	
2. Трубопровод с поворотом, направленным вверх, либо направленным вниз	
3. Гибкий трубопровод	
4. Пересечение трубопроводов	
5. Соединение трубопроводов (общее обозначение)	
6. Фланцевое соединение	
7. Муфтовое соединение	
8. Штуцерное соединение	
9. Штуцерное резьбовое быстроразъёмное соединение	
10. Раструбное соединение	
11. Заглушка трубы (общее обозначение)	

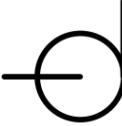
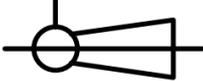
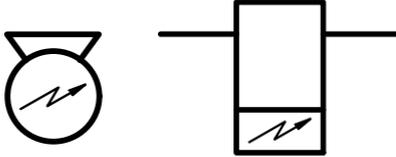
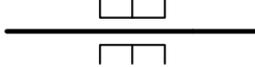
Продолжение таблицы 3.9

1	2
12. Фланцевая заглушка	
13. Муфтовая резьбовая заглушка	
14. Штуцерная резьбовая заглушка	
15. Раструбная	
16. Крестовина	
17. Тройник	
18. Отвод	
19. Переход	
<i>Трубопроводное оборудование, изделия и материалы</i>	
20. Фильтр	
21. Подогреватель	

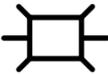
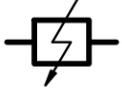
Продолжение таблицы 3.9

1	2
22. Охладитель	
23. Терморегулятор	
24. Теплоутилизатор	
25.осушитель	
26. Увлажнитель	
27. Конденсатоотводчик	
28. Отборное устройство для установки контрольно-измерительных приборов	
29. Бак под атмосферным давлением	
30. Бак с давлением выше атмосферного	
31. Бак с давлением ниже атмосферного	
32. Форсунка	
33. Насос (общее обозначение)	
34. Регулируемый насос	
35. Ручной насос	

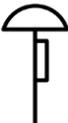
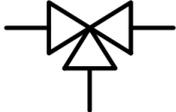
Продолжение таблицы 3.9

1	2
36. Центробежный насос	
37. Элеватор, инжектор, эжектор	
38. Электрический проточный воздухонагреватель	
39. Электрический накопительный воздухонагреватель	
40. Тепловая изоляция трубопроводов	
41. Трубопровод в футляре	
42. Трубопровод в сальнике	
43. Сифон (гидрозатвор)	
44. Компенсатор (общее обозначение)	
45. П-образный компенсатор	
46. Z-образный компенсатор	
47. Сильфонные компенсаторы	
48. Телескопические компенсаторы	
49. Амортизационная вставка	

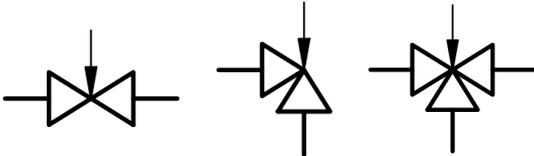
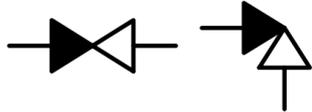
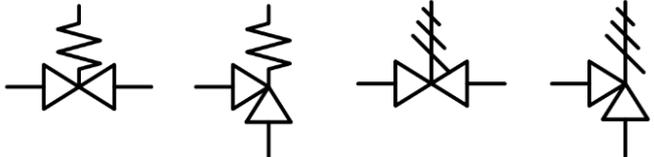
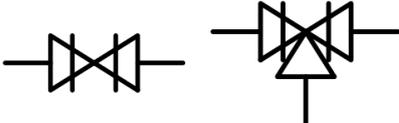
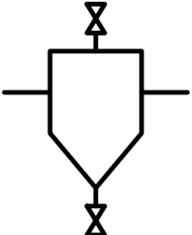
Продолжение таблицы 3.9

1	2
50. Звукоизолирующая Вставка	
51. Электроизолирующая вставка	
52. Шайбы, диафрагмы, сужающие устройства	
53. неподвижная опора	
54. Подвижная опора	
55. неподвижная подвеска	
56. направляющая подвеска	
57. Направление потока жидкости	
58. Направление потока пара или газообразной среды	
<i>Контрольно-измерительные приборы, регулирующие элементы, приводы</i>	
59. Регулирование (общее обозначение)	
60. Термопара	
61. Манометр	
62. Термометр	
63. Привод (общее назначение)	

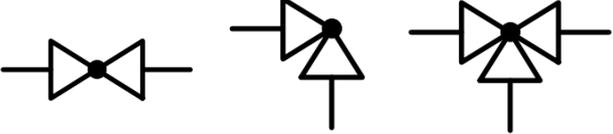
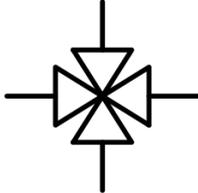
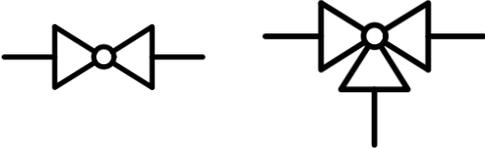
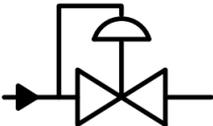
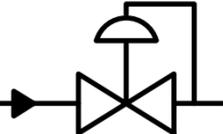
Продолжение таблицы 3.9

1	2
64. Ручной привод	
65. Сильфонный привод	 
66. Электромагнитный привод	
67. Электромашинный привод	
68. Пружинное или рычажно-грузовое регулирующее устройство	 
69. Поплавковый привод	
70. Мембранный привод одностороннего действия	
71. Мембранный привод одностороннего действия с позиционером	
72. Привод с боковым ручным дублёром	
73. Мембранный привод двухстороннего действия	
<i>Трубопроводная арматура</i>	
74. Запорный клапан (проходной, угловой)	 
75. Трёхходовой клапан	
76. Диафрагменный клапан	

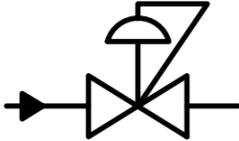
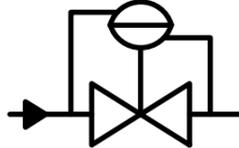
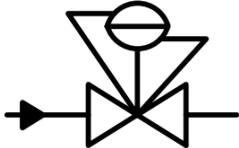
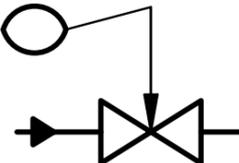
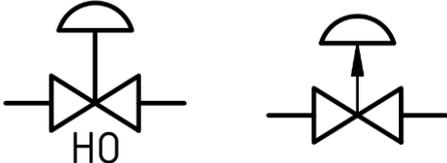
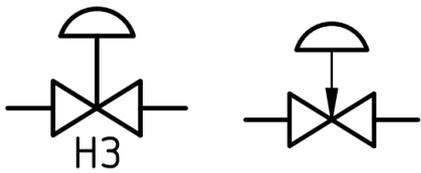
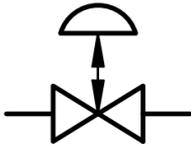
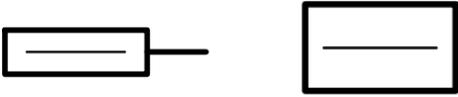
Продолжение таблицы 3.9

1	2
77. Регулирующий клапан (проходной, угловой, трёхходовой)	
78. Обратный клапан (проходной, угловой)	
79. Предохранительный клапан (проходной, угловой)	
80. Дроссельный клапан	
81. Редукционный клапан	
82. Терморегулирующий клапан (проходной, трёхходовой)	
83. Радиаторный терморегулятор	
84. Косой сетчатый фильтр	
85. Воздухоотводчик (ручной, автоматический)	
86. Вертикальный абонентский грязевик	
87. Задвижка (общее обозначение)	

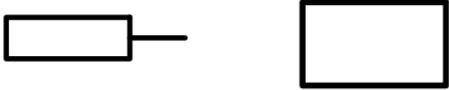
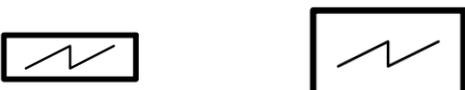
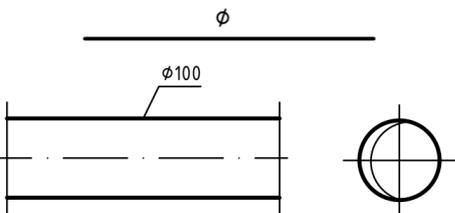
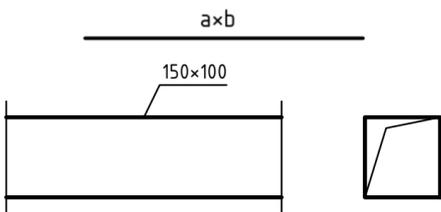
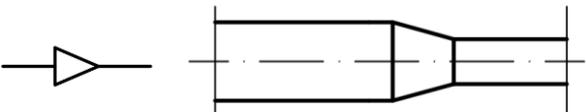
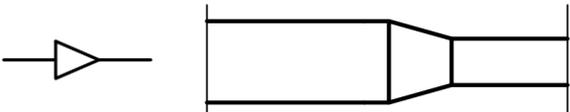
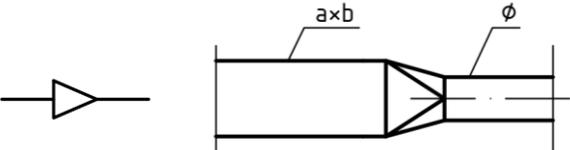
Продолжение таблицы 3.9

1	2
88. Шланговая задвижка	
89. Дисковый поворотный затвор	
90. Пробковый кран (проходной, угловой, трёхходовой)	
91. Четырёхходовой клапан	
92. Шаровой кран (проходной, трёхходовой)	
93. Дренажный кран	
94. Водомер (счётчик воды)	
95. Расходомер (общее обозначение)	
96. Регулятор давления до себя, внешний отбор давления	
97. Регулятор давления до себя, внутренний отбор давления	
98. Регулятор давления после себя, внешний отбор давления	

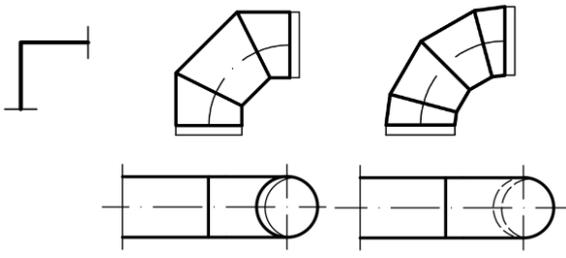
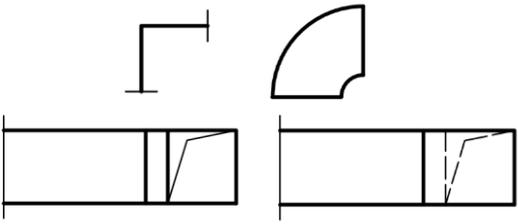
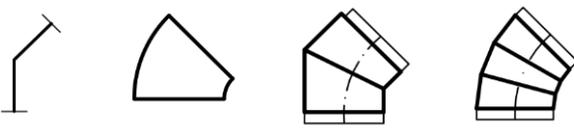
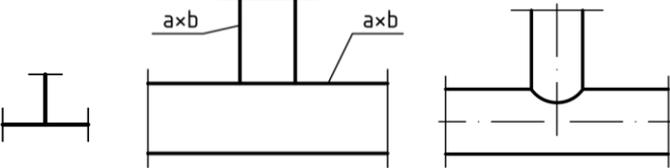
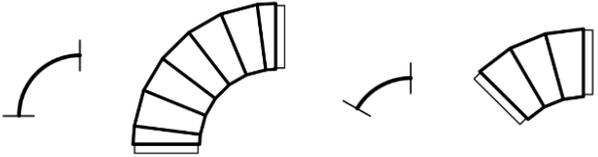
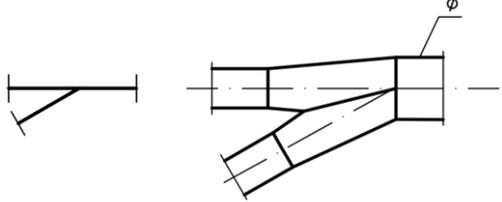
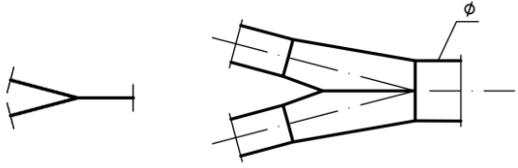
Продолжение таблицы 3.9

1	2
99. Регулятор давления после себя, внутренний отбор давления	
100. Регулятор перепада давления, внешний отбор давления	
101. Регулятор перепада давления, внутренний отбор давления	
102. Регулятор уровня	
103. Нормально-открытая арматура	
104. Нормально-закрытая Арматура	
105. Арматура с устройством, блокирующим положение её регулирующего элемента при прекращении подачи энергии	
<i>Отопительные приборы (на плане / на схеме)</i>	
106. Гладкотрубные отопительные приборы, регистры	
107. Ребристые трубы, регистры из ребристых труб, конвекторы	
108. Внутрипольные конвекторы	

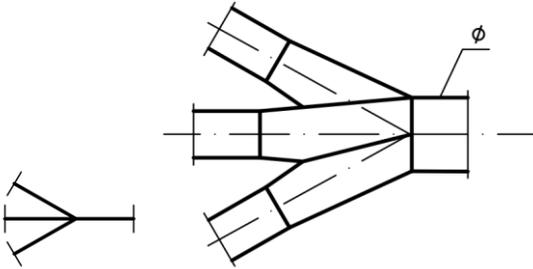
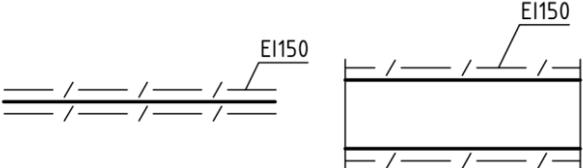
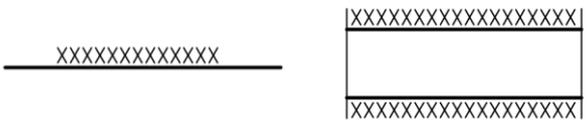
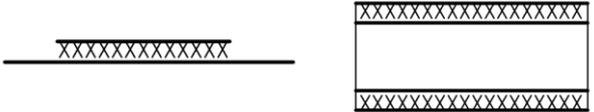
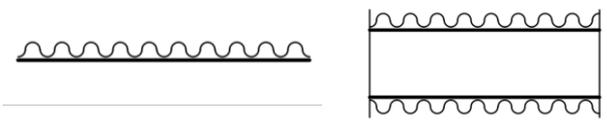
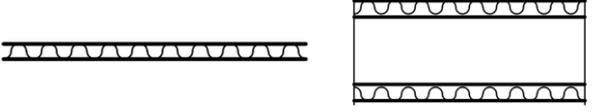
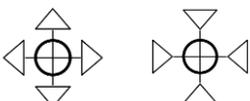
Продолжение таблицы 3.9

1	2
109. Панельные радиаторы	
110. Секционные радиаторы	
111. Потолочные приборы лучистого отопления	
112. Воздушно-отопительные агрегаты (тепловентиляторы)	
113. Электрический отопительный прибор	
<i>Вентиляционные сети (на схеме / на плане)</i>	
114. Прямые участки круглых воздуховодов	
115. Прямые участки прямоугольных воздуховодов	
116. Переход круглых Воздуховодов	
117. Переход прямоугольных воздуховодов	
118. Переход с круглого на прямоугольный воздуховод	

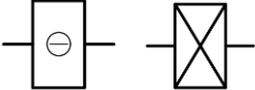
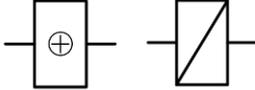
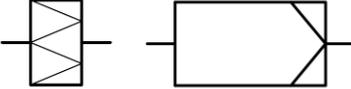
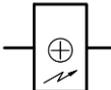
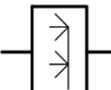
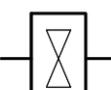
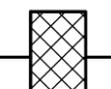
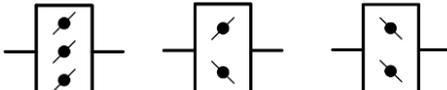
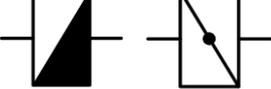
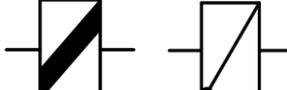
Продолжение таблицы 3.9

1	2
<p>119. Отводы круглого сечения (виды с боку, снизу и сверху)</p>	
<p>120. Отводы прямоугольного сечения (виды с боку, снизу и сверху) – 90°</p>	
<p>121. Отводы прямоугольного и круглого сечения (виды с боку) – 45°</p>	
<p>122. Тройники прямоугольного и круглого сечения</p>	
<p>123. Отводы систем аспирации – 90° и 45°</p>	
<p>124. Тройники систем аспирации</p>	
<p>125. Y-образные тройники систем аспирации</p>	

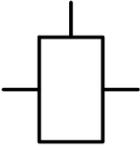
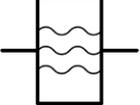
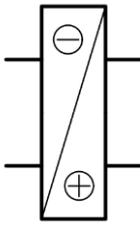
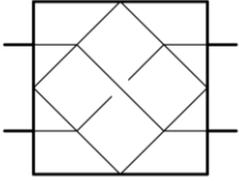
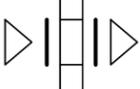
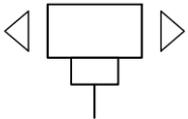
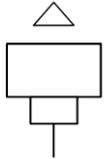
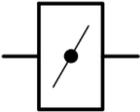
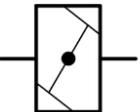
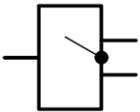
Продолжение таблицы 3.9

1	2
126. Крестовина систем аспирации	
127. Воздуховод с огнезадерживающим покрытием, EI – предел огнестойкости	
128. Теплоизолированный Воздуховод	
129. Теплоизолированный «сендвич» воздуховод	
130. Звукоизолированный воздуховод	
131. Звукоизолированный «сендвич» воздуховод	
132. Гибкий воздуховод	
<i>Оборудование, изделия, материалы и арматура систем вентиляции и кондиционирования<sup>1</sup></i>	
133. Приточное и вытяжное устройство (общее обозначение)	
134. Приточное и вытяжное устройство (на схемах)	
135. Приточные и вытяжные диффузоры (на плане)	

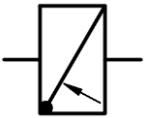
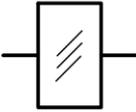
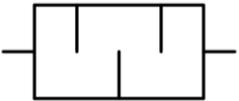
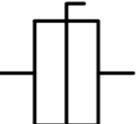
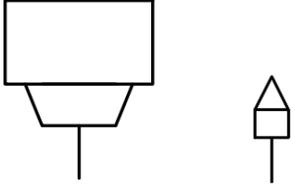
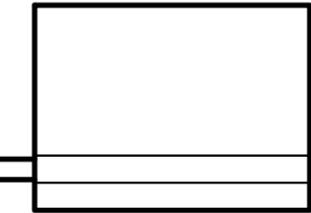
Продолжение таблицы 3.9

1	2
136. Воздухоохладитель	
137. Воздухонагреватель	
138. Теплоутилизатор (общее обозначение)	
139. Фильтр для очистки воздуха	
140. Электрический воздухонагреватель	
141. Увлажнитель	
142. Бытовой вентилятор	
143. Гибкая вставка	
144. Дроссель клапаны	
145. Огнезадерживающий клапан (противопожарный)	
146. Клапан дымоудаления (дымовой)	
147. Клапан противопожарный и дымоудаления	
148. Обратный клапан	
149. Инспекционная секция	

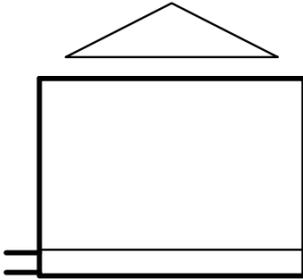
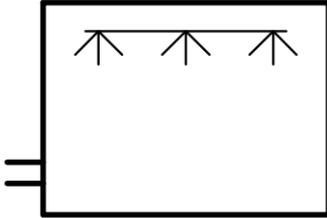
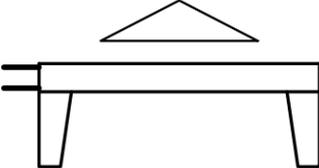
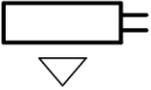
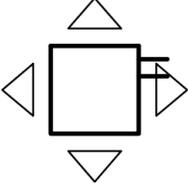
Продолжение таблицы 3.9

1	2
150. Секция смешения	
151. Каплеотделитель (сепаратор)	
152. Роторный регенератор	
153. Пластинчатый рекуператор	
154. Переточная решётка	
155. Крышный вентилятор с выбросом вбок	
156. Крышный вентилятор с выбросом вверх	
157. Радиальный вентилятор (на схемах)	
158. Воздушная заслонка	
159. Герметичная заслонка	
160. Перекидной клапан	

Продолжение таблицы 3.9

1	2
161. Клапан сброса давления	
162. Осевой вентилятор	
163. Воздухозаборная жалюзийная решётка	
164. Шумоглушитель	
165. Шибер	
166. Дефлектор	
167. Лючок (для прочистки, либо инспекционный)	
168. Местный отсос	
169. Зонт-колпак	
170. Чиллер (общее обозначение)	

Продолжение таблицы 3.9

1	2
171. Чиллер с воздушным охлаждением	
172. Чиллер с жидкостным охлаждением	
173. Сухая градирня	
174. Компрессорно-конденсаторный блок (наружный блок кондиционера)	
175. Внутренний блок кондиционера (испаритель, общее обозначение)	
176. Внутренний блок кондиционера, кассетный	

Примечание 1 – Дополнительные условно-графические обозначения приточных и вытяжных устройств на планах и схемах приведены на рисунке 3.22

Условно-графические обозначения оборудования, арматуры, изделий и материалов, не приведённые в таблице 3.9, подробно рассмотрены в нормативной и справочной литературе [7, 8, 32].

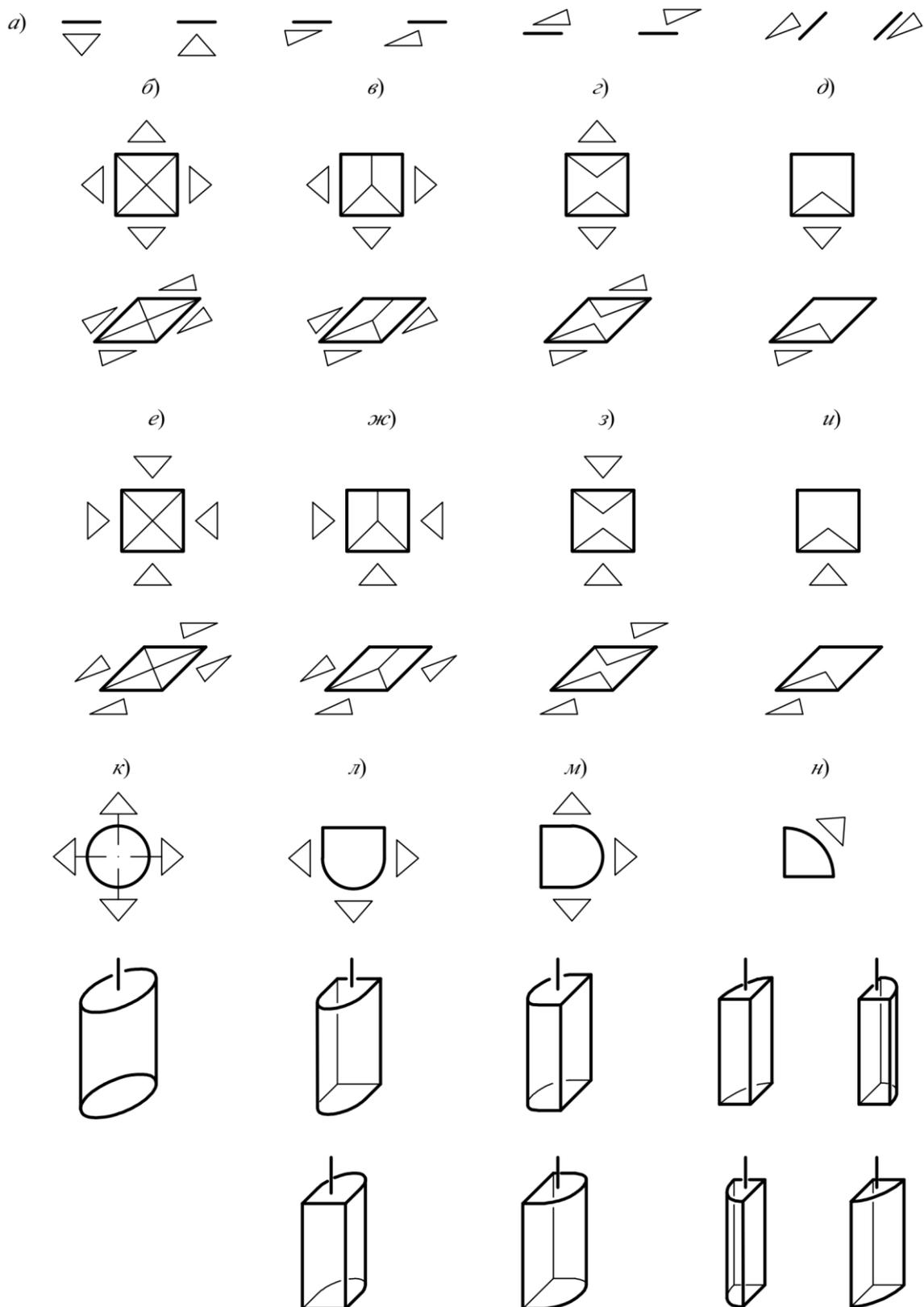


Рисунок 3.22 – Условно-графические обозначения приточных и вытяжных устройств: а – решётки; б-д – четырёх-, трёх-, двух- и односторонние приточные прямоугольные диффузоры; е-и – тоже, вытяжные; к-н – тоже, приточные низкоскоростные

### 3.4 Чертежи систем

**Планы систем** должны содержать:

- координационные оси, а также расстояния между ними и общее расстояние между крайними осями;

- строительные конструкции, технологическое оборудование, имеющие местные отсосы, а также пограничные инженерные коммуникации и оборудование, влияющие на прокладку трубопроводов и/или воздуховодов систем (тонкой линией);

- отметки чистых полов этажей и основных площадок;

- линии и обозначения разрезов, таким образом, чтобы захватить максимальное количество инженерных сетей и оборудования;

- наименования помещений, их площади, категории по взрывопожарной и пожарной опасности (кроме жилых зданий);

- размерные привязки установок систем, воздуховодов, основных трубопроводов, технологического оборудования, неподвижных опор и компенсаторов к координационным осям или элементам ограждающих конструкций;

- обозначения систем и их установок;

- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;

- диаметры и/или размеры воздуховодов и трубопроводов;

- обозначения стояков, компенсаторов, ветвей систем отопления;

- отопительные приборы с указанием на полках линий-выносок числа секций радиаторов, количества и длины ребристых труб, количества труб в регистре и длины регистра из гладких труб или обозначения регистра и другие сведения. Под полкой линии выноски прибора, оборудованного автоматическим терморегулятором, также приводят его настройку (буквой *n*).

Схематично сплошными тонкими линиями изображают лестницы, шахты лифтов, балконы, лоджии.

При сложном многоярусном расположении воздуховодов и других элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха в пределах одного этажа для наглядности их взаимосвязей выполняют отдельные планы на различных уровнях этого этажа.

Трубопроводы, изображённые условными графическими обозначениями в одну линию и расположенные друг над другом в одной плоскости, на планах систем условно показывают параллельными линиями.

На **разрезах и фасадах** необходимо изображать тоже, что и на планах, а также отметки уровней, указывающие на расположение наружных и внутренних ограждений (уровня земли, полов, потолков, кровли и других), а также инженерных сетей и оборудования и изделий (оси симметрии горизонтальных воздуховодов и трубопроводов, отметок верха/низа монтажа оборудования изделий, точек забора и выброса воздуха и пр.) по высоте.

На разрезах изображают только элементы конструкций здания и инженерных систем, находящиеся непосредственно за плоскостью разреза.

На планах, разрезах оборудование, установки, воздуховоды, трубопроводы и другие элементы систем изображают толстой основной линией.

Элементы систем отопления и теплоснабжения установок, кроме оборудования, на планах и разрезах чертежей систем указывают условными графическими обозначениями, элементы систем вентиляции и кондиционирования, а оборудование систем отопления и теплоснабжения установок, такие как теплогенераторы, насосы, баки-аккумуляторы, теплообменники и др., изображают в виде упрощенных графических изображений.

Планы систем отопления (включая системы теплоснабжения установок) допускается совмещать с планами систем вентиляции и кондиционирования. Разрезы систем отопления, как правило, совмещают с разрезами систем вентиляции и кондиционирования.

На фрагментах и узлах планов, разрезов трубопроводы, арматуру и другие устройства показывают упрощенно или условными графическими

обозначениями в зависимости от масштаба чертежа и диаметра трубопровода. Трубопроводы, у которых на чертеже диаметры равны 2 мм и более (при М 1:100 от DN200), наносят в две линии, арматуру и другие устройства на данных трубах изображают также упрощенно с учетом их габаритных размеров и расположения в пространстве.

**Чертежи фасадов**, с нанесённым на них инженерным оборудованием и сетями, должны дополнительно содержать:

- координационные оси, проходящие в характерных местах фасадов (деформационные швы, места уступов в плане, перепадов по высоте и пр.);
- отметки уровней земли, входных площадок, верха стен, низа и верха проемов и расположенных на разных уровнях элементов фасадов;
- наружное балконное и оконное остекление в упрощённом виде.

На **планах кровли** должны быть в том числе указаны:

- крайние координационные оси с указанием расстояния между ними, оси в характерных местах кровли с размерными привязками;
  - обозначения местных уклонов;
  - отметки уровней кровли у водоприемных воронок и парапетов;
  - схематический поперечный профиль кровли в виде наложенного сечения с обозначениями уклонов.
- основные элементы кровли, такие как деформационные швы, воронки, вентиляционные шахты, пожарные лестницы, прочие элементы.

Дефлекторы, крышные вентиляторы и другие элементы систем, расположенные на кровле здания, наносят, как правило, утолщенной штрихпунктирной линией (наложенная проекция) на плане систем одноэтажного здания или верхнего этажа многоэтажного здания. При этом сложные вентиляционные установки (например, кондиционеры, приточные и/или вытяжные установки), расположенные на кровле здания, следует выполнять на отдельном плане кровли.

Таблицы местных отсосов от технологического оборудования помещаются как на листах с планами систем вентиляции, так и отдельно. Рекомендуемый состав таблицы местных отсосов приведён на рисунке 3.23.

Наименования планов систем отопления, вентиляции и кондиционирования должны состоять из слова «План», отметки чистого пола, номера этажа, обозначения секущей плоскости (если это необходимо), а также характеризовать вид нанесённой на них системы, например: **Система вентиляции. План первого этажа на отм. 0.000.** Наименование плана может также содержать назначение расположенных на нём помещений.

В наименовании плана отдельной части здания указывают ограничивающие его оси, например: **Система отопления. План первого этажа на отм. +3.100, между осями 5-8 и А-В.**

Наименование разрезов содержит слово «Разрез» и обозначение секущей плоскости, например: **Разрез 1-1.** В наименованиях разрезов изделий слово «Разрез» не указывается. Наименование сечения содержит его буквенное или цифровое обозначение, например: **2-2, А-А, в-в.** Разрезы могут обозначаться прописными, а сечения строчными буквами русского алфавита.

Если чертежи установок располагаются на одном листе, либо группе листов и на них нет ссылок на разрезы и сечения, приведённые на других листах, то допускается проводить самостоятельную нумерацию их разрезов.

Отдельные части планов, разрезов, схем и чертежей установок могут быть оформлены в виде узлов и фрагментов.

Узел изображается замкнутой сплошной тонкой линией в виде окружности, овала или прямоугольника с закруглёнными углами. На полке линии выноски указывают номер узла арабскими цифрами или прописными буквами русского алфавита, под полкой – лист, на котором он размещён, при размещении узла на другом листе. Под полкой линии выноски также может быть размещён номер типовой серии узла, при её наличии.

## Местные отсосы от технологического оборудования

Технологическое оборудование		Характеристика выделяющихся вредных веществ
Поз.	Наименование	
	Кол.	

15      70      15      95

8 min  
10  
10  
20

Объем вытяжки, м <sup>3</sup> /ч	Характеристика местных отсосов		Обозначение системы	Примечание
	на ед. оборуд.	всего		

20      20      30      70      15      45

20  
10  
10  
8 min

Рисунок 3.23 — Таблица местных отсосов от технологического оборудования

Возможные способы подписи узлов приведены на рисунке 3.24, *а* и *б*.

Узел, являющийся полным зеркальным отражением другого узла, обозначают тем же номером с добавлением индекса «н».

Виды обозначают прописными буквами русского алфавита, которые наносят рядом со стрелкой направления взгляда. Соответствующее обозначение наносят на самом изображении вида, например: **Вид А**, **Вид Б**.

Место на плане, фасаде или разрезе, откуда выносят фрагмент, отмечают фигурной скобкой, как показано на рисунке 3.24, *з*. Наименование и номер фрагмента наносят под фигурной скобкой, на полке линии-выноски, либо над соответствующим фрагментом, например: **Фрагмент 2**.

Наименования фасадов содержат слово «Фасад» и обозначения осей, Разрезы, сечения и узлы имеют самостоятельную порядковую нумерацию и/или буквенное обозначение.

Наименования изображений на чертежах не подчеркивают.

Изображать до оси симметрии симметричные планы и фасады, а также схемы санитарно-технического оборудования не допустимо.

Если изображения разрезов, сечений, узлов, видов или фрагментов располагаются на отдельном листе то в их обозначении в скобках после их номера указывается порядковый номер соответствующего листа (рис. 3.24, *з*).

Изображения могут быть повернуты. В наименовании изображения допускается не приводить обозначение «повернуто» (рис. 3.24, *в*), если его положение однозначно трактуется осями или высотными отметками.

Изображения планов и разрезов, не помещающихся на одном листе, делят на несколько частей и размещают на отдельных листах.

В этом случае на каждом листе, где показан участок изображения, приводят схему всего изображения с осями. Соответствующий конкретному листу участок штрихуют, как это показано на рисунке 3.24, *д*.

На рисунке 3.25 приведены примеры планов систем отопления: *а* – стояковой; *б* – горизонтальной; *в* – лучевой, скрытая прокладка труб.

Примеры оформления планов систем вентиляции и кондиционирования (системы-VRV) показаны на рисунках 3.26 и 3.27.



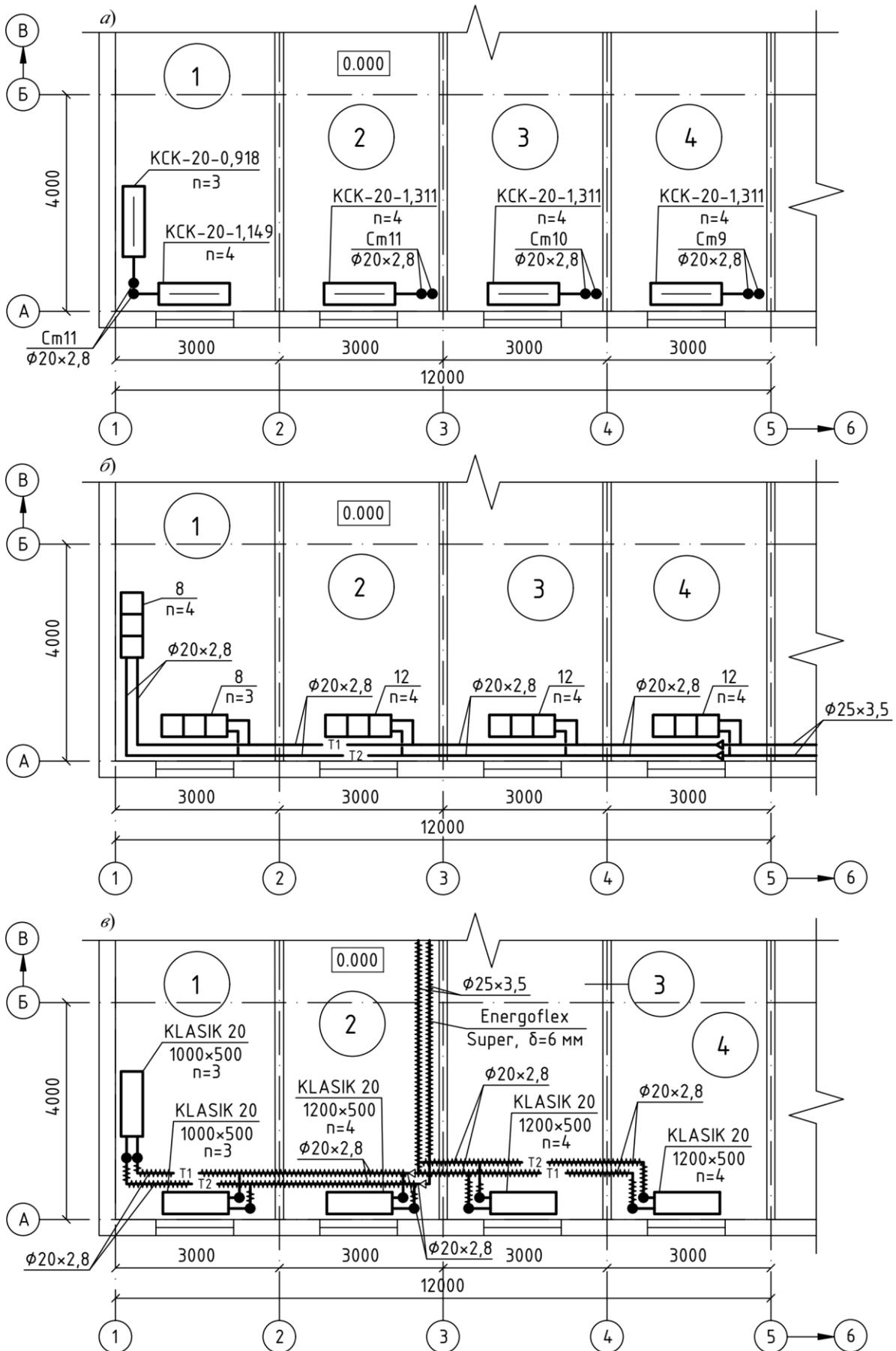


Рисунок 3.25 – Примеры изображения планов систем отопления (без наименования)

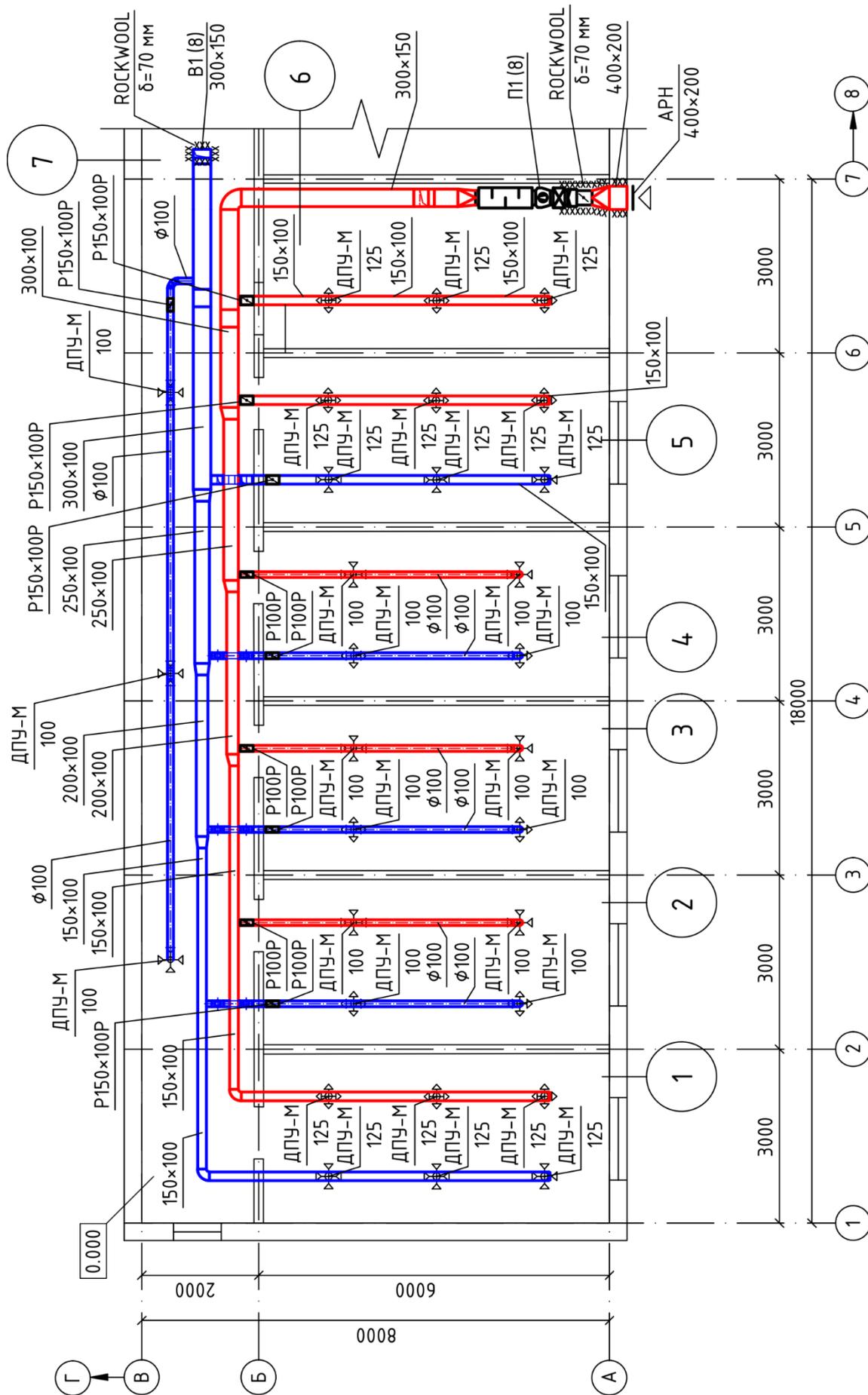


Рисунок 3.26 – Пример изображения плана систем вентиляции (без наименования)

Кондиционирование воздуха. План третьего этажа  
на отм. +7.400 между осями 4-7 и В-Г

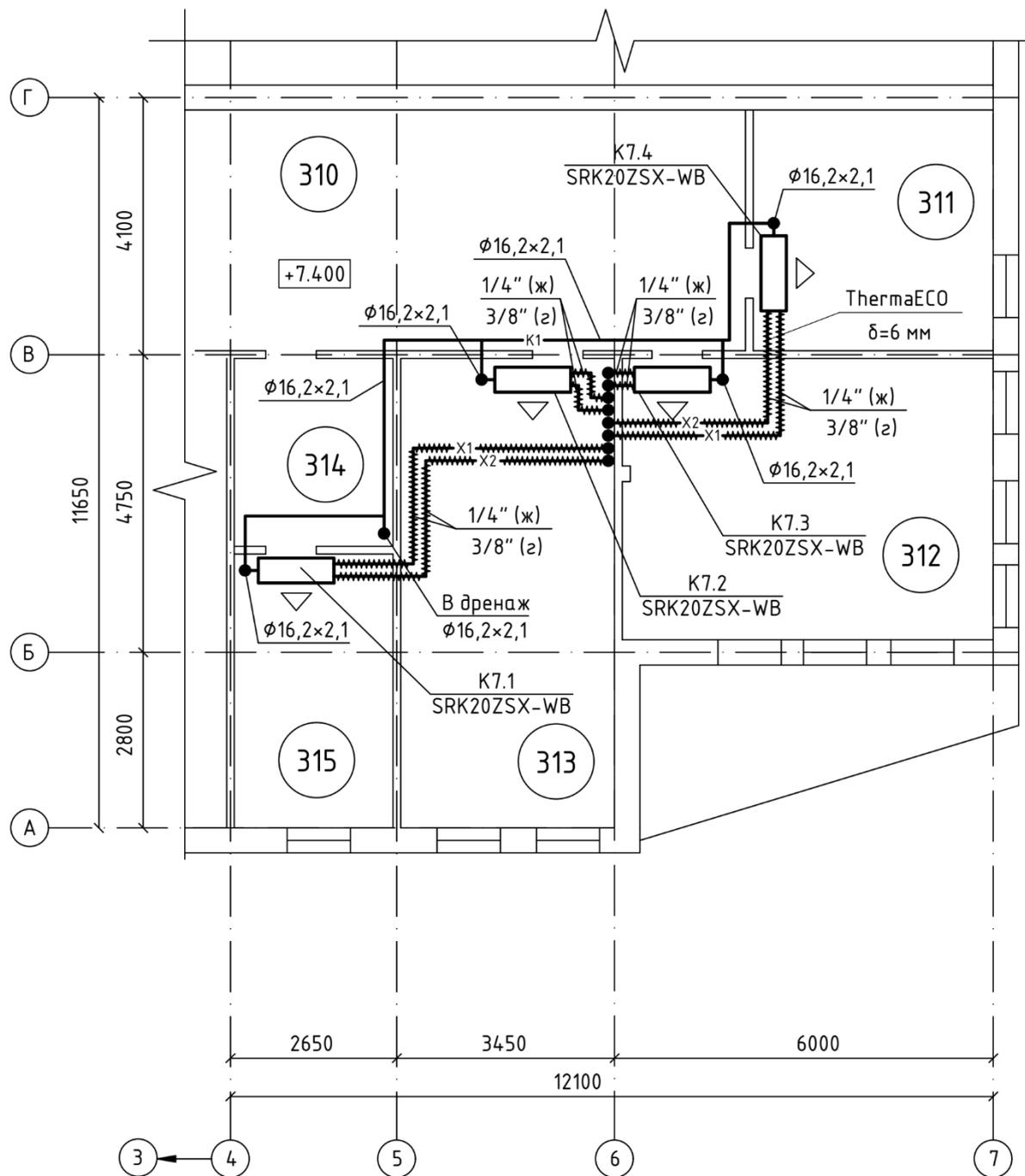


Рисунок 3.27 – Пример изображения плана кондиционирования

### 3.5 Схемы систем

Схемы систем и узлы схем выполняют в аксонометрической косоугольной фронтальной изометрической проекции в масштабе. Допускается выполнять схемы в прямоугольной изометрической проекции.

Вместо аксонометрических схем систем отопления могут приводиться их развернутые расчетные схемы.

На схемах элементы систем указывают условными графическими обозначениями, отдельные из них могут быть изображены упрощенно в виде контурных очертаний.

Трубопроводы, воздуховоды и другие элементы систем на схемах наносят толстой основной линией. В том случае, если системы имеют сложную, разветвленную структуру и накладываются друг на друга, их допускается выполнять с разрывами в виде пунктирной линии, а места разрывов обозначать строчными буквами (рис. 3.28).

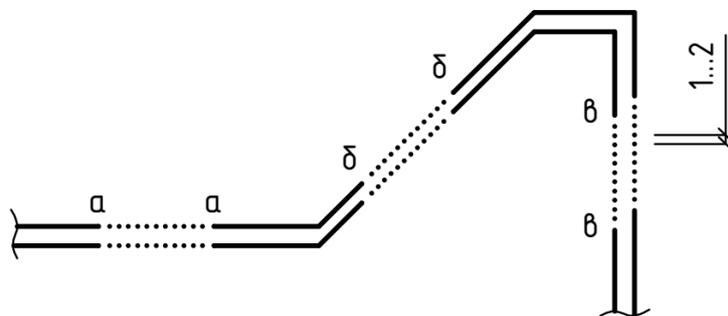


Рисунок 3.28 – Пример изображения разрывов трубопроводов

**На схемах систем отопления и теплоснабжения воздухонагревателей и тепловентиляторов необходимо указывать:**

- трубопроводы и их диаметры;
- обозначение изолированных участков труб (при необходимости);
- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;
- отметки уровней осей трубопроводов;
- уклоны трубопроводов;

- размеры горизонтальных участков трубопроводов в местах разрывов;
- неподвижные опоры, компенсаторы и нетиповые крепления с указанием на полке линии-выноски их обозначения и под полкой – обозначения документа. Если несколько элементов на схеме имеют одинаковое обозначение, то допускается указывать обозначение документа только для одного из них;
- запорно-регулирующую арматуру с указанием на полке линии-выноски диаметра, арматуры и под полкой – обозначения арматуры по каталогу;
- стояки или горизонтальные ветви систем отопления и их обозначения;
- отопительные приборы и сведения о них;
- обозначения установок систем;
- закладные конструкции (например, отборные устройства для установки контрольно-измерительных приборов) в виде точек диаметром 2 мм с указанием обозначения конструкции и документа на полке линии выноски.
- контрольно-измерительные приборы и иные элементы.

На схемах узлов управления и узлах схем систем отопления и теплоснабжения установок для запорно-регулирующей арматуры указывают на полке линии-выноски её диаметр или тип арматуры, а под полкой – обозначение арматуры по каталогу производителя.

В том случае, если в здании несколько систем отопления, каждой из них присваивается свой номер, указываемый в основной надписи, например: **Схема системы отопления 1**. Наименование систем теплоснабжения установок должно отражать обозначения обслуживаемых ими систем, например: **Схема системы теплоснабжения установок А1, А3, У1, У4**.

Наименование систем над схемами указывается сокращённо: **Система отопления 1, Система теплоснабжения установок А1, А3, У1, У4**.

Схемы систем отопления и теплоснабжения установок могут сопровождаться схемами узлов управления системами отопления и теплоснабжения установок. В наименованиях узлов управления системами отопления и

теплоснабжения установок указывают номер узла, например: Узел управления 1, Узел управления 2. Обычно приводят таблицы размеров компенсаторов (рис. 3.29) и узлы схем систем отопления и теплоснабжения установок.

Схема узла управления может сопровождаться спецификацией.

На схемах систем вентиляции и кондиционирования наносят:

- воздуховоды, их диаметры и/или сечения над полкой линии выноски и количество проходящего воздуха в м<sup>3</sup>/ч – под полкой;

- трубопроводы теплохолодоносителя или хладагента и их диаметры;

- оборудование систем и установок;

- контуры технологического оборудования, имеющего местные отсосы;

- графическое обозначение изолированных участков труб и воздуховодов;

- графическое обозначение воздуховодов с огнезащитным покрытием;

- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;

- отметки уровней осей симметрии круглых и монтажной отметки низа прямоугольных воздуховодов, осей трубопроводов;

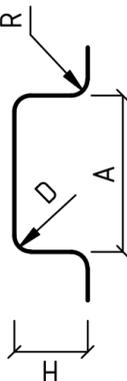
- регулирующие устройства, воздухораспределители, крепления (опоры) и другие элементы с указанием на полке линии-выноски обозначения элемента системы и под полкой – обозначения документа, а для нетиповых изделий на полке линии-выноски указывают наименование и буквенно-цифровое обозначение изделия и под полкой – обозначение эскизного чертежа;

- закладные конструкции;

- контрольно-измерительные приборы;

- местные отсосы с их наименованием и обозначением на полке линии-выноски и обозначением документа под полкой. Каждому местному отсосу присваивается номер позиции, заносимый в таблицу местных отсосов от технологического оборудования. Встроенные местные отсосы, поставляемые в комплекте с технологическим оборудованием, указываются без обозначения местного отсоса и устанавливающего его конструкцию документа;

## Размеры компенсаторов

Эскиз	Обозначение компенсатора	Размеры, мм				Компенсирующая способность, мм	Кол.
		D	H	A	R		
							



65



20



25



15



15



15



20



10

Рисунок 3.29 – Таблица размеров компенсаторов

- лючки для замеров параметров воздуха и чистки воздуховодов с указанием на полке линии-выноски обозначения лючка и под полкой – обозначения документа, например (рис. 3.30):

- лючок для чистки воздуховодов, порядковый номер 1 – ЛВ1;

- лючок для замеров параметров воздуха, порядковый номер 1 – ЛП1.

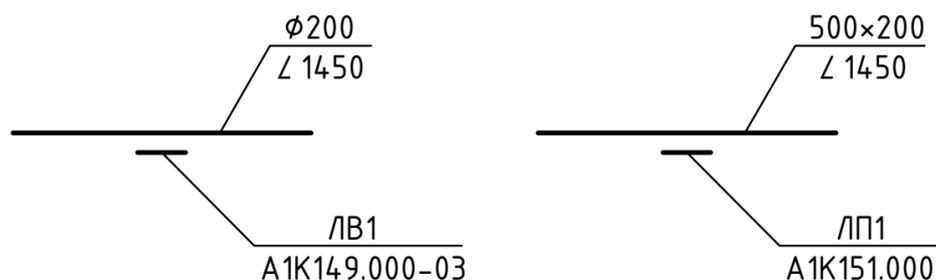


Рисунок 3.30 – Лючки для чистки воздуховодов и для замеров параметров воздуха

В том случае, если некоторые элементы имеют одинаковые обозначения, то могут быть указаны обозначения документа только для одного из них.

В основной надписи наименования схем систем вентиляции и кондиционирования указываются полностью, например: **Схемы систем П1, В5, К2.**

Наименования схем систем вентиляции и кондиционирования на листах указывают сокращенно: **П1, В5, К2.**

Примеры изображения основных элементов на схеме стояковой системы отопления приведены на рисунке 3.31, горизонтальной радиаторной с открытой прокладкой труб и горизонтальной конвекторной со скрытопроложенными трубами соответственно на рисунках 3.32, *а* и *б*.

Наименования и обозначения, приводимые в узлах обвязки радиаторов и конвекторов показаны на рисунках 3.32, *в* и *г*.

Пример схемы системы вентиляции приведён на рисунке 3.33.

Изображение схем систем холодоснабжения на примере VRV-системы приведено на рисунке 3.34. Аналогичным образом могут быть оформлены схемы систем холодоснабжения центральных кондиционеров, систем чиллер-фанкойл, сплит систем и другие.

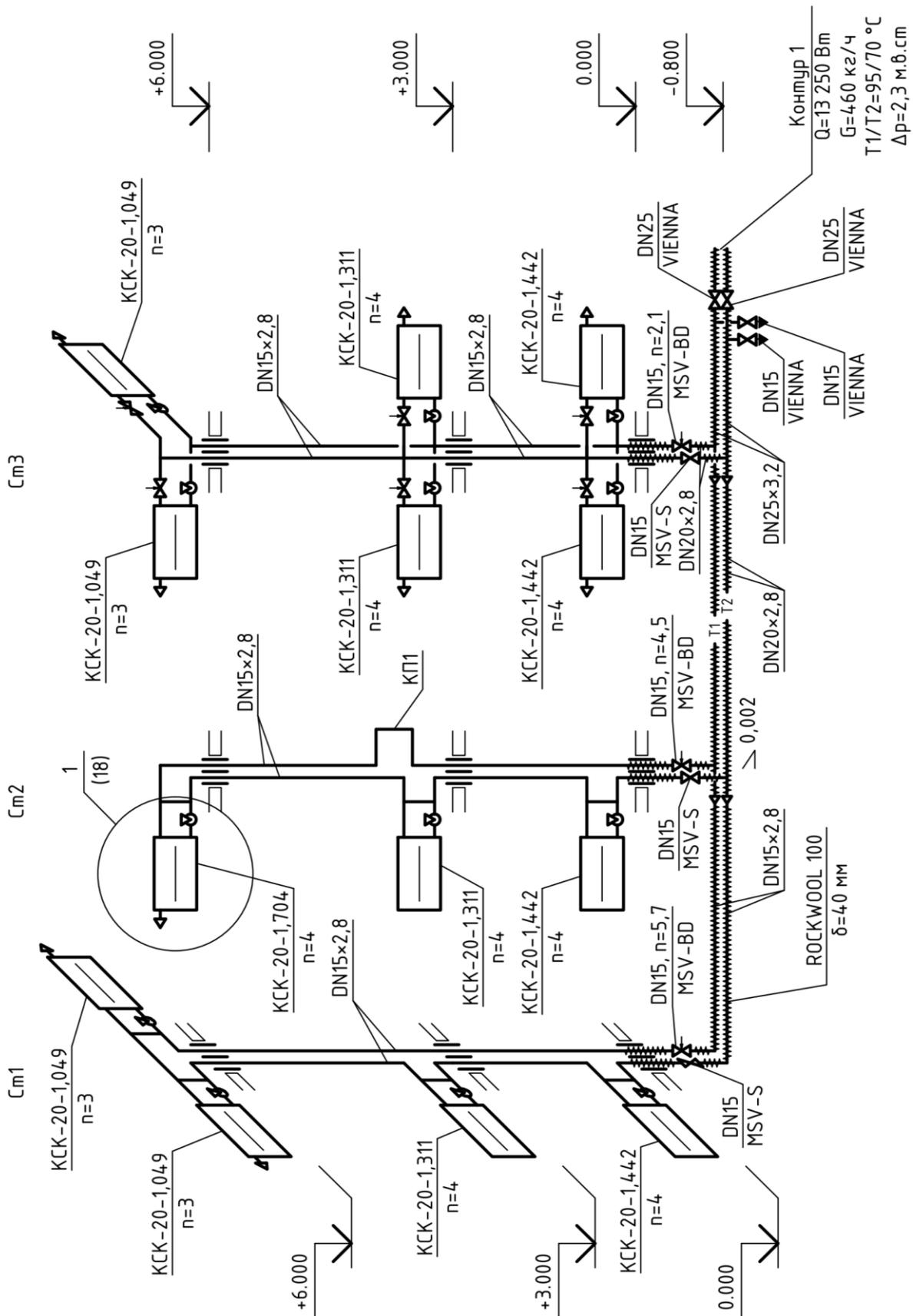


Рисунок 3.31 – Пример изображения основных элементов на схеме стояковой системы отопления

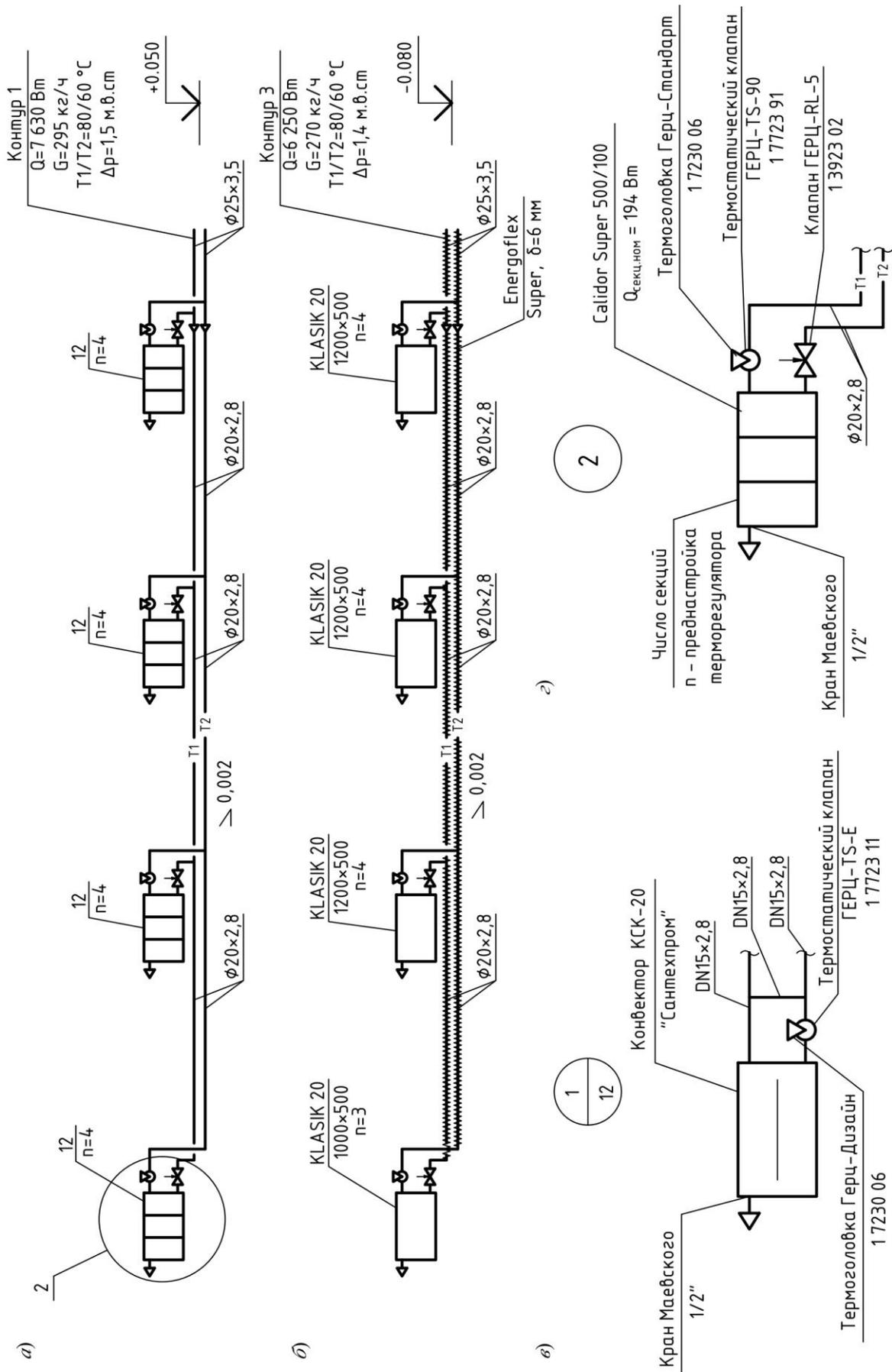


Рисунок 3.32 – Примеры изображения горизонтальных систем отопления и узлов обвязки отопительных приборов

П1

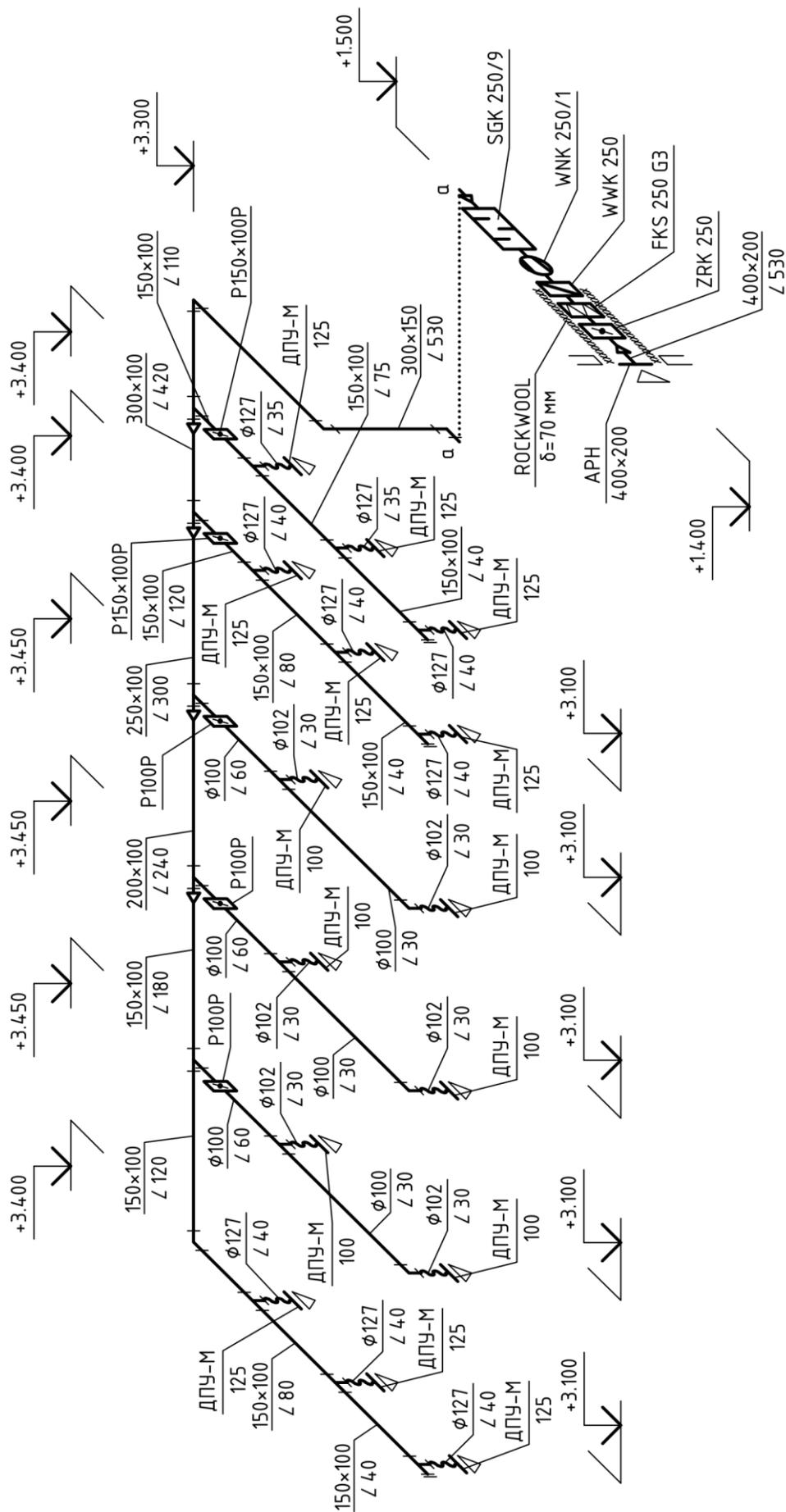


Рисунок 3.33 – Пример схемы приточной системы вентиляции

K1

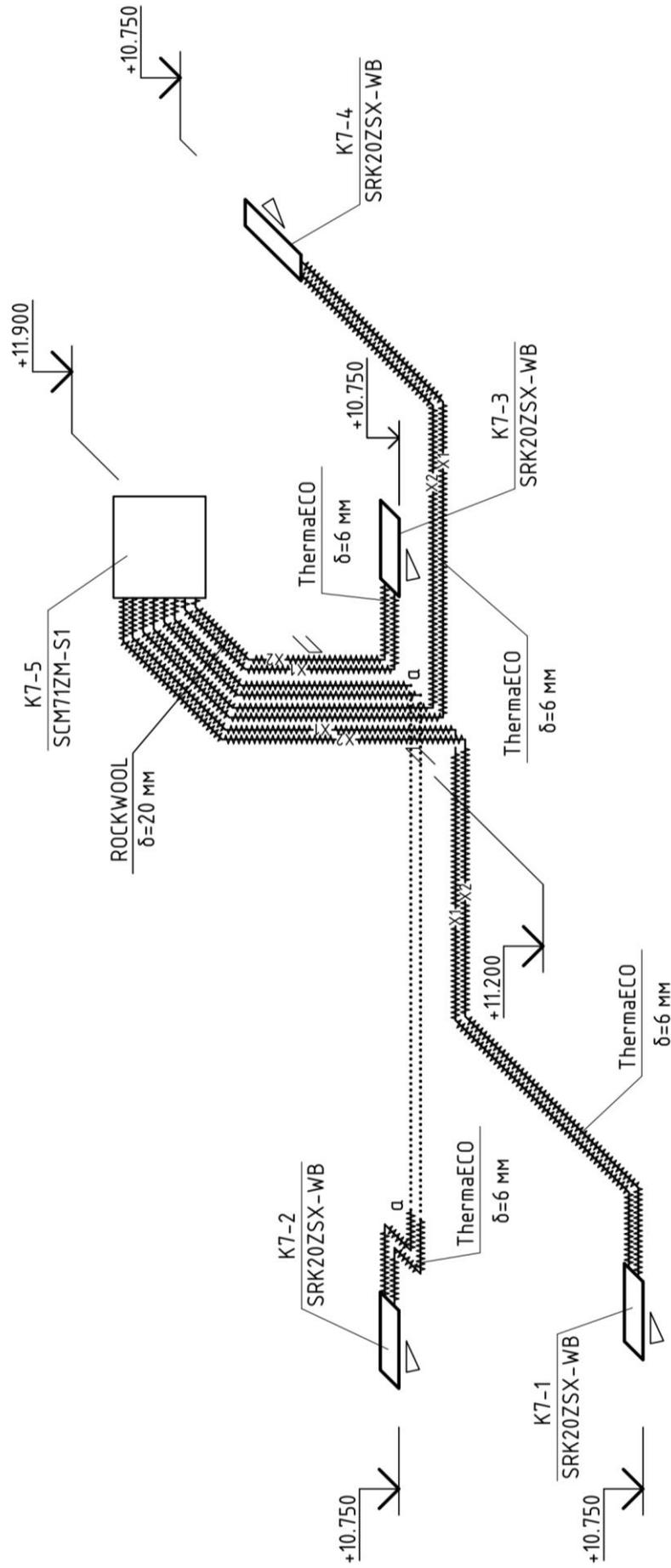


Рисунок 3.34 – Пример схемы системы кондиционирования воздуха (VRV-системы)

### 3.6 Чертежи установок

**Чертежи установок систем отопления, вентиляции и кондиционирования (чертежи установок)** выполняют в следующих случаях [14]:

- при наличии в установке двух и более составных частей (элементов);
- необходимости проиллюстрировать способ крепления составных частей установки между собой или к опорным конструкциям;
- отсутствии типовых монтажных чертежей или монтажных чертежей предприятия-изготовителя.

В остальных случаях чертежи установок не выполняют.

**Чертежи тепловых пунктов**, входящие в состав основного комплекта рабочих чертежей марки ОВ, являются чертежами установок.

На планах, разрезах и узлах установок оборудование, конструкции установок, трубопроводы и арматуру изображают толстой основной линией, строительные конструкции – тонкой линией. Элементы установок изображают упрощенно. Детальное изображение способов крепления составных частей может быть приведено на узлах планов и разрезов.

Воздуховоды, расположенные над оборудованием установки, на планах изображают утолщенной штрихпунктирной линией.

**Планы и разрезы установок** должны содержать:

- координационные оси здания и расстояния между ними;
- отметки чистых полов этажей;
- размерные привязки установок к координационным осям или к элементам конструкций здания;
- основные размеры и отметки уровней элементов установок;
- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;
- диаметры и/или сечения воздуховодов и трубопроводов;
- позиционные обозначения оборудования, арматуры, закладных конструкций и других устройств.

На чертежах установок при необходимости могут приводиться технические требования по монтажу.

В состав чертежей теплового пункта должны входить планы, разрезы, узлы и принципиальная схема теплового пункта. Схему выполняют приближённо, без соблюдения масштаба. Оборудование, трубопроводы, арматуру и другие устройства на схеме указывают условными графическими обозначениями, а отдельные элементы, при необходимости, упрощёнными внешними очертаниями. Закладные конструкции на принципиальной схеме указывают точками диаметром 2 мм.

Проектируемые трубопроводы, арматуру и другие устройства на схеме наносят сплошной толстой основной линией, а оборудование и трубопроводы, арматуру и другие устройства, поставляемые комплектно с оборудованием или существующие – сплошной тонкой линией.

**Принципиальная схема теплового пункта** должна содержать:

- оборудование, трубопроводы, арматуру и прочее;
- контрольно-измерительные приборы;
- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;
- диаметры трубопроводов;
- позиционные обозначения оборудования, арматуры, закладных конструкций и других устройств;
- направление потока транспортируемой среды.

Принципиальная схема может сопровождаться дополнительными узлами и текстовыми пояснениями.

Тепловые пункты обозначаются с помощью марки «ТП» и порядкового номера в пределах марки, например: ТП1, ТП2, ТП3.

Элементам установок на планах и разреза присваивают **позиционные обозначения**, состоящие из обозначения установки и через точку порядкового номера элемента, например: П1.1, П1.2, В2.1, В.2, ТП1.1, ТП1.2.

К чертежам установок составляют спецификацию, размещаемую по возможности на одном листе с планами и разрезами установок. Спецификация должна иметь наименование, например: **Спецификация установок П1.1, П1.2, В2.1, В.2; Спецификация теплового пункта ТП1.**

В спецификацию к чертежам установок включают оборудование, конструкции установок, арматуру, закладные конструкции и другие устройства, а также трубопроводы по каждому диаметру. Отдельные элементы трубопроводов, такие как отводы, переходы, тройники, крестовины, фланцы, болты, гайки, шайбы, прокладки в спецификацию не включают.

Элементы теплового пункта требуется заносить в спецификацию в следующей последовательности:

- оборудование;
- арматура;
- другие изделия;
- закладные конструкции;
- трубопроводы по каждому диаметру.

Регламентируемые размеры строк и столбцов таблиц спецификаций установок и тепловых пунктов приведены на рисунке 3.35.

В графе «Поз» приводят позиционное обозначение всех элементов, кроме трубопроводов. В графе «Наименование» для каждой установки дополнительно указывают её буквенно-цифровое обозначение в виде подчёркнутого заголовка, например: **Установки системы ПВ1, Тепловой пункт ТП1.**

Примеры чертежей установок систем вентиляции и теплового пункта, в том числе их планы и разрезы, а также принципиальная схема приведены на рисунках 3.36...3.45.

### Спецификация установок

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание

15

60

65

10

15

20

5
8
8

### Спецификация теплового пункта

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание

15

60

65

10

15

20

5
8
8

Рисунок 3.35 – Спецификации установок и теплового пункта

Системы вентиляции. План первого этажа  
на отм. 0.000 между осями 6-7 и Б-В  
М 1:50

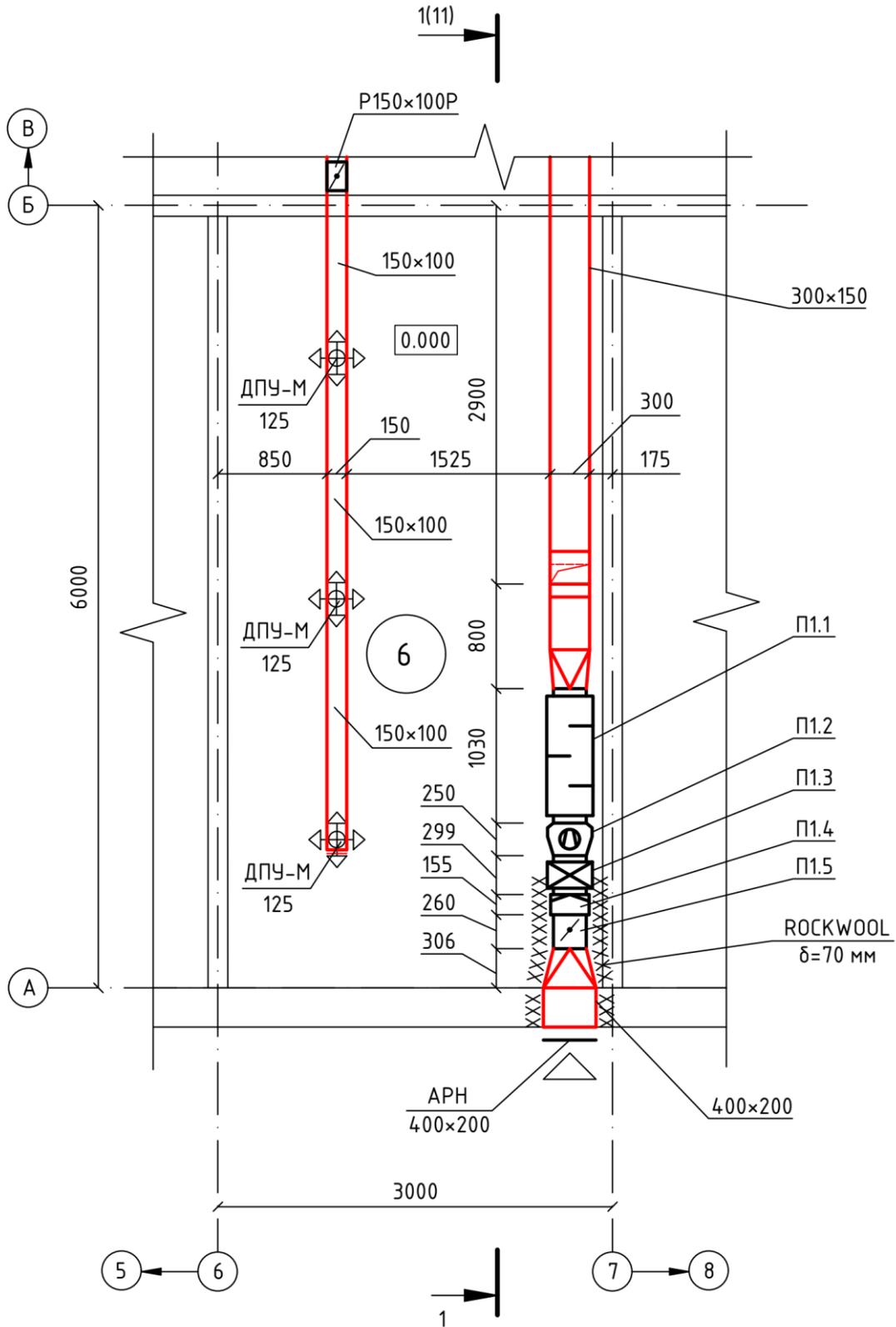


Рисунок 3.36 – Пример чертежа приточной установки (план)

Разрез 1-1  
M 1:50

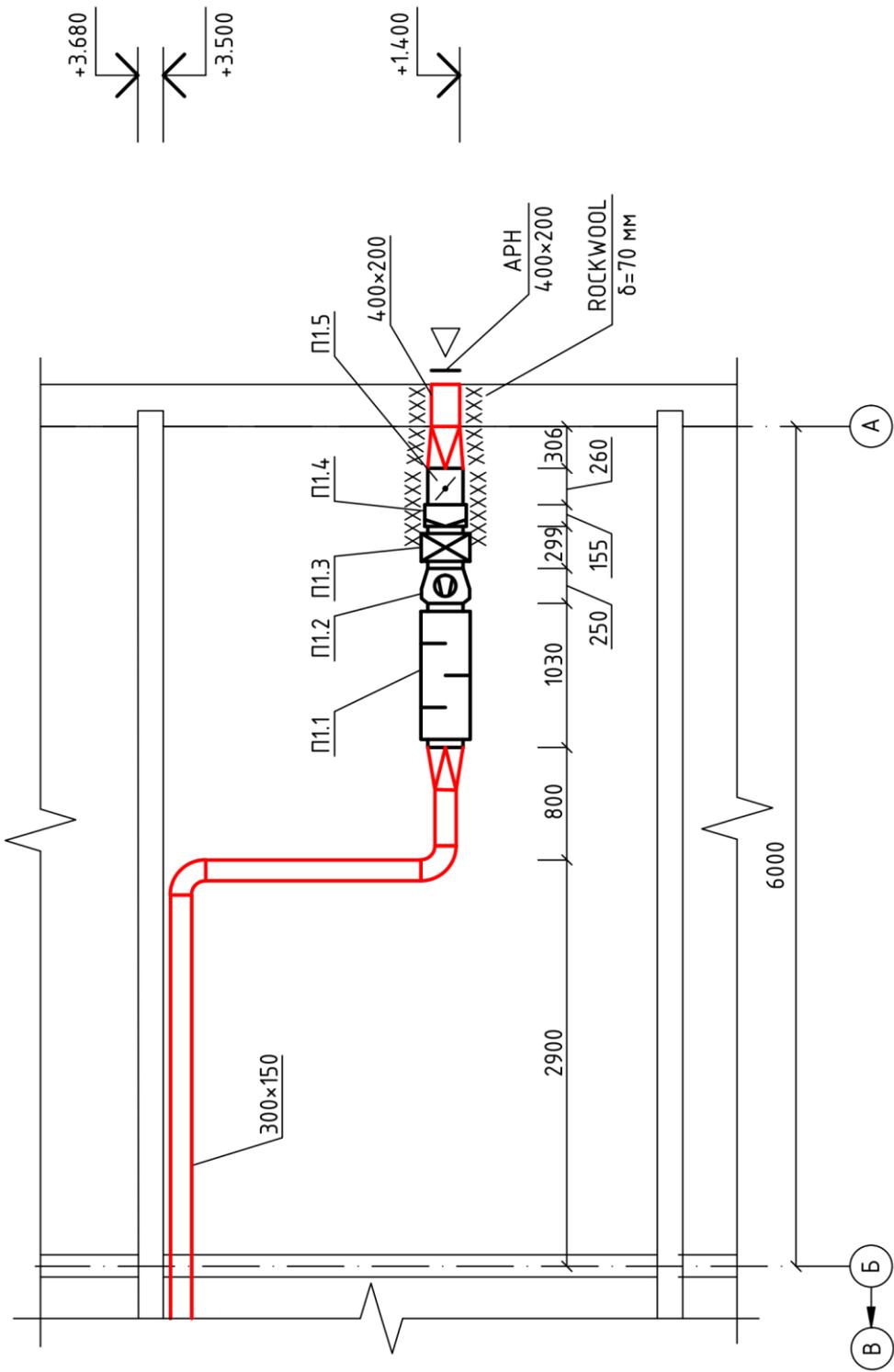


Рисунок 3.37 – Пример чертежа приточной установки (разрез)

### Спецификация установок

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
		<u>Установки системы П1</u>			
П1.1	SGK 250/9	Шумоглушитель	1	10,7	КОРФ
П1.2	WNK 250/1	Вентилятор	1	5,3	КОРФ
П1.3	WWK 250	Водяной воздухонагреватель	1	6,9	КОРФ
П1.4	FKS 250 БЗ	Фильтр кассетный	1	3,1	КОРФ
П1.5	ZRK 250	Заслонка регулирующая	1	1,5	КОРФ
		<u>Установки системы П2</u>			

Рисунок 3.38 – Пример спецификации установок системы вентиляции



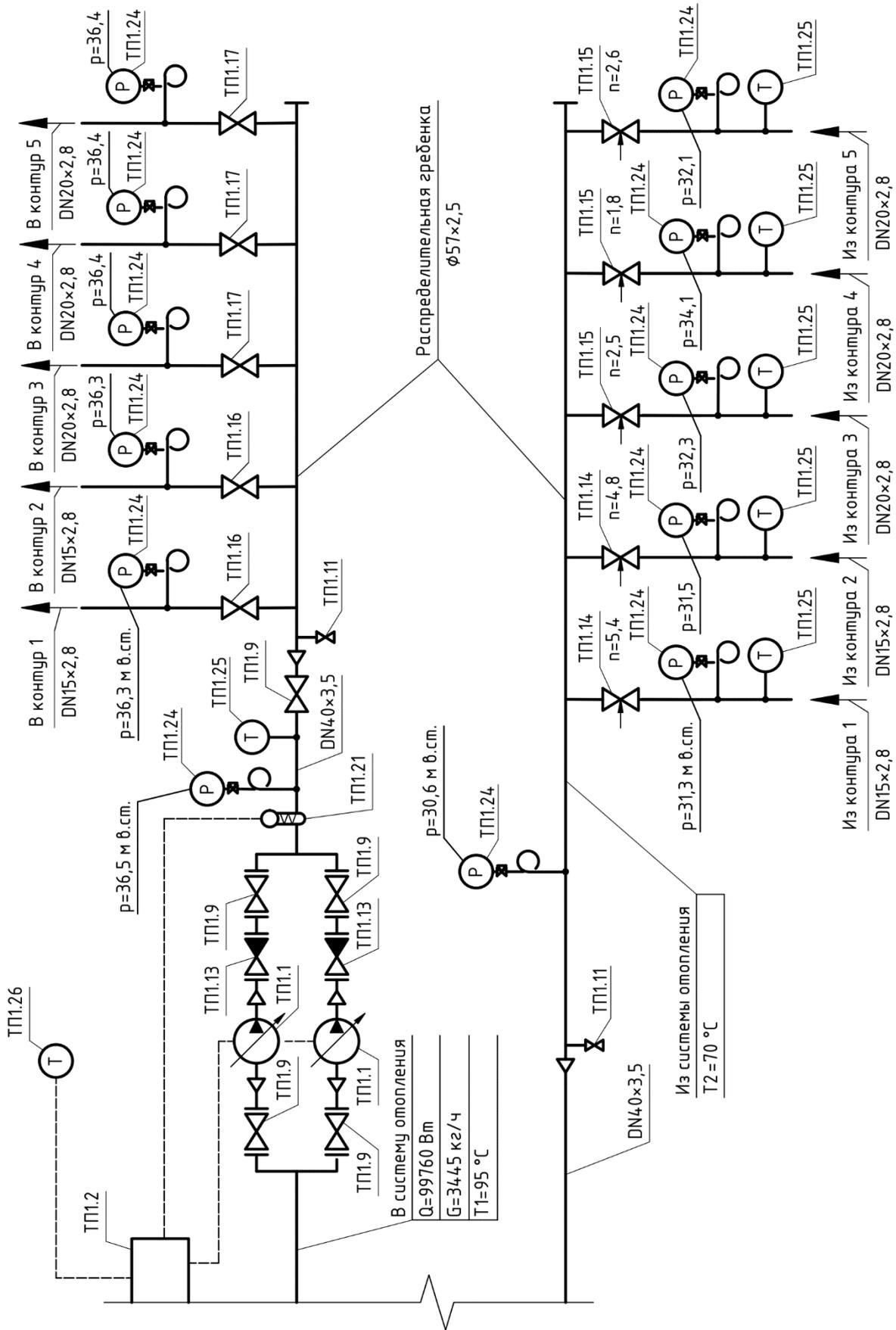


Рисунок 3.40 – Пример принципиальной схемы теплового пункта (окончание, без наименования)

План теплового пункта на отм. -3.300 между осями 1-2 и Б-В, М 1:50

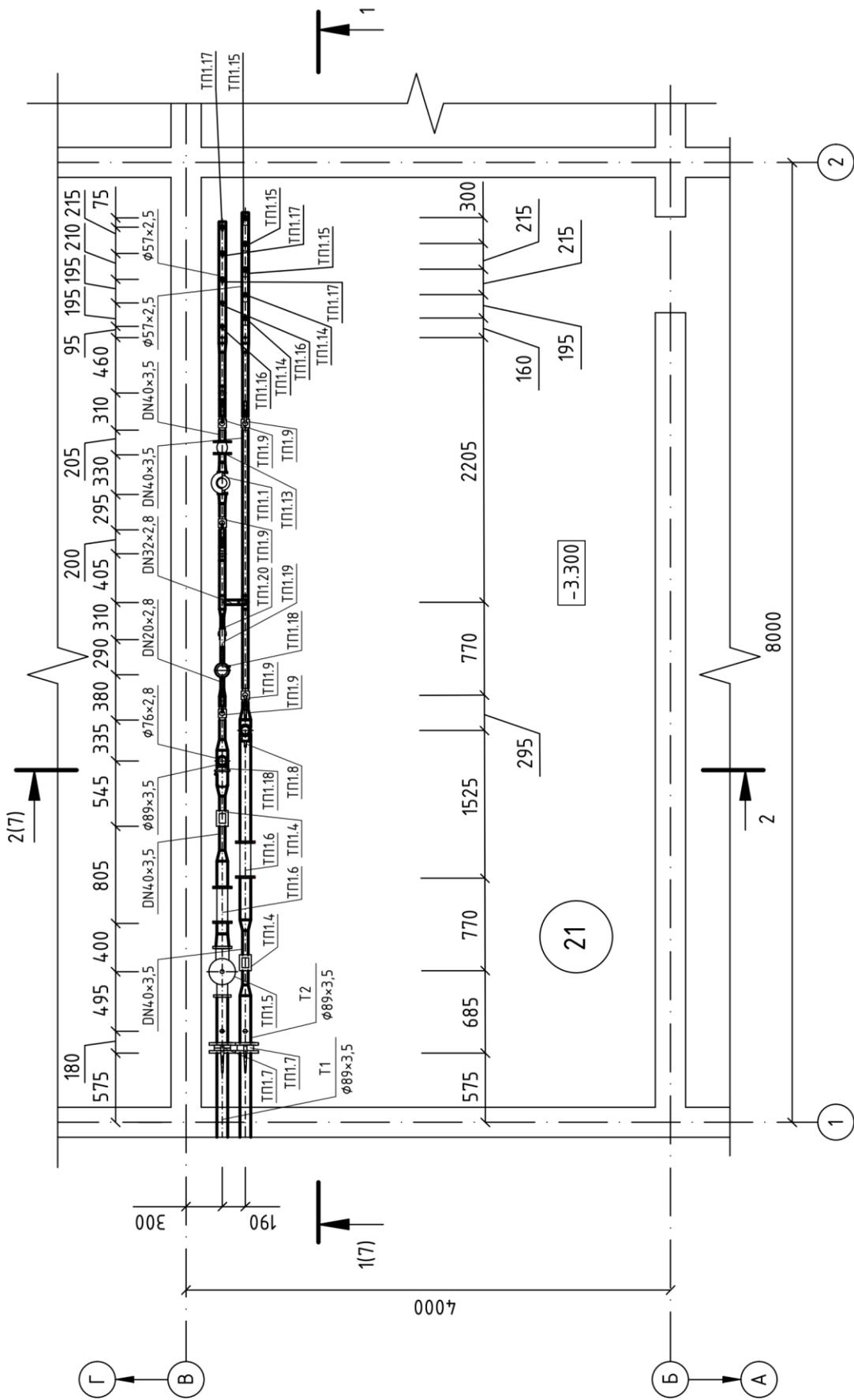
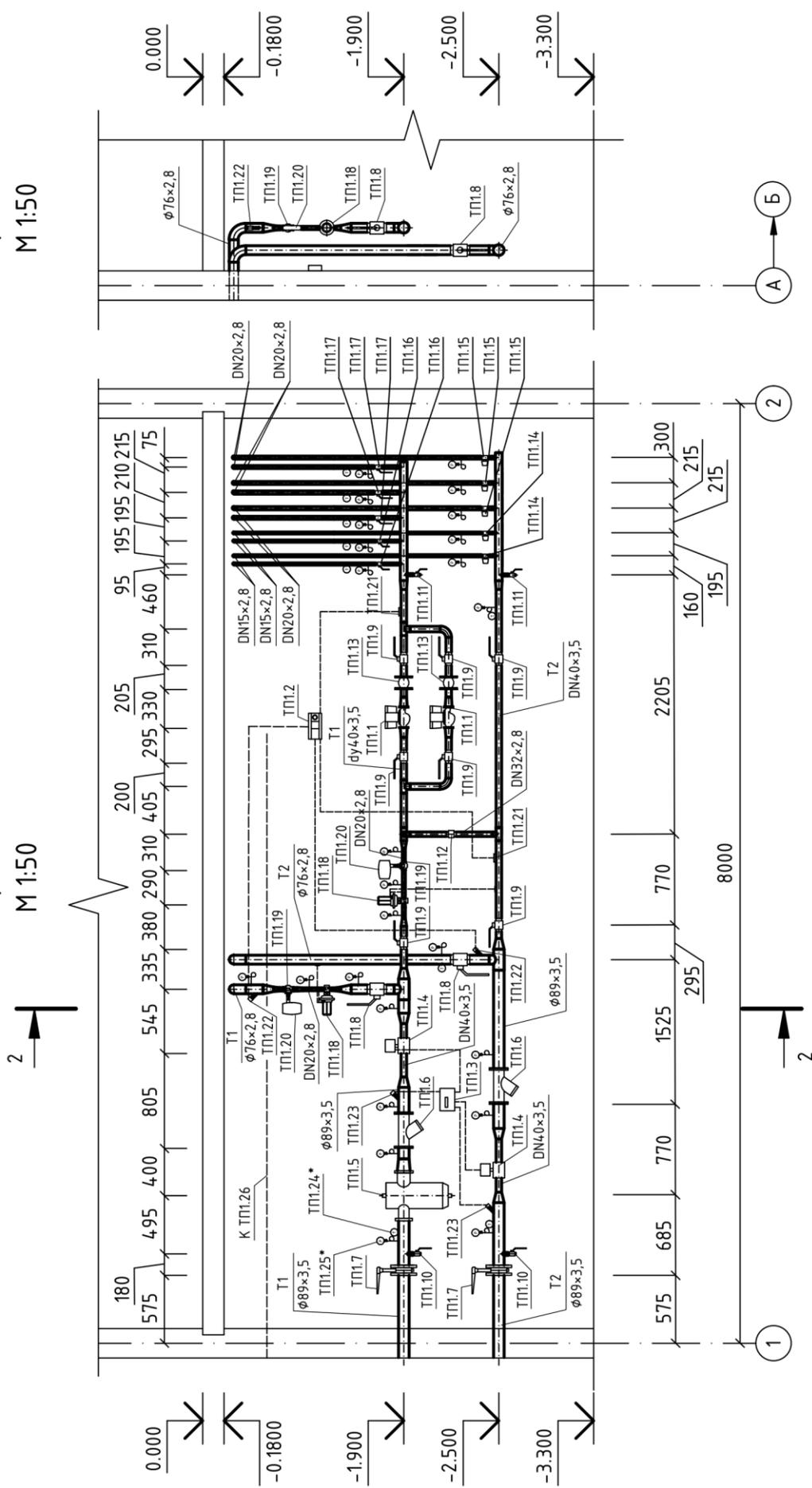


Рисунок 3.41 – Пример установочного чертежа теплового пункта (план)

Разрез 2-2  
М 1:50

Разрез 1-1  
М 1:50



Примечание: \* - Поз. ТП1.24 (24 шт.) и ТП1.25 (9 шт.) приведены на принципиальной схеме.

Рисунок 3.42 – Примеры установочных чертежей тепловой точки (разрезы)

### Спецификация теплового пункта ТП1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
ТП1.1	MAGNA 32-100	Циркуляционный насос, 1x230 В, 50 Гц	2	5,6	Grundfoss
ТП1.2	ECL Comfort 310, прил. А361.1	Электронный регулятор температуры	1	0,5	Danfoss
ТП1.3	ТСРВ-034	Тепловычислитель	1	0,8	"Взлёт"
ТП1.4	ЭРСВ-470Ф, DN40	Электромагнитный расходомер	2	6,8	"Взлёт"
ТП1.5	ТС-569.00.000-11 серии 5.903-13	Грязевик абонентских пунктов	1	32	"Теплотех-комплект"
ТП1.6	FVF Ру 16, DN80, код: 065В7733	Фильтр сетчатый чузунный фланцевый	2	16,6	Danfoss
ТП1.7	VFY-WH Ру 16, DN80, код: 065В7354	Дисковый затвор с рукояткой	2	5,1	Danfoss
ТП1.8	X2777 Ру 63, DN65, код: 14-9В6038	Кран шаровой полнопроходной из нержавеющей стали, ВР-ВР	2	7	Danfoss
ТП1.9	X2777 Ру 63, DN40, код: 14-9В6036	Кран шаровой полнопроходной из нержавеющей стали, ВР-ВР	7	2,4	Danfoss
ТП1.10	BVR Ру 40, DN25, код: 065В8209	Кран шаровой латунный никелированный полнопроходной, ВР-ВР	2	0,5	Danfoss
ТП1.11	BVR Ру 40, DN15, код: 065В8207	Кран шаровой латунный никелированный полнопроходной, ВР-ВР	2	0,2	Danfoss

Рисунок 3.43 – Пример спецификации теплового пункта (начало)

ТП1.12	NVD 802 Ру 16, DN32, код: 065B7520	Клапан обратный межфланцевый						
		пружинный тарельчатый	1	0,4				Danfoss
ТП1.13	NVD 402 Ру 16, DN40, код: 065B7470	Клапан обратный чулунный фланцевый						
		пружинный с аксиальным затвором	2	4,5				Danfoss
ТП1.14	Leпо MSV-BD, DN15, код: 003Z4001	Ручной балансировочный клапан	2	0,7				Danfoss
ТП1.15	Leпо MSV-BD, DN20, код: 003Z4002	Ручной балансировочный клапан	3	0,8				Danfoss
ТП1.16	Leпо MSV-S, DN15, код: 003Z4011	Запорный клапан	2	0,4				Danfoss
ТП1.17	Leпо MSV-S, DN20, код: 003Z4012	Запорный клапан	3	0,5				Danfoss
ТП1.18	AVP, DN20, Ру16, код: 003H6315	Регулятор перепада давления	2	3,5				Danfoss
ТП1.19	VFG, DN20, Ру25, код: 065B2402	Клапан регулирующий седельный	2	6,7				Danfoss
ТП1.20	AME 655, код: 082G3442	Редукторный электропривод	2	5,3				Danfoss
ТП1.21	ESM-11	Накладной датчик температуры	2	0,1				Danfoss
ТП1.22	ESMU	Погружной датчик температуры	2	0,2				Danfoss
ТП1.23	ТПС РТ 500	Термопреобразователь сопротивления	2	0,4				"Взлёт"
ТП1.24	МПЗ-У	Манометр технический	24	0,4				"Манотомь"
ТП1.25	БТ-31.211, 0...120 °С	Термометр биметаллический	9	0,1				"Росма"
ТП1.26	ESMT	Датчик температуры наружного						
		воздуха		0,1				Danfoss

Рисунок 3.44 – Пример спецификации теплового пункта (продолжение)

	ГОСТ 3262-75, DN15x2,8, п.м.	Труба стальная водогазопроводная	8,8	11,3	
	ГОСТ 3262-75, DN20x2,8, п.м.	Труба стальная водогазопроводная	13,2	21,9	
	ГОСТ 3262-75, DN32x2,8, п.м.	Труба стальная водогазопроводная	0,9	2,8	
	ГОСТ 3262-75, DN40x3,5, п.м.	Труба стальная водогазопроводная	6,2	21,6	
	ГОСТ 10704-75, $\phi 57 \times 2,5$ , п.м.	Труба стальная электросварная	5,4	18,2	
	ГОСТ 10704-75, $\phi 76 \times 2,8$ , п.м.	Труба стальная электросварная	4,6	23,3	
	ГОСТ 10704-75, $\phi 89 \times 3,5$ , п.м.	Труба стальная электросварная	7,2	42,8	
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 21$ , $\delta=30$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	10	5,8	Техношколь
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 27$ , $\delta=30$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	15	9,7	Техношколь
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 42$ , $\delta=30$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	1	0,8	Техношколь
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 48$ , $\delta=40$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	8	10,6	Техношколь
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 57$ , $\delta=40$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	7	10,2	Техношколь
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 76$ , $\delta=40$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	6	10,5	Техношколь
	ТЕХНО 120, для трубы $\phi 89$ , $\delta=40$ , п.м.	Цилиндр теплоизоляционный, НГ	9	17,5	Техношколь
	ТУ 36-1177-77, ширина 1 м, п.м.	Фольга алюминиевая дублированная	24	55,2	Техношколь
	ГОСТ 3282-74, $\phi 1,2$ , п.м.	Проволока вязаная оцинкованная	104	1	Техношколь
	Серия 5.908-1	Металлоизделия для крепления труб		34,8	
	ПФ-115, ГОСТ 6465-76	Эмаль, 2 слоя		2,4	
	ГФ-021, ГОСТ 25129-82	Грунтовка, 2 слоя		1,2	

Рисунок 3.45 – Пример спецификации теплового пункта (окончание)

### 3.7 Спецификация оборудования, изделий и материалов

Спецификация (рис. 3.46) заполняется в соответствии с ГОСТ [6] и должна состоять из следующих обязательных разделов:

- «Отопление»;
- «Теплоснабжение установок систем»;
- «Вентиляция» или «Вентиляция и кондиционирование».

Элементы систем и материалы в разделах «Отопление» и «Теплоснабжение установок систем» записывают группами в порядке:

- отопительное оборудование,
- трубопроводная арматура,
- другие элементы систем,
- закладные конструкции;
- трубопроводы;
- теплоизоляционные конструкции;
- материалы.

Трубопроводы указывают по каждому диаметру отдельно. Такие элементы как отводы, переходы, тройники, крестовины, фланцы, болты, гайки, шайбы, прокладки и тому подобное в спецификацию не включают.

Элементы систем и материалы в разделах «Вентиляция» и «Вентиляция и кондиционирование» записывают группами в порядке:

- оборудование вентиляционное и кондиционирования;
- другие элементы систем;
- закладные конструкции;
- воздуховоды;
- конструкции теплоизоляционные;
- материалы и прочее.

Воздуховоды заносят в спецификацию по каждому диаметру и геометрическим размерам прямоугольного сечения отдельно.

Поз.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа
------	---	--

Dimensions: 20, 130, 60, 8, 32

Код продукции	Поставщик	Ед. измерения	Кол.	Масса 1 ед., кг	Примечание
---------------	-----------	---------------	------	-----------------	------------

Dimensions: 35, 45, 20, 20, 25, 40, 8, 32

Рисунок 3.46 – Спецификация оборудования, изделий и материалов

Элементы систем и материалы в пределах указанных групп размещают в порядке возрастания их основных параметров: типа, марки, диаметра, поперечного сечения и пр.

В спецификации используют следующие **единицы измерений**:

- оборудование, арматура, воздухораспределители, заслонки, местные отсосы, опоры трубопроводов и воздухопроводов, закладные конструкции и другие элементы систем – шт.;

- секционные радиаторы – секций/кВт (шт./кВт);

- панельные отопительные приборы, дизайн радиаторы, конвекторы, трубы ребристые, регистры из гладких труб – шт./кВт;

- трубопроводы и воздухопроводы – м;

- материалы изоляционные – м<sup>3</sup>;

- материалы покрытий и защиты – м<sup>2</sup>;

- другие материалы – кг.

В спецификацию включают все оборудование, материалы и изделия, предусмотренные рабочими чертежами. Спецификации могут быть составлены на отдельные части здания: производственную, вспомогательную, жилую и пр.

Наименования частей, разделов и подразделов спецификаций записывают в графе «Наименование и техническая характеристика» в виде заголовка, симметричного текста, и подчеркивают. Заголовки разделов и подразделов отделяют от текста интервалом в одну-две строки. Заголовок допускается не подчеркивать.

Спецификация заполняется следующим образом.

В графе «Поз.» указываются порядковые номера элементов в пределах разделов, которые могут быть цифровыми, либо буквенными, последнее встречается значительно реже. Графа «Наименование и техническая характеристика» содержит наименования оборудования, изделий, материалов, их технические характеристики, технические условия и другой технической документации, иные сведения.

В графе «Тип. марка, обозначение документа, опросного листа» приводят тип, марку оборудования, изделия, обозначение стандарта, технических условий или другого документа, а также обозначение опросного листа, если порядок заказа предусматривает его составление.

Графа «Код продукции» заполняется при наличии кода продукции у оборудования, изделия или материала по классификатору продукции страны-разработчика рабочей документации. При отсутствии сведений данная графа не заполняется.

Графа «Поставщик» содержит наименование и адрес изготовителя или поставщика оборудования, а для импортного оборудования – страну производителя и название фирмы.

В графах «Ед. измерения» и «Кол.» приводятся обозначение единицы измерения и количество оборудования, изделий и материалов.

В графу «Масса 1 ед. кг» заносят массу единицы оборудования, изделия в килограммах. Для тяжелого оборудования допускается указывать массу в тоннах. При массе оборудования или изделия до 25 кг, не требующего применения подъёмно-транспортных средств при монтаже, её разрешается не указывать в спецификации.

Графа «Примечание» содержит дополнительные сведения.

Оборудование и изделия, изготавливаемые под заказ, заносятся в спецификацию без заполнения граф «Тип. марка, обозначение документа, опросного листа» и «Код продукции» не заполняют, в графе «Масса 1 ед.. кг» указывают их ориентировочную массу.

Спецификациям присваивают обозначения, соответствующие обозначения их основного комплекта рабочих чертежей с добавлением через точку шифра «СО», например: ННГ АСУ-08.04.01-2020-0В.СО.

Листы спецификации оформляют основными надписями: первый по форме 5 по ГОСТ [18], последующие – форма 6.

Если спецификация оформляется без титульного листа, то первый лист сопровождается основной надписью по форме 3.

### **3.8 Контрольные вопросы и задания**

#### **Контрольные вопросы.**

1. Перечислите основные составные части рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
2. От чего зависит выбор формы основной надписи?
3. Опишите основные требования, предъявляемые к нумерации помещений на чертежах раздела ОВ.
4. Что должен включать в себя лист общих данных?
5. Как обозначаются трубопроводы и воздухопроводы на чертежах и схемах систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха?
6. Перечислите из чего должны состоять чертежи вентиляционных установок и тепловых пунктов.
7. Назовите обязательные разделы спецификации оборудования, изделий и материалов отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Подготовить доклад в формате презентации с использованием средств Microsoft Office PowerPoint на следующие темы.

1. Требования к составу проектной документации «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» раздела 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений».
2. Правила оформления титульных листов и обложек проектной и рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования.
3. Требования к оформлению и содержанию эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий.
4. Правила представления опросных листов и габаритных чертежей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АЗ-804. Руководство по расчёту воздухопроводов из унифицированных деталей. – Москва : ПЭМ ЦИНИСа, 1979. – 202 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1990. – 344 с.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1992. – 416 с.
4. Воздухораспределители компании «Арктос». Указания по расчёту и практическому применению. – Санкт-Петербург : ООО «Арктос», 2008. – 216 с.
5. ВСН 353-86. Проектирование и применение воздухопроводов из унифицированных деталей. – Москва : Минмонтажспецстрой СССР, 1986 с. – 34 с.
6. ГОСТ 21.110-2013. Система проектной документации для строительства. Спецификации оборудования, изделий и материалов. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 6 с.
7. ГОСТ 21.205-2016. Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 20 с.
8. ГОСТ 21.206-2012. Система проектной документации для строительства. Условные обозначения трубопроводов. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 8 с.
9. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 4 с.
10. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 6 с.
11. ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 22 с.
12. ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 6 с.
13. ГОСТ 2.501-2013. Единая система конструкторской документации. Правила учёта и хранения. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 24 с.
14. ГОСТ 21.602-2016 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 26 с.

15. ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 26 с.
16. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 27 с.
17. ГОСТ Р 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 32 с.
18. ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 56 с.
19. ГОСТ Р 7.0.100-2018 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 65 с.
20. ГОСТ Р 7.0.12-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 2012. – 24 с.
21. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 19 с.
22. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик; под. ред. М.О. Штейнберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1992. – 672 с.
23. Изменение № 1 к СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Москва : Минстрой России, 2019. – 41 с.
24. Постановление правительства Российской Федерации "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" от 16.02.2008 № 87 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2008 г. № 8. Ст. 744 с изм. и допол. в ред. от изм. и допол. в ред. от 28.04.2020.
25. Радиаторные терморегуляторы. – Москва : ООО «ГЕРЦ Инженерные системы», 2015. – 8 с.
26. СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Москва : Госстрой России, 1997. – 72 с.
27. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – Москва : Госстрой России, 2004. – 26 с.
28. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 110 с.
29. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – Москва : Минстрой России, 2015. – 68 с.

30. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. – Москва : ОАО «ЦПП», 2011. – 46 с.
31. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003\*. – Москва : Стандартиформ, 2016. – 95 с.
32. СТО НП АВОК 1.05-2006. Условные графические обозначения в проектах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и теплохолодоснабжения. – Москва : НП «АВОК», 2006. – 40 с.
33. Устройства для подачи и удаления воздуха: каталог. – Санкт-Петербург : ООО «Арктос», 2002. – 59 с.
34. Энергосберегающие отопительные конвекторы с автоматическими терморегуляторами Danfoss: каталог-рекомендации. – Москва : ООО «Данфосс», 2011 – 28 с.
35. Яушовец, Р. Гидравлика – сердце водяного отопления. – Вена : Герц Арматурен ГмБх, 2005. – 196 с.
36. HERZ-TS-90-V. Термостатический клапан с плавной, скрытой преднастройкой. – Москва : ООО «ГЕРЦ Инженерные системы», 2016. – 6 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ТЕКСТОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	5
1.1 Структура текстовых документов.....	5
1.2 Общие требования к оформлению.....	11
1.3 Библиографический список.....	18
1.4 Контрольные вопросы и задания.....	24
2 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ В ТЕКСТОВЫХ ЧАСТЯХ ДОКУМЕНТОВ.....	25
2.1 Пример оформления раздела: «Определение потерь теплоты через ограждения».....	25
2.2 Пример оформления раздела: «Гидравлический расчёт».....	28
2.2.1 Гидравлический расчёт стояков однострунных систем отопления.....	28
2.2.2 Гидравлический расчёт магистральных трубопроводов.....	31
2.3 Пример оформления раздела: «Тепловой расчёт отопительных приборов».....	37
2.4 Пример оформления раздела: «Воздушный баланс здания».....	42
2.5 Пример оформления раздела: «Подбор приточных и вытяжных устройств».....	44
2.6 Пример оформления раздела: «Аэродинамический расчёт системы вентиляции».....	45
2.7 Контрольные вопросы и задания.....	49
ГЛАВА 3 ГРАФИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ.....	50
3.1 Общие требования.....	50
3.2 Общие данные.....	73
3.3 Условные обозначения.....	82
3.4 Чертежи систем.....	104
3.5 Схемы систем.....	114
3.6 Чертежи установок.....	123
3.7 Спецификация оборудования, изделий и материалов.....	137
3.8 Контрольные вопросы и задания.....	141
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	142

Бодров Михаил Валерьевич  
Кузин Виктор Юрьевич

## Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

Правила оформления курсовых и выпускных квалификационных работ

Учебное пособие

Подписано в печать 07.09.2020г. Формат 60x90 1/8. Бумага газетная. Печать трафаретная. Уч. изд. л. 17,7. Усл. печ. л. 18,2. Тираж 300 экз. Заказ №

---

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.  
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65  
<http://www.nngasu.ru>, [srec@nngasu.ru](mailto:srec@nngasu.ru)