

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(наименование института полностью)

Центр **«Центр инженерного оборудования»**

(наименование)

**08.03.01 Строительство**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Теплогазоснабжение и вентиляция**

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему **г.о. Тольятти. Офисное здание. Отопление и вентиляция**

Студент **Д.В. Смирнов**

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель **канд.техн.наук, доцент, О.А. Сизенко**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант **М.А. Веселова**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

## Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе были запроектированы системы отопления и вентиляции офисного здания, расположенного в городе Тольятти, Самарской области. В ходе выполнения работы были определены исходные данные для проектирования, рассчитаны теплопоступления и теплопотери, запроектирована водяная двухтрубная, тупиковая, горизонтальная система отопления с нижней разводкой. А также были составлены тепловой и воздушный баланс помещений, рассчитаны воздухообмены для общеобменных систем вентиляции, выбраны конструктивные элементы и принципиальные решения по системам отопления и вентиляции здания.

Также была определена потребность в материалах и оборудовании для системы отопления, объемы монтажных работ. Так, общая трудоемкость работ по монтажу системы отопления составляет 81,323 человеко-дня.

Также был разработан раздел контроля и автоматизации, в котором описывается запроектированная схема автоматизации отопления, обеспечивающая регулирование температуры теплоносителя в системе отопления. В результате разработки раздела «Безопасность жизнедеятельности» был составлен технологический паспорт объекта и разработаны методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Графическая часть курсовой работы содержит: общие данные, планы отопления и вентиляции на подвальном, первом и втором этажах, аксонометрические схемы систем отопления и вентиляции, спецификацию системы отопления, план кровли и схему автоматизации системы отопления.

## Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные для проектирования .....	6
1.1 Описание проектируемого объекта .....	6
1.2 Описание района строительства .....	6
1.3 Описание технологического процесса .....	7
1.4 Источники теплоснабжения .....	7
1.5 Выбор параметров внутреннего микроклимата .....	8
2 Теплотехнический расчет.....	9
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	9
2.2 Определение теплотерь здания.....	12
2.3 Определение тепlopоступлений в здание.....	13
3 Отопление .....	14
3.1 Конструирование.....	14
3.2 Гидравлический расчет.....	14
3.3 Тепловой расчет отопительных приборов .....	17
3.4 Расчет и подбор оборудования .....	17
4 Вентиляция.....	20
4.1 Определение требуемых воздухообменов .....	20
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование.....	23
4.3 Аэродинамический расчет .....	25
4.4 Расчет и подбор оборудования .....	25
5 Контроль и автоматизация .....	32
6 Организация монтажных работ .....	35
7 Безопасность жизнедеятельности.....	44
7.1 Технологический паспорт объекта .....	44
7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	46
7.3 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого производственно-технологического процесса .....	52
7.3.1 Идентификация опасных факторов пожара .....	52

7.3.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности монтажа системы отопления.....	53
7.3.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара .....	53
Заключение .....	55
Список используемых источников.....	56
Приложение А Расчет неоднородной конструкции .....	61
Приложение Б Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	65
Приложение В Зонирование полов на грунте .....	68
Приложение Г Разрез здания .....	70
Приложение Д Теплотери через ограждающие конструкции.....	71
Приложение Е Теплопоступления в здание .....	77
Приложение Ж Гидравлический расчет системы отопления.....	83
Приложение К Характеристики смесительных насосов .....	100
Приложение Л Тепловой баланс.....	101
Приложение М Воздушный баланс.....	102
Приложение Н Аэродинамический расчет систем вентиляции .....	104
Приложение П Подбор воздухораспределительных устройств .....	150
Приложение Р Характеристики вентиляторов.....	158

## Введение

Вентиляция представляет собой обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения необходимых метеорологических условий и чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне. Системы вентиляции общественного здания должны соответствовать следующим требованиям: санитарно-гигиеническим, экономическим, конструктивно-технологическим, архитектурно-строительным, эксплуатационным, строительно-монтажным. Вентиляция обеспечивает качественные условия труда и нахождения людей в общественных зданиях.

Система отопления представляет собой совокупность конструктивных элементов, предназначенных для получения, транспортировки и передачи тепла от источника тепла в отапливаемое помещение. Для выполнения этих задач система отопления также должна соответствовать ряду требований: санитарно-гигиеническим, экономическим, архитектурно-строительным, производственно-монтажным, эксплуатационным. Отопление является неотъемлемой частью теплового комфорта, принимает непосредственное участие в организации качественных условий труда в общественных зданиях и различных видов деятельности людей.

Так, целью данной бакалаврской работы является разработка проекта систем отопления и вентиляции, обеспечивающих требуемые параметры воздуха и качество условий труда и деятельности людей в двухэтажном офисном здании, расположенном в городе Тольятти, Самарской области.

Для достижения этой цели ставятся и выполняются следующие задачи: определяются исходные данные для проектирования, производится теплотехнический расчет ограждающих конструкций, проектируется система отопления, проектируется система вентиляции, разрабатывается раздел контроля и автоматизации, раздел организации монтажных работ и раздел безопасности жизнедеятельности.

## **1 Исходные данные для проектирования**

### **1.1 Описание проектируемого объекта**

Объект строительства представляет собой общественное офисное здание, расположенное в городе Тольятти, Самарской области. Здание двухэтажное, каркасное с подвальными помещениями. Главный фасад ориентирован на юг. Высота здания: 9,86 м. Размеры здания в плане составляют: 24 м в длину и 16 м в ширину. В здании запроектированы следующие помещения: тамбуры, вестибюль, санузлы, уборочные, офисные помещения, коридоры, кладовые, демонстрационный зал, лестничные клетки, электрощитовая, венткамера, тепловой пункт. Высота помещений этажа: 4 м. Высота подвальных помещений: 2,9 м. Общая площадь помещений первого этажа составляет 343,5 м<sup>2</sup>, второго этажа – 185,9 м<sup>2</sup>, подвала – 346,5 м<sup>2</sup>.

Оконные заполнения: двухкамерный стеклопакет в отдельных пластмассовых переплетах из обычного стекла. Конструкция наружных дверей: двери деревянные двойные с тамбуром.

### **1.2 Описание района строительства**

Районом строительства является город Тольятти, который расположен на широте 53,3°. Высота над уровнем моря составляет 92 м. Продолжительность отопительного периода: 197 суток. Средняя температура за отопительный период: минус 4,7 °С. Расчетные параметры наружного воздуха в соответствии с СП [27] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха

Период года	Параметры А			Параметры Б		
	температура воздуха в теплый период $t_{тп}$ , °С	удельная энтальпия наружного воздуха $I_n$ , кДж/кг	скорость ветра $v$ , м/с	температура воздуха в холодную пятидневку $t_{х5}$ , °С	удельная энтальпия наружного воздуха $I_n$ , кДж/кг	скорость ветра $v$ , м/с
Тёплый	25	52,8	2,3	–	–	–
Холодный	–	–	–	-30	-29,8	3,0

Зона влажности района строительства согласно СП [30] – сухая.

### 1.3 Описание технологического процесса

Помещениями, обеспечивающими основной функционал здания, являются офисные помещения и демонстрационный зал. В офисных помещениях расположены постоянные рабочие места людей, работающих в данном офисном центре и занимающихся преимущественно умственным трудом, руководством и управлением. В демонстрационном зале происходит приём клиентов, их обслуживание и демонстрация образцов реализуемой продукции для ознакомления.

Основным источником вредностей в рассматриваемых помещениях являются люди. Дополнительным источником вредностей является оргтехника, установленная в помещениях, и искусственное освещение.

### 1.4 Источники теплоснабжения

Теплоснабжение осуществляется от наружной тепловой сети. Теплоносителем служит вода. Температура в подающей линии составляет 150 °С, температура воды в обратном трубопроводе составляет 70 °С. Источником тепла является районная котельная. Давление в подающем трубопроводе в точке врезки равняется 0,09 МПа, а в обратном трубопроводе теплосети давление составляет 0,04 МПа.

## 1.5 Выбор параметров внутреннего микроклимата

Параметры внутреннего микроклимата помещений, принятые по ГОСТ [12] и СП [29], сводятся в таблицу 2. Влажностный режим помещений в холодный период года – нормальный.

Таблица 2 – Параметры внутреннего микроклимата

Номер помещения	Категория	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$ , °С	Относительная влажность воздуха $\phi_{в}$ , %	Скорость движения воздуха $v_{в}$ , м/с
Холодный период				
102	6	16	не нормируется	не нормируется
105, 106, 107, 201, 206	2	18	не более 60	не более 0,3
04, 103, 110, 111, 112, 203, 204	6	16	не нормируется	не нормируется
01, 02, 03, 05, 06, 07, 09, 010, 011, 101, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 202, 205, 207, 208	6	14	не нормируется	не нормируется
Теплый период				
105, 106, 107, 201, 206	2	28	не более 65	не более 0,25
02	6	28	не более 60	от 0,1 до 0,3
01, 03, 05, 06, 07, 09, 010, 011, 101, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 202, 205, 207, 208	6	-	-	-

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – А.



## 2 Теплотехнический расчет

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет выполняется согласно СП [30].

Для заданного города градусосутки отопительного периода:

$$\text{ГСОП} = (19 - (-4,7)) \cdot 197 = 4669 (\text{°C} \cdot \text{сут})/\text{год}.$$

Значение требуемого сопротивления теплопередаче наружной стены:

$$R_0^{\text{TP}} = 2,6 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности:

$$g = 0,91 \cdot 0,95 = 0,865.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{усл.тр.}} = \frac{2,6}{0,865} = 3,01 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Наружная стена состоит из пяти слоёв в следующей последовательности: известково-песчаная штукатурка (толщина слоя  $\delta$  равна 0,012 м, плотность слоя  $\rho$  составляет 1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность  $\lambda$  – 0,7 Вт/м·°C), железобетон (толщина слоя: 0,2 м, плотность слоя: 2500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 1,92 Вт/м·°C), плиты минераловатные (толщина слоя: 0,12 м, плотность: 180 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,045 Вт/м·°C), железобетонный наружный слой (толщина: 0,1 м, плотность: 2500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность:

1,92 Вт/м·°С), облицовка из керамической плитки (толщина: 0,01 м, плотность: 1800 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,7 Вт/м·°С).

Выполняется проверка соответствия конструкции стены требованиям к сопротивлению теплопередаче. Фактическое сопротивление конструкции наружной стены:

$$R_{0\text{нс}}^{\phi} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{0,1}{1,92} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} \right) = \\ = 3,013 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт.}$$

Условие (1) выполняется:

$$R_0^{\phi} \geq R_0^{\text{тп}}, \quad (1)$$

$$3,013 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт} > 3,01 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт.}$$

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\phi}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}), \quad (2)$$

$$k_{\text{нс}} = \frac{1}{3,013} = 0,332 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}).$$

Аналогично расчету для наружной стены выполняется расчет остальных ограждающих конструкций. Расчет неоднородных конструкций (пустотных железобетонных плит) приводится в приложении А.

Бесчердачное покрытие состоит из шести слоев: известково-песчаная штукатурка (толщина: 0,012 м, плотность: 1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,7 Вт/м·°С), железобетонная пустотная плита (толщина слоя: 0,22 м, плотность: 2500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 1,92 Вт/м·°С), два слоя рубероида (толщина слоя: 0,004 м, плотность: 600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,17 Вт/м·°С), жесткие

плиты из каменной ваты (толщина: 0,14 м, плотность: 123 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,04 Вт/м·°С), цементно-песчаный раствор (толщина: 0,045 м, плотность: 1800 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,76 Вт/м·°С), битумный водоизоляционный ковер (толщина: 0,016 м, плотность: 1400 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,27 Вт/м·°С). Перекрытие над подвалом состоит из следующих слоев: линолеум поливинилхлоридный (толщина слоя: 0,005 м, плотность: 1800 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,38 Вт/м·°С), древесностружечная плита (толщина: 0,02 м, плотность: 800 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,23 Вт/м·°С), жесткие плиты из каменной ваты (толщина: 0,05 м, плотность: 123 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,04 Вт/м·°С), рубероид (толщина слоя: 0,004 м, плотность: 600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,17 Вт/м·°С), железобетонная пустотная плита (толщина: 0,22 м, плотность: 2500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 1,92 Вт/м·°С), известково-песчаная штукатурка (толщина: 0,012 м, плотность: 1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,7 Вт/м·°С). Внутренняя стена: известково-песчаная штукатурка (толщина слоя: 0,012 м, плотность: 1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,7 Вт/м·°С), керамзитобетон (толщина: 0,12 м, плотность: 1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,56 Вт/м·°С), известково-песчаная штукатурка (толщина: 0,012 м, плотность: 1600 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,7 Вт/м·°С). Часть стен внутренних имеют толщину керамзитобетона, равную 0,2 м. Межэтажное перекрытие состоит из двух слоев: линолеум поливинилхлоридный (толщина: 0,005 м, плотность: 1800 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 0,38 Вт/м·°С), железобетонная пустотная плита (толщина: 0,22 м, плотность: 2500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность: 1,92 Вт/м·°С).

Расчет других ограждающих конструкций производится аналогично с расчетом наружной стены и приводится в приложении Б. Расчет сопротивления теплопередаче окон и дверей также приводится в приложении Б.

## 2.2 Определение теплотерь здания

Теплопотери здания определяются в соответствии с методикой, изложенной в учебном пособии [21].

Конструкции полов на грунте: стяжка цементно-песчаная (толщина слоя: 0,02 м, теплопроводность: 0,76 Вт/м·°C); рубероид (толщина слоя: 0,01 м, теплопроводность: 0,17 Вт/м·°C), железобетонная плита (толщина: 0,22 м, теплопроводность: 1,92 Вт/м·°C), пенополистирол (толщина: 0,05 м, теплопроводность: 0,052 Вт/м·°C), рубероид (толщина: 0,01 м, теплопроводность: 0,17 Вт/м·°C), цементно-песчаный раствор (толщина: 0,02 м, теплопроводность: 0,76 Вт/м·°C), линолеум поливинилхлоридный (толщина слоя: 0,005 м, теплопроводность: 0,35 Вт/м·°C).

Конструкция углубленной в землю стены: битум (толщина: 0,016 м, теплопроводность: 0,27 Вт/м·°C), бетон (толщина: 0,22 м, теплопроводность: 1,92 Вт/м·°C), известково-песчаная штукатурка (толщина: 0,012 м, теплопроводность: 0,7 Вт/м·°C).

Сопротивление теплопередаче углубленной в грунт стены подвала:

$$R_{I}^{ст} = 2,1 + \frac{0,016}{0,27} + \frac{0,012}{0,7} = 2,18 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_{II}^{ст} = 4,3 + \frac{0,016}{0,27} + \frac{0,012}{0,7} = 4,38 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Сопротивление теплопередаче полов по грунту в подвале:

$$R_{II}^{п} = 4,3 + 2 \cdot \frac{0,02}{0,76} + 2 \cdot \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,05}{0,052} + \frac{0,005}{0,35} = 5,45 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_{III}^{п} = 8,6 + 2 \cdot \frac{0,02}{0,76} + 2 \cdot \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,05}{0,052} + \frac{0,005}{0,35} = 9,75 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_{IV}^{п} = 14,2 + 2 \cdot \frac{0,02}{0,76} + 2 \cdot \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,05}{0,052} + \frac{0,005}{0,35} = 15,35 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Рассчитаются теплопотери через полы на грунте и заглубленные в грунт стены для подсобного помещения № 01:

$$Q_{I}^{ст} = \frac{1}{2,18} \cdot (2 \cdot 6,1 + 2 \cdot 4,62) \cdot (14 - (-30)) = 433 \text{ Вт},$$

$$Q_{II}^{ст} = \frac{1}{4,38} \cdot (0,52 \cdot 6,1 + 0,52 \cdot 4,62) \cdot (14 - (-30)) = 56 \text{ Вт},$$

$$Q_{общ}^{ст} = 433 + 56 = 489 \text{ Вт},$$

$$Q_{II}^{п} = \frac{1}{5,45} \cdot (13,7 + 3,7) \cdot (14 - (-30)) = 140 \text{ Вт},$$

$$Q_{III}^{п} = \frac{1}{9,75} \cdot (11,5 + 0,3) \cdot (14 - (-30)) = 53 \text{ Вт},$$

$$Q_{IV}^{п} = \frac{1}{15,35} \cdot 3 \cdot (14 - (-30)) = 9 \text{ Вт},$$

$$Q_{общ}^{п} = 140 + 53 + 9 = 202 \text{ Вт},$$

$$Q_{общ}^{грунт} = 489 + 202 = 691 \text{ Вт}.$$

Остальные помещения рассчитываются аналогично. Зонирование конструкций показывается на рисунках В.1–В.2. Результаты расчета потерь тепла через все ограждающие конструкции по данным из предшествующих расчетов, с планов этажей, рисунков В.1 и Г.1 приводятся в таблице Д.1.

### 2.3 Определение теплопоступлений в здание

Необходимо рассчитать теплопоступления в офисные помещения и демонстрационный зал.

Солнцезащитными устройства являются шторы из светлой ткани. Результаты расчета теплопоступлений в рассматриваемых помещениях приводятся в приложении Е, расчет теплопоступлений от солнечной радиации – в таблице Е.1.

## **3 Отопление**

### **3.1 Конструирование**

В данном проекте в качестве системы отопления офисного здания запроектирована водяная двухтрубная, тупиковая, горизонтальная система отопления с нижней разводкой.

Температура в подающем трубопроводе в системе отопления составляет 95 °С, температура в обратном трубопроводе: 70 °С. Подготовка теплоносителя – горячей воды – осуществляется в индивидуальном тепловом пункте, расположенном в подвале здания на отметке минус 3,611 м между осями 6 и 7 и осями Г, В в плане здания, с помощью смесительного насоса. В системе применяются стальные трубы водогазопроводные. Ввод тепловых сетей от источника тепла обустроен со стороны северного фасада здания. Магистральные участки расположены в подвале и крепятся к стенам. Циркуляционный теплопровод на горизонтальных участках системы прокладывается параллельно под подающим, на вертикальных участках – слева от подающего.

Отопительными приборами в данном проекте принимаются биметаллические секционные радиаторы отопления РБС, устанавливаемые в офисных, подсобных и коммуникационных помещениях, и конвекторы КСК 20, устанавливаемые в лестничных клетках.

Удаление воздуха из системы осуществляется с помощью ручных воздухоотводчиков на отопительных приборах и с помощью автоматических воздухоотводчиков в верхних точках системы.

### **3.2 Гидравлический расчет**

Гидравлический расчет главного циркуляционного кольца и остальных циркуляционных колец системы отопления производится в соответствии с

расчетной схемой, показанной на рисунке Ж.1, а результаты гидравлического расчета сводятся в таблицу Ж.1.

Увязка участков, подходящих к приборам отопления, с магистральными трубопроводами производится с помощью регулировочных клапанов и дроссельных шайб. Требуемый перепад давления на клапане или дроссельной шайбе определяется по формуле:

$$\Delta P^{\text{тр}} = \Delta P_{\text{м}} - \Delta P_{\text{к}}, \text{ Па}, \quad (3)$$

где  $\Delta P_{\text{м}}$  – потери давления в магистральном трубопроводе, Па;

$\Delta P_{\text{к}}$  – потери давления в циркуляционном кольце отопительного прибора, Па.

Требуемая пропускная способность клапана в соответствии с методикой производителя, представленной в каталоге [35], определяется по формуле:

$$k_v^{\text{тр}} = \frac{G_{\text{пр}}}{1000 \cdot \sqrt{\Delta P^{\text{тр}} \cdot 10^{-5}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4)$$

где  $G_{\text{пр}}$  – расход теплоносителя через прибор, кг/ч.

Диаметр дроссельной шайбы равняется:

$$d_{\text{ш}} = \sqrt[4]{\left(\frac{G_{\text{пр}}^2}{\Delta P^{\text{тр}}}\right)} \cdot 3,54, \text{ мм}. \quad (5)$$

В результате увязки участков тупиковой системы отопления должно выполняться условие:

$$\frac{\Delta P_M - \sum \Delta P_{\text{уч}}}{\Delta P_M} \cdot 100\% \leq 15\%, \quad (6)$$

где  $\sum \Delta P_{\text{уч}}$  – потери давления на увязываемом участке, Па.

Увязываются участки, идущие от главного циркуляционного кольца к отопительным приборам.

Рассмотрим участок 4-17. По формулам (3), (4):

$$\Delta P^{\text{тр}} = 6026 - 304 = 5722 \text{ Па},$$

$$k_v^{\text{тр}} = \frac{81}{1000 \cdot \sqrt{5722 \cdot 10^{-5}}} = 0,339 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По диаграммам из каталога [35] выбирается тип клапана и его положение: клапан RA-N 20/25, положение 5. Тогда перепад давления на клапане по диаграмме составляет:

$$\Delta P^{\Phi} = 5150 \text{ Па}.$$

Условие (6) выполняется:

$$\frac{6026 - (5150 + 304)}{6026} \cdot 100\% = 9,5\% \leq 15\%.$$

Увязка других участков, соединяющих отопительные приборы с магистралями, и увязка ветвей Б, В, Г и Д с главным циркуляционным кольцом и между собой производится аналогичным образом и описывается в приложении Ж.



### 3.3 Тепловой расчет отопительных приборов

По каталогу [2] определяются показатели для определения теплового потока отопительных приборов РБС-500 и РБС-300. По каталогу [33] определяются данные для подбора конвекторов КСК 20. Результаты подбора приборов отопления сводятся в таблицу И.1.

### 3.4 Расчет и подбор оборудования

Роль смесительной установки в системе выполняет смесительный насос, устанавливаемый на перемычке между подающим и обратным трубопроводом системы. Циркуляция воды в системе отопления осуществляется за счет давления, обеспечиваемого теплосетями.

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце системы, равняется:

$$\Delta P_e = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 2,361 \cdot (95 - 70) = 371 \text{ Па.}$$

Тогда давление, необходимое для циркуляции воды в системе равно:

$$\Delta P_{\text{тр}} = 11332 - 0,4 \cdot 371 = 11184 \text{ Па.}$$

Величина естественного давления составляет менее 10% от необходимого. Следовательно, естественное давление в системе может не учитываться при подборе оборудования.

Разность между величиной располагаемого давления и потерями давления в главном циркуляционном кольце системы должна составлять от 5 до 10%. Тогда требуемая величина располагаемого давления равна:

$$\Delta P_{\text{расп.тр.}} = 1,05 \cdot 11332 = 11899 \text{ Па.}$$

Располагаемое давление из теплосетей составляет:

$$\Delta P_{\text{расп.те}} = 90000 - 40000 = 50000 \text{ Па.}$$

Требуемое давление меньше располагаемого давления из теплосетей. Определяется величина избыточного давления:

$$\Delta P_{\text{изб}} = 50000 - 11899 = 38101 \text{ Па.}$$

Расход высокотемпературной воды из подающего трубопровода теплосети определяется по величине тепловой мощности системы отопления:

$$G_1 = \frac{32256 \cdot 0,86 \cdot 1,02 \cdot 1,04}{150 - 70} = 371 \text{ кг/ч.}$$

Для того, чтобы погасить избыточное давление, необходимо установить диафрагму, диаметр которой составит:

$$d_{\text{ш}} = \sqrt[4]{\left(\frac{371^2}{38101}\right)} \cdot 3,54 = 4,88 \text{ мм.}$$

Коэффициент смешения равен:

$$u = \frac{150 - 70}{95 - 70} = 2,2.$$

Отсюда расход подмешиваемой воды равен:

$$G_c = 2,2 \cdot 371 = 816 \text{ кг/ч.}$$

Требуемый расход смесительного насоса с учетом запаса составляет 939 кг/ч (0,96 м<sup>3</sup>/ч), требуемый напор – 13089 Па (1,31 м). Характеристики работы подобранного по каталогу [23] насоса ALPHA3 25-60 130:

$$G_n = 0,974 \text{ м}^3/\text{ч},$$
$$H_n = \Delta P_{\text{нас}} = 1,35 \text{ м}.$$

Характеристика насоса приводится на рисунке К.1.

К установке с учетом резервного принимается 2 насоса.

Для постоянной очистки воды от взвешенных частиц в тепловом пункте на обратном и подающем трубопроводах устанавливаются грязевики. Диаметр грязевика определяется по формуле:

$$D_r = 2,7 \cdot G^{0,5}, \text{ мм.} \quad (7)$$

Тогда диаметр грязевика на подающей линии равен:

$$D_r = 2,7 \cdot 371^{0,5} = 52 \text{ мм}.$$

По каталогу [14] принимается ближайший грязевик РУ 10 с диаметром 108 мм. Диаметр грязевика на обратной линии перед насосом:

$$D_r = 2,7 \cdot 1187^{0,5} = 93 \text{ мм}.$$

К установке принимается грязевик РУ 10 с диаметром 108 мм.

## 4 Вентиляция

### 4.1 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен в помещениях № 02, 105, 201 рассчитывается на ассимиляцию тепловлагоизбытков. Воздухообмен в остальных помещениях рассчитывается по кратности. Тепловой баланс помещений приводится в таблице Л.1.

Рассмотрим помещения в теплый период года. Для помещения № 02 температура внутреннего воздуха составляет:

$$t_{\text{в}} = 25 + 1 = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Температура удаляемого воздуха в соответствии с высотой помещения составляет:

$$t_{\text{у}} = t_{\text{в}} = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Избытки полного тепла в помещении № 02 равны:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 5413 + (2500 + 1,8 \cdot 28) \cdot 4,45 = 30836 \text{ кДж/ч}.$$

Луч процесса для помещения № 02 в теплый период:

$$\varepsilon = \frac{30836}{4,45} = 6929 \text{ кДж/кг}.$$

Количество приточного воздуха, который должен быть подан в помещение для разбавления полных избытков теплоты:

$$L_{\text{п}} = \frac{30836}{1,2 \cdot (57,8 - 54,1)} = 6945 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимый воздухообмен для разбавления избытков явной теплоты:

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 5413}{1,2 \cdot (28 - 26)} = 8120 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимый воздухообмен для разбавления избытков влаги в помещении № 02:

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 4,45}{1,2 \cdot (11,6 - 11)} = 6181 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество людей в помещении принимается по чертежам с планировкой сидячих мест. Тогда требуемый воздухообмен по санитарной норме равен:

$$L_{\text{сан.норм}} = 20 \cdot 21 = 420 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

За расчетный воздухообмен в помещении № 02 в теплый период принимается наибольшее из полученных значений:  $8120 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Аналогичным образом рассчитывается требуемый воздухообмен в теплый период года для помещения № 105:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 4386 + (2500 + 1,8 \cdot 28) \cdot 3,82 = 25532 \text{ кДж/ч},$$

$$\varepsilon = \frac{25532}{3,82} = 6684 \text{ кДж/кг},$$

$$L_{\text{п}} = \frac{25532}{1,2 \cdot (57,4 - 54,1)} = 6447 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 4386}{1,2 \cdot (28 - 26)} = 6579 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 3,82}{1,2 \cdot (11,5 - 11)} = 6367 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$L_{\text{сан.норм}} = 40 \cdot 18 = 720 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для помещения № 201:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 5098 + (2500 + 1,8 \cdot 28) \cdot 2,97 = 25927 \text{ кДж/ч},$$

$$\varepsilon = \frac{25927}{2,97} = 8730 \text{ кДж/кг},$$

$$L_{\text{п}} = \frac{25927}{1,2 \cdot (57,3 - 54,1)} = 6752 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 5098}{1,2 \cdot (28 - 26)} = 7647 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 2,97}{1,2 \cdot (11,4 - 11)} = 6188 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$L_{\text{сан.норм}} = 40 \cdot 14 = 560 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рассмотрим основные помещения в холодный период года. Для помещения № 02:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 7114 + (2500 + 1,8 \cdot 14) \cdot 2,31 = 31444 \text{ кДж/ч},$$

$$\varepsilon = \frac{31444}{2,31} = 13612 \text{ кДж/кг},$$

За расчетный воздухообмен в холодный период принимается воздухообмен, равный расчетному расходу притонного воздуха в теплый период года. Тогда температура приточного воздуха составит:

$$t_{\text{п}} = 14 - \frac{3,6 \cdot 7114}{1,2 \cdot 8120} = 11,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Для помещения № 105:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 7500 + (2500 + 1,8 \cdot 18) \cdot 2,3 = 32825 \text{ кДж/ч,}$$

$$\varepsilon = \frac{32825}{2,3} = 14272 \text{ кДж/кг,}$$

$$t_{\text{п}} = 18 - \frac{3,6 \cdot 7500}{1,2 \cdot 6579} = 14,6 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Для помещения № 201:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 5809 + (2500 + 1,8 \cdot 18) \cdot 1,79 = 25445 \text{ кДж/ч,}$$

$$\varepsilon = \frac{25445}{1,79} = 14215 \text{ кДж/кг,}$$

$$t_{\text{п}} = 18 - \frac{3,6 \cdot 5809}{1,2 \cdot 5098} = 14,6 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Воздушный баланс приводится в таблице М.1.

## 4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В данном проекте запроектированы механические вытяжные и приточные системы. Вентиляционная камера располагается в подвале здания, в осях А, В, 6, 7 на отметке минус 3,611 м.

Общеобменная приточная механическая вентиляция обеспечивается двумя приточными установками. Помещения офисов № 105, 106, 107, 201, 206 обслуживаются системой П2 с температурой приточного воздуха, равной в холодный период 14,6 °С, а помещения № 02, 05, 07, 09, 102, 108, 109, 116, 202 и 205 – системой П1 с температурой приточного воздуха в холодный период 11,4 °С.

Воздуховоды прямоугольного сечения из листовой оцинкованной стали систем П1 и П2 прокладываются под потолком помещений. Горизонтальные

воздуховоды крепятся к потолку с помощью шпильки и крепежного держателя воздуховода. Вертикальные воздуховоды крепятся к стенам с помощью консолей и держателей воздуховода. Способ крепления прямоугольных воздуховодов вытяжных систем аналогичен.

Во всех помещениях, в которых запроектирована приточная вентиляция, подача воздуха осуществляется потолочными воздухораспределителями ПРМп1, ПРМп3 и ПРМп4, расположенными на уровне подвесного потолка, вертикальными струями.

Движение воздуха в приточных системах осуществляется с помощью центробежных вентиляторов типа ВРАН.

Воздухозабор производится через воздухозабоную решетку типа ЖМ, устанавливаемую в воздухозаборной шахте на отметке плюс 2,000 м. Стальной воздуховод, прокладываемый от воздухозаборной шахты до приточных установок, для предотвращения образования конденсата в холодный период года изолируется в два слоя: фольгированным покрытием и вспененным каучуком.

В помещениях № 02, 09, 105–109, 201, 202, 205, 206 запроектирована схема организации воздухообмена «сверху-вверх». Удаление воздуха из верхней зоны помещения является наиболее предпочтительным для рассматриваемых помещений, так как для них характерны избытки тепла.

Вытяжная система В2 удаляет воздух из санузлов № 04, 103, 111, 112, 203, 204. Система В4 удаляет воздух из санузла 110. Система В1 удаляет воздух из подвальных помещений № 01, 02, 03, 07, 09, 010, система В3 – из помещений первого этажа № 104–109, 113, система В5 – из помещений второго этажа № 201, 202, 205, 206.

Воздух удаляется через вентиляционные решетки типа РВ. Движение воздуха в системах В1, В3, В5 обеспечивается крышными вентиляторами типа КРОВ и КРОС, а в системах В2 и В4 – осевыми вентиляторами типа ВО и ВОК, устанавливаемыми в воздуховодах систем.



Удаляемый воздух выбрасывается в атмосферу на высоте, превышающей отметку поверхности кровли здания на 1 м.

### 4.3 Аэродинамический расчет

Общие потери давления в системе определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n (R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot l + Z)_i + \sum \Delta P_{\text{об}}, \text{ Па}, \quad (8)$$

где  $R$  – потери давления на 1 м длины воздуховода, Па/м;

$\beta_{\text{ш}}$  – коэффициент учета шероховатости стенок;

$l$  – длина участка воздуховода, м;

$Z$  – потери давления в местных сопротивлениях участка, Па;

$\Delta P_{\text{об}}$  – потери давления в оборудовании и других устройствах вентиляционной системы, Па.

Аэродинамический расчет систем вентиляции сводится в таблицу Н.1.

### 4.4 Расчет и подбор оборудования

Для помещений подбираются воздухораспределительные устройства, расчет которых приводится в приложении П.

В соответствии с методикой расчета из учебника [1], для подбора воздухоподогревателя первой ступени приточной установки П1 рассчитывается максимальный расход теплоты на вентиляцию:

$$Q_{\text{в.п1}} = 0,278 \cdot 9106 \cdot 1,241 \cdot 1,005 \cdot ((11,4 - 1) - (-30)) = 127553 \text{ Вт.}$$

Ориентировочная площадь живого сечения калориферной установки по воздуху равна:

$$f_1 = \frac{9106 \cdot 1,241}{3600 \cdot 8} = 0,392 \text{ м}^2.$$

Тогда рассмотрим калорифер КСк3-8 из каталога [16] с параметрами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики калорифера КСк3-8

Параметры	Площадь поверхности теплообмена $F_p, \text{ м}^2$	Площадь фронтального сечения для прохода воздуха $f_b, \text{ м}^2$	Площадь сечения для прохода теплоносителя $f_w, \text{ м}^2$	a	n	m
Значение	20,0	0,392	0,00127	29,3	0,437	0,168

Действительная массовая скорость движения воздуха в живом сечении воздухонагревателя:

$$v_p = \frac{9106 \cdot 1,241}{3600 \cdot 0,392} = 8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}).$$

Количество воды, проходящей через калорифер:

$$G_w = \frac{3,6 \cdot 127553}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 1370 \text{ кг/ч.}$$

Скорость движения воды в трубках калорифера:

$$v = \frac{1370}{3600 \cdot 0,00127 \cdot 1000} = 0,3 \text{ м/с.}$$

Коэффициент теплоотдачи воздухонагревателя находится по формуле:

$$K = a \cdot (v\rho)^n \cdot v^m, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}), \quad (9)$$

$$K = 29,3 \cdot 8^{0,437} \cdot 0,3^{0,168} = 59,39 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Средняя разность температур между теплоносителями:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{150 + 70}{2} - \frac{11,4 + (-30)}{2} = 119,3 \text{ °C.}$$

Требуемая площадь теплообмена:

$$F_{\text{тр}} = \frac{127553}{119,3 \cdot 59,39} = 18,0 \text{ м}^2.$$

Запас площади поверхности теплообмена:

$$\Delta F = \frac{20 - 18}{20} \cdot 100 = 10\%.$$

Аэродинамическое сопротивление калорифера:

$$P_{\text{ВН.П1}} = b \cdot (v\rho)^r, \text{ Па}, \quad (10)$$

где  $b, r$  – значения коэффициентов, учитывающих тип калорифера.

$$P_{\text{ВН.П1}} = 6,05 \cdot 8^{1,832} = 273 \text{ Па.}$$

Калорифер для приточной установки П2 рассчитывается аналогично по таблице 4:

Таблица 4 – Характеристики калорифера КСк2-11

Параметры	Площадь поверхности теплообмена $F_p, \text{ м}^2$	Площадь фронтального сечения для прохода воздуха $f_B, \text{ м}^2$	Площадь сечения для прохода теплоносителя $f_w, \text{ м}^2$	a	n	m
Значение	58,7	1,660	0,00171	33,3	0,383	0,175

$$Q_{в.п2} = 0,278 \cdot 15082 \cdot 1,227 \cdot 1,005 \cdot ((14,6 - 1) - (-30)) = 225424 \text{ Вт},$$

$$\nu\rho = \frac{15082 \cdot 1,227}{3600 \cdot 1,66} = 3,1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}),$$

$$G_w = \frac{3,6 \cdot 225424}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 2421 \text{ кг}/\text{ч},$$

$$v = \frac{2421}{3600 \cdot 0,00171 \cdot 1000} = 0,393 \text{ м}/\text{с},$$

$$K = 33,3 \cdot 3,1^{0,383} \cdot 0,393^{0,175} = 47,08 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}),$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{150 + 70}{2} - \frac{14,6 + (-30)}{2} = 117,7 \text{ °C},$$

$$F_{тр} = \frac{225424}{117,7 \cdot 47,08} = 40,68 \text{ м}^2,$$

$$\Delta F = \frac{58,7 - 40,68}{58,7} \cdot 100 = 19,8\%,$$

$$P_{вн.п2} = 4,23 \cdot 3,1^{1,832} = 34 \text{ Па}.$$

В соответствии с расходом наружного воздуха, равным 11301 кг/ч, для системы П1 принимается карманный фильтр ФВК-1000-750-300-10-G4/25 из каталога [36]. Потери на фильтре определяются по номограммам из каталога и составляют:

$$P_{\phi} = 55 \text{ Па}.$$

Фильтр ФВК-1240-100-300-12-G4/25 для системы П2 имеет характеристики:

$$P_{\phi} = 91 \text{ Па.}$$

Суммарный расход воздуха, проходящего через воздухозаборную решетку, равняется 24188 м<sup>3</sup>/ч. Тогда требуемая площадь живого сечения воздухозаборных решеток составляет:

$$F_{\text{треб.реш.}} = \frac{24188}{3600 \cdot 4} = 1,68 \text{ м}^2.$$

Принимается по каталогу [6] воздухозаборная решетка ЖМ-8. Количество решеток:

$$n = \frac{1,68}{1,7} \approx 1 \text{ шт.}$$

Действительная скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных решеток:

$$V_{\text{действ}} = \frac{24188}{3600 \cdot 1,7 \cdot 1} = 3,95 \text{ м/с.}$$

Потери давления в жалюзийной решетке составляют:

$$P_{\text{в.реш}} = 1,7 \cdot \frac{1,453 \cdot 3,95^2}{2} = 19 \text{ Па.}$$

По требуемой площади живого сечения воздухозаборной решетки из каталога [17] выбирается утепленный клапан «ГЕРМИК-Т» с размерами с площадью живого сечения  $1,7 \text{ м}^2$ .

Для приточной системы П1 к установке в венткамере по каталогу [17] принимается шумоглушитель ШУМ-ПЛАСТ с аэродинамическим сопротивлением:

$$P_{\text{ш.П1}} = 85 \text{ Па.}$$

Для приточной системы П2 к установке в венткамере принимается шумоглушитель ШУМ-ПЛАСТ с аэродинамическим сопротивлением:

$$P_{\text{ш.П2}} = 80 \text{ Па.}$$

Требуемое развиваемое давление вентилятора, устанавливаемого в системе П1, с учетом запаса равно:

$$P_{\text{в}} = 1,1 \cdot (180,8 + 273 + 55 + 85) = 654 \text{ Па.}$$

Требуемый расход с учетом запаса составляет:

$$L_{\text{в}} = 1,15 \cdot 9106 = 10472 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Так, в системе П1 по каталогу [5] принимается к установке центробежный вентилятор ВРАН9-9 с развиваемым давлением и производительностью, соответственно равными 695 Па и  $10477 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Характеристики вентилятора приводятся в Приложении Р (рисунок Р.1).

Аналогично подбирается вентилятор для системы П2:

$$P_{\text{в}} = 1,1 \cdot (395,9 + 34 + 91 + 80) = 661 \text{ Па,}$$

$$L_B = 1,15 \cdot 15082 = 17344 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Характеристика подобранного вентилятора ВРАН9-10 из каталога [3] показана на рисунке Р.2 (давление: 666 Па, расход: 17344 м<sup>3</sup>/ч).

Вентилятор для системы В1 подбирается по параметрам:

$$P_B = 1,1 \cdot 95 = 105 \text{ Па},$$

$$L_B = 1,15 \cdot 8454 = 9721 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Характеристика подобранного крышного вентилятора КРОС60-071 (давление: 108 Па, расход: 9843 м<sup>3</sup>/ч) показаны на рисунке Р.3. Движение воздуха в вытяжной системе В2 обеспечивается осевым вентилятором ВО-2,3-4Е из каталога [4] (давление: 40 Па, расход: 450 м<sup>3</sup>/ч). Для системы В3 к установке принимается вентилятор КРОВ60-071 с давлением, равным 144 Па, и расходом, равным, 8590 м<sup>3</sup>/ч (рисунок Р.4). Для системы В4 – вентилятор осевой ВОК-1,5-4Е с давлением, равным 18 Па, и расходом, равным, 55 м<sup>3</sup>/ч. Для системы В5 – вентилятор КРОВ91-071 с параметрами работы: давлением, равным 234 Па, и расходом, равным, 9947 м<sup>3</sup>/ч (рисунок Р.5).

## 5 Контроль и автоматизация

Регулирование на источнике тепла не может в полной мере обеспечить заданные гидравлические и тепловые режимы всем потребителям, поэтому применяется местное регулирование в индивидуальном тепловом пункте.

Задачей автоматизации системы отопления является стабилизация температуры воздуха в отапливаемых помещениях в рабочее время дня и снижение температуры воздуха в обслуживаемых помещениях в ночное время и нерабочие дни.

В схеме автоматизации системы отопления измеряется температура теплоносителя обратной и подающей линии системы отопления, а также температура внутреннего и наружного воздуха. Измерение температуры осуществляется датчиками температуры Pt500 (TE1 и TE2) и ESMT (TE3 и TE4). Контроль температурных параметров осуществляется с помощью стеклянных технических термометров, контроль давления – показывающими манометрами общего назначения типа МП-4У. Расход воды контролируется с помощью турбинных счетчиков.

Управление смесительными насосами (НС1 и НС2) осуществляется переключателем с ключом управления (SA). При включении схемы в зависимости от выбранного положения переключателя включается в работу один из насосов (рабочий). Если рабочий насос остановился или не включился, то замыкается контакт реле разности давлений GRUNDFOS DPI V.2 на нагнетании и всасывании насосов (PDS), чем подается команда на включение резервного насоса. Одновременно с этим загорается лампа-индикатор (HL3) и подается звуковой сигнал (HA). Отключение индикатора и звуковой сигнализации об автоматическом включении резервного насоса осуществляется кнопкой управления (HS2). Состояние исполнительных механизмов рабочего и резервного насосов (M2 и M3) сигнализируется лампами-индикаторами (HL1 и HL2) на щите автоматизации.



В схеме автоматизации предусмотрено регулирование температуры воды на отопление. В качестве регулятора используется двухходовой регулирующий клапан. Регулирование происходит по четырем температурам: внутреннего воздуха, наружного воздуха, теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе системы отопления. Сигнал с датчиков температуры (TE1–TE4) поступает в микропроцессорный регулятор ТЭСМАРТ РТ-05 (TIC). От РТ-05 сигнал подаётся на исполнительный механизм регулятора температуры КР (M1). Регулирующий клапан производит регулирование температуры теплоносителя в системе отопления (T11) путем изменения расхода сетевой воды (T1). Микропроцессорный регулятор обеспечивает запрограммированный температурный режим каждого дня (часа) недели с учетом рабочего и нерабочего времени.

Характеристики оборудования для автоматического регулирования, устанавливаемого в индивидуальном тепловом пункте, приводятся в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика оборудования автоматизации

Двухходовой клапан КР-50	
Условная пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	40
Ход штока, мм	19
Максимально допустимый перепад на клапане, МПа	1,0
Температура регулируемой среды, °С	от минус 25 до 100
Регулируемая среда	вода
Потребляемая мощность, ВА	5,5
Температура окружающей среды, °С	от 5 до 50
Микропроцессорный регулятор ТЭСМАРТ РТ-05	
Потребляемая мощность, Вт	12
Количество подключаемых датчиков температуры	8
Количество подключаемых регулирующих клапанов	2
Диапазон регулирования температур, °С	от 50 до 160
Режим работы	непрерывный

Продолжение таблицы 5

Температура окружающего воздуха, °С	от 5 до 55
Датчик температуры Pt-500	
Рабочий диапазон температур, °С	от 0 до 160
Потребляемая мощность, Вт	2
Электрическое сопротивление одного метра кабеля, Ом	0,05
Максимальная длина кабеля, м	10
Схема присоединения	двухпроводная
Датчик температуры ESMT	
Диапазон температур, °С	от минус 50 до 50
Схема присоединения	двухпроводная
Потребляемая мощность, Вт	2
Реле перепада давления DPI V.2	
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20
Напряжение питания, В	от 12 до 39
Максимальная длина кабеля, м	30
Диапазон перепада давления, бар	от 0,6 до 16
Температура в системе, °С	от минус 30 до 120

Схема автоматизации приводится в графической части бакалаврской работы.

## **6 Организация монтажных работ**

В здании запроектирована двухтрубная система отопления с нижней горизонтальной разводкой. В системе устанавливаются биметаллические секционные радиаторы отопления РБС-500 и РБС-300 и конвекторы малой глубины КСК 20.

В системе стояки, магистральные трубопроводы и подводки прокладываются открыто и выполняются из труб стальных водогазопроводных. Горизонтальные трубопроводы в подвале запроектированы с уклоном 0,003 в сторону теплового пункта, на этажах – с уклоном 0,005 в сторону отопительных приборов. Соединение труб – сварное. Приборы крепятся на кронштейнах к наружным и внутренним стенам. Удаление воздуха из системы осуществляется с помощью ручных воздухоотводчиков на отопительных приборах и с помощью автоматических воздухоотводчиков в верхних точках системы (при прохождении дверных проемов). Запорная арматура устанавливается у стояков, на каждой ветви и на обратном трубопроводе у каждого прибора отопления. На линии подачи у приборов устанавливаются регуляторные клапаны «РА-N».

В первую захватку включается монтаж приборов и магистралей в подвале. Во вторую захватку входят приборы, горизонтальные и вертикальные трубопроводы первого этажа. В третью захватку – приборы и трубопроводы второго этажа.

Определение потребности в материалах и оборудовании, определение объемов монтажных работ и определение трудоемкости строительно-монтажных работ сводится в таблицы 6, 7 и 8.

Таблица 6 – Определение потребности в материалах и оборудовании

Номер работы	Работы			Материалы				Ссылка
	Наименование	Единица измерения	Кол-во	Наименование	Единица измерения	Норма расхода на единицу работ	Потребность на весь объем работ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	монтаж теплового пункта							
	монтаж насосного оборудования	шт	2	смесительный насос	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,85}$	$\frac{2}{3,7}$	[14]
	монтаж грязевиков	шт	2	грязевик ру 10	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{79}$	$\frac{2}{158}$	[14]
	монтаж контрольно-измерительных приборов	шт	11	термометр технический	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,08}$	$\frac{4}{0,32}$	[34]
				показывающий манометр	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{5}{6}$	[22]
				турбинный расходомер	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,7}$	$\frac{2}{1,4}$	[25]
	монтаж арматуры	шт	13	вентили d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{16,6}$	$\frac{4}{66,4}$	[18]
				кран пробковый d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,96}$	$\frac{6}{5,76}$	[15]
				обратный клапан d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,36}$	$\frac{2}{2,72}$	[24]
				двухходовой клапан d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{12,5}$	$\frac{1}{12,5}$	[19]
	монтаж фасонных частей	шт	4	отвод 90° d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{2}{0,5}$	$\frac{4}{2}$	[7]
	монтаж трубопроводов	п.м	37,4	трубы стальные водогазопроводные d32	$\frac{\text{п. м}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{3,09}$	$\frac{37,4}{115,6}$	[13]
2	монтаж трубопроводов системы отопления	п.м	653,4	трубы стальные водогазопроводные d32	$\frac{\text{п. м}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{3,09}$	$\frac{44,5}{137,6}$	[13]
				d20	$\frac{\text{п. м}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,66}$	$\frac{298}{494,5}$	[13]
				d15	$\frac{\text{п. м}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,28}$	$\frac{310,9}{398}$	[13]

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	монтаж арматуры	шт	81	кран пробковый d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,96}$	$\frac{6}{5,76}$	[20]
				d20	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,31}$	$\frac{6}{1,86}$	[15]
				d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,27}$	$\frac{36}{9,72}$	[15]
				регулирующий клапан га-н 10 d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,4}$	$\frac{17}{6,8}$	[35]
				регулирующий клапан га-н 15 d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,4}$	$\frac{8}{3,2}$	[35]
				регулирующий клапан га-н 20/25 d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,4}$	$\frac{8}{3,2}$	[35]
4	монтаж фасонных частей	шт	531	отвод 90 гр. d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,26}$	$\frac{9}{2,34}$	[7]
				d20	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,08}$	$\frac{132}{10,6}$	[7]
				d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,06}$	$\frac{173}{10,4}$	[7]
				отвод 45 гр. d20	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,09}$	$\frac{18}{1,62}$	[7]
				d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,07}$	$\frac{10}{0,7}$	[7]
				тройник d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{34}{51}$	[8]
				d20	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,46}$	$\frac{28}{12,88}$	[8]
				переход d32-d20	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,17}$	$\frac{8}{1,36}$	[9]
				d20-d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,07}$	$\frac{78}{5,46}$	[9]
				скобы гнутые d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{4}{7,2}$	[10]
				d20	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	[10]
				d15	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{33}{26,4}$	[10]
				утки стальные d32	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{2}{5}$	[10]
5	монтаж отопительных приборов	шт	33	радиатор отопления рбс-500 (5 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{14,7}$	$\frac{2}{29,4}$	[2]
				радиатор отопления рбс-300 (2 секции)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{4,68}$	$\frac{5}{55,4}$	[2]

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
				радиатор отопления рбс-300 (5 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{11,7}$	$\frac{2}{23,4}$	[2]
				Радиатор отопления РБС- 300 (8 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{18,72}$	$\frac{6}{112,3}$	[2]
				Радиатор отопления РБС- 300 (9 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{21,06}$	$\frac{3}{63,2}$	[2]
				Радиатор отопления РБС- 300 (12 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{28,08}$	$\frac{2}{56,2}$	[2]
				Радиатор отопления РБС- 300 (17 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{39,8}$	$\frac{1}{39,8}$	[2]
				Конвектор КСК 20М У9	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{21,6}$	$\frac{1}{21,6}$	[33]
				Конвектор КСК 20-400 У1м	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{20,3}$	$\frac{6}{121,8}$	[33]
				Конвектор КСК 20-1127 У8м	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{24,3}$	$\frac{4}{97,2}$	[33]
				Конвектор КСК 20С У23	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{1}{18,9}$	$\frac{1}{18,9}$	[33]
				Кронштейн крепления отопительных приборов (до 10 секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{3}{0,15}$	$\frac{71}{10,7}$	[33]
				Кронштейн крепления отопительных приборов (10 и более секций)	$\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$	$\frac{5}{0,25}$	$\frac{75}{18,8}$	[33]

Таблица 7 – Определение объемов монтажных работ

Номер работы	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ по захваткам		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	разметка мест прокладки трубопроводов	100м	2,99	2,61	1,31
2	комплектование и подноска материалов и изделий	т	1,13	0,751	0,375
3	прокладка стальных трубопроводов				
	диаметром 15 мм	м	103,6	155,5	51,9
	диаметром 20 мм	м	99,3	149	49,7
	диаметром 32 мм	м	81,9	-	-
4	монтаж кронштейнов	шт	25	73	48
5	навешивание радиаторов	шт	5	8	8
6	навешивание конвекторов	шт	1	9	2
7	контактная сварка				
	вертикальная неповоротная	стык	328	196	132
	горизонтальная неповоротная	стык	394	224	166
8	монтаж арматуры				
	кран пробковый	шт	19	21	14
	кран двойной регулировки	шт	6	17	10
	вентиль	шт	4	-	-
	обратный клапан	шт	2	-	-
	двухходовой клапан	шт	1	-	-
9	установка диафрагм на трубопроводах:				
	диаметром 15 мм	шт	1	4	6
	диаметром 20 мм	шт	1	2	-
	диаметром 32 мм	шт	1	-	-
10	монтаж грязевиков	шт	2	-	-
11	монтаж насоса	шт	2	-	-
12	испытание системы отопления	100м	2,99	2,61	1,31
13	испытание отопительных приборов	шт	6	17	10

Таблица 8 – Определение трудоемкости строительно-монтажных работ

Номер работы	Наименование работ	Ед.изм.	Обоснование	Н <sub>вр</sub> , чел.-ч	Т <sub>р</sub> , чел.-дни		Состав бригады
					V	чел.-дни	
1	2	3	4	5	6	7	8
I							
1	разметка мест прокладки трубопроводов	100м	E9-1-1	1,2	2,99	0,438	монтажник внутренних санитарно-технических систем бр.-1чел.
2	комплектование и подноска материалов и изделий	т	E9-1-41	3	1,13	0,413	монтажник внутренних санитарно-технических систем 4р.-1чел., 2р.-1чел.
3	прокладка стальных трубопроводов диаметром до 25 мм диаметром до 40 мм	м	E9-1-2	0,16 0,19	202,9 81,9	3,96 1,9	монтажник внутренних санитарно-технических систем 4р.-1чел., 3р.-1чел.
4	установка кронштейнов	шт	E9-1-12	0,38	25	1,16	монтажник внутренних санитарно-технических систем 4р.-1чел., 3р.-1чел.
5	навешивание радиаторов	шт	E9-1-12	0,19	5	0,116	монтажник внутренних санитарно-технических систем 4р.-1чел., 3р.-1чел.,
6	навешивание конвекторов	шт	E9-1-10	0,31	1	0,038	монтажник внутренних санитарно-технических систем 4р.-1чел., 3р.-1чел.
7	контактная сварка вертикальная неповоротная горизонтальная неповоротная	стык	E22-2-1	0,11 0,13	328 394	4,4 6,25	электросварщик ручной сварки 3р.-1чел., 4р.-1чел, 5р.-1чел., бр.-1чел



Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
8	установка арматуры	шт	ФЕР2001-16,табл.16-05-001				монтажник внутренних санитарно- технических систем 4р.-6 чел., 3р.-6чел.
	диаметром до 25 мм			1,47	21	3,76	
	диаметром до 50 мм			1,47	11	1,97	
9	установка диафрагм	шт	E9-1-38	0,38	3	0,139	монтажник внутренних санитарно- технических систем 5р.-1 чел.,4р.-1 чел., 3р.-1 чел
10	испытание отопительных приборов	шт	E9-1-8	5,3	6	3,88	монтажник внутренних санитарно- технических систем 5р.-1 чел., 4р.-1чел.,3р.-1чел
11	испытание системы	100м	E9-1-8				
	рабочая проверка системы в целом			2,8	2,99	1,021	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1 чел., 5р.-1чел.,4р.-1чел
	окончательная проверка системы при сдаче			2,3	2,99	0,839	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1 чел., 5р.-1чел.
II							
1	разметка мест прокладки трубопроводов	100м	E9-1-1	1,2	2,61	0,382	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1чел.
2	комплектование и подноска материалов и изделий	т	E9-1-41	3	0,751	0,275	монтажник внутренних санитарно- технических систем 4р.-1чел., 2р.-1чел
3	прокладка стальных трубопроводов	м	E9-1-2				монтажник внутренних санитарно- технических систем 4р.-1чел., 3р.-1чел.
	диаметром до 25 мм			0,16	304,5	5,94	

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
4	контактная сварка	стык	E22-2-1				электросварщик ручной сварки 3р.-1чел., 4р.-1чел, 5р.-1чел., 6р.-1чел
	вертикальная неповоротная			0,11	196	2,63	
	горизонтальная неповоротная			0,13	224	3,55	
5	установка арматуры диаметром до 25 мм	шт	ФЕР2001- 16,табл.16- 05-001	1,47	38	6,81	монтажник внутренних санитарно- технических систем 4р.-6 чел., 3р.-6чел
6	установка диафрагм	шт	E9-1-38	0,38	6	0,278	монтажник внутренних санитарно- технических систем 5р.-1 чел.,4р.-1 чел., 3р.-1 чел
7	испытание отопительных приборов	шт	E9-1-8	5,3	17	10,99	монтажник внутренних санитарно- технических систем 5р.-1 чел., 4р.-1чел.,3р.-1чел
8	испытание системы	100м	E9-1-8				
	рабочая проверка системы в целом			2,8	2,61	0,891	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1 чел., 5р.-1чел.,4р.-1чел
	окончательная проверка системы при сдаче			2,3	2,61	0,732	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1 чел., 5р.-1чел.
III							
1	разметка мест прокладки трубопроводов	100м	E9-1-1	1,2	1,31	0,192	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1чел.
2	комплектование и подноска материалов и изделий	т	E9-1-41	3	0,375	0,137	монтажник внутренних санитарно- технических систем 4р.-1чел., 2р.-1чел
3	прокладка стальных трубопроводов	м	E9-1-2				монтажник внутренних санитарно- технических систем

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
							4р.-1чел., 3р.-1чел.
	диаметром до 25 мм			0,16	101,6	1,98	
4	контактная сварка	стык	Е22-2-1				электросварщик ручной сварки 3р.-1чел., 4р.-1чел, 5р.-1чел., 6р.-1чел
	вертикальная неповоротная			0,11	132	1,77	
	горизонтальная неповоротная			0,13	166	2,63	
5	установка арматуры	шт	ФЕР2001- 16,табл.16- 05-001				монтажник внутренних санитарно- технических систем 4р.-6 чел., 3р.-6чел
	диаметром до 25 мм			1,47	24	4,3	
6	установка диафрагм	шт	Е9-1-38	0,38	6	0,278	монтажник внутренних санитарно- технических систем 5р.-1 чел.,4р.-1 чел., 3р.-1 чел
7	испытание отопительных приборов	шт	Е9-1-8	5,3	10	6,46	монтажник внутренних санитарно- технических систем 5р.-1 чел., 4р.-1чел.,3р.-1чел
8	испытание системы	100 м	Е9-1-8				
	рабочая проверка системы в целом			2,8	1,31	0,447	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1 чел., 5р.-1чел.,4р.-1чел
	окончательная проверка системы при сдаче			2,3	1,31	0,367	монтажник внутренних санитарно- технических систем 6р.-1 чел., 5р.-1чел.

Так, общая трудоемкость работ по монтажу системы отопления составляет 81,323 человеко-дня.

## 7 Безопасность жизнедеятельности

### 7.1 Технологический паспорт объекта

Таблица 9 – Технологический паспорт объекта

Номер работ	Вид выполняемых работ	Технологическая операция	Наименование должности рабочего	Оборудование	Материалы
1	2	3	4	5	6
1	монтаж труб	разметка	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	рулетка, уровень строительный	разметочные материалы
		подноска и компоновка материалов	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	погрузочное оборудование тяговые устройства	хомуты, тросы стальные
		сверление отверстий под крепления	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	перфоратор ударный	пыль
		сварка труб	электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	сварочный аппарат	сварочная проволока, флюс
		соединение труб и арматуры на резьбе	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	ключ трубный рычажный, комплект рожковых гаечных ключей	нить-уплотнитель
		крепление труб	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	рулетка, уровень строительный	крепежные металлические изделия, хомуты
2	монтаж приборов отопления	разметка	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	рулетка, уровень строительный	разметочные материалы

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6
		подноска приборов	монтажник санитарно-технических систем	погрузочное оборудование	хомуты, тросы стальные
		сверление отверстий под крепления	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	перфоратор ударный	пыль
		присоединение приборов к трубопроводам	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	комплект рожковых гаечных ключей, ключ трубный рычажный	нить-уплотнитель
3	монтаж теплового пункта	разметка	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	рулетка, уровень строительный	разметочные материалы
		подноска и компоновка материалов	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	погрузочное оборудование	хомуты, тросы стальные
		сверление отверстий под крепления	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	перфоратор ударный	пыль
		сварка трубопроводов	электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	сварочный аппарат	сварочная проволока, флюс
		подготовка трубопроводов к установке контрольно-измерительных приборов	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	дрель электрическая	металлическая пыль
		изоляция труб и арматуры	монтажник санитарно-технических систем и оборудования	нож монтажный со сменным лезвием	клеевой раствор, скотч, теплоизоляция

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6
		подключение оборудования к электрическим сетям	электромонтажник	оборудование электрощита	электрический ток

По составленному технологическому паспорту идентифицируются профессиональные риски.

## 7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

Номер работ	Вид выполняемых работ	Вредный производственный фактор	Источник вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	разметка мест прокладки трубопроводов и установки креплений	динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений	повторяемое выполнение рабочих движений в ходе разметки
		перенапряжение анализаторов	длительность активного сосредоточенного наблюдения
2	установка креплений со сверлением отверстий	движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего	движущиеся элементы перфоратора
		чрезмерно высокая температура материальных объектов производственной среды	насадки перфоратора
		чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания	железобетонная пыль
		повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	перфоратор ударный электрический
		факторы, связанные с электрическим током	перфоратор ударный электрический
		механические колебания твердых тел и их поверхностей	повышенный уровень локальной вибрации перфоратора
		статические перегрузки, связанные с рабочей позой	вынужденное положение тела

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
3	комплектование и подноска материалов и изделий	движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего	такелажное оборудование
		неподвижные режущие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	острые кромки и шероховатые поверхности перемещаемых изделий
		динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза	перемещаемые материалы и изделия
4	соединение трубопроводов на сварке	чрезмерно высокая температура материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	сварочные инструменты и изделия, соединяемые на сварке
		неподвижные режущие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	острые кромки свариваемых изделий
		чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания	сварочные газы
		повышенный уровень шума	сварочный аппарат
		факторы, связанные с электрическим током	сварочный аппарат
		ультрафиолетовое излучение	сварочная дуга
		инфракрасное излучение	сварочная дуга
		токсические (ядовитые) химические вещества	сварочные газы
		раздражающие химические вещества	компоненты сварочного аэрозоля.
		статические перегрузки, связанные с рабочей позой	длительное напряжение групп мышц
		перенапряжение анализаторов	длительность сосредоточенного наблюдения
		монотонность труда	выполнение однообразных действий
5	соединение трубопроводов и арматуры на резьбе	динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений	повторяемое выполнение рабочих движений в ходе соединения трубопроводов
6	фиксация трубопроводов в проектном	динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений	повторяемое выполнение рабочих движений в ходе

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
	положении		крепления трубопроводов
7	подноска оборудования и приборов	движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего	оборудования и отопительные приборы
		динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза	перемещаемые материалы и изделия
8	навешивание отопительных приборов	движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего	перемещение отопительных приборов
		динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза	перемещаемые материалы и изделия
9	подготовка отверстий в трубопроводах для установки контрольно-измерительных приборов	движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего	движущиеся элементы электрической дрели
		чрезмерно высокая температура материальных объектов производственной среды	движущиеся элементы электрической дрели
		чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания	металлическая пыль
		повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	дрель электрическая
		факторы, связанные с электрическим током	дрель электрическая
		механические колебания твердых тел и их поверхностей	повышенный уровень локальной вибрации дрели
11	монтаж электрооборудования	факторы, связанные с электрическим током	электрооборудование, электросеть
13	прокладка кабельных проводок	факторы, связанные с электрическим током	электрооборудование, электросеть
14	подключение электрооборудования к электросети	факторы, связанные с электрическим током	электрооборудование, электросеть



Таблица 11 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта)

№ п/п	Вредный производственный фактор	Средства защиты, частичного снижения вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы)	соблюдение инструкций по технике безопасности и инструкций по эксплуатации инструментов и оборудования (перфораторов, дрелей)	ботинки с жестким подноском, защитная монтажная куртка, защитный полукombineзон, каска строительная, защитные перчатки
2	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	соблюдение инструкций по технике безопасности на объекте	ботинки с жестким подноском, защитная монтажная куртка, защитный полукombineзон, каска строительная, защитные перчатки
3	чрезмерно высокая температура материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	соблюдение инструкций по технике безопасности и инструкций по эксплуатации инструментов и оборудования (сварочных аппаратов, перфораторов, дрелей)	сварочная маска, перчатки с полимерным покрытием
4	чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания	поддержание нормируемой величины содержания пыли в воздухе рабочей зоны средствами систем вентиляции и очистки воздуха	защитная маска-респиратор

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
5	повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	использование современных инструментов и оборудования, конструкция которых обеспечивает более низкий уровень шума при работе, рациональная организация режима труда и отдыха	противошумные вкладыши, противошумные наушники
6	факторы, связанные с электрическим током	соблюдение инструкций по технике безопасности и инструкций по эксплуатации инструментов и оборудования (сварочных аппаратов, перфораторов, дрелей), использование устройств автоматического отключения приборов и оборудования, применение изолирующих покрытий на инструментах	диэлектрические перчатки, диэлектрические подставки и ковры, обувь с диэлектрической подошвой, комплект одежды для защиты от электрической дуги
7	механические колебания твердых тел и их поверхностей	использование машин и оборудования с низкой вибрационной активностью, рациональная организация режима труда и отдыха	обувь с амортизирующими подошвами, перчатки с виброизоляционными элементами
8	ультрафиолетовое излучение	рациональная организация режима труда и отдыха, соблюдение инструкций по технике безопасности и инструкций по эксплуатации инструментов и оборудования (сварочных аппаратов)	одежда для защиты кожного покрова: обувь, рукавицы, костюм сварщика, очки и щитки со светофильтрами
9	инфракрасное излучение	рациональная организация режима труда и отдыха, соблюдение инструкций по технике безопасности и инструкций по эксплуатации инструментов и оборудования (сварочных аппаратов)	спецодежда с огнестойкой пропиткой, спецобувь, очков со светофильтрами, защитные перчатки, рукавицы, защитные сварочные маски
10	токсические (ядовитые) химические вещества	поддержание нормируемой величины содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны средствами систем вентиляции и очистки воздуха, использование менее токсичных веществ в технологическом процессе, рациональная организация режима труда и отдыха	защитные комбинезоны и перчатки, маски-респираторы

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
11	раздражающие химические вещества	поддержание нормируемой величины содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны средствами систем вентиляции и очистки воздуха, использование менее токсичных веществ в технологическом процессе, рациональная организация режима труда и отдыха	защитные комбинезоны и перчатки, маски-респираторы
12	статические перегрузки, связанные с рабочей позой	рациональная организация режима труда и отдыха	-
13	динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений	рациональная организация режима труда и отдыха	-
14	динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза	рациональная организация режима труда и отдыха, соблюдение рекомендаций по работе с тяжелыми грузами, использование специализированных машин и механизмов для перемещения грузов	-
15	перенапряжение анализаторов	рациональная организация режима труда и отдыха	-
16	монотонность труда, вызывающая монотонию	применение психологических и социально-психологических факторов профилактики монотонии, рациональная организация режима труда и отдыха, выполнение рекомендаций по чередованию операций	-

Применение разработанных методов и средств способствует снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов на человека.

## 7.3 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого производственно-технологического процесса

### 7.3.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 12 – Идентификация опасных факторов пожара

Номер работы	Участок	Оборудование	Класс пожара	Описание фактора пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Сварка труб	сварочный аппарат	А, С	пламя, искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация	осколки разрушенных трубопроводных систем, инженерных сооружений, инженерно-технического оборудования, крупногабаритные части разрушившихся конструкций
2	Монтаж и подключение оборудования к сети	электроцит	Е	кислорода, снижение видимости в дыму	осколочные фрагменты разрушившихся конструкций, энергетического оборудования, технологических установок, агрегатов
3	Сверление отверстий	Инструмент электрический	Е		осколочные фрагменты электрического инструмента, оборудования, материалов и другого имущества

В соответствии с идентифицированными в таблице 12 опасными факторами пожара разрабатываются технические средства и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

### 7.3.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности монтажа системы отопления

Таблица 13 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Средства индивидуальной защиты при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализации, связь и оповещение
переносные и передвижные огнетушители, вода и песок, располагаемые снаружи здания и на пожарном щите	респираторы, маски, фильтрующие самоспасатели	покрывала для изоляции очага возгорания, пожарный щит (емкость с песком, огнетушители, ведра, лом, лопата, багор, топор)	пожарная сигнализация, система оповещения со световым указателями и речевым оповещением

Применение перечисленных средств и мероприятий обеспечивает пожарную безопасность монтажников при монтаже системы отопления.

### 7.3.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 14 – Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
сварка трубопроводов	правильная эксплуатация сварочного оборудования, обучение персонала действиям по предупреждению и тушению пожаров, правильное содержание сварочных материалов и территории работы	запрещается приступать к работе с неисправным оборудованием, на неподготовленных местах, допускать сварщиков, не имеющих профобразования, квалификационного удостоверения, допусков на проведение работ, электросварочное оборудование надлежит заземлять, запрещается использовать сварочные электроды, не соответствующие применяемому сварочному току, отходы от сварочных работ необходимо временно складировать в специальный ящик

Продолжение таблицы 14

1	2	3
<p>монтаж и подключение электрического оборудования</p>	<p>обучение персонала действиям по предупреждению и тушению пожаров, надзор во время выполнения работ, выполнение работ с перерывами, с изменениями в составе бригады, вывешивание предупреждающих знаков и ограждение места проведения работ, надлежащая проверка отсутствия напряжения, устройство заземления</p>	<p>запрещается эксплуатация неисправного электрооборудования, линии электроснабжения помещений зданий и сооружений должны иметь устройства защитного автоматического отключения, предотвращающие возникновение пожара, распределительные щиты должны иметь защиту, исключающую распространение горения за пределы щита из слаботочного отсека в силовой и наоборот, в местах прохождения кабельных каналов, кабелей и проводов через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости должны быть предусмотрены кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций</p>
<p>сверление отверстий</p>	<p>правильная эксплуатация сверлильного оборудования, обучение персонала действиям по предупреждению и тушению пожаров, проверка заземляющих устройств, устройств для крепления инструмента на отсутствие трещин, надломов, прочность крепления пластинок твердого сплава, стружколомающих порогов и прочего, выполнение работ с перерывами</p>	<p>не допускается охлаждать режущий инструмент мокрыми тряпками или щетками, работать необходимо только исправным инструментом и приспособлениями и применять их строго по назначению, остановить процесс сверления при: временном прекращении работы; перерыве в подаче электроэнергии, уборке, смазке и чистке рабочего места и оборудования; установке, измерении и съеме детали, проверке или зачистке режущей кромки сверла, технологическом обслуживании оборудования и приспособлений</p>

Основной задачей разработанных мероприятий является исключение возможности возникновения пожара.

## Заключение

В результате выполнения данной бакалаврской работы был разработан проект систем отопления и вентиляции двухэтажного, каркасного офисного здания, расположенного в городе Тольятти, Самарской области. Запроектированные системы обеспечивают требуемые параметры внутреннего воздуха, соответствие параметров и качества воздуха помещений нормированным значениям, обеспечивают качество условий труда и деятельности людей в офисном здании.

В ходе выполнения бакалаврской работы были выполнены следующие задачи: определены исходные данные для проектирования; произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций и установлено соответствие значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций нормативным значениям; выбраны конструктивные решения по системе отопления, произведен гидравлический расчет и подобрано оборудование для системы отопления; выбраны конструктивные решения, составлен тепловой и воздушный балансы, произведен аэродинамический расчет и подобрано оборудования для приточных и вытяжных систем вентиляции; разработан раздел контроля и автоматизации, в котором описывается схема автоматизации системы отопления; разработан раздел организации монтажных работ, в котором определена потребность в материалах и трудоемкость монтажа системы отопления; разработан раздел безопасности жизнедеятельности.

Расчетный расход тепла на запроектированную систему отопления составляет 32,3 кВт. Расход тепла, затрачиваемого на нагрев воздуха для всех запроектированных систем вентиляции в холодный период года, составляет 353 кВт. Расчетный расход теплоносителя с температурой 95 °С в системе отопления составляет 1187 кг/ч. Трудоемкость работ по монтажу запроектированной двухтрубной, тупиковой, горизонтальной системы отопления с нижней разводкой составляет 81,323 человеко-дня.

## Список используемых источников

1. Балашов А.А., Полунина Н.Ю., Ивановский В.А. Проектирование систем отопления и вентиляции зданий: учеб. пособие. Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. 132 с.
2. Биметаллические секционные отопительные радиаторы [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Сантехпром» от 01.12.2020. URL: <http://teplovashemudomu24.ru/files/page/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B%20%D0%A0%D0%91%D0%A1500.pdf> (дата обращения: 19.04.2021).
3. Вентиляторы крышные [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Веца» от 15.05.2020. URL: <http://www.veza.ru/upload/iblock/3be/%D0%9A%D0%A0%D0%9E%D0%A1.pdf> (дата обращения: 07.05.2021).
4. Вентиляторы осевые [Электронный ресурс] : Каталог продукции «ABFind» от 01.01.2018. URL: <https://cloud.lufter.ru/catalog/content-lufter/abf/abfcatalog.pdf> (дата обращения: 07.05.2021).
5. Вентиляторы радиальные [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Веца» от 10.11.2019. URL: <http://www.veza.ru/upload/iblock/8bb/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5.pdf> (дата обращения: 06.05.2021).
6. Воздухозаборные решетки типа ЖМ [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Вентснаб» от 01.01.2012. URL: [http://vensnab.ru/e\\_mag/view\\_good/2776](http://vensnab.ru/e_mag/view_good/2776) (дата обращения: 06.05.2021).
7. ГОСТ 17375-2001. Межгосударственный стандарт. Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированный стали. Отводы крутоизогнутые. Конструкция : утв. постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 27.05.2002 N 205-ст // Кодекс: справочно-правовая система.



8. ГОСТ 17376-2001. Межгосударственный стандарт. Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Тройники. Конструкция : утв. постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 27.05.2002 N 205-ст // Кодекс: справочно-правовая система.

9. ГОСТ 17378-2001. Межгосударственный стандарт. Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Переходы. Конструкция утв. постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 27.05.2002 N 205-ст // Кодекс: справочно-правовая система.

10. ГОСТ 24618-81. Межгосударственный стандарт. Утки стальные. Технические условия : утв. и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.02.81 № 972 // Кодекс: справочно-правовая система.

11. ГОСТ 26434-2015. Межгосударственный стандарт. Плиты перекрытий железобетонные для жилых зданий. Типы и основные параметры : утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.11.2015 N 2077-ст // Кодекс: справочно-правовая система.

12. ГОСТ 30494-2011. Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях : утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 июля 2012 N 191-ст // Кодекс: справочно-правовая система.

13. ГОСТ 3262-75. Межгосударственный стандарт. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия : утв. и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 11.09.1975 N 2379 // Кодекс: справочно-правовая система.

14. Грязевики абонентские [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Армикс» от 14.10.2019. URL: <https://www.armatyra.org/product/grjazevik-abonentskij-vertikalnyj-ru-10-du32/> (дата обращения: 22.04.2021).

15. Запорная арматура и фасонные части трубопровода [Электронный ресурс] : Каталог продукции «БК-арматура» от 01.01.2021. URL: [https://bkarm.ru/wp-content/uploads/bkarm\\_pdf.pdf](https://bkarm.ru/wp-content/uploads/bkarm_pdf.pdf) (дата обращения: 04.04.2021).

16. Калориферы КСк [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Медведь» от 17.10.2020. URL: <https://kalorifer.net/product/kalorifery-ksk/tehnicheskie-harakteristiki-kaloriferov-ksk> (дата обращения: 05.05.2021).

17. Клапаны воздушные и сетевое вентиляционное оборудование [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Вежа» от 19.08.2019. URL: [http://www.veza.ru/docs/katalogi/VEZA\\_Klapan\\_091019%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82%D0%B0.pdf](http://www.veza.ru/docs/katalogi/VEZA_Klapan_091019%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82%D0%B0.pdf) (дата обращения: 06.05.2021).

18. Клапаны запорные (вентили) [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Варк» от 01.11.2019. URL: <https://vark.ru/assets/files/klapanyi-zapornye-ventili.pdf> (дата обращения: 04.04.2021).

19. Клапаны регулирующие [Электронный ресурс] : Каталог продукции «ТЭМ-прибор» от 05.04.2018. URL: [http://www.ytem.ru/download/for\\_proectir/posobie\\_proekt.pdf](http://www.ytem.ru/download/for_proectir/posobie_proekt.pdf) (дата обращения: 04.04.2021).

20. Краны пробковые [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Проконсим» от 01.01.2021. URL: <https://proconsim.ru/catalog/?q=%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%BD+%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9+32> (дата обращения: 04.04.2021).

21. Малявина Е.Г. Строительная климатология: учеб. пособие. М. : НИМГСУ, 2020. 47 с.

22. Манометры [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Союз-прибор» от 01.03.2021. URL: [https://www.souz-pribor.ru/catalog/teplotech\\_pribor/manometry-pokazyvayushchie/mp4-u/](https://www.souz-pribor.ru/catalog/teplotech_pribor/manometry-pokazyvayushchie/mp4-u/) (дата обращения: 04.04.2021).

23. Насосы с мокрым ротором [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Данфосс» от 01.01.2021. URL: <https://cdn.gf->

shop.ru/download/skachat\_fayl\_v\_formate\_pdf\_tsirkulyatsionnyu\_nasos\_grundfos\_alpha\_solar\_25-145\_180\_1605809226.pdf (дата обращения: 20.04.2021).

24. Обратные клапаны [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Проконсим» от 01.01.2021. URL: [https://proconsim.ru/catalog/truboprovodnaya\\_armatura/klapany\\_obratnye/klapan\\_chugunnyu\\_obratnyu\\_2\\_kh\\_diskovyyu\\_nerzh\\_stal\\_du\\_65\\_pn\\_16\\_styazhnoy\\_seagul\\_1\\_0434/](https://proconsim.ru/catalog/truboprovodnaya_armatura/klapany_obratnye/klapan_chugunnyu_obratnyu_2_kh_diskovyyu_nerzh_stal_du_65_pn_16_styazhnoy_seagul_1_0434/) (дата обращения: 04.04.2021).

25. Расходомеры турбинные и крыльчатые [Электронный ресурс] : Каталог продукции «ТД Расходомер» от 31.05.2012. URL: [http://www.td-rashodomer.ru/Catalog\\_TD-Rashodomer\\_2012.pdf](http://www.td-rashodomer.ru/Catalog_TD-Rashodomer_2012.pdf) (дата обращения 04.04.2021).

26. Самарин О.Д. Проектирование и расчет систем вентиляции: учеб. пособие. М. : ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2012. 31 с.

27. СП 131.13330.2018. Свод правил. Строительная климатология : утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 28.11.2018 N 763/пр // Кодекс: справочно-правовая система.

28. СП 23-101-2004. Свод правил. Проектирование тепловой защиты зданий : утв. и введен в действие совместным приказом ОАО «ЦНИИпромзданий» и ФГУП ЦНС N 01 от 23.04.2004 // Кодекс: справочно-правовая система.

29. СП 44.13330.2011. Свод правил. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 : утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27.12.2010 N 782 // Кодекс: справочно-правовая система.

30. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30.06.2012 N 265 // Кодекс: справочно-правовая система.

31. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* : утв. приказом

Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2016 N 777/пр // Кодекс: справочно-правовая система.

32. СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП41-01-2003 : утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.12.2016 N 968/пр // Кодекс: справочно-правовая система.

33. Стальные настенные отопительные конвекторы [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Сантехпром» от 01.12.2020. URL: <http://teplovashemudomu24.ru/files/page/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B%20%D0%9A%D0%A1%D0%9A%2020.pdf> (дата обращения: 19.04.2021).

34. Термометры технические [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Технопромтрейд» от 13.07.2016. URL: [http://www.tptd.ru/termopribor/tt\\_p5.html](http://www.tptd.ru/termopribor/tt_p5.html) (дата обращения: 04.04.2021).

35. Трубопроводная арматура для систем водяного отопления [Электронный ресурс] : Каталог продукции «Данфосс» от 01.01.2015. URL: <https://www.logika-consortium.ru/wp-content/uploads/2017/04/Tehnicheskoe-opisanie-5.pdf> (дата обращения: 15.04.2021).

36. Фильтры воздушные карманные грубой очистки [Электронный ресурс] : Каталог продукции «ГК Воздушные фильтры» от 21.07.2018. URL: <https://filters.ru/catalog/karmannye-vozdushnye-filtry/filtr-vozdushnyy-karmannyy-gruboy-ochistki-s-filtrovalnym-materialom-iz-poliestra-fvk/> (дата обращения: 05.05.2021).

## Приложение А

### Расчет неоднородной конструкции

Плита выполнена из железобетона с коэффициентом теплопроводности:

$$\lambda_A = 1,92 \text{ (Вт/м} \cdot \text{°C)}.$$

Расчет производится в соответствии с методикой из справочного пособия [21].

Диаметр отверстий принимается согласно ГОСТ [11]. Тогда:

$$a = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 0,159^2}{4}} = 0,141 \text{ м.}$$

Поперечное сечение и расчетная схема плиты показаны соответственно на рисунках А.1 и А.2. Так, выделяется регулярный элемент, который делится плоскостями, параллельными тепловому потоку. Образуется три параллельных участка. Участки I и III – однородные, участок II – многослойный, состоящий из двух одинаковых по толщине слоёв а и в, а также горизонтальной воздушной прослойки. Сопротивления теплопередаче однородных участков равняется:

$$R_I = R_{III} = \frac{0,22}{1,92} = 0,115 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Для плиты бесчердачного перекрытия сопротивление теплопередаче неоднородного слоя равно:

$$R_{II} = \frac{2 \cdot 0,0395}{1,92} + 0,15 = 0,191 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Для перекрытия над подвалом:

$$R_{II} = \frac{2 \cdot 0,0395}{1,92} + 0,188 = 0,229 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Сопrotивление теплопередаче всего регулярного элемента бесчердачного покрытия:

$$R_{a.t.} = \frac{0,069 \cdot 3 + 0,141 \cdot 4 + 0,115 \cdot 2}{\frac{0,069 \cdot 3}{0,115} + \frac{0,141 \cdot 4}{0,191} + \frac{0,115 \cdot 2}{0,115}} = 0,148 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

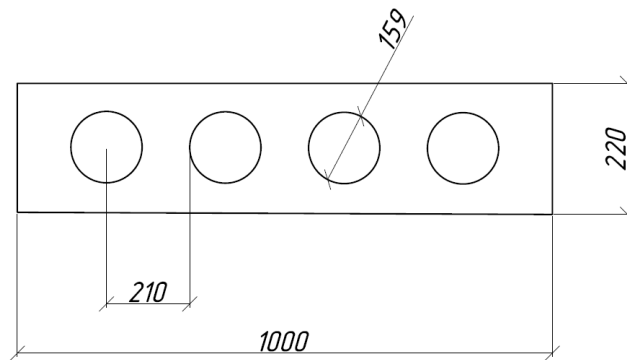


Рисунок А.1 – Поперечное сечение плиты

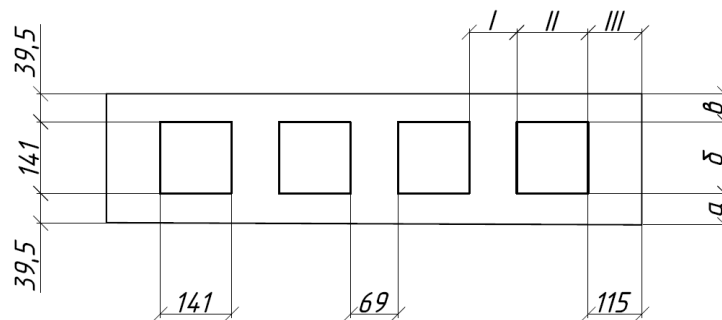


Рисунок А.2 – Расчетная схема плиты

Для перекрытия над подвалом:

$$R_{a.т.} = \frac{0,069 \cdot 3 + 0,141 \cdot 4 + 0,115 \cdot 2}{\frac{0,069 \cdot 3}{0,115} + \frac{0,141 \cdot 4}{0,229} + \frac{0,115 \cdot 2}{0,115}} = 0,16 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Регулярный элемент делится плоскостями, перпендикулярными тепловому потоку. Получается три параллельных участка. Участки а и в – однородные, участок б – неоднородный. Размеры участков показаны на рисунке 2. Определяется сопротивление теплопередаче участков а и в, а также сопротивление железобетона в составе участка б:

$$R_a = R_b = \frac{0,0395}{1,92} = 0,0206 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_{ж/бб} = \frac{0,141}{1,92} = 0,0734 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Сопротивление теплопроводности участка б для бесчердачного покрытия:

$$R_b = \frac{0,069 \cdot 3 + 0,141 \cdot 4 + 0,115 \cdot 2}{\frac{0,069 \cdot 3}{0,0734} + \frac{0,141 \cdot 4}{0,15} + \frac{0,115 \cdot 2}{0,0734}} = 0,103 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Для перекрытия над подвалом:

$$R_b = \frac{0,069 \cdot 3 + 0,141 \cdot 4 + 0,115 \cdot 2}{\frac{0,069 \cdot 3}{0,0734} + \frac{0,141 \cdot 4}{0,188} + \frac{0,115 \cdot 2}{0,0734}} = 0,112 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Сопротивление теплопередаче всего регулярного элемента определяется для перекрытия бесчердачного:

$$R_{в.т.} = 2 \cdot 0,0206 + 0,103 = 0,144 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Для перекрытия над подвалом:

$$R_{в.т.} = 2 \cdot 0,0206 + 0,112 = 0,153 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Термическое сопротивление теплопередаче плиты для покрытия бесчердачного:

$$R_{т} = \frac{0,148 + 2 \cdot 0,144}{3} = 0,145 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Для покрытия над подвалом:

$$R_{т} = \frac{0,16 + 2 \cdot 0,153}{3} = 0,155 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Полученные значения используются для проверки соответствия фактического сопротивления теплопередаче конструкции требуемому сопротивлению теплопередаче.



Приложение Б  
**Теплотехнический расчет ограждающих конструкций**

Требуемое сопротивление теплопередаче бесчердачного перекрытия:

$$R_0^{\text{ТР}} = 3,47 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Коэффициента теплотехнической однородности:

$$r = 1 \cdot 0,9 = 0,9.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{усл.тр.}} = \frac{3,47}{0,9} = 3,86 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Фактическое сопротивление конструкции бесчердачного покрытия:

$$\begin{aligned} R_{0 \text{ фп}}^{\text{ф}} &= \left( \frac{1}{8,7} + 0,145 + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,14}{0,04} + \frac{0,045}{0,76} + \frac{0,016}{0,27} + \frac{1}{23} \right) = \\ &= 3,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,} \end{aligned}$$

Так, значение сопротивления теплопередаче соответствует нормативным требованиям:

$$3,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > 3,86 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$k_{\text{бп}} = \frac{1}{3,95} = 0,253 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Сопротивление теплопередаче перекрытия над подвалом:

$$\begin{aligned} R_{0\text{пн}}^{\phi} &= \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,38} + 0,155 + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,02}{0,23} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{1}{6} \right) = \\ &= 1,83 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}. \end{aligned}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$k_{\text{пн}} = \frac{1}{1,83} = 0,546 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Сопротивление теплопередаче внутренней стены:

$$R_{0\text{вс}}^{\phi} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,12}{0,56} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{8,7} \right) = 0,49 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи:

$$k_{\text{вс}} = \frac{1}{0,49} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Расчет для внутренних стен другой толщины аналогичен.

Расчет светопрозрачных проемов выполняется в соответствии с СП [30]. Требуемое сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций:

$$R_{0,\text{ок}}^{\text{тп}} = 0,663 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Приведенные сопротивления теплопередаче окон принимаются по СП [28]. Для двухкамерного стеклопакета в отдельных пластмассовых переплетах из обычного стекла:

$$R_{0,ок}^{пр} = 0,68 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$
$$R_{0,нс}^{тр} = \frac{16 - (-30)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Приведённое сопротивление теплопередаче входных дверей:

$$R_{0,нд}^{пр} = 0,6 \cdot \frac{16 - (-30)}{4,5 \cdot 8,7} = 0,702 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Так, ограждающие конструкции соответствуют нормативным требованиям.

Приложение В  
Зонирование полов на грунте

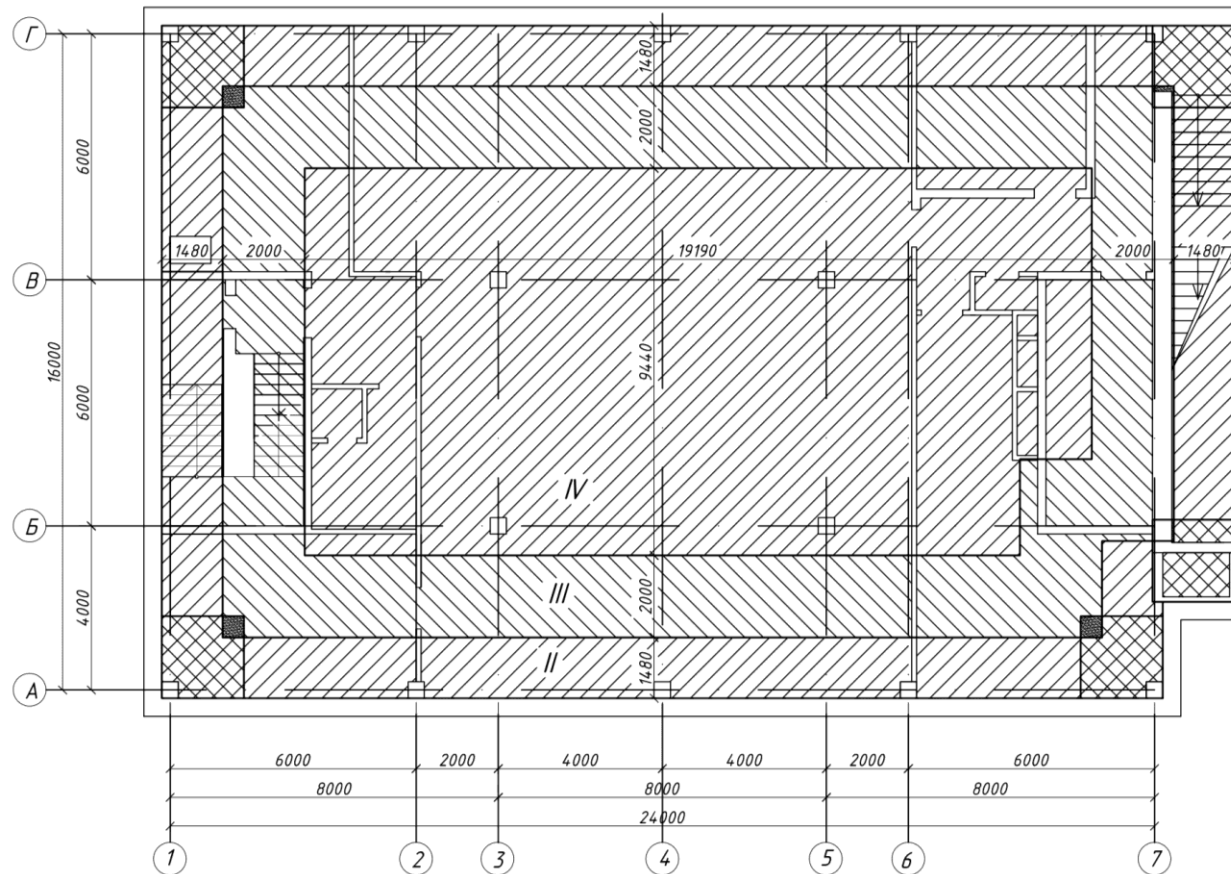


Рисунок В.1 – Зонирование полов на грунте

Продолжение Приложения В

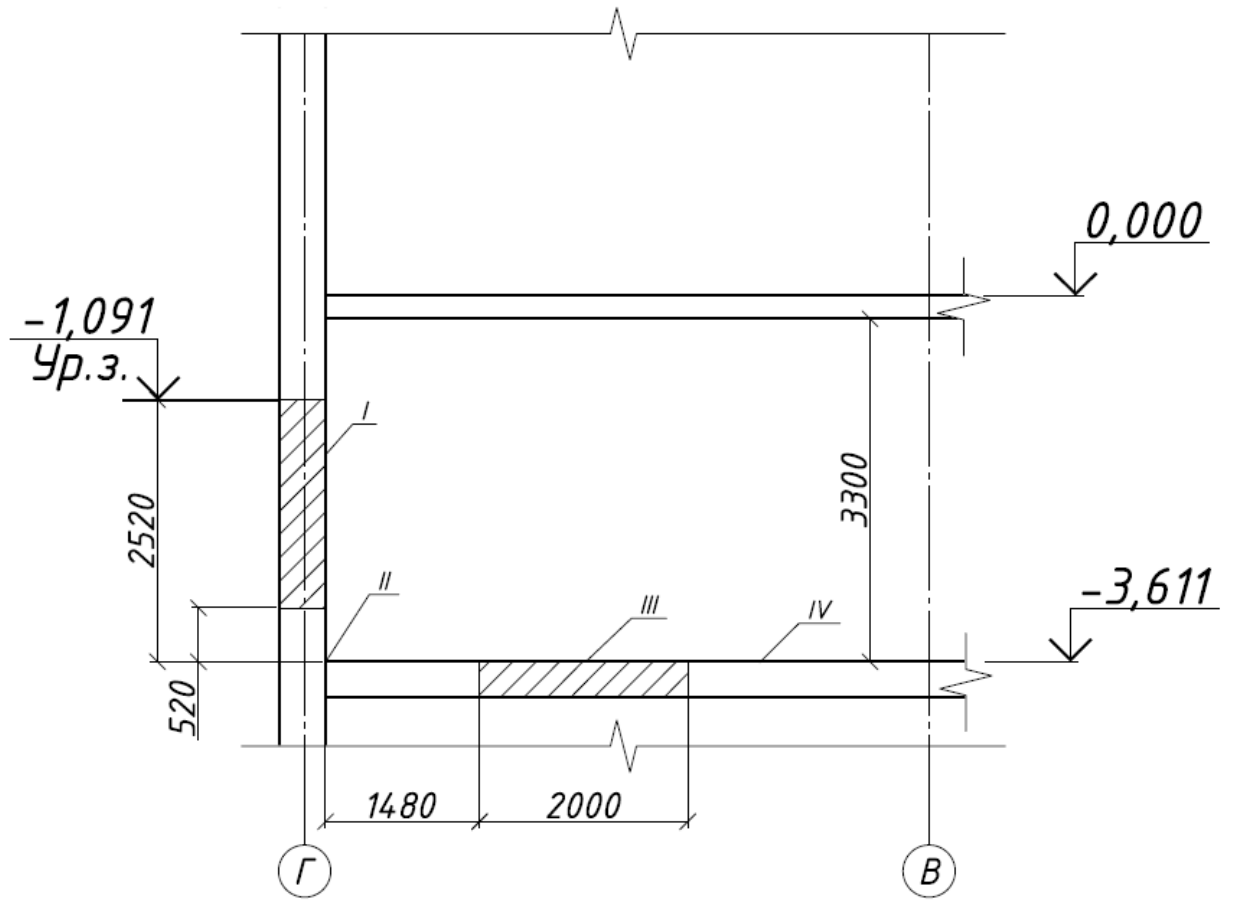


Рисунок В.2 – Зонирование углубленных в землю стен

Приложение Г

Разрез здания

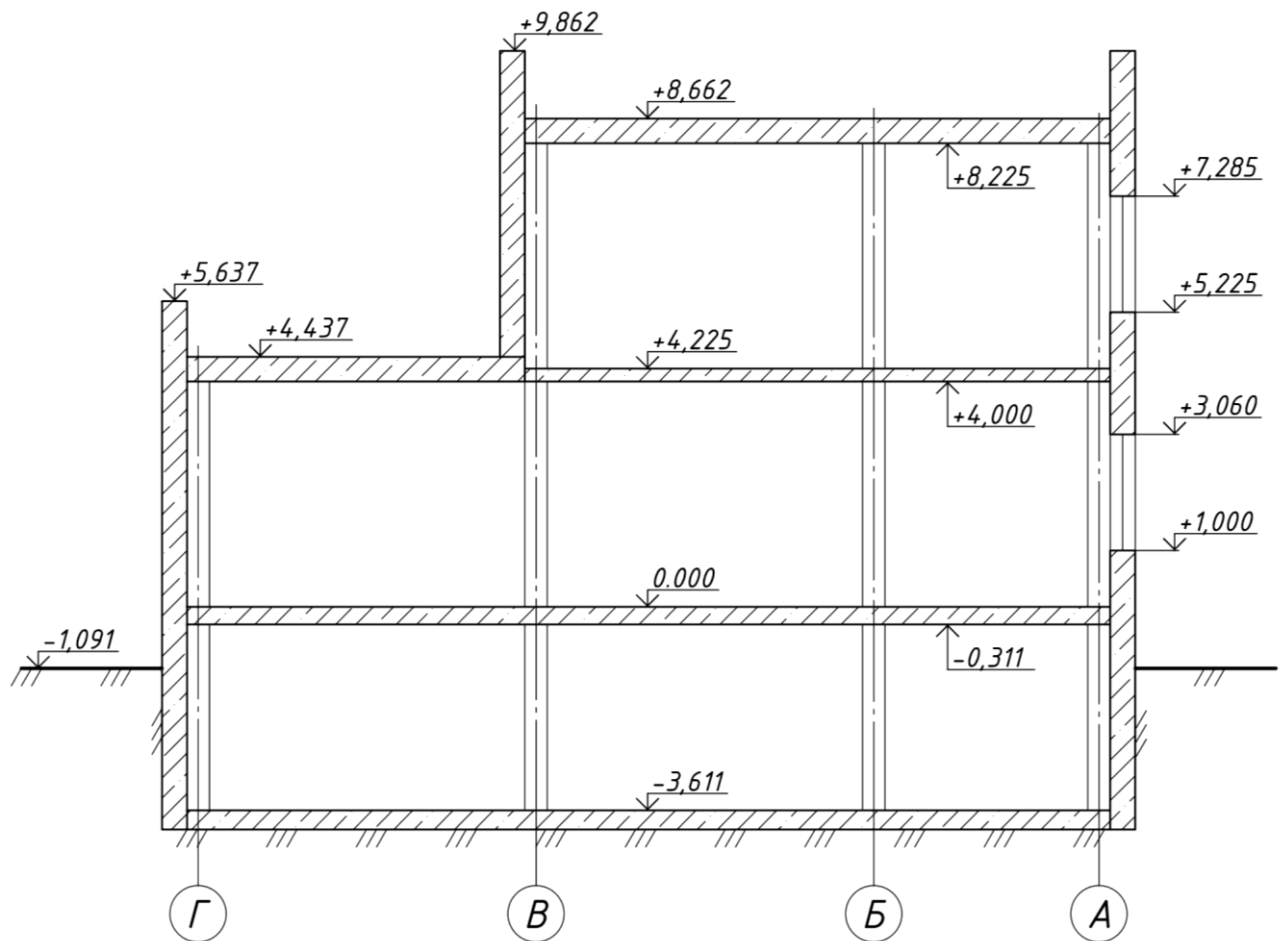


Рисунок Г.1 – Схема разреза здания

Приложение Д  
Теплопотери через ограждающие конструкции

Таблица Д.1 – Теплопотери помещений

1	2	Ограждающие конструкции							10	11	Добавочные теплопотери, $\beta$		14	15
		3	4	размеры, м		7	8	9			12	13		
				а	h									
Подвал														
01	кладовая инвентаря	НС	С	5,06	1,09	5,5	0,332	44	-	81	0,1	0,05	1,15	93
		НС	З	6,64	1,09	7,2	0,332	44		106	0,05	0,05	1,1	116
		Пл	-	4,62	6,1	28,2	-	44		691	-	-	1	691
													$\Sigma$	900
02	демонстрационный зал	НС	С	13,72	1,09	15,0	0,332	44	206	218	0,1	0	1,1	240

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		НС	Ю	12,08	1,09	13,2	0,332	44	-	192	0	0	1	192
		Пл	-	-	-	208,1	-	44		2056	-	-	1	2056
		Пт	-	-	-	4,2	0,549	44		101	-	-	1	101
													∑	2590
03	кладовая оборудования	НС	З	4,54	1,09	4,9	0,332	44	-	72	0,05	0,05	1,1	80
		НС	Ю	6,7	1,09	7,3	0,332	44		107	0	0,05	1,05	112
		Пл	-	6,26	4,06	25,4	-	44		663	-	-	1	663
													∑	855
04	санузел	Пл	-	3,5	2,71	9,5	-	46	-	27	-	-	1	27
													∑	27
05	холл	Пл	-	2,71	2,74	7,4	-	44	-	21	-	-	1	21
													∑	21
06	тамбур	НС	С	1,91	1,09	2,1	0,332	44	-	30	0,1	0	1,1	33
		Пл	-	-	-	20,5	-	44		189	-	-	1	189
														∑
07	щитовая	Пл	-	6,2	3,15	19,5	-	44	-	72	-	-	1	72
													∑	72
08	венткамера	НС	Ю	6,5	1,09	7,1	0,332	44	-	103	0	0,05	1,05	109
		НС	В	2,55	1,09	2,8	0,332	44		41	0,1	0,05	1,15	47
		Пл	-	-	-	42,1	-	44		619	-	-	1	619
													∑	774
09	тепловой пункт	НС	С	4,31	1,09	4,7	0,332	44	-	69	0,1	0	1,1	75
		Пл	-	4,31	4,11	17,7	-	44		296	-	-	1	296
													∑	371



Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
010	уборочная	Пл	-	1	1,75	1,8	-	44	-	5	-	-	1	5
													∑	5
A	лестничная клетка	НС	3	6,2	9,75	58,2	0,332	44	-	850	0,05	0	1,05	893
		O1	3	0,97	1,16	1,1	1,471	44		73	0,05	0	1,05	76
		O2	3	0,97	1,16	1,1	1,471	44		73	0,05	0	1,05	76
		Пл	-	6,2	3,55	22,0	-	44		420	-	-	1	420
		Пт	-	6,2	3,55	22,0	0,253	44		245	-	-	1	245
													∑	1711
Первый этаж														
101	тамбур	НС	С	4,03	4,23	17,0	0,332	44	-	249	0,1	0,05	1,15	286
		НС	3	4,88	4,23	20,6	0,332	44		302	0,05	0,05	1,1	332
		Пт	-	4,44	3,59	15,9	0,253	44		177	-	-	1	177
		НД	3	1,51	2,1	3,2	0,855	44		119	0,05	2,34	3,39	404
													∑	1200
102	вестибюль	НС	С	4,75	4,23	20,1	0,332	46	-	307	0,1	0	1,1	338
		O1	С	1,47	2,06	3,0	1,139	46		159	0,1	0	1,1	175
		Пт	-	4,75	6	28,5	0,253	46		332	-	-	1	332
		НД	3	1,51	2,1	3,2	0,855	46		125	0,05	1,87	2,92	364
													∑	1208
105	офисное помещение	НС	С	16,5	4,23	69,8	0,332	48	176,9	1112	0,1	0	1,1	1223
		НС	Ю	8,61	4,23	36,4	0,332	48		580	0	0	1	580
		BC1	-	13,84	4	55,4	2,04	4		452	-	-	1	452
		BC2	-	3,8	4	15,2	1,66	4		101	-	-	1	101
		O1	С	6,42	2,06	13,2	1,139	48		723	0,1	0	1,1	795

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		О2	ЮЗ	2,94	2,06	6,1	1,139	48	-	331	0	0	1	331
		О3	ЮВ	2,94	2,06	6,1	1,139	48		331	0	0	1	331
		Пл	-	-	-	181,2	0,546	4		396	-	-	1	396
		Пт	-	6,00	16,06	96,4	0,253	48		1170	-	-	1	1170
													∑	5380
106	офисное помещение	НС	З	4,54	4,23	19,2	0,332	48	24,0	306	0,05	0,05	1,1	337
		НС	Ю	6,52	4,23	27,6	0,332	48		440	0	0,05	1,05	461
		О1	З	1,17	2,06	2,4	1,139	48		132	0,05	0,05	1,1	145
		О2	Ю	2,94	2,06	6,1	1,139	48		331	0	0,05	1,05	348
		ВС1	-	6,37	4	25,5	2,04	4		208	-	-	1	208
		ВС2	-	3,65	4	14,6	1,66	4		97	-	-	1	97
		Пл	-	4,1	6,08	24,9	0,546	4	54	-	-	1	54	
													∑	1650
107	офисное помещение	НС	В	4,54	4,23	19,2	0,332	48	24,0	306	0,1	0,05	1,15	352
		НС	Ю	6,52	4,23	27,6	0,332	48		440	0	0,05	1,05	461
		О1	Ю	2,94	2,06	6,1	1,139	48		331	0	0,05	1,05	348
		ВС1	-	6,97	4	27,9	2,04	4		228	-	-	1	228
		ВС2	-	3,05	4	12,2	1,66	4		81	-	-	1	81
		Пл	-	4,1	6,08	24,9	0,546	4		54	-	-	1	54
													∑	1524
108	коридор	НД	Ю	1,51	2,1	3,2	0,855	44	-	119	0	2,96	3,96	472
													∑	472
109	коридор	НД	В	1,51	2,1	3,2	0,855	44		119	0,1	2,96	4,06	484
													∑	484

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
114	тамбур	НС	Ю	0,52	4,23	2,2	0,332	44	-	32	0	0,05	1,05	34
		НС	ЮВ	2,36	4,23	10,0	0,332	44		146	0	0,05	1,05	153
		НД	ЮВ	1,51	2,1	3,2	0,855	44		119	0	3,72	4,72	563
													∑	750
115	тамбур	НС	Ю	0,52	4,23	2,2	0,332	44	-	32	0	0,05	1,05	34
		НС	ЮЗ	2,36	4,23	10,0	0,332	44		146	0	0,05	1,05	153
		НД	ЮЗ	1,51	2,1	3,2	0,855	44		119	0	3,72	4,72	563
													∑	750
116	холл	НС	З	1,66	4,23	7,0	0,332	44	-	103	0,05	0	1,05	108
		НД	С	1,51	2,1	3,2	0,855	44		119	0,1	1,82	2,92	348
														∑
117	тамбур	НС	В	2,16	4,23	9,1	0,332	44	-	133	0,1	0	1,1	147
		НД	В	1,51	2,1	3,2	0,855	44		119	0,1	2,96	4,06	484
														∑
Б	ЛК	Пт	-	6,5	2,95	19,2	0,253	44	-	213	-	-	1	213
		НС1	В	4,06	4,23	17,2	0,332	44		251	0,1	0,05	1,15	289
		НС2	В	6,5	4,44	28,9	0,332	44		422	0,1	0,05	1,15	485
		НС3	С	2,95	4,44	13,1	0,332	44		191	0,1	0,05	1,15	220
		О1	В	0,97	1,16	1,1	1,139	44		56	0,1	0,05	1,15	65
		НД	Ю	1,21	2,1	2,5	0,855	44		96	0	2,24	3,24	310
														∑
Второй этаж														
201	офисное помещение	НС	З	4,54	4,44	20,2	0,332	48	133,3	321	0,05	0,05	1,1	353
		НС	В	4,54	4,44	20,2	0,332	48		321	0,1	0,05	1,15	369
		НС	Ю	15,88	4,44	70,5	0,332	48		1124	0	0,05	1,05	1180

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		НС	ЮВ	5,83	4,44	25,9	0,332	48		413	0	0,05	1,05	433
		НС	ЮЗ	5,83	4,44	25,9	0,332	48		413	0	0,05	1,05	433
		ВС1	-	12,5	4,44	55,5	1,66	4		369	-	-	1	369
		ВС2	-	2,04	4,44	9,1	2,04	4		74	-	-	1	74
		О1	З	1,17	2,06	2,4	1,139	48		132	0,05	0,05	1,1	145
		О2	В	1,17	2,06	2,4	1,139	48		132	0,1	0,05	1,15	152
		О3	Ю	5,88	2,06	12,1	1,139	48		662	0	0,05	1,05	695
		О4	ЮВ	2,94	2,06	6,1	1,139	48		331	0	0,05	1,05	348
		О5	ЮЗ	2,94	2,06	6,1	1,139	48		331	0	0,05	1,05	348
		Пл	-	-	-	30,3	2,51	4		304	-	-	1	304
		Пт	-	-	-	137,3	0,253	48	1667	-	-	1	1667	
													∑	6870
202	коридор	НС	С	4,93	4,44	21,9	0,332	44	-	320	0,1	0	1,1	352
		Пт	-	-	-	17,9	0,253	44		199	-	-	1	199
													∑	551
205	коридор	НС	С	2,51	4,44	11,1	0,332	44	-	163	0,1	0	1,1	179
		Пт	-	-	-	6,5	0,253	44		72	-	-	1	72
													∑	251
206	офисное помещение	НС	С	10,77	4,44	47,8	0,332	48	26,1	762	0,1	0	1,1	838
		ВС	-	5,56	4,44	24,7	2,04	4		201	-	-	1	201
		О1	С	3,21	2,06	6,6	1,139	48		362	0,1	0	1,1	398
		Пт		2,78	10,63	29,6	0,253	48		359	-	-	1	359
													∑	1796

Приложение Е  
Теплопоступления в здание

Таблица Е.1 – Расчет теплопоступлений от солнечной радиации

	Часы суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
105																
С																
$q_{вн}$	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
$q_{вп}$	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
$F, м^2$	13,2															
$k_1$	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
$k_2$	0,95															
$\beta_{сз}$	0,4															
$Q_0$	264	515	384	506	479	448	427	421	421	427	448	479	506	384	515	264
ЮЗ																
$q_{вн}$	-	-	-	-	-	-	65	230	373	465	518	521	457	316	154	5
$q_{вп}$	12	35	58	73	85	92	98	105	116	131	149	154	149	122	71	20

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
F, м <sup>2</sup>	6,1															
k <sub>1</sub>	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
k <sub>2</sub>	0,95															
β <sub>сз</sub>	0,4															
Q <sub>0</sub>	29	85	141	178	207	224	170	349	510	622	696	704	632	457	235	26
ЮВ																
q <sub>вп</sub>	5	154	316	457	521	518	465	373	230	65	-	-	-	-	-	-
q <sub>вр</sub>	20	71	122	149	154	149	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12
F, м <sup>2</sup>	6,1															
k <sub>1</sub>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k <sub>2</sub>	0,95															
β <sub>сз</sub>	0,4															
Q <sub>0</sub>	26	235	457	632	704	696	622	510	349	170	224	207	178	141	85	29
1390 Вт																
201																
3																
q <sub>вп</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	105	280	457	572	607	664	442	160
q <sub>вр</sub>	13	39	59	72	77	77	81	87	98	113	135	166	174	160	99	29
F, м <sup>2</sup>	2,4															
k <sub>1</sub>	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
k <sub>2</sub>	0,95															
β <sub>сз</sub>	0,4															
Q <sub>0</sub>	12	37	56	69	74	74	78	83	83	161	243	303	321	338	222	78

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ю																
q <sub>вп</sub>	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
q <sub>вр</sub>	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F, м <sup>2</sup>	12,1															
k <sub>1</sub>	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k <sub>2</sub>	0,95															
β <sub>сз</sub>	0,4															
Q <sub>0</sub>	48	208	386	331	590	832	1032	1132	1132	1032	832	590	331	386	208	48
ЮЗ																
q <sub>вп</sub>	-	-	-	-	-	-	65	230	373	465	518	521	457	316	154	5
q <sub>вр</sub>	12	35	58	73	85	92	98	105	116	131	149	154	149	122	71	20
F, м <sup>2</sup>	6,1															
k <sub>1</sub>	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
k <sub>2</sub>	0,95															
β <sub>сз</sub>	0,4															
Q <sub>0</sub>	29	85	141	178	207	224	170	349	510	622	696	704	632	457	235	26
ЮВ																
q <sub>вп</sub>	5	154	316	457	521	518	465	373	230	65	-	-	-	-	-	-
q <sub>вр</sub>	20	71	122	149	154	149	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12
F, м <sup>2</sup>	6,1															
k <sub>1</sub>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k <sub>2</sub>	0,95															
β <sub>сз</sub>	0,4															

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$Q_0$	26	235	457	632	704	696	622	510	349	170	224	207	178	141	85	29
В																
$q_{вп}$	160	442	664	607	572	457	280	105	-	-	-	-	-	-	-	-
$q_{вд}$	29	99	160	174	166	135	113	98	87	81	77	77	72	59	39	13
$F, м^2$	2,4															
$k_1$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
$k_2$	0,95															
$\beta_{сз}$	0,4															
$Q_0$	78	222	338	321	303	243	161	83	83	78	74	74	69	56	37	12
2710 Вт																

Расчет в таблице Е.1 производится в соответствии со сводом правил [31].



## Продолжение Приложения Е

Расчет тепlopоступлений ведется для трех помещений: демонстрационного зала (помещение № 02) и двух офисных помещений с площадями, превышающими 36 м<sup>2</sup> (помещения № 105 и № 201).

Тепlopоступления от людей в холодный период года:

$$\begin{aligned}Q_{л}^{02} &= 133 \cdot 21 = 2793 \text{ Вт}, \\Q_{л}^{105} &= 115,6 \cdot 18 = 2081 \text{ Вт}, \\Q_{л}^{201} &= 115,6 \cdot 14 = 1618 \text{ Вт}.\end{aligned}$$

В теплый период года:

$$\begin{aligned}Q_{л}^{02} &= 52 \cdot 21 = 1092 \text{ Вт}, \\Q_{л}^{105} &= 52 \cdot 18 = 936 \text{ Вт}, \\Q_{л}^{201} &= 52 \cdot 14 = 728 \text{ Вт}.\end{aligned}$$

Избытки влаги в холодный период года:

$$\begin{aligned}W^{02} &= 0,11 \cdot 21 = 2,31 \text{ кг/ч}, \\W^{105} &= 0,128 \cdot 18 = 2,3 \text{ кг/ч}, \\W^{201} &= 0,128 \cdot 14 = 1,79 \text{ кг/ч}.\end{aligned}$$

В теплый период года:

$$\begin{aligned}W^{02} &= 0,212 \cdot 21 = 4,45 \text{ кг/ч}, \\W^{105} &= 0,212 \cdot 18 = 3,82 \text{ кг/ч}, \\W^{201} &= 0,212 \cdot 14 = 2,97 \text{ кг/ч}.\end{aligned}$$

Количество тепла от искусственного освещения:

#### Продолжение Приложения Е

$$Q_{\text{осв}}^{02} = 300 \cdot 206 \cdot 0,067 \cdot 1 = 4141 \text{ Вт},$$
$$Q_{\text{осв}}^{105} = 300 \cdot 176,9 \cdot 0,0633 \cdot 1 = 3359 \text{ Вт},$$
$$Q_{\text{осв}}^{201} = 300 \cdot 133,3 \cdot 0,0633 \cdot 1 = 2531 \text{ Вт}.$$

Количество и типы оборудования в помещениях определяется по чертежам планировки. В офисном помещении № 105 размещено 18 компьютеров, 18 мониторов, а также 2 лазерных принтера. В офисном помещении № 201 – 14 компьютеров, 14 мониторов и 2 принтера. В демонстрационном зале – 1 компьютер, 1 монитор и проектор. Так, исходя из величины потребляемой мощности оборудования, получаем количество теплоты, выделяемое оборудованием:

$$Q_{\text{об}}^{02} = 1 \cdot 70 + 1 \cdot 30 + 1 \cdot 80 = 180 \text{ Вт},$$
$$Q_{\text{об}}^{105} = 18 \cdot 70 + 18 \cdot 30 + 2 \cdot 130 = 2060 \text{ Вт},$$
$$Q_{\text{об}}^{201} = 14 \cdot 70 + 14 \cdot 30 + 2 \cdot 130 = 1660 \text{ Вт}.$$

В соответствии с рассчитанными значениями производится расчет воздухообмена в рассмотренных помещениях на разбавление избытков теплоты и влаги.

Приложение Ж  
Гидравлический расчет системы отопления

Таблица Ж.1 – Гидравлический расчет системы отопления

Номер участка	Q, Вт	G, кг/ч	$l_{уч}$ , м	$R_{ср}$ , Па/м	d, мм	$R_{ф}$ , Па/м	$R_{фl}$ , Па	v, м/с	$(pv^2)/2$ , Па	$\Sigma\xi$	Z, Па	$R_{фl+Z}$ , Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Главное циркуляционное кольцо (Ветвь А)													
1-2	32256	1187	19,9	62,3	32	46,7	929	0,32	49,2	19,8	974	1903	9 отводов (0,2), 2 вентиля обыкновенных (9)
2-3	25559	941	2,36		32	29,9	71	0,25	30,1	5,7	172	243	тройник на повороте (1,5), отвод (0,2), кран пробковый проходной (2), скоба гнутая (2)
3-4	10242	377	0,26		20	77,7	20	0,30	43,3	10,9	472	492	крестовина на повороте (0,9), вентиль обыкновенный (10)
4-5	8030	296	20,2		20	48,2	974	0,22	23,3	18,8	438	1412	тройник на проходе (6,7), 11 отводов (1,1)
5-6	6651	245	2,82		20	33,9	96	0,19	17,4	6,7	117	213	тройник на проходе (6,7)
6-7	5272	194	15,6		20	23,3	363	0,15	10,8	14,56	157	520	тройник на проходе (6,7), 6 отводов 90 град. (1,1), 2 отвода 45 град. (0,63)
7-8	4072	150	5,67		20	14	79	0,11	5,8	12,4	72	151	тройник на проходе (6,7), 4 отвода 90 град. (1,1), 2 отвода 45 град. (0,65)
8-9	2872	106	15,6		15	31	484	0,15	10,8	12,66	137	621	тройник на проходе (3,56), 6 отводов 90 град. (1,3), 2 отвода 45 град. (0,65)
9-10	1915	70	2,64		15	14,9	39,3 4	0,1	4,8	2,2	11	50	тройник на проходе (2,2)

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10-а-11	958	35	11,7	-	15	3	35,1	0,05	1,2	47,6	57	92	2 тройника на проходе (2,2), 10 отводов (1,6), крд (17,5), кран пробковый (3,8), радиатор (2,1), 2 скобы гнутые (3)
11-12	1915	70	2,64		15	14,9	39,34	0,1	4,8	2,2	11	50	тройник на проходе (2,2)
12-13	2872	106	15,6		15	31	484	0,15	10,8	12,66	137	621	тройник на проходе (3,56), 6 отводов 90 град. (1,3), 2 отвода 45 град. (0,65)
13-14	4072	150	5,67		20	14	79	0,11	5,8	12,4	72	151	тройник на проходе (6,7), 4 отвода 90 град. (1,1), 2 отвода 45 град. (0,65)
14-15	5272	194	15,6		20	23,3	363	0,15	10,8	14,56	157	520	тройник на проходе (6,7), 6 отводов 90 град. (1,1), 2 отвода 45 град. (0,63)
15-16	6651	245	2,82		20	33,9	96	0,19	17,4	6,7	117	213	тройник на проходе (6,7)
16-17	8030	296	20,2		20	48,2	974	0,22	23,3	18,8	438	1412	тройник на проходе (6,7), 11 отводов (1,1)
17-18	10242	377	0,26		20	77,7	20	0,30	43,3	10,9	472	492	крестовина на повороте (0,9), вентиль обыкновенный (10)
18-19	25559	941	2,36		32	29,9	71	0,25	30,6	6	184	255	тройник на повороте (1,8), отвод (0,2), кран пробковый проходной (2), скоба гнутая (2)
19-1*	32256	1187	19,9		32	46,7	929	0,32	50,1	19,8	992	1921	9 отводов (0,2), 2 вентиля обыкновенных (9)
		∑	181,8							∑	5187	11332	
Ответвления на приборы ветви А													
4-17	2212	81	6,52	-	15	18,9	123,2	0,11	5,8	44,2	256	379	тройник на повороте (4,7), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (15,62)
5-16	1379	51	2,3	-	15	6,5	14,95	0,07	2,4	35,08	84	99	тройник на повороте (9,1), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													гнутая (3), радиатор (2,1)
6-15	1379	51	2,3	-	15	6,5	14,95	0,07	2,4	30,68	74	89	тройник на повороте (4,7), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
7-14	1200	44	2,6	-	15	4	10,4	0,06	1,7	34,28	58	68	тройник на повороте (4,7), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (5,68)
8-13	1200	44	2,6	-	15	4	10,4	0,06	1,7	33,48	57	67	тройник на повороте (3), тройник на повороте (-2,66), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (5,68)
9-12	957	35	2,3	-	15	3	6,9	0,05	1,2	32,34	39	46	тройник на повороте (5,4), тройник на повороте (-2,66), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
10-6-11	957	35	2,3	-	15	3	6,9	0,05	1,2	34,2	41	48	тройник на повороте (2,3), тройник на повороте (2,3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
Ветвь Б													
3-20	5844	215	9,58	53,7	20	26,7	255,8	0,17	13,9	13,8	192	448	крестовина на повороте (1,6), вентиль обыкновенный (10), 2 отвода (1,1)
20-21	5348	197	2,82		20	23,1	65,14	0,15	10,8	16,0	173	238	тройник на проходе (16)
21-22	4852	179	5,91		20	18,4	108,7	0,14	9,4	20,4	192	301	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,1)
22-23	4355	161	2,02		20	15,2	30,7	0,12	6,9	16,0	110	141	тройник на проходе (16)
23-24	3858	142	3,77		20	12,4	46,75	0,10	4,8	20,4	98	145	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,1)

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24-25	3461	124	2,02		15	43,4	87,67	0,21	21,2	16,0	339	427	тройник на проходе (16)
25-26	2964	106	5,52		15	31,7	175	0,16	12,3	21,2	261	436	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,3)
26-27	1756	62	3,02		15	13	39,26	0,10	4,8	1,61	8	47	тройник на проходе (1,61)
27-в-28	456	18	12,6		15	1,6	20,16	0,03	0,4	22,5	9	29	2 тройника на проходе (6,7), 7 отводов (1,3)
28-29	1756	62	3,02		15	13	39,26	0,10	4,8	1,61	8	47	тройник на проходе (1,61)
29-30	2964	106	5,52		15	31,7	175	0,16	12,3	21,2	261	436	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,3)
30-31	3461	124	2,02		15	43,4	87,67	0,21	21,2	16,0	339	427	тройник на проходе (16)
31-32	3858	142	3,77		20	12,4	46,75	0,10	4,8	20,4	98	145	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,1)
32-33	4355	161	2,02		20	15,2	30,7	0,12	6,9	16,0	110	141	тройник на проходе (16)
33-34	4852	179	5,91		20	18,4	108,7	0,14	9,4	20,4	192	301	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,1)
34-35	5348	197	2,82		20	23,1	65,14	0,15	10,8	16,0	173	238	тройник на проходе (16)
35-18	5844	215	9,58		20	26,7	255,8	0,17	13,9	13,8	192	448	крестовина на повороте (1,6), вентиль обыкновенный (10), 2 отвода (1,1)
		Σ	81,9							Σ	2755	4395	
Ответвления на приборы ветви Б													
20-35	496	18	2,3	-	15	1,6	3,68	0,03	0,4	37,61	15	19	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (4,31)
21-34	496	18	2,3	-	15	1,6	3,68	0,03	0,4	37,61	15	19	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (4,31)
22-33	497	18	2,3	-	15	1,6	3,68	0,03	0,4	37,61	15	19	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (4,31)

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23-32	497	18	2,3	-	15	1,6	3,68	0,03	0,4	37,61	15	19	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (4,31)
24-31	497	18	2,3	-	15	1,6	3,68	0,03	0,4	37,61	15	19	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (4,31)
25-30	497	18	2,3	-	15	1,6	3,68	0,03	0,4	37,61	15	19	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (4,31)
26-29	1208	44	2,3	-	15	4	9	0,06	1,7	33,65	57	66	тройник на повороте (1,75), тройник на повороте (2,3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
27-Г-28	1200	44	2,3	-	15	4	9	0,06	1,7	35,2	60	69	тройник на повороте (3,3), тройник на повороте (2,3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
Ветвь В													
3-36	9473	349	3,65	44,2	20	65,8	240	0,27	35,1	2,8	98	338	крестовина на проходе (0,6), 2 отвода (1,1)
36-37	6875	253	13,1		20	36,0	472	0,19	17,4	11,5	200	672	тройник на повороте (1,5), кран пробковый (1,2), 8 отводов (1,1)
37-38	5981	220	2,82		20	27,8	78	0,17	13,9	0,81	11	89	тройник на повороте (0,81)
38-39	5082	187	8,32		20	20,3	169	0,14	9,4	6,59	62	231	тройник на повороте (0,93), 4 отвода 90 град. (1,1), 2 отвода 45 град. (0,63)

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
39-40	3882	143	5,83		15	54,9	320	0,20	19,2	7,4	142	462	тройник на проходе (1), 4 отвода 90 град. (1,3), 2 отвода 45 град. (0,6)
40-41	2682	99	7,6		15	28,0	213	0,14	9,4	6,85	64	277	тройник на проходе (1), 4 отвода 90 град. (1,3), отвод 45 град. (0,65)
41-42	1788	66	2,82		15	13,0	37	0,10	4,8	2,2	11	48	тройник на проходе (2,2)
42-д-43	894	33	11,7		15	2,9	34	0,05	1,2	49,8	60	94	2 тройника на проходе (2,2), 10 отводов (1,6), крд (17,5), кран пробковый (3,8), радиатор (2,1), 2 скобы гнутые (3)
43-44	1788	66	2,82		15	13,0	37	0,10	4,9	2,2	11	48	тройник на проходе (2,2)
44-45	2682	99	7,6		15	28,0	213	0,14	9,6	6,85	66	279	тройник на проходе (1), 4 отвода 90° (1,3), отвод 45° (0,65)
45-46	3882	143	5,83		15	54,9	320	0,20	19,6	7,4	145	465	тройник на проходе (1), 4 отвода 90 град. (1,3), 2 отвода 45 град. (0,6)
46-47	5082	187	8,32		20	20,3	169	0,14	9,6	6,59	63	232	тройник на проходе (0,93), 4 отвода 90 град. (1,1), 2 отвода 45 град. (0,63)
47-48	5981	220	2,82		20	27,8	78	0,17	14,1	0,81	11	89	тройник на проходе (0,81)
48-49	6875	253	13,1		20	36,0	472	0,19	17,6	11,8	208	680	тройник на повороте (1,8), кран пробковый (1,2), 8 отводов (1,1)
49-18	9473	349	3,65		20	65,8	240	0,27	35,6	4,8	171	411	крестовина на проходе (0,6), скоба гнутая (2), 2 отвода (1,1)
		Σ	100,0							Σ	1323	4415	
ответвления на приборы ветви в													
37-48	894	33	2,3	-	15	3,2	7	0,05	1,2	35,38	42	49	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
38-47	899	33	2,3	-	15	3,2	7	0,05	1,2	35,38	42	49	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран



Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
39-46	1200	44	2,6	-	15	4,4	11	0,06	1,8	34,88	63	74	тройник на повороте (4,7), тройник на повороте (-3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (5,68)
40-45	1200	44	2,6	-	15	4,4	11	0,06	1,8	32,28	58	69	тройник на повороте (1,75), тройник на повороте (-2,66), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (5,68)
41-44	894	33	2,3	-	15	3,2	7	0,05	1,2	34,4	41	48	тройник на повороте (4,7), тройник на повороте (0), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
42-е-43	894	33	2,3	-	15	3,2	7	0,05	1,2	34,3	41	48	тройник на повороте (2,3), тройник на повороте (2,3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
Ветвь Г													
36-50	2598	96	19,9	28,1	15	25,9	515	0,13	8,1	31,5	255	770	тройник на повороте (9), вентиль обыкновенный (16), 5 отводов (1,3)
50-51	2347	86	8,39		15	21	176	0,12	6,9	5,96	41	217	тройник на проходе (0,76), 4 отвода (1,3)
51-ж-52	551	20	14,9		15	1,7	25	0,03	0,4	47,4	19	44	2 тройника на проходе (6,7), 12 отводов (1,3), крд (17,5), кран пробковый (5,5), радиатор (2,1)
52-53	2347	86	8,39		15	21	176	0,12	7,0	5,96	42	218	тройник на проходе (0,76), 4 отвода

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													(1,3)
53-49	2598	96	19,9		15	25,9	515	0,13	8,3	29,5	245	760	тройник на повороте (7), вентиль обыкновенный (16), 5 отводов (1,3)
		Σ	71,5							Σ	602	2009	
ответвления на приборы ветви г													
50-53	251	10	2,3	-	15	0,9	2	0,02	0,2	44,6	9	11	тройник на повороте (25), тройник на повороте (-10), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
51-и-52	1796	66	2,3	-	15	13	30	0,10	4,8	64,4	309	339	тройник на повороте (2,8), тройник на повороте (2,3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
Ветвь Д													
2-54	6697	247	30,7	40,4	20	34,1	1047	0,19	17,4	17,8	310	1357	тройник на проходе (6,7), вентиль обыкновенный (10), 19 отводов (1,1)
54-55	5710	210	6,95		20	25,7	179	0,16	12,3	20,4	251	430	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,1)
55-56	4828	178	14,8		20	18,7	277	0,14	9,4	25,9	243	520	тройник на проходе (16), 9 отводов (1,1)
56-57	3117	115	7,84		15	36	282	0,16	12,3	13,2	162	444	тройник на проходе (6,7), 5 отводов (1,3)
57-58	2196	80	8,77		15	18,8	165	0,11	5,8	7,4	43	208	тройник на проходе (2,2), 4 отвода (1,3)
58-к-59	1098	40	11,1		15	3,6	40	0,06	1,7	43,4	74	114	2 тройника на проходе (2,2), 6 отводов (1,6), крд (17,5), кран пробковый (3,8), радиатор (2,1), 2 скобы гнутые (3)
59-60	2196	80	8,77		15	18,8	165	0,11	5,8	7,4	43	208	тройник на проходе (2,2), 4 отвода (1,3)
60-61	3117	115	7,84		15	36	282	0,16	12,3	13,2	162	444	тройник на проходе (6,7), 5 отводов

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													(1,3)
61-62	4828	178	14,8		20	18,7	277	0,14	9,4	25,9	243	520	тройник на проходе (16), 9 отводов (1,1)
62-63	5710	210	6,95		20	25,7	179	0,16	12,3	20,4	251	430	тройник на проходе (16), 4 отвода (1,1)
63-19	6697	247	30,7		20	34,1	1047	0,19	17,4	17,8	310	1357	тройник на проходе (6,7), вентиль обыкновенный (10), 19 отводов (1,1)
		Σ	149,2							Σ	2092	6032	
Ответвления на приборы ветви Д													
54-63	987	37	2,3		15	3,1	7	0,05	1,2	35,4	42	49	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
55-62	882	32	2,3		15	2,9	7	0,05	1,2	35,4	42	49	тройник на повороте (9,4), тройник на повороте (-3,62), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
56-61	1711	63	2,55		15	12	31	0,09	3,9	39,18	153	184	тройник на повороте (3), тройник на повороте (1,4), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), конвектор (6,38)
57-60	921	35	1,9		15	2,9	6	0,05	1,2	34,6	42	48	тройник на повороте (3), тройник на повороте (1,4), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)
58-л-59	1098	40	1,9		15	3,5	7	0,06	1,7	34,8	59	66	тройник на повороте (2,3), тройник на повороте (2,3), крд (17,5), кран пробковый (3,8), 2 отвода (1,6), скоба гнутая (3), радиатор (2,1)

Продолжение Приложения Ж

Участок 5-16:

$$\Delta P^{\text{TP}} = 3202 - 99 = 3103 \text{ Па},$$

$$k_v^{\text{TP}} = \frac{51}{1000 \cdot \sqrt{3103 \cdot 10^{-5}}} = 0,29 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Выбирается клапан RA-N 15, положение 5. Перепад давления на клапане по диаграмме составит:

$$\Delta P^{\Phi} = 2950 \text{ Па},$$

$$\frac{3202 - (2950 + 99)}{3202} \cdot 100\% = 4,8\% \leq 15\%.$$

Участок 6-15:

$$\Delta P^{\text{TP}} = 2776 - 89 = 2687 \text{ Па},$$

$$k_v^{\text{TP}} = \frac{51}{1000 \cdot \sqrt{2687 \cdot 10^{-5}}} = 0,311 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Выбирается клапан RA-N 10, положение 6. Перепад давления на клапане по диаграмме составит:

$$\Delta P^{\Phi} = 2500 \text{ Па},$$

$$\frac{2776 - (2500 + 89)}{2776} \cdot 100\% = 6,7\% \leq 15\%.$$

Участок 7-14:

$$\Delta P^{\text{TP}} = 1736 - 68 = 1668 \text{ Па},$$

$$k_v^{\text{TP}} = \frac{44}{1000 \cdot \sqrt{1668 \cdot 10^{-5}}} = 0,341 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Продолжение Приложения Ж

Выбирается клапан RA-N 10, положение 6. Перепад давления при данном расходе на клапане по диаграмме составит:

$$\Delta P^{\Phi} = 1450 \text{ Па},$$
$$\frac{1736 - (1450 + 62)}{1736} \cdot 100\% = 12,9\% \leq 15\%.$$

Участок 8-13:

$$\Delta P^{\text{TP}} = 1434 - 67 = 1367 \text{ Па},$$
$$k_v^{\text{TP}} = \frac{44}{1000 \cdot \sqrt{1367 \cdot 10^{-5}}} = 0,376 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Выбирается клапан RA-N 15, положение 6. Перепад давления при данном расходе на клапане по диаграмме составит:

$$\Delta P^{\Phi} = 1300 \text{ Па},$$
$$\frac{1434 - (1300 + 61)}{1434} \cdot 100\% = 5,1\% \leq 15\%.$$

Участок 9-12:

$$\Delta P^{\text{TP}} = 192 - 46 = 146 \text{ Па}.$$

Избыточное давление на участке относительно невелико, увязка участка производится с помощью дроссельной шайбы. Положение регулировочного клапана принимается крайним открытым. По формуле (3.3) определяется диаметр шайбы:

Продолжение Приложения Ж

$$d_{ш} = \sqrt[4]{\left(\frac{35^2}{146}\right)} \cdot 3,54 = 6,1 \text{ мм.}$$

Увязка участка 10-б-11 с магистралью производится аналогично:

$$\Delta P^{TP} = 92 - 48 = 44 \text{ Па,}$$

$$d_{ш} = \sqrt[4]{\left(\frac{35^2}{44}\right)} \cdot 3,54 = 8,2 \text{ мм.}$$

Фактический перепад давления на шайбе:

$$\Delta P^{\Phi} = \frac{G^2 \cdot 3,54^4}{d_{ш}^2}, \text{ Па,} \quad (\text{Ж.1})$$

$$\Delta P^{\Phi} = \frac{35^2 \cdot 3,54^4}{8,2^2} = 42,5 \text{ Па,}$$

$$\frac{92 - (44 + 48)}{92} \cdot 100\% = 0\% \leq 15\%.$$

Увязка ветвей Б, В, Г и Д с главным циркуляционным кольцом и между собой осуществляется с помощью дроссельных диафрагм. Ветвь Б:

$$\Delta P^{TP} = 7010 - 4395 = 2615 \text{ Па,}$$

$$d_{ш} = \sqrt[4]{\left(\frac{215^2}{2615}\right)} \cdot 3,54 = 7,3 \text{ мм.}$$

Ветвь В:

$$\Delta P^{TP} = 7010 - 4415 = 2595 \text{ Па,}$$

Продолжение Приложения Ж

$$d_{ш} = \sqrt[4]{\left(\frac{349^2}{2595}\right)} \cdot 3,54 = 9,3 \text{ мм},$$

$$\Delta P^{\phi} = \frac{349^2 \cdot 3,54^4}{9,3^4} = 2557 \text{ Па},$$

$$\frac{7010 - (2557 + 4415)}{7010} \cdot 100\% = 0,5\% \leq 15\%.$$

Ветвь Г увязывается с ветвью В:

$$\Delta P^{\text{TP}} = (4415 + 2557) - 2009 = 4963 \text{ Па},$$

$$d_{ш} = \sqrt[4]{\left(\frac{96^2}{4963}\right)} \cdot 3,54 = 4,1 \text{ мм}.$$

Ветвь Д увязывается с главным циркуляционным направлением:

$$\Delta P^{\text{TP}} = 7508 - 6032 = 1476 \text{ Па},$$

$$d_{ш} = \sqrt[4]{\left(\frac{247^2}{1476}\right)} \cdot 3,54 = 9 \text{ мм}.$$

Увязка других участков производится аналогично. Результаты расчета отражаются на расчетной схеме и аксонометрической схеме системы отопления.

## Продолжение Приложения Ж

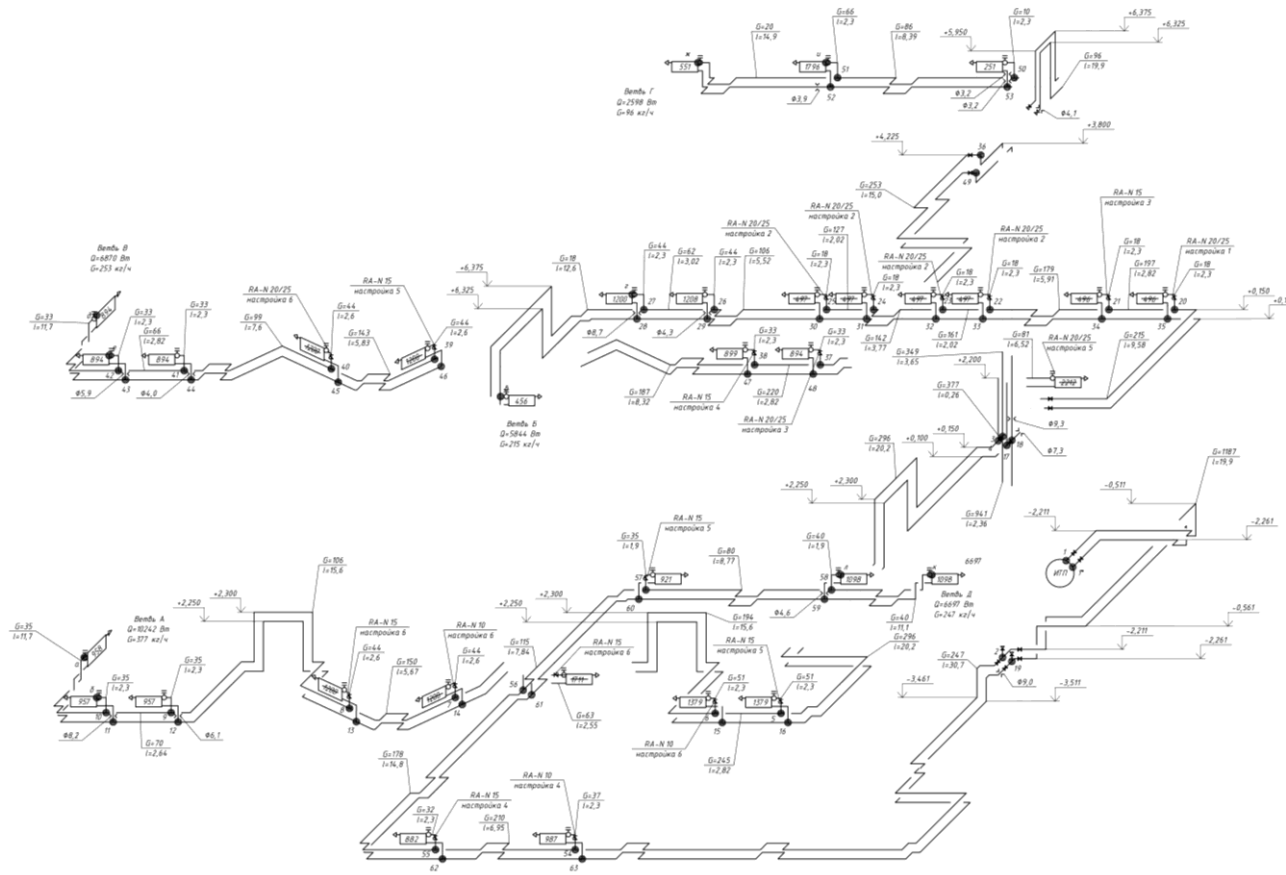


Рисунок Ж.1 – Расчетная схема системы отопления



## Приложение И

### Расчет и подбор отопительных приборов

Таблицы И.1 – Тепловой расчет отопительных приборов

Номер помещения	$Q_{\text{пом}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{пр. гр.}}, \text{Вт}$	$G_{\text{пр}}, \text{кг/ч}$	$t_{\text{в}}, \text{°C}$	$t_{\text{вх}}, \text{°C}$	$t_{\text{вых}}, \text{°C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, \text{°C}$	$q_{\text{ном}}, \text{Вт/м}^2$	$q_{\text{пр}}, \text{Вт/м}^2$	$Q_{\text{гр}}, \text{Вт}$	$\beta_1$	$\beta_2$	$Q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{пр}}^{\text{расч}}, \text{Вт}$	$F_{\text{секц}}, \text{м}^2$	$F_{\text{пр}}, \text{м}^2$	$\beta_3$	N, шт.	Прибор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Подвал																			
01	921	921	35	14,0	95,0	70,0	68,5	121	367	758	1,02	1,04	239	254	0,29	0,69	1,057	2	РБС-300
02	3183	1098	40	14,0	95,0	70,0	68,5	185	348	422	1,02	1,04	718	762	0,47	2,19	0,997	5	РБС-500
		1098	40	14,0	95,0	70,0	68,5	185	348	420	1,02	1,04	720	764	0,47	2,20	0,997	5	РБС-500
		987	37	14,0	95,0	70,0	68,5	121	368	844	1,02	1,04	227	241	0,29	0,65	1,062	2	РБС-300
03	882	882	32	14,0	95,0	70,0	68,5	121	366	729	1,02	1,04	226	240	0,29	0,62	1,067	2	РБС-300
А	1711	1711	63	14,0	95,0	70,0	68,5	338	-	413	1,02	1,05	1339	1434	-	4,27	0,984	-	КСК 20М У9
Первый этаж																			
101	1200	1200	44	14,0	95,0	70,0	68,5	121	370	737	1,02	1,04	537	570	0,29	1,45	1,011	5	РБС-300
102	1208	1208	44	16,0	95,0	70,0	66,5	121	356	452	1,02	1,04	801	850	0,29	2,25	0,997	8	РБС-300
105	5380	497	18	18,0	95,0	70,0	64,5	392	-	138	1,02	1,05	373	399	-	1,02	1,029	-	КСК 20-400 У1М
		497	18	18,0	95,0	70,0	64,5	392	-	138	1,02	1,05	373	399	-	1,02	1,029	-	КСК 20-400 У1М
		497	18	18,0	95,0	70,0	64,5	392	-	138	1,02	1,05	373	399	-	1,02	1,029	-	КСК 20-400 У1М
		497	18	18,0	95,0	70,0	64,5	392	-	138	1,02	1,05	373	399	-	1,02	1,029	-	КСК 20-400 У1М

Продолжение Приложения И

Продолжение таблицы И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		496	18	18,0	95,0	70,0	64,5	392	-	138	1,02	1,05	372	398	-	1,02	1,029	-	КСК 20-400 У1М
		496	18	18,0	95,0	70,0	64,5	392	-	138	1,02	1,05	372	398	-	1,02	1,029	-	КСК 20-400 У1М
		1200	44	18,0	95,0	70,0	64,5	278	-	215	1,02	1,05	1007	1078	-	4,05	0,985	-	КСК 20-1127 У8М
		1200	44	18,0	95,0	70,0	64,5	278	-	215	1,02	1,05	1007	1078	-	4,05	0,985	-	КСК 20-1127 У8М
106	2872	957	35	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	109	1,02	1,04	859	911	0,29	2,53	0,994	9	РБС-300
		957	35	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	109	1,02	1,04	859	911	0,29	2,53	0,994	9	РБС-300
		958	35	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	111	1,02	1,04	858	910	0,29	2,53	0,994	9	РБС-300
107	2758	1379	51	18,0	95,0	70,0	64,5	121	344	214	1,02	1,04	1186	1258	0,29	3,45	0,987	12	РБС-300
	2758	1379	51	18,0	95,0	70,0	64,5	121	344	214	1,02	1,04	1186	1258	0,29	3,45	0,987	12	РБС-300
Б	2212	2212	81	14,0	95,0	70,0	68,5	311	-	49	1,02	1,05	2168	2322	-	7,48	0,978	-	КСК 20С У23

Продолжение Приложения И

Продолжение таблицы И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Второй этаж																			
201	6875	894	33	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	165	1,02	1,04	746	791	0,29	2,20	0,997	8	РБС-300
		899	33	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	175	1,02	1,04	742	787	0,29	2,19	0,997	8	РБС-300
		1200	44	18,0	95,0	70,0	64,5	278	-	220	1,02	1,05	1002	1073	-	4,05	0,985	-	КСК 20-1127 У8м
		1200	44	18,0	95,0	70,0	64,5	278	-	220	1,02	1,05	1002	1073	-	4,05	0,985	-	КСК 20-1127 У8м
		894	33	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	114	1,02	1,04	791	839	0,29	2,33	0,996	8	РБС-300
		894	33	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	114	1,02	1,04	791	839	0,29	2,33	0,996	8	РБС-300
		894	33	18,0	95,0	70,0	64,5	121	339	118	1,02	1,04	788	836	0,29	2,32	0,996	8	РБС-300
202	551	551	20	14,0	95,0	70,0	68,5	121	359	52	1,02	1,04	504	535	0,29	1,40	1,013	5	РБС-300
205	251	251	10	14,0	95,0	70,0	68,5	121	349	95	1,02	1,04	166	176	0,29	0,48	1,095	2	РБС-300
206	1796	1796	66	18,0	95,0	70,0	64,5	121	348	95	1,02	1,04	1711	1815	0,29	4,92	0,982	17	РБС-300

# Приложение К

## Характеристики смесительных насосов

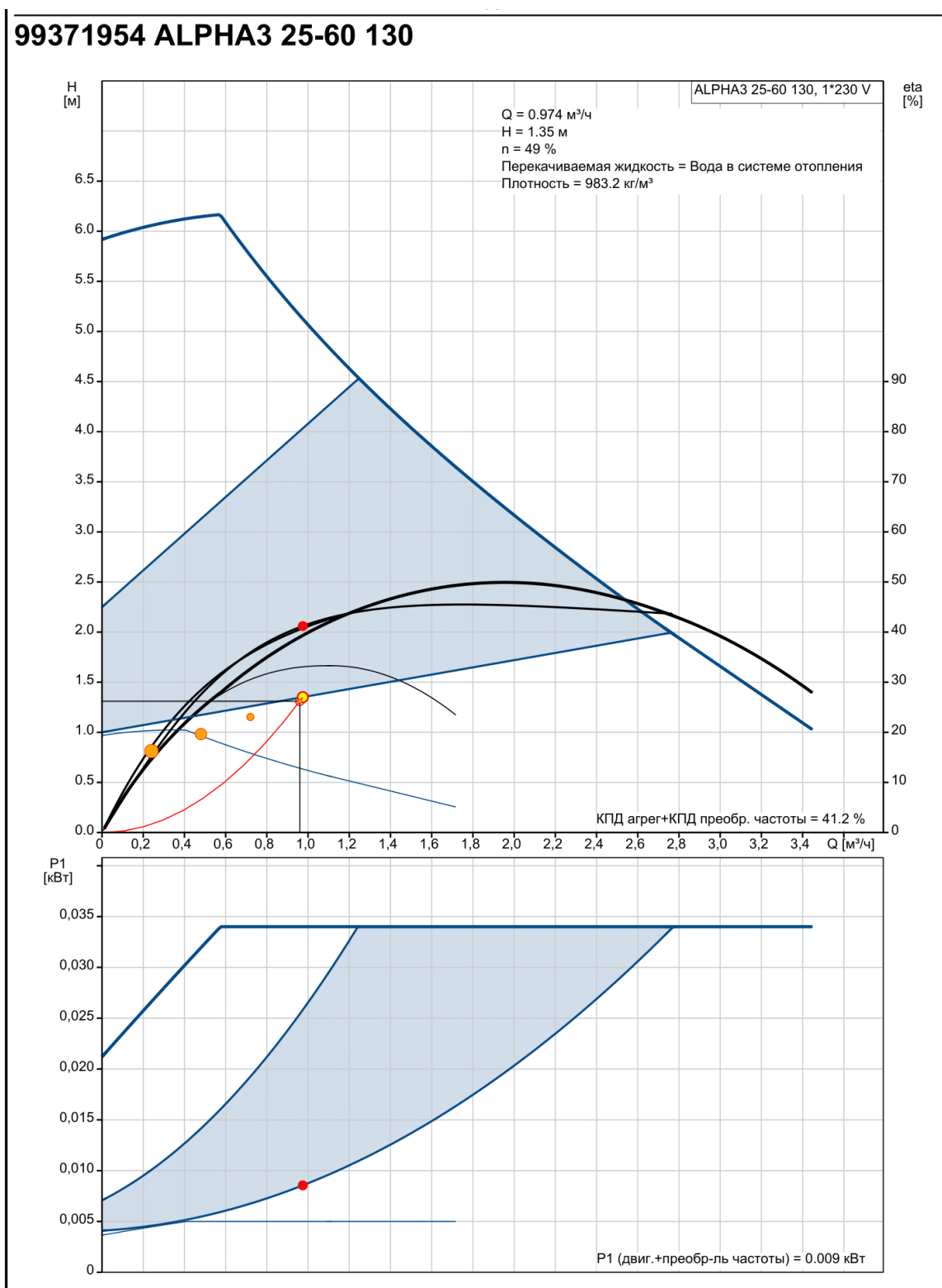


Рисунок К.1 – Характеристика насоса ALPHA3 25-60 130

Приложение Л  
Тепловой баланс

Таблица Л.1 – Тепловой баланс помещений

Номер помещения	Период года	Объем V, м <sup>3</sup>	Теплопоступления, Вт						Теплопотери, Вт		Избытки		Недостатки	
			Q <sub>об</sub>	Q <sub>осв</sub>	Q <sub>л</sub>	Q <sub>сол</sub>	Q <sub>с.о.</sub>	ΣQ	Q <sub>огр</sub>	ΣQ	Общие +ΔQ, Вт	Удельные q, Вт/м <sup>3</sup>	Общие -ΔQ, Вт	Удельные q, Вт/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
02	ТП	597,4	180	4141	1092	0	-	5413	-	-	5413	9,06	-	-
	ХП		180	4141	2793	-	2590	9704	2590	2590	7114	11,91	-	-
105	ТП	583,8	2060	-	936	1390	-	4386	-	-	4386	7,51	-	-
	ХП		2060	3359	2081	-	5380	12880	5380	5380	7500	12,85	-	-
106	ТП	79,2	430	-	156	654	-	1240	-	-	1240	15,7	-	-
	ХП		430	394	347	-	1650	2821	1650	1650	1171	14,8	-	-
107	ТП	79,2	430	-	156	654	-	1240	-	-	1240	15,7	-	-
	ХП		430	394	347	-	1524	2695	1524	1524	1171	14,8	-	-
201	ТП	439,9	1660	-	728	2710	-	5098	-	-	5098	11,6	-	-
	ХП		1660	2531	1618	-	6870	12679	6870	6870	5809	13,2	-	-
206	ТП	129,6	430	-	158	257	-	845	-	-	845	6,5	-	-
	ХП		430	428	347	-	2796	4001	2796	2796	1205	9,3	-	-

Приложение М  
Воздушный баланс

Таблица М.1 – Воздушный баланс здания

Номер помещения	Наименование помещения	t <sub>в</sub> , °С	Объём помещения, V, м <sup>3</sup>	Приток		Вытяжка	
				к, ч <sup>-1</sup>	L, м <sup>3</sup> /ч	к, ч <sup>-1</sup>	L, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
Подвал							
01	кладовая инвентаря	28	81,8	-	-	1,5	123
02	зал	28	597,4	-	8120	-	8120
03	кладовая оборудования	28	73,7	-	-	1,5	111
04	санузел	28	27,6	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50
05	холл	28	21,5	2	43	-	-
07	электрощитовая	28	56,6	-	-	-	57
09	тепловой пункт	28	51,3	-	51	-	51
010	уборочная	28	5,22	-	-	1,5	8
				Σ	8214	Σ	8491
в холле (№ 05) для обеспечения баланса дополнительно обеспечивается приток 277 м <sup>3</sup> /ч							
Этаж 1							
102	вестибюль	28	94,1	2	188	-	-
103	санузел	28	15,6	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50
104	кладовая канцелярских принадлежностей	28	11,7	-	-	1,5	18
105	офисное помещение	28	583,8	-	6579	-	6579
106	офисное помещение	28	79,2	3,5	277	2,8	222
107	офисное помещение	28	79,2	3,5	277	2,8	222
108	коридор	28	25,1	2	50	-	-
109	коридор	28	38,6	2	77	-	-
110	санузел	28	21,1	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50

Продолжение Приложения М

Продолжение таблицы М.1

1	2	3	4	5	6	7	8
111	санузел	28	15,5	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50
112	санузел	28	12,2	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50
113	уборочная	28	10,2	-	-	1,5	15
116	холл	28	18,6	2	37	-	-
				∑	7485	∑	7256
в коридорах (№ 108, 109) для обеспечения баланса дополнительно обеспечивается вытяжка 229 м <sup>3</sup> /ч							
Этаж 2							
201	офисное помещение	28	439,9	-	7647	-	7647
202	коридор	28	59,1	2	118	-	-
203	санузел	28	17,2	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50
204	санузел	28	19,8	-	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	50
205	коридор	28	21,5	2	43	-	-
206	офисное помещение	28	86,1	3,5	301	2,8	241
				∑	8109	∑	8049
в коридоре (№ 205) для обеспечения баланса дополнительно обеспечивается вытяжка 60 м <sup>3</sup> /ч							

## Приложение Н

### Аэродинамический расчет систем вентиляции

Таблица Н.1 – Аэродинамический расчет механических систем вентиляции

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	F, м <sup>2</sup>	l, м	a×b, мм·мм	d <sub>v</sub> , мм	v, м/с	R, Па/м	β <sub>ш</sub>	R·β <sub>ш</sub> ·l, Па	Вид местного сопротивления и ζ	∑ζ	P <sub>д</sub> , Па	Z, Па	R·β <sub>ш</sub> ·l+Z, Па	∑(R·β <sub>ш</sub> ·l+Z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
П1															
Магистраль															
ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
1-2	541	0,045	3,15	300×150	200,0	3,34	0,697	1,0	2,20	отвод 90° (0,36), ответвление на проходе (0,4); диффузор (0)	5,70	6,35	36,20	38,40	38,7
2-3	1082	0,075	3	300×250	272,7	4,01	0,660	1,0	1,98	тройник на проходе (0,1)	0,10	9,6	0,96	2,94	41,6
3-4	1623	0,075	0,8	300×250	272,7	6,01	1,390	1,0	1,11	ответвление на повороте (1,12)	1,12	21,6	24,19	25,30	66,9
4-5	1943	0,1	0,3	400×250	307,7	5,40	1,030	1,0	0,31	ответвление на проходе (0,3)	0,30	18,1	5,43	5,74	72,6
5-6	3025	0,2	3,3	500×400	444,4	4,20	0,425	1,0	1,40	тройник на проходе (-0,1)	-0,10	10,8	-1,08	0,32	72,9

Продолжение Приложения Н



Продолжение таблицы Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6-7	4109	0,2	0,3	500×400	444,4	5,71	0,710	1,0	0,21	ответвление на проходе (0,25)	0,25	19,9	4,98	5,19	78,1
7-8	5732	0,32	3	800×400	533,3	4,98	0,444	1,0	1,33	тройник на проходе (0,1)	0,10	14,9	1,49	2,82	80,9
8-9	6817	0,32	0,3	800×400	533,3	5,92	0,671	1,0	0,20	тройник на проходе (0)	0,00	21,5	0,0	0,2	81,1
9-10	8440	0,32	3,85	800×400	533,3	7,33	0,852	1,0	3,28	тройник на повороте (1,6); клапан противопож. (1,1)	2,7	31,6	50,6	53,9	135,0
10-11	8491	0,32	0,45	800×400	533,3	7,37	0,858	1,0	0,39	ответвление на проходе (0,27)	0,27	31,8	8,6	9,0	144,0
11-12	9106	0,4	7,11	800×500	571,4	5,06	0,443	1,0	3,15	отвод 90° (0,72); диффузор (0,24)	0,96	15,2	14,6	17,8	161,8
2*-1*	9106	0,4	4,5	800×500	571,4	5,06	0,443	1,0	1,99	отвод 90° (0,72), ответвление на проходе (0,4)	1,12	15,2	17,0	19,0	180,8

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ответвления от магистрали															
BP	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
44-2	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 185×185мм (2,6)	3,90	9,60	37,44	37,60	37,9
BP	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
45-3	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); тройник на повороте (4,2)	4,20	9,60	40,32	40,48	40,8
BP	320	0,16	-	400×400	-	0,56	-	-	0,0	вр (1,5)	1,50	0,19	0,29	0,29	
13-4	320	0,0225	0,15	150×150	150,0	3,95	1,440	1,0	0,22	ответвление на проходе (4,93); диафрагма 115×115 мм (2); клапан пп (1,3)	8,23	9,55	66,2	66,4	66,7
Ветвь 14-5															
BP	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
14-15	541	0,045	3,15	300×150	200,0	3,34	0,697	1,0	2,20	отвод 90° (0,36), ответвление на проходе (0,4); диффузор (0)	5,70	6,35	36,20	38,40	38,7

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

15-5	1082	0,075	3	300×250	272,7	4,01	0,660	1,0	1,98	ответвление на повороте (1,65); диафрагма 194×244мм (1,6)	3,25	9,6	31,20	33,18	71,9
Ответвления от ветви 14-5															
BP	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
16-15	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 185×185мм (2,6)	3,90	9,60	37,44	37,60	37,9
Ветвь 17-6															
BP	542	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
17-18	542	0,045	3,15	300×150	200,0	3,35	0,697	1,0	2,20	отвод 90° (0,36), ответвление на проходе (0,4); диффузор (0)	5,70	6,35	36,20	38,40	38,7
18-6	1084	0,075	3	300×250	272,7	4,01	0,660	1,0	1,98	тройник на повороте (3,25)	3,25	9,6	31,20	33,18	71,9

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ответвления от ветви 17-6															
ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
19-18	542	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 185×185мм (2,6)	3,90	9,60	37,44	37,60	37,9
Ветвь 23-7															
ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
23-24	541	0,045	3,15	300×150	200,0	3,34	0,697	1,0	2,20	отвод 90° (0,36), ответвление на проходе (0,4); диффузор (0)	5,70	6,35	36,20	38,40	38,7
24-25	1082	0,075	3	300×250	272,7	4,01	0,660	1,0	1,98	тройник на проходе (0,1)	0,10	9,6	0,96	2,94	41,6
25-7	1623	0,075	0,8	300×250	272,7	6,01	1,390	1,0	1,11	ответвление на повороте (0,9); диафрагма 210×260 мм (0,7)	1,60	21,6	34,56	35,67	77,3

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ответвления от ветви 23-7

ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
46-24	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 185×185 мм (2,6)	3,90	9,60	37,44	37,60	37,9
ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
26-25	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); тройник на повороте (4,2)	4,20	9,60	40,32	40,48	40,8
Ветвь 20-8															
ВР	542	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
20-21	542	0,045	3,15	300×150	200,0	3,35	0,697	1,0	2,20	отвод 90° (0,36), ответвление на проходе (0,4); диффузор (0)	5,70	6,35	36,20	38,40	38,7
21-8	1085	0,075	3	300×250	272,7	4,02	0,661	1,0	1,98	тройник на повороте (3,25); диафрагма 206×256 мм (0,9)	4,15	9,6	39,84	41,82	80,5

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1															
Ответвления от ветви 20-8															
ВР	543	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
22-21	543	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,02	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 185×185мм (2,6)	3,90	9,60	37,44	37,60	37,9
Ветвь 27-9															
ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
27-28	541	0,045	3,15	300×150	200,0	3,34	0,697	1,0	2,20	отвод 90° (0,36), ответвление на проходе (0,4); диффузор (0)	5,70	6,35	36,20	38,40	38,7
28-29	1082	0,075	3	300×250	272,7	4,01	0,660	1,0	1,98	тройник на проходе (0,1)	0,10	9,6	0,96	2,94	41,6
29-9	1623	0,075	0,8	300×250	272,7	6,01	1,390	1,0	1,11	тройник на повороте (1,6)	1,60	21,6	34,56	35,67	77,3
Ответвления от ветви 27-9															
ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
30-28	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 185×185 мм (2,6)	3,90	9,60	37,44	37,60	37,9

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

ВР	541	0,25	-	500×500	-	0,60	-	-	0,0	вр (1,3)	1,30	0,22	0,29	0,29	
31-29	541	0,0375	0,15	250×250	250,0	4,01	1,090	1,0	0,16	диффузор (0); тройник на повороте (4,2)	4,20	9,60	40,32	40,48	40,8
Ветвь 32-10															
ВР	51	0,06	-	250×250	-	0,24	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	0,04	0,07	0,07	
32-10	51	0,015	5,25	150×100	120,0	0,94	0,154	1,0	0,81	диффузор (0); тройник на проходе (0); 3 отвода 90° (0,18); клапан противопож. (1,3); дроссель-клапан 1 створка 70° (215)	211,84	0,55	118,55	119,36	119,4
Ветвь 38-11															
ВР	114	0,06	-	250×250	-	0,53	-	-	0,0	ВР (1,7)	1,70	0,17	0,29	0,29	
38-39	114	0,015	11,7	150×100	120,0	2,11	0,52	1,0	6,08	отвод 90° (0,18); тройник на проходе (0); диафрагма 64×114 мм (4)	4,18	2,62	10,95	17,03	17,3

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

39-35	229	0,015	3,59	150×100	120,0	4,24	2,21	1,0	7,93	отвод 90° (0,18); ответвление на повороте (1,6); клапан пп (1,3) диафрагма 66×116 мм (3,4)	6,58	10,8	57,02	64,95	82,3
35-36	454	0,0225	1,7	150×150	150,0	5,60	2,52	1,0	4,28	ответвление на повороте (2,5)	2,50	3,82	9,55	13,83	96,1
36-11	615	0,0375	4,16	150×150	150,0	4,56	2,48	1,0	10,32	отвод 90° (0,16); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 119×119 мм (1,6); клапан пп (1,3)	4,36	12,2	37,33	47,65	143,8
Ответвления от ветви 38-11															
ВР	115	0,06	-	250×250	-	0,53	-	-	0,0	ВР (1,7)	1,70	0,17	0,29	0,29	
40-39	115	0,015	0,3	150×100	120,0	2,13	0,530	1,0	0,16	тройник на повороте (6,2)	6,20	2,64	16,37	16,53	16,8
Ветвь 33-35															
ВР	37	0,06	-	250×250	-	0,17	-	-	0,0	ВР (1,7)	1,70	0,02	0,03	0,03	



Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

33-34	37	0,015	6,73	150×100	120,0	0,69	0,088	1,0	0,59	2 отвода 90° (0,18); тройник на проходе (-0,1); дрессель- клапан 1 створка 60° (60)	60,26	0,30	18,08	18,67	18,7
34-35	225	0,015	22,9	150×100	120,0	4,17	2,110	1,0	48,32	2 отвода 90° (0,18); ответвление на повороте (1,6); 2 клапана ПП (1,3)	3,26	9,77	19,15	67,47	86,2
Ответвления от ветви 33-35															
ВР	188	0,06	-	250×250	-	0,87	-	-	0,0	ВР (1,7)	1,70	0,46	0,78	0,78	
37-34	188	0,015	0,3	150×100	120,0	3,48	1,390	1,0	0,42	тройник на повороте (2,3)	2,30	7,20	16,56	16,98	17,8
Ветвь 41-36															
ВР	118	0,06	-	250×250	-	0,55	-	-	0,0	ВР (1,7)	1,70	0,19	0,32	0,32	
41-42	118	0,015	14,6	150×100	120,0	2,19	0,566	1,0	8,26	отвод 90° (0,18); тройник на повороте (3,26); клапан пп (1,3)	4,74	2,68	9,22	17,48	17,8

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

42-36	161	0,015	5,23	150×100	120,0	2,98	1,1	1,0	5,75	тройник на проходе (0,1); клапан пп (1,3); диафрагма 49×99 мм (13)	14,40	5,40	70,74	76,49	94,3	
Ответвления от ветви 41-36																
BP	118	0,06	-	250×250	-	0,55	-	-	0,0	BP (1,7)	1,70	0,19	0,32	0,32		
43-42	118	0,015	14,6	150×100	120,0	2,19	0,566	1,0	8,26	отвод 90 <sup>0</sup> (0,18); тройник на повороте (3,26)	3,44	2,68	9,22	17,48	17,8	
П2																
Магистраль																
BP	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	BP (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01		
1-2	850	0,075	4,1	300×250	272,7	3,15	0,412	1,0	1,69	2 колена (1,2); тройник на проходе (0)	2,40	5,6	13,44	15,13	17,1	
2-3	1700	0,075	3,3	300×250	272,7	6,30	1,520	1,0	5,02	ответвление на проходе (0,3)	0,3	24	7,20	12,22	29,3	
3-4	2250	0,125	3,3	500×250	333,3	5,00	0,855	1,0	2,82	ответвление на проходе (0,25)	0,25	15	3,75	6,57	35,9	
4-5	3400	0,2	3,3	500×400	444,4	4,72	0,513	1,0	1,69	тройник на проходе (0)	0	14,6	0,00	1,69	37,6	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

5-6	4250	0,2	3,3	500×400	444,4	5,90	0,791	1,0	2,61	ответвление на проходе (0,2)	0,2	20,2	4,04	6,65	44,3	
6-7	5100	0,24	2	600×400	480,0	5,90	0,725	1,0	1,45	ответвление на повороте (4,5)	4,5	20,2	90,90	92,35	136,7	
7-8	5950	0,32	3,3	800×400	533,3	5,16	0,481	1,0	1,59	2 отвода 90° (0,65); ответвление на повороте (1,6)	2,9	15,8	45,82	47,41	184,1	
8-9	7951	0,32	5,63	800×400	533,3	6,90	0,866	1,0	4,88	2 отвода 90° (0,65); ответвление на проходе (0,3)	1,6	28,7	45,92	50,80	234,9	
9-10	15082	0,75	5,63	800×500	810,8	5,59	0,403	1,0	2,27	5 отводов 90° (0,76); диффузор (0,31)	4,11	21,5	88,37	90,64	325,5	
4*-3*	24188	0,75	2,6	800×500	810,8	8,96	0,403	2,1	2,20	-	0	21,5	0,00	2,20	237,1	
3*-2*	24188	0,75	5,9	800×500	810,8	8,96	0,403	1,0	2,38	2 отвода 90° (0,76)	1,52	21,5	32,68	35,06	360,6	
2*-1*	15082	0,75	2,15	800×500	810,8	5,59	0,403	1,0	0,87	ответвление на повороте (1,6)	1,6	21,5	34,40	35,27	395,9	
Ответвлены от магистрали																
BP	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	BP (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01		

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

11-2	850	0,075	0,15	300×250	272,7	3,15	0,412	1,0	0,06	диффузор (0); тройник на повороте (1,6); диафрагма 187×237 мм (2)	2,60	5,6	14,56	14,62	16,6
BP	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	BP (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01	
12-3	850	0,045	0,15	300×150	200,0	5,25	1,630	1,0	0,24	диффузор (0); тройник на повороте (1,3); диафрагма 133×233 мм (0,3)	1,60	16,6	26,56	26,80	28,8
BP	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	BP (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01	
13-4	850	0,045	0,15	300×150	200,0	5,25	1,630	1,0	0,24	диффузор (0); ответвление на повороте (1,2); диафрагма 122×222 мм (0,8)	2,00	16,6	33,20	33,44	35,5
BP	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	BP (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01	
14-5	850	0,045	0,15	300×150	200,0	5,25	1,630	1,0	0,24	диффузор (0); тройник на повороте (1,95)	1,95	16,6	32,37	32,61	34,6

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

ВР	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	ВР (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01	
15-6	850	0,045	0,15	300×150	200,0	5,25	1,630	1,0	0,24	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 115×215 мм (1,2)	2,50	16,6	41,50	41,74	43,8
ВР	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	ВР (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01	
16-7	850	0,045	2,1	300×150	200,0	5,25	1,630	1,0	3,42	диффузор (0); 2 отвода 90° (0,36); ответвление на повороте (4,5); диафрагма 102×202 мм (2,6)	7,82	16,6	129,81	133,23	135,2
Ветвь 17-8															
ВР	849	0,16	-	400×400	-	1,47	-	-	0,0	ВР (1,5)	1,50	1,33	2,00	2,00	
17-18	849	0,045	5,79	300×150	200,0	5,24	1,620	1,0	9,38	диффузор (0); отвод 90° (0,36); ответвление на проходе (0,3)	0,66	16,6	10,96	20,34	22,3

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

18-19	1700	0,075	3,3	300×250	272,7	6,30	1,520	1,0	5,02	ответвление на проходе (0,33)	0,33	24	7,92	12,94	35,2	
19-8	2001	0,125	3,3	500×250	333,3	4,45	0,563	1,0	1,86	ответвление на повороте (0,15); диафрагма 114×364 мм (12)	12,15	11,9	144,59	146,45	181,7	
Ответвления от ветви 17-8																
BP	850	0,16	-	400×400	-	1,48	-	-	0,0	BP (1,5)	1,50	1,34	2,01	2,01		
20-18	850	0,075	0,15	300×250	272,7	3,15	0,412	1,0	0,06	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3); диафрагма 102×202 мм (2,6)	3,60	5,6	20,16	20,22	22,2	
BP	301	0,06	-	250×250	-	1,39	-	-	0,0	BP (1,7)	1,70	1,19	2,02	2,02		
21-19	301	0,015	4,6	150×100	120,0	5,57	0,370	1,0	1,70	диффузор (0); 2 отвода 90° (0,18); ответвление на повороте (1,3)	1,66	18,5	30,71	32,41	34,4	
Ветвь 22-9																
BP	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	BP (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71		

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

22-23	506	0,045	3,45	300×150	200,0	3,12	0,604	1,0	2,08	диффузор (0); отвод 90° (0,36); ответвление на проходе (0,4); диафрагма 123×223 мм (0,7)	1,46	5,8	8,47	10,55	16,3
23-24	1012	0,075	3,3	300×250	272,7	3,75	0,585	1,0	1,93	тройник на проходе (0,1)	0,1	8,3	0,83	2,76	19,1
24-25	1518	0,075	2,72	300×250	272,7	5,62	1,22	1,0	3,32	отвод 90° (0,32); ответвление на проходе (0,25)	0,57	18,4	10,49	13,81	32,9
25-26	2023	0,125	2,7	500×250	333,3	4,50	0,689	1,0	1,86	тройник на проходе (-0,1)	-0,1	12,1	-1,21	0,65	33,6
26-27	2529	0,125	0,3	500×250	333,3	5,62	0,9	1,0	0,27	ответвление на проходе (0,3)	0,30	18,4	5,52	5,79	39,4
27-28	4047	0,2	3,3	500×400	444,4	5,62	0,702	1,0	2,32	ответвление на проходе (0,25)	0,25	18,4	4,60	6,92	46,3
28-29	5565	0,32	2,68	800×400	533,3	4,83	0,495	1,0	1,33	тройник на проходе (0); диафрагма 214×614 мм (7)	7	14,7	102,90	104,23	150,5

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

29-9	7131	0,32	1,22	800×400	533,3	6,19	0,756	1,0	0,92	ответвление на повороте (1,3); диафрагма 275×675 мм (2,2)	3,50	22,5	78,75	79,67	230,2
Ответвления от ветви 22-9															
BP	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
47-23	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	0,10	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3)	1,30	8,3	10,79	10,89	16,6
BP	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
48-24	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	0,10	диффузор (0); тройник на повороте (1,6)	1,60	8,3	13,28	13,38	19,1
BP	505	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
30-25	505	0,0375	3,13	250×250	250,0	3,74	0,652	1,0	2,04	диффузор (0); отвод 90° (0,25); тройник на повороте (2,4)	2,65	8,3	22,00	24,04	29,8
BP	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
31-26	506	0,0375	3,13	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	2,05	диффузор (0); отвод 90° (0,25); тройник на повороте (2,6)	2,85	8,3	23,66	25,71	31,4



Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ветвь 32-27															
ВР	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
32-33	506	0,045	3,45	300×150	200,0	3,12	0,604	1,0	2,08	диффузор (0); отвод 90° (0,36); ответвление на проходе (0,4); диафрагма 123×223 мм (0,7)	1,46	5,8	8,47	10,55	16,3
33-34	1012	0,075	3,3	300×250	272,7	3,75	0,585	1,0	1,93	тройник на проходе (0,1)	0,1	8,3	0,83	2,76	19,1
34-27	1518	0,075	2,72	300×250	272,7	5,62	1,22	1,0	3,32	ответвление на повороте (0,9)	0,90	18,4	16,56	19,88	39,0
Ответвления от ветви 32-27															
ВР	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
35-33	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	0,10	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3)	1,30	8,3	10,79	10,89	16,6
ВР	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
36-34	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	0,10	диффузор (0); тройник на повороте (1,6)	1,60	8,3	13,28	13,38	19,1
Ветвь 37-28															
ВР	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

37-38	506	0,045	3,45	300×150	200,0	3,12	0,604	1,0	2,08	диффузор (0); отвод 90° (0,36); ответвление на проходе (0,4); диафрагма 123×223 мм (0,7)	1,46	5,8	8,47	10,55	16,3
38-39	1012	0,075	3,3	300×250	272,7	3,75	0,585	1,0	1,93	тройник на проходе (0,1)	0,1	8,3	0,83	2,76	19,1
39-28	1518	0,075	2,72	300×250	272,7	5,62	1,22	1,0	3,32	ответвление на повороте (1,1); диафрагма 233×283 мм (0,2)	1,30	18,4	23,92	27,24	46,3
Ответвления от ветви 37-28															
BP	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
40-38	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	0,10	диффузор (0); ответвление на повороте (1,3)	1,30	8,3	10,79	10,89	16,6
BP	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
41-39	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,654	1,0	0,10	диффузор (0); тройник на повороте (1,6)	1,60	8,3	13,28	13,38	19,1

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ветвь 42-29															
ВР	277	0,06	-	250×250	-	1,28	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	1,01	1,72	1,72	
42-43	277	0,015	11,3	150×100	120,0	5,13	2,860	1,0	32,32	диффузор (0); 4 отвода 90° (0,18); ответвление на проходе (0,55)	1,27	15,7	19,94	52,26	54,0
43-44	783	0,0375	3,3	250×250	250,0	5,80	1,7	1,0	5,61	ответвление на проходе (0,3)	0,3	20,5	6,15	11,76	65,8
44-45	1289	0,075	6,7	300×250	272,7	4,77	1,12	1,0	7,50	тройник на повороте (2,3)	2,3	13,8	31,74	39,24	105,0
45-29	1566	0,075	1,6	300×250	272,7	5,80	1,24	1,0	1,98	тройнике на повороте (1,95)	1,95	19,4	37,83	39,81	144,8
Ответвления от ветви 42-49															
ВР	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	
49-43	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,540	1,0	0,08	диффузор (0); ответвление на повороте (2); диафрагма 176×176 мм (3,8)	5,80	8,2	47,56	47,64	53,4
ВР	506	0,06	-	250×250	-	2,34	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	3,36	5,71	5,71	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

50-44	506	0,0375	0,15	250×250	250,0	3,75	0,540	1,0	0,08	диффузор (0); ответвление на повороте (1,8); диафрагма 166×166 мм (5,5)	7,30	8,2	59,86	59,94	65,7
ВР	277	0,06	-	250×250	-	1,28	-	-	0,0	вр (1,7)	1,70	1,01	1,72	1,72	
46-45	277	0,015	5,97	150×100	120,0	5,13	2,560	1,0	15,28	диффузор (0); 3 отвода 90° (0,18) ответвление на проходе (- 0,1); диафрагма 63×113 мм (4,5)	4,94	16,3	80,52	95,80	97,5
В1															
Магистраль															
ВР	123	0,062	-	250×250	-	0,55	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,19	0,40	0,40	
1-2	123	0,015	8,82	150×100	120,0	2,28	0,625	1,0	5,51	конфузор (0,2); 3 отвода 90° (0,18); ответвление на проходе (1,1); диафрагма 75×125мм (1,6)	3,44	3,2	11,01	16,52	16,9

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

2-3	935	0,045	2,35	300×150	200,0	5,77	1,856	1,0	4,36	ответвление на проходе (0,75)	0,75	19,3	14,48	18,84	35,7	
3-4	1747	0,125	2,35	500×250	333,3	3,88	0,567	1,0	1,33	тройник на проходе (0,6)	0,60	8,3	4,98	6,31	42,0	
4-5	2559	0,125	3,28	500×250	333,3	5,69	1,020	1,0	3,35	отвод 90° (0,51); ответвление на проходе (0,5)	1,01	19,1	19,29	22,64	64,6	
5-6	4306	0,2	10,4	500×400	444,4	5,98	0,800	1,0	8,32	ответвление на проходе (0,6)	0,60	19,5	11,70	20,02	84,6	
6-7	6793	0,32	0,3	800×400	533,3	5,90	0,488	1,0	0,15	ответвление на проходе (0,3)	0,30	19,4	5,82	5,97	90,6	
7-8	8417	0,75	3,35	800×500	810,8	3,12	0,110	1,0	0,37	тройник на повороте (0,45); 4 отвода 90 гр. (0,29)	0,45	6,7	3,02	3,39	94,0	
8-9	8453	0,75	9,07	800×500	810,8	3,13	0,112	1,0	1,02	-	0,00	6,7	0,00	1,02	95,0	
Ответвления от магистрали																
ВР	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01		
10-2	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,8)	1,09	15,1	16,46	16,91	16,9	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

ВР	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01	
11-3	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (1,0); диафрагма 107×207 мм (2)	2,29	15,1	34,58	35,03	40,0
ВР	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01	
12-4	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,7); диафрагма 112×212 мм (1,6)	2,59	15,1	39,11	39,56	44,6
Ветвь 13-5															
ВР	123	0,062	-	250×250	-	0,55	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,19	0,40	0,40	
13-14	123	0,015	8,82	150×100	120,0	2,28	0,625	1,0	5,51	конфузор (0,2); 3 отвода 90° (0,18); ответвление на проходе (1,1); диафрагма 75×125мм (1,6)	3,44	3,2	11,01	16,52	16,9

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

14-15	935	0,045	2,35	300×150	200,0	5,77	1,856	1,0	4,36	ответвление на проходе (0,75)	0,75	19,2	14,40	18,76	35,7	
15-5	1747	0,125	2,62	500×250	333,3	3,88	0,455	1,0	1,19	ответвление на проходе (0,7); диафрагма 168×418 мм (2,4)	3,10	8,6	26,66	27,85	63,6	
Ответвления от ветви 13-5																
BP	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01		
16-14	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,8)	1,09	15,1	16,46	16,91	21,9	
BP	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01		
15-17	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (1,0); диафрагма 107×207 мм (2)	2,29	15,1	34,58	35,03	40,0	
Ветвь 18-6																
BP	51	0,062	-	250×250	-	0,23	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06		

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

18-19	51	0,015	3,71	150×100	120,0	0,94	0,143	1,0	0,53	конфузор (0,2); 2 отвода 90° (0,18); ответвление на проходе (1,1); дроссель-клапан 2 створки 60° (60)	31,66	0,556	17,60	18,13	18,2
19-20	863	0,045	2,35	300×150	200,0	5,33	1,590	1,0	3,74	ответвление на проходе (0,75)	0,75	16,9	12,68	16,42	34,6
20-21	1675	0,125	2,35	500×250	333,3	3,72	0,592	1,0	1,39	тройник на проходе (0,5)	0,50	8,3	4,15	5,54	40,1
21-6	2487	0,125	2,98	500×250	333,3	5,53	0,763	1,0	2,27	ответвление на повороте (2,4)	2,40	17,1	41,04	43,31	83,4
Ответвления от ветви 18-6															
BP	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	BP (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01	
22-19	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,8)	1,09	15,1	16,46	16,91	21,9
BP	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01	



Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

23-20	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,7); диафрагма 115×215 мм (1,2)	2,19	15,1	33,07	33,52	38,5	
ВР	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01		
24-21	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,9); диафрагма 113×213 мм (1,4)	2,59	15,1	39,11	39,56	44,6	
Ветвь 25-7																
ВР	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01		
25-26	812	0,045	2,8	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	4,17	конфузор (0,29); отвод 90° (0,18); ответвление на проходе (0,75)	1,22	15,1	18,42	22,59	27,6	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

26-7	1624	0,125	2,62	500×250	333,3	3,61	0,412	1,0	1,08	ответвление на повороте (-0,4); диафрагма 128×378 мм (8)	7,60	7,9	60,04	61,12	88,7
Ответвления от ветви 25-7															
ВР	812	0,1	-	400×250	-	2,26	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	3,13	5,01	5,01	
27-26	812	0,045	0,3	300×150	200,0	5,01	1,490	1,0	0,45	конфузор (0,29); ответвление на повороте (0,9); диафрагма 125×225 мм (0,6)	1,79	15,1	27,03	27,48	32,5
Ветвь 28-8															
ВР	28	0,062	-	250×250	-	0,13	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,01	0,02	0,02	
28-29	28	0,015	2,8	150×100	120,0	0,52	0,048	1,0	0,13	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на проходе (0,4)	0,78	0,12	0,09	0,22	0,2
29-8	36	0,015	2,62	150×100	120,0	0,67	0,085	1,0	0,22	ответвление на повороте (-0,16); дроссель-клапан 1 створка 71° (300)	299,84	0,28	83,96	84,18	84,4

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ответвления от ветви 28-8															
ВР	8	0,1	-	400×250	-	0,02	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	0,00	0,00	0,00	
30-29	8	0,015	4,8	300×150	120,0	0,15	0,050	1,0	0,24	конфузор (0,29); 2 отвода 90° (0,18); тройник на повороте (-8,8)	-8,15	0,01	-0,08	0,16	0,2
В2															
Магистраль															
ВР	50	0,062	-	250×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06	
1-2	50	0,015	1,29	150×100	120,0	0,93	0,134	1,0	0,17	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на проходе (1,3); диафрагма 78×128 мм (1,2)	2,88	0,53	1,53	1,70	1,7
2-3	100	0,015	0,69	150×100	120,0	1,85	0,445	1,0	0,31	тройник на повороте (2,5)	2,50	2,1	5,25	5,56	7,3
3-4	150	0,015	0,3	150×100	120,0	2,78	1,080	1,0	0,32	тройник на проходе (1,3)	1,30	4,4	5,72	6,04	13,3
4-5	200	0,015	3,93	150×100	120,0	3,70	1,622	1,0	6,37	тройник на проходе (0,9)	0,90	8,4	7,56	13,93	27,2
5-6	300	0,015	0,84	150×100	120,0	5,56	3,240	1,0	2,72	-	0,00	18,4	0,00	2,72	29,9
6-1*	300	0,015	1	150×100	120,0	5,56	3,240	1,0	3,24	-	0,00	18,4	0,00	3,24	33,1

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ответвления от магистрали															
ВР	50	0,062	-	250×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06	
7-2	50	0,015	1,1	150×100	120,0	0,93	0,134	1,0	0,15	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на повороте (2,5)	2,88	0,53	1,53	1,68	4,4
ВР	50	0,062	-	250×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06	
12-3	50	0,015	7	150×100	120,0	0,93	0,134	1,0	0,94	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на повороте (2,5); диафрагма 59×109 мм (6)	8,88	0,53	4,71	5,65	7,3
ВР	50	0,062	-	250×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06	
8-4	50	0,015	1,5	150×100	120,0	0,93	0,134	1,0	0,20	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на повороте (2,5); диафрагма 51×101 мм (11)	13,88	0,53	7,36	7,56	13,2

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ветвь 9-5															
ВР	50	0,062	-	250×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06	
9-10	50	0,015	1,53	150×100	120,0	0,93	0,134	1,0	0,21	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на проходе (1,3); диафрагма 78×128 мм (1,2)	2,88	0,53	1,53	1,74	1,7
10-5	100	0,015	3,77	150×100	120,0	1,85	0,445	1,0	1,68	2 отвода 90° (0,18); тройник на повороте (6,5); диафрагма 58×108 мм (6,5)	8,16	2,1	17,14	18,82	20,5
Ответвления от ветви 9-5															
ВР	50	0,062	-	250×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,03	0,06	0,06	
11-10	50	0,015	0,8	150×100	120,0	0,93	0,134	1,0	0,11	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на повороте (2,5)	2,88	0,53	1,53	1,64	1,6

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

ВЗ															
Магистраль															
ВР	222	0,062	-	250×250	-	0,99	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,60	1,26	1,26	
1-2	222	0,015	3,95	150×100	120,0	4,11	2,140	1,0	8,45	конфузор (0,2); 2 отвода 90 <sup>0</sup> (0,18); отведение на проходе (0,35)	0,91	9,79	8,91	17,36	18,6
2-3	336	0,045	6,9	300×150	200,0	2,07	0,297	1,0	2,05	5 отводов 90 <sup>0</sup> (0,36); отведение на повороте (3,9)	5,70	2,56	14,59	16,64	35,2
3-4	1433	0,125	1,67	500×250	333,3	3,18	0,330	1,0	0,55	тройник на проходе (0,8)	0,80	5,9	4,72	5,27	40,5
4-5	2530	0,125	1,73	500×250	333,3	5,62	0,998	1,0	1,73	отведение на проходе (0,35)	0,35	18,8	6,58	8,31	48,8
5-6	2882	0,2	0,8	500×400	444,4	4,00	0,395	1,0	0,32	тройник на проходе (1,3)	1,30	9,6	12,48	12,80	61,6
6-7	3979	0,2	4,11	500×400	444,4	5,53	0,699	1,0	2,87	отвод 90 <sup>0</sup> (0,45); отведение на повороте (0,65)	0,65	18,6	12,09	14,96	76,6

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

7-8	7267	0,32	11,1	800×400	533,3	6,31	0,656	1,0	1,13	тройник на проходе (1,3); 2 отвода 90° (0,65)	2,60	23,3	30,29	31,42	124,3	
Ответвления от магистрали																
BP	114	0,062	-	250×250	-	0,51	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,16	0,34	0,34		
10-2	114	0,015	0,3	150×100	120,0	2,11	0,810	1,0	0,24	конфузор (0,2); ответвление на повороте (0,65); диафрагма 60×110 мм (5,5)	6,35	2,7	17,15	17,39	33,7	
BP	1097	0,1	-	400×250	-	3,05	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	5,71	9,14	9,14		
11-3	1097	0,075	1	300×250	272,7	4,06	0,723	1,0	0,72	конфузор (0,29); отвод 90° (0,51); ответвление на проходе (0,95)	1,75	9,7	16,98	17,70	35,1	
BP	114	0,1	-	400×250	-	0,32	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	0,06	0,10	0,10		
4-12	1097	0,075	0,3	300×250	272,7	4,06	0,723	1,0	0,22	конфузор (0,29); тройник на повороте (0,9); диафрагма 204×254 мм (1)	2,19	9,7	21,24	21,46	39,2	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ветвь 13-5															
ВР	222	0,062	-	250×250	-	0,99	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,60	1,26	1,26	
13-14	222	0,015	1,83	150×100	120,0	4,11	2,290	1,0	4,19	конфузор (0,2); отвод 90° (0,18); тройник на повороте (1,3)	1,68	9,8	16,46	20,65	21,9
14-15	237	0,015	1,85	150×100	120,0	4,39	2,303	1,0	4,26	ответвление на проходе (1,3)	1,30	10,1	13,13	17,39	39,3
15-5	352	0,015	6,9	150×100	120,0	6,52	4,260	1,0	29,39	ответвление на повороте (-0,85)	-0,85	26,4	-22,44	6,95	46,3
Ответвления от ветви 15-5															
ВР	15	0,062	-	250×250	-	0,07	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,00	0,00	0,00	
16-14	15	0,015	1,75	150×100	120,0	0,28	0,047	1,0	0,08	конфузор (0,2); 2 отвода 90° (0,18); тройник на проходе (2,5); дроссель-клапан 1 створка 70° (200)	203,06	0,1	20,31	20,39	20,4
ВР	115	0,062	-	250×250	-	0,52	-	-	0,0	вр (2,1)	2,10	0,17	0,36	0,36	



Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

24-15	115	0,015	0,3	150×100	120,0	2,13	0,812	1,0	0,24	конфузор (0,2); тройник на повороте (2,5); диафрагма 51×101 мм (11)	13,70	2,8	38,36	38,60	39,0
Ветвь 17-6															
BP	1097	0,16	-	400×400	-	1,90	-	-	0,0	вр (1,4)	1,40	2,21	3,09	3,09	
17-6	1097	0,125	0,3	500×250	333,3	2,44	0,239	1,0	0,07	конфузор (0,2); тройник на повороте (2,5); диафрагма 110×360 мм (14)	16,70	3,5	58,45	58,52	61,6
Ветвь 18-7															
BP	1096	0,1	-	400×250	-	3,04	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	5,67	9,07	9,07	
18-19	1096	0,075	3,72	300×250	272,7	4,06	0,770	1,0	2,86	конфузор (0,29); отвод 90° (0,32); ответвление на проходе (0,65); диафрагма 233×283 мм (0,2)	1,46	9,9	14,45	17,31	26,4

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

19-20	2192	0,125	3,18	500×250	333,3	4,87	0,867	1,0	2,76	ответвление на проходе (0,95)	0,95	14,0	13,30	16,06	42,5	
20-7	3288	0,2	6,45	500×400	444,4	4,57	0,445	1,0	2,87	отвод 90° (0,45); ответвление на повороте (1,1); диафрагма 328×428 мм (0,9)	2,45	12,3	30,14	33,01	75,5	
Ответвления от ветви 18-7																
ВР	1096	0,1	-	400×250	-	3,04	-	-	0,0	ВР (1,6)	1,60	5,67	9,07	9,07		
21-19	1096	0,075	0,3	300×250	272,7	4,06	0,770	1,0	0,23	конфузор (0,29); отвод 90° (0,32); ответвление на повороте (1)	1,61	9,9	15,94	16,17	25,2	
ВР	1096	0,1	-	400×250	-	3,04	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	5,67	9,07	9,07		
22-20	1096	0,075	0,3	300×250	272,7	4,06	0,770	1,0	0,23	конфузор (0,29); отвод 90° (0,32); ответвление на повороте (1,1); диафрагма 233×283 мм (1,6)	3,31	9,9	32,77	33,00	42,1	

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

В4															
Магистраль															
ВР	50	0,062	-	400×250	-	0,22	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	0,03	0,05	0,05	
1-2	50	0,015	6,16	150×100	120,0	0,93	0,142	1,0	0,87	конфузор (0,29); 2 колена 90° (1,2)	2,69	0,54	1,45	2,32	2,4
1*-2	50	0,015	6,16	150×100	120,0	0,93	0,142	1,0	0,87	-	2,69	0,54	1,45	2,32	4,7
В5															
Магистраль															
ВР	1275	0,1	-	400×250	-	3,54	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	7,69	12,30	12,30	
1-2	1275	0,075	6,15	300×250	272,7	4,72	0,840	1,0	5,17	конфузор (0,29); отвод 90° (0,32); ответвление на проходе (0,65)	1,26	13,4	16,88	22,05	34,4
2-3	2550	0,125	4,33	500×250	333,3	5,67	0,985	1,0	4,27	ответвление на повороте (0,65)	0,65	18,5	12,03	16,30	50,7
3-4	5099	0,2	3,83	500×400	444,4	4,43	0,405	1,0	1,55	4 отвода 90° (0,65); ответвление на повороте (0,8)	3,40	11,9	40,46	42,01	92,7

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

4-5	7647	0,2	3,26	500×400	444,4	6,64	0,746	1,0	2,43	отвод 90° (0,65); ответвление на повороте (0,8)	1,45	26,4	38,28	40,71	133,4
5-6	7948	0,32	4,49	800×400	533,3	6,90	0,915	1,0	2,98	тройник на повороте (0,2), 2 отвода 90° (0,65)	1,50	28,5	5,70	8,68	142,1
Ответвления от магистрали															
ВР	1275	0,1	-	400×250	-	3,54	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	7,69	12,30	12,30	
8-2	1275	0,075	0,3	300×250	272,7	4,72	0,840	1,0	0,25	конфузор (0,29); ответвление на повороте (1,1)	1,39	13,4	18,63	18,88	31,2
Ветвь 9-3															
ВР	1274	0,1	-	400×250	-	3,54	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	7,69	12,30	12,30	
9-10	1274	0,075	6,5	300×250	272,7	4,72	0,840	1,0	5,46	конфузор (0,29); отвод 90° (0,32); ответвление на проходе (0,65)	1,26	13,4	16,88	22,34	34,6
10-3	2550	0,125	2	500×250	333,3	5,67	0,985	1,0	1,97	ответвление на повороте (0,65)	0,65	18,5	12,03	14,00	48,6

Продолжение Приложения Н

Продолжение таблицы Н.1

Ответвления от ветви 9-3															
ВР	1275	0,1	-	400×250	-	3,54	-	-	0,0	ВР (1,6)	1,60	7,69	12,30	12,30	
11-10	1275	0,075	0,3	300×250	272,7	4,72	0,840	1,0	0,25	конфузор (0,29); ответвление на повороте (1,1)	1,39	13,4	18,63	18,88	31,2
Ветвь 12-4															
ВР	1274	0,1	-	400×250	-	3,54	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	7,69	12,30	12,30	
12-13	1274	0,075	3,8	300×250	272,7	4,72	0,840	1,0	3,19	конфузор (0,29); отвод 90° (0,32); ответвление на проходе (0,65)	1,26	13,4	16,88	20,07	32,4
13-4	2548	0,125	2,7	500×250	333,3	5,66	0,985	1,0	2,66	ответвление на повороте (0,7); диафрагма 168×418 мм (2,4)	3,10	18,5	57,35	60,01	92,4
Ответвления от ветви 12-4															
ВР	1274	0,1	-	400×250	-	3,54	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	7,69	12,30	12,30	
14-13	1274	0,075	0,3	300×250	272,7	4,72	0,840	1,0	0,25	конфузор (0,29); ответвление на повороте (1,1)	1,39	13,4	18,63	18,88	31,2

Продолжение Приложения Н

Окончание таблицы Н.1

Ветвь 17-5															
ВР	60	0,1	-	400×250	-	0,17	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	0,02	0,03	0,03	
17-16	60	0,015	12,6	150×100	120,0	1,11	0,165	1,0	2,08	конфузор (0,29); 2 отвода 90° (0,18); ответвление на повороте (1,1); диафрагма 48×98 мм (15)	17,75	0,8	14,20	16,28	16,3
16-5	301	0,015	0,8	150×100	120,0	5,57	3,180	1,0	2,54	ответвление на проходе (0,8); диафрагма 61×111 мм (5)	5,80	18,4	106,72	109,26	125,6
Ответвления от ветви 17-5															
ВР	241	0,1	-	400×250	-	0,67	-	-	0,0	вр (1,6)	1,60	0,28	0,45	0,45	
15-16	241	0,015	0,9	150×100	120,0	4,46	2,310	1,0	2,08	конфузор (0,29); отвод 90° (0,18); ответвление на проходе (0,9)	1,37	11,8	16,17	18,25	18,7

Продолжение Приложения Н

П1

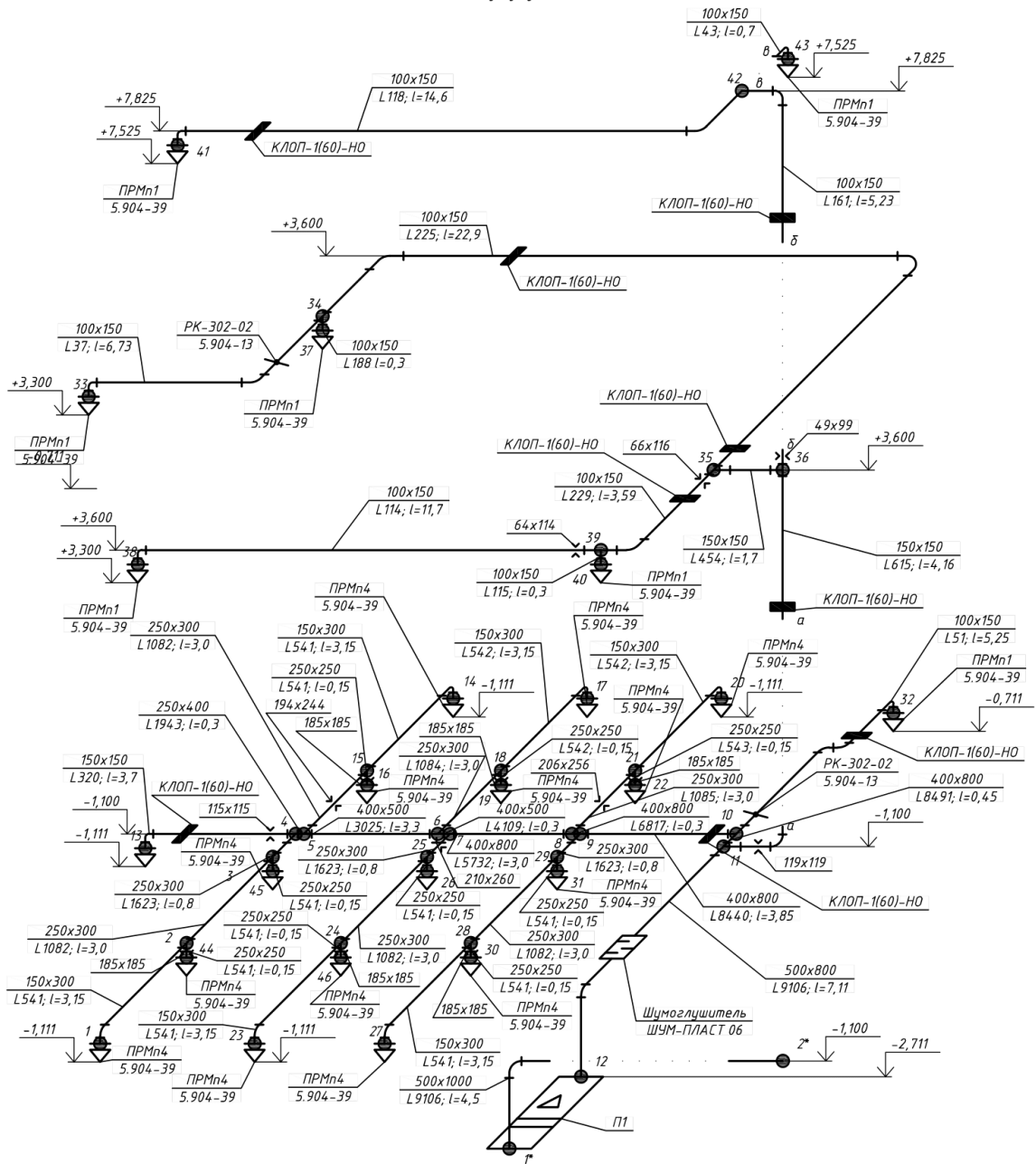


Рисунок Н.1 – Расчетная схема системы П1

Продолжение Приложения Н

П2

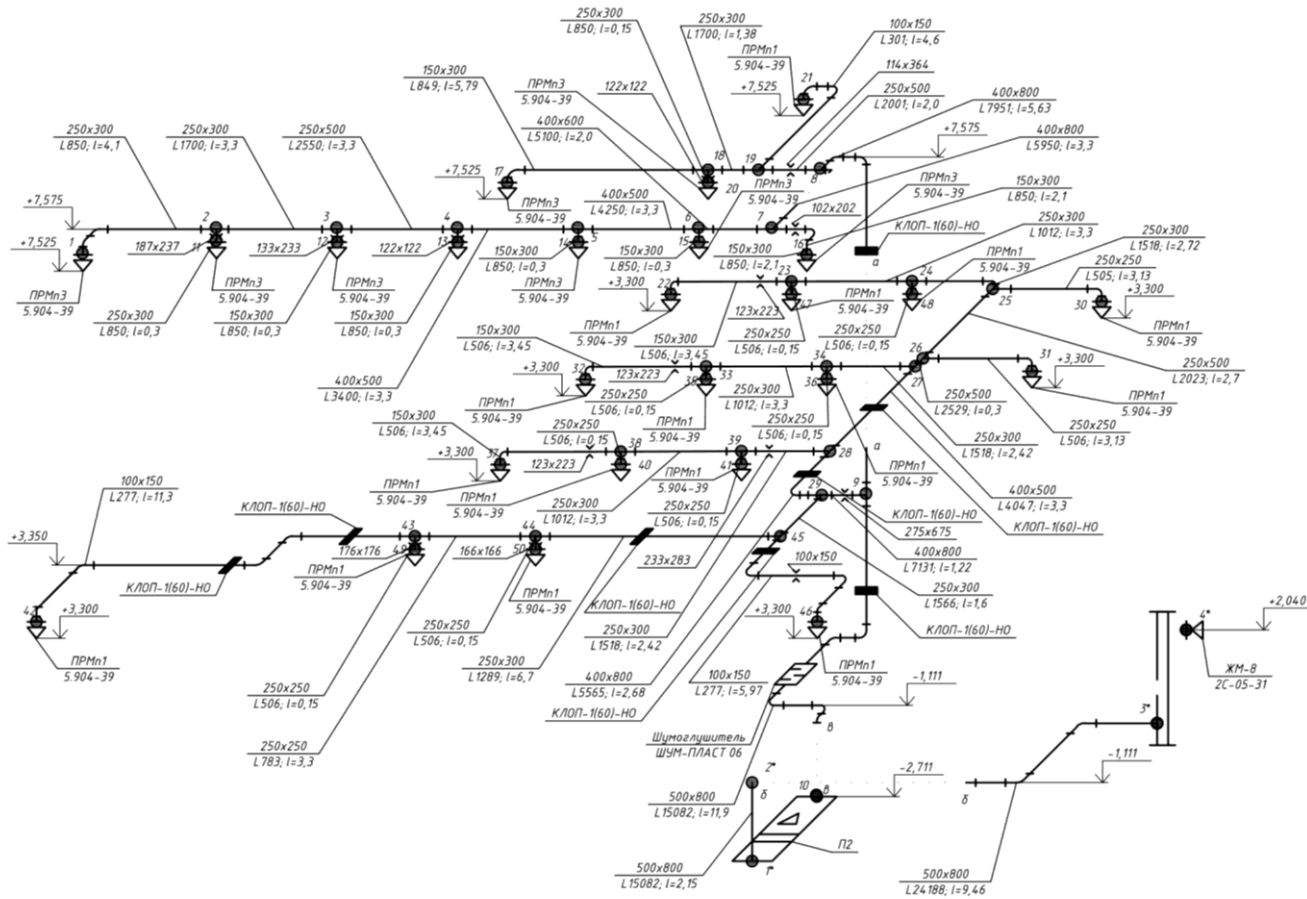


Рисунок Н.2 – Расчетная схема системы П2



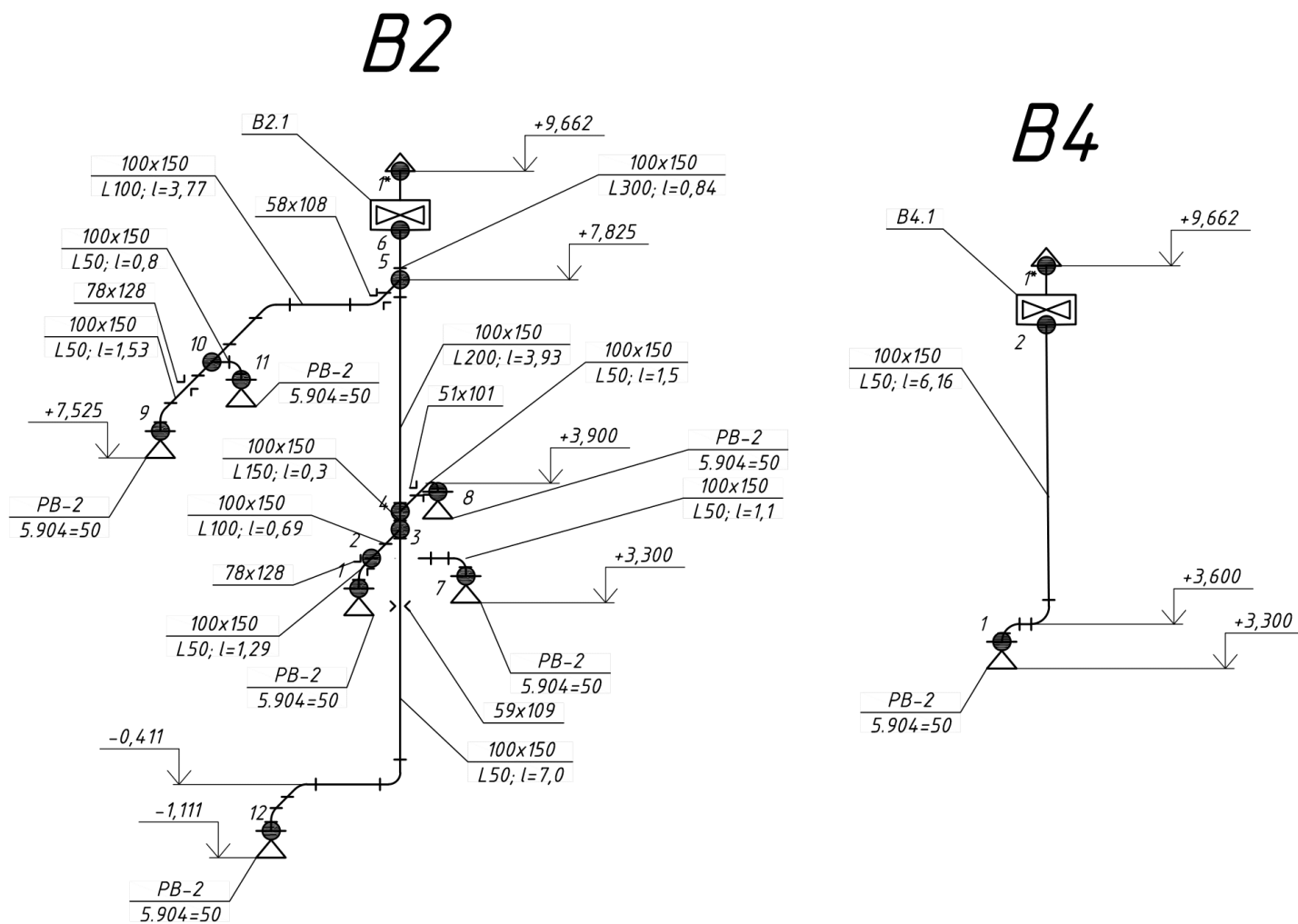


Рисунок Н.3 – Расчетные схемы систем В2, В4

Продолжение Приложения Н

B5

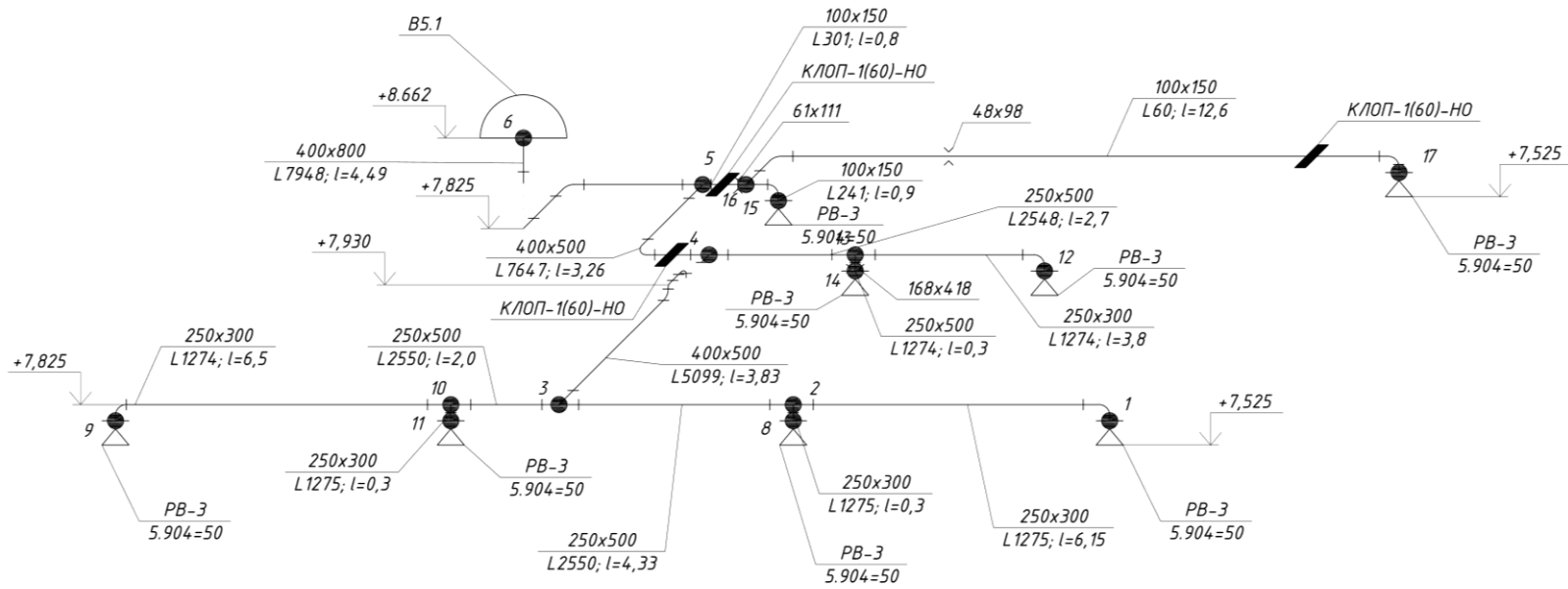


Рисунок Н.4 – Расчетная схема системы B5

Продолжение Приложения Н

**В3**

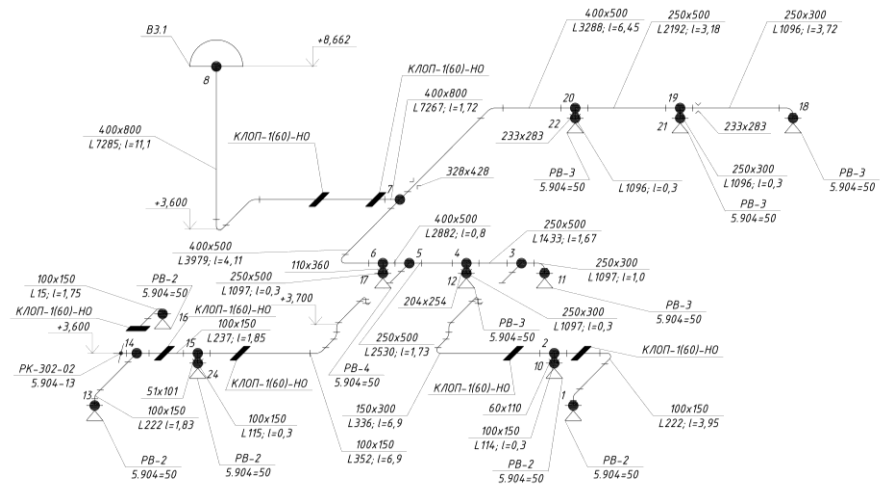


Рисунок Н.5 – Расчетная схема системы В3

**В1**

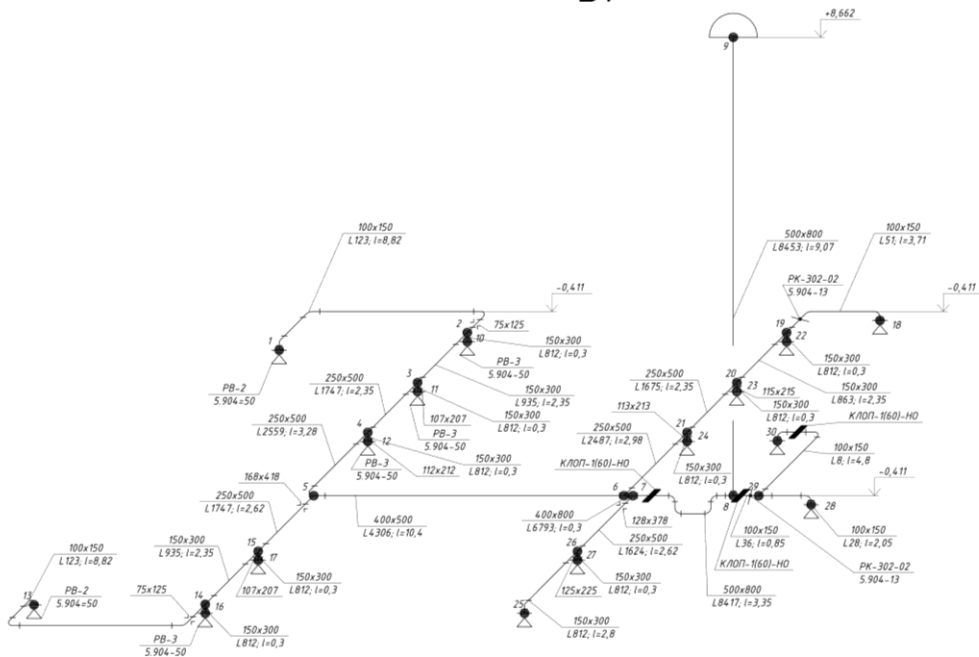


Рисунок Н.6 – Расчетная схема системы В1

Продолжение Приложения Н

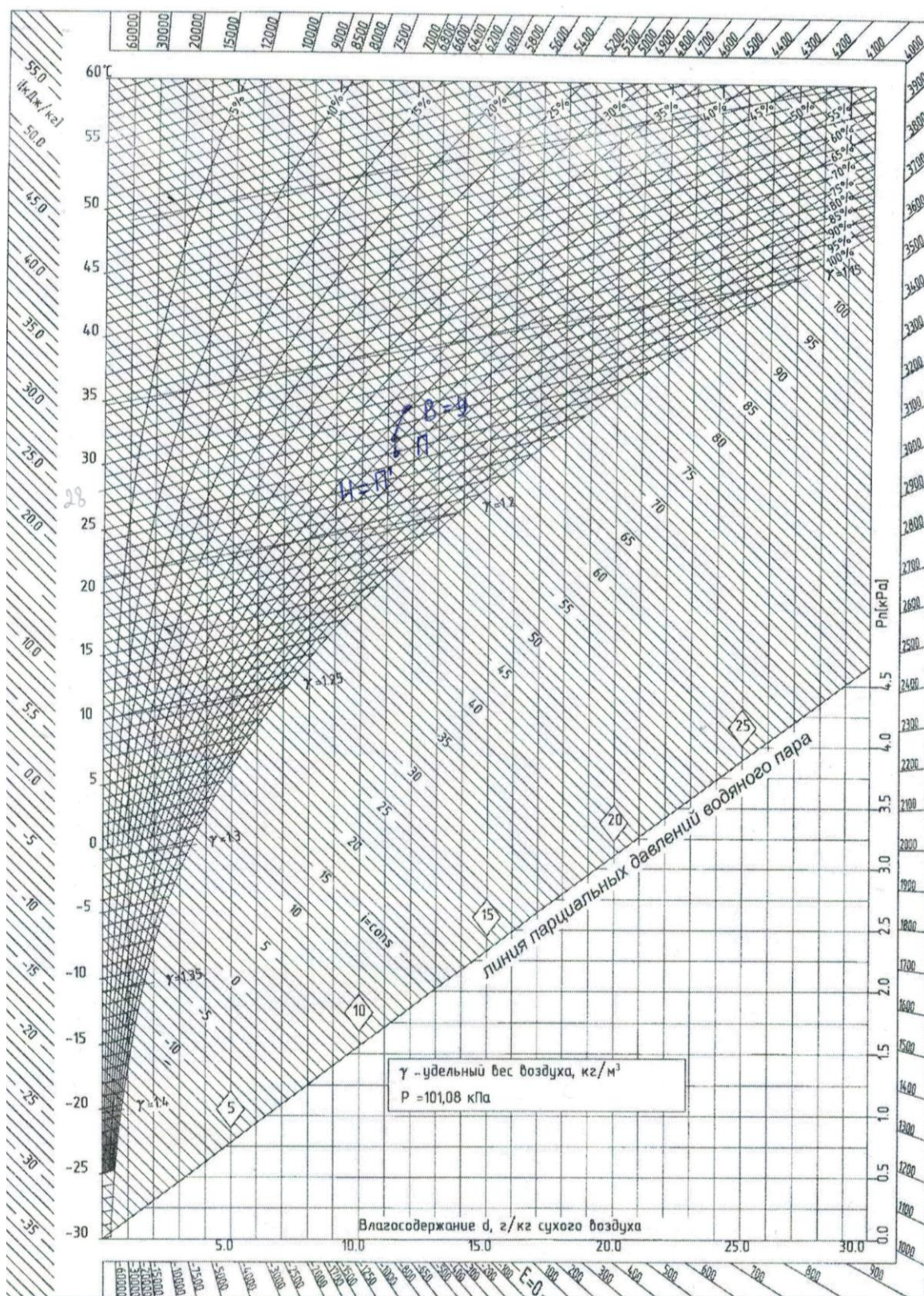


Рисунок Н.7 – I-d диаграмма для помещения № 105 в теплый период

## Продолжение Приложения Н

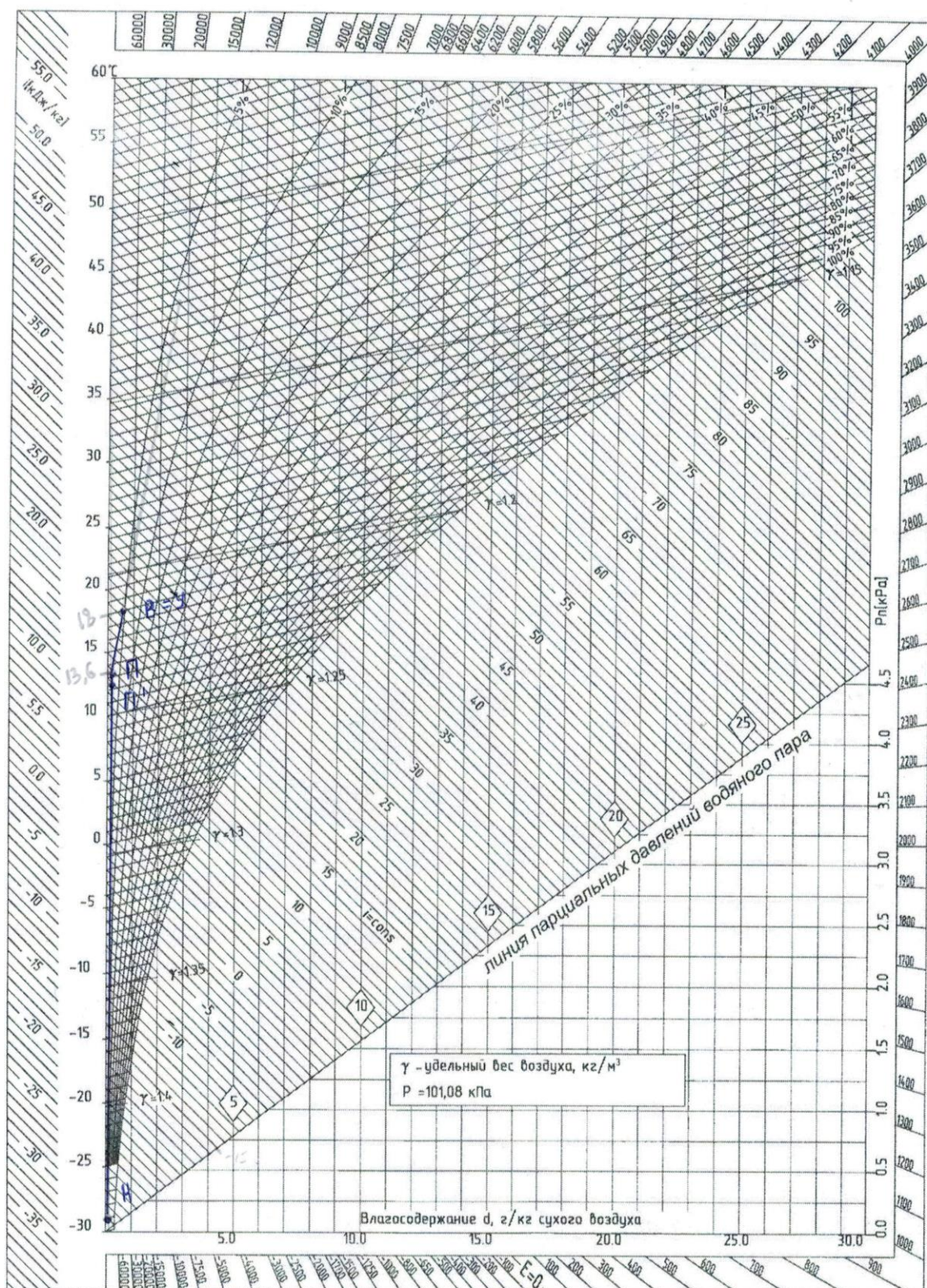


Рисунок Н.8 – I-d диаграмма для помещения № 105 в холодный период

## Приложение П

### Подбор воздухораспределительных устройств

Рассмотрим помещение демонстрационного зала (№ 02). По данным из учебно-методического пособия [26] определяется площадь живого сечения воздухораспределителя ПРМп4 (вертикальная подача воздуха)  $F_0$ :

$$F_0 = 0,25 \text{ м}^2.$$

Величины  $m$  и  $n$  зависят от величин:

$$X = 2,5 - 1,5 = 1 \text{ м},$$

$$\frac{X}{\sqrt{F_0}} = \frac{1}{\sqrt{0,25}} = 2.$$

Тогда скоростной коэффициент  $m$  и температурный коэффициент  $n$  соответственно равны:

$$m = 1,2,$$

$$n = 1,2.$$

Расход воздуха на участке равен:

$$L_0 = \frac{8120}{15} = 541 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Тогда скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя равна:

$$v_0 = \frac{541}{3600 \cdot 0,25} = 0,6 \text{ м/с}.$$

Продолжение Приложения П

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи:

$$v_x = \frac{mv_0\sqrt{F_0}}{X} k_c k_b k_n, \text{ м/с}, \quad (\text{П.1})$$

где  $k_c$  – коэффициент стеснения;

$k_b$  – коэффициент взаимодействия между струями;

$k_n$  – коэффициент неизотермичности.

Коэффициент стеснения определяется в соответствии с методикой из учебного пособия [1] в зависимости от величин  $\bar{x}$  и  $F$ , рассчитываемых по формулам:

$$\bar{x} = \frac{X}{m\sqrt{F_{\Pi}}}, \quad (\text{П.2})$$

$$F = \frac{F_0}{F_{\Pi}}, \quad (\text{П.3})$$

где  $F_0$  – площадь поверхности ограждения, перпендикулярной струе, в расчете на одну струю,  $\text{м}^2$ .

$$F = \frac{0,25}{\frac{206}{15}} = 0,0182,$$

$$\bar{x} = \frac{0,9}{1,2 \cdot \sqrt{\frac{206}{15}}} = 0,202.$$

Коэффициент стеснения определяется исходя из найденных величин:

$$k_c = 0,88.$$

Продолжение Приложения П

Коэффициент взаимодействия определяется в зависимости от количества струй и отношения дальности струи к половине расстояния между струями:

$$\frac{X}{l} = \frac{1}{1,6} = 0,625.$$

Следовательно, коэффициент взаимодействия равен 1.

Коэффициент неизотермичности определяется в зависимости от вида струи и величины, приблизительно равной:

$$H \approx 5,45 \frac{mv_0^4 \sqrt{F_0}}{\sqrt{n\Delta t_0}}, \quad (\text{П.4})$$

где  $\Delta t_0$  – разность между температурой приточного  $t_{\text{п}}$  и внутреннего  $t_{\text{в}}$  воздуха, °С.

$$\Delta t_0 = 14 - 11,4 = 2,6 \text{ } ^\circ\text{C},$$
$$H \approx 5,45 \cdot \frac{1,2 \cdot 0,6 \cdot \sqrt[4]{0,25}}{\sqrt{1,2 \cdot 2,6}} = 1,57.$$

Коэффициент неизотермичности равен:

$$k_{\text{н}} = 1,14.$$

По СП [32] коэффициент перехода и нормируемая скорость соответственно равны:

$$k_{\text{п}} = 1,4,$$

$$v_{\text{н}} = 0,3 \text{ м/с.}$$

Продолжение Приложения П



Тогда:

$$v_x = \frac{1,2 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{0,25}}{1} \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1,14 = 0,361 \text{ м/с},$$
$$k_{\Pi} v_H = 1,4 \cdot 0,3 = 0,42 \text{ м/с},$$
$$0,361 \text{ м/с} < 0,42 \text{ м/с}.$$

Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне помещения определяется по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \Delta t_{\Pi} \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_C k_H}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (\text{П.5})$$

где  $\Delta t_{\Pi}$  – избыточная температура приточного воздуха, равная разности между температурой внутреннего и приточного воздуха,  $^\circ\text{C}$ .

$$\Delta t_x = \frac{0,7 \cdot 2,6 \cdot \sqrt{0,13}}{0,9} \cdot \frac{1}{0,69 \cdot 1,054} = 1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Максимальная разность температур не должна превышать допустимого отклонения, определяемого по СП [32]:

$$\Delta t_x \leq \Delta t_{\text{доп}}, \quad (\text{П.6})$$
$$t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$
$$\Delta t_x = 1 \text{ } ^\circ\text{C} \leq 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Таким образом, условие (П.6) выполняется.

Рассмотрим помещение № 105, в котором устанавливаются воздухораспределители ПРМп1:

Продолжение Приложения П

$$F_0 = 0,06 \text{ м}^2,$$

$$X = 3,3 - 1,5 = 1,8 \text{ м},$$

$$\frac{X}{\sqrt{F_0}} = \frac{1,8}{\sqrt{0,06}} = 7,35,$$

$$m = 1,53,$$

$$n = 1,66,$$

$$L_0 = \frac{6579}{13} = 506 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$v_0 = \frac{506}{3600 \cdot 0,06} = 2,34 \text{ м/с},$$

$$F = \frac{0,06}{\frac{176,9}{13}} = 0,00441,$$

$$\bar{x} = \frac{1,8}{1,53 \cdot \sqrt{\frac{176,9}{13}}} = 0,319,$$

$$k_c = 0,82,$$

$$\frac{X}{l} = \frac{1,8}{0,99} = 1,82,$$

$$k_B = 1,$$

$$\Delta t_0 = 18 - 14,6 = 3,4 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{1,53 \cdot 2,34 \cdot \sqrt[4]{0,06}}{\sqrt{1,66 \cdot 3,4}} = 4,065,$$

$$\frac{H}{\sqrt{F_0}} = \frac{4,065}{\sqrt{0,06}} = 16,6,$$

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{1,8}{4,065}\right)^2} = 1,01,$$

Продолжение Приложения П

$$v_x = \frac{1,53 \cdot 2,34 \cdot \sqrt{0,06}}{1,8} \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1,01 = 0,404 \text{ м/с},$$

$$0,404 \text{ м/с} < 0,42 \text{ м/с},$$

Продолжение Приложения П

$$\Delta t_x = \frac{1,66 \cdot 3,4 \cdot \sqrt{0,06}}{1,8} \cdot \frac{1}{0,82 \cdot 1,01} = 0,93 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\Delta t_x = 0,93 \text{ } ^\circ\text{C} < 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Рассмотрим помещение № 106, аналогичное помещению № 107, в котором устанавливаются воздухораспределители ПРМп1:

$$F_0 = 0,06 \text{ м}^2,$$

$$X = 3,3 - 1,5 = 1,8 \text{ м},$$

$$\frac{X}{\sqrt{F_0}} = \frac{1,8}{\sqrt{0,06}} = 7,35,$$

$$m = 1,53,$$

$$n = 1,66,$$

$$L_0 = \frac{277}{1} = 277 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$v_0 = \frac{277}{3600 \cdot 0,06} = 1,3 \text{ м/с},$$

$$F = \frac{0,06}{\frac{24}{1}} = 0,0025,$$

$$\bar{x} = \frac{1,8}{1,53 \cdot \sqrt{\frac{24}{1}}} = 0,24,$$

$$k_c = 1,$$

$$k_B = 1,$$

$$\Delta t_0 = 18 - 14,6 = 3,4 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{1,53 \cdot 1,3 \cdot \sqrt[4]{0,06}}{\sqrt{1,66 \cdot 3,4}} = 2,25,$$

$$k_H = 1,25,$$

$$v_x = \frac{1,53 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,06}}{1,8} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 0,34 \text{ м/с},$$

Продолжение Приложения П

$$0,34 \text{ м/с} < 0,42 \text{ м/с},$$

$$\Delta t_x = \frac{1,53 \cdot 3,4 \cdot \sqrt{0,06}}{1,8} \cdot \frac{1}{1 \cdot 1,25} = 0,57 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_x = 0,57 \text{ }^\circ\text{C} < 1,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Рассмотрим помещение № 201, в котором устанавливаются воздухораспределители ПРМпЗ:

$$F_0 = 0,16 \text{ м}^2,$$

$$X = 3,3 - 1,5 = 1,8 \text{ м},$$

$$\frac{X}{\sqrt{F_0}} = \frac{1,8}{\sqrt{0,16}} = 4,5,$$

$$m = 1,31,$$

$$n = 1,36,$$

$$L_0 = \frac{7647}{9} = 850 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$v_0 = \frac{850}{3600 \cdot 0,16} = 1,48 \text{ м/с},$$

$$F = \frac{0,06}{\frac{133,3}{9}} = 0,0041,$$

$$\bar{x} = \frac{1,8}{1,31 \cdot \sqrt{\frac{133,3}{9}}} = 0,357,$$

$$k_c = 0,825,$$

$$\frac{X}{l} = \frac{1,8}{1,65} = 1,09,$$

$$k_B = 1,$$

$$\Delta t_0 = 18 - 14,6 = 3,4 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{1,31 \cdot 1,48 \cdot \sqrt[4]{0,16}}{\sqrt{1,36 \cdot 3,4}} = 3,11,$$

Продолжение Приложения II

$$k_H = 1,14,$$

$$v_x = \frac{1,31 \cdot 1,48 \cdot \sqrt{0,16}}{1,8} \cdot 0,825 \cdot 1 \cdot 1,14 = 0,41 \text{ м/с},$$

$$0,41 \text{ м/с} < 0,42 \text{ м/с},$$

$$\Delta t_x = \frac{1,26 \cdot 3,4 \cdot \sqrt{0,16}}{1,8} \cdot \frac{1}{0,835 \cdot 1,14} = 1 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_x = 1 \text{ }^\circ\text{C} < 1,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Подбор воздухораспределительных устройств для остальных помещений производится аналогично.

Результаты расчетов отображаются в графической части бакалаврской работы и на расчетных схемах.

# Приложение Р

## Характеристики вентиляторов

ВРАН9-9-Н-У1-1-4x710-220/380-П0-0

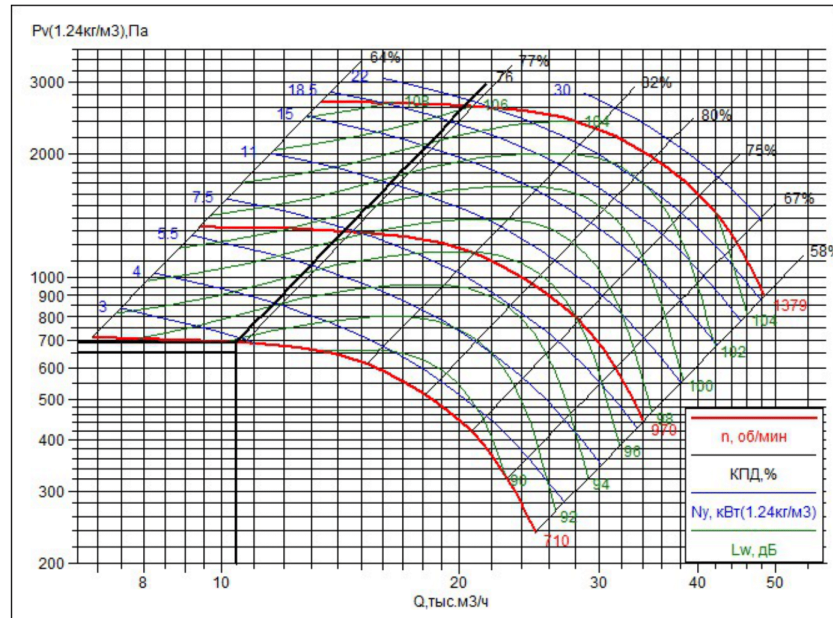


Рисунок Р.1 – Характеристика вентилятора ВРАН9-9

ВРАН9-10-Н-У1-5-5,5x710(666)-220/380-П0-0

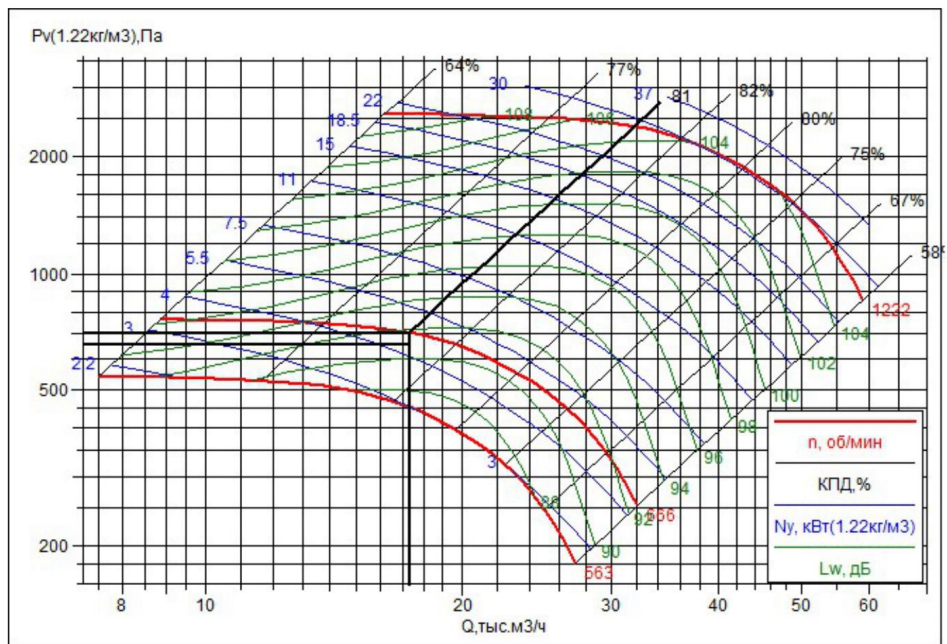


Рисунок Р.2 – Характеристика вентилятора ВРАН9-10

## Продолжение Приложения Р

КРОС60-071-Т80-Н-00075/08-У1

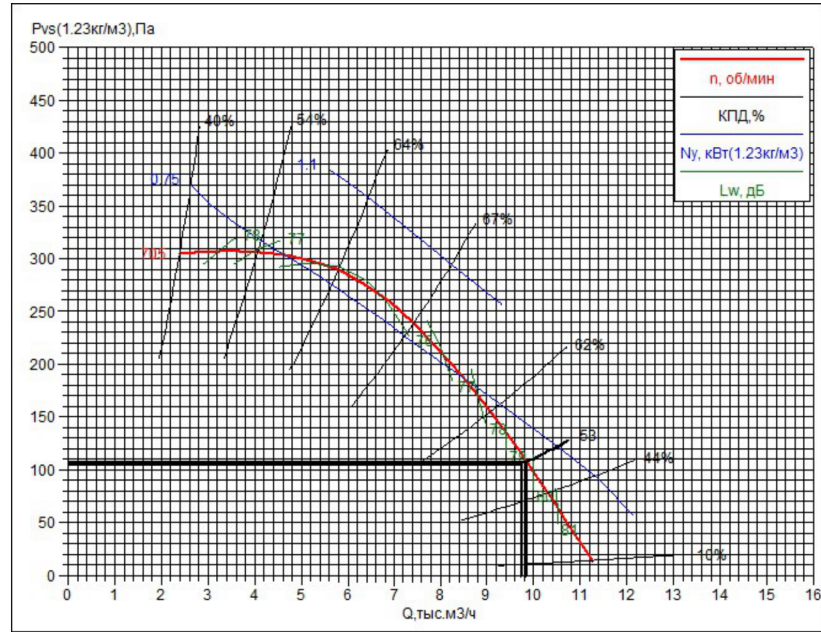


Рисунок Р.3 – Характеристика вентилятора КРОС60-071

КРОВ60-071-Т80-Н-00075/08-У1

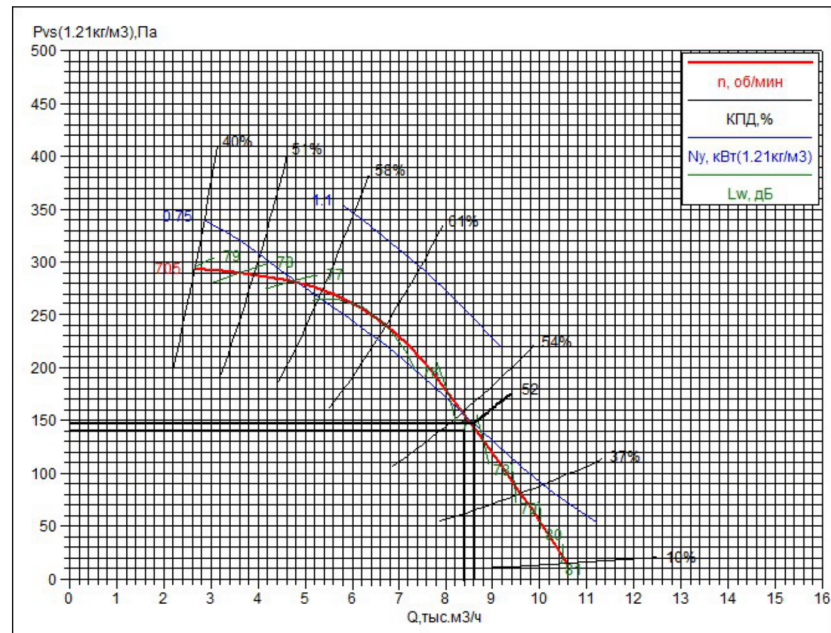


Рисунок Р.4 – Характеристика вентилятора КРОВ60-071

## Продолжение Приложения Р

КРОВ91-071-Т80-Н-00110/08-У1

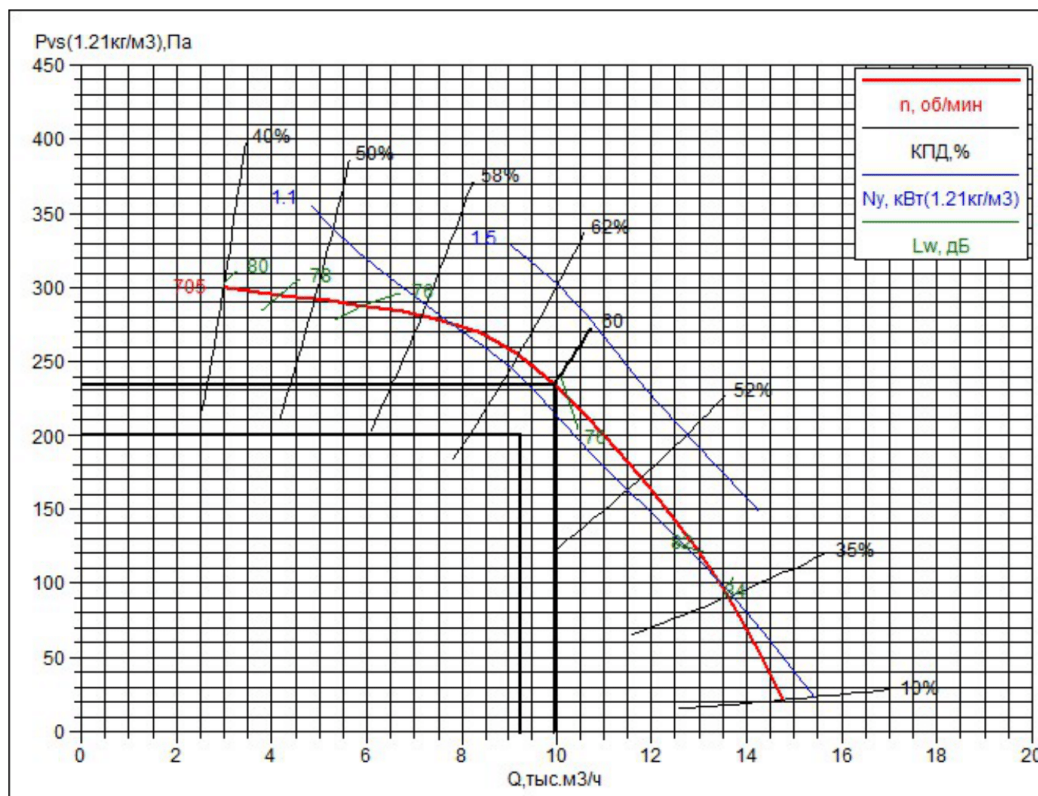


Рисунок Р.5 – Характеристика вентилятора КРОС91-071